

Grundlagen der Massenfähigkeit

Teilprojekt 2 – Umfeldgestaltung

Arbeitspaket 2.8 - Massenfähigkeit durch Technische Regeln / Normen / Standards



C/sells – Großflächiges Schaufenster im Solarbogen Süddeutschlands

SINTEG - Förderprogramm

"Schaufenster intelligente Energie - Digitale Agenda für die Energiewende" (SINTEG)
des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie

Methoden, Modelle für Interoperabilität durch Regeln, Standards und Normen sowie Verhältnis von Innovation, Standardisierung und Regulierung
--- Zusammenfassung, Motivation, Abgrenzung, Werkzeuge, Anwendung ---

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Versionsdatum: 29. November 2020

Verfasser: Andreas Kießling (energy design)

Dierk Bauknecht, Sebastian Gözl (Fraunhofer ISE) – zur C/sells-Leitidee
sowie in Zusammenarbeit mit mitwirkenden C/sells-Partnern



Inhalt

Abbildungsverzeichnis.....	6
1 Vorwort.....	7
2 Grundlagen der Massenfähigkeit - Zusammenfassung	9
3 Einleitung.....	12
3.1 Europäische Normen und Standards stärken.....	12
3.2 Unser Ansatz ist zellulär, partizipativ und vielfältig	14
3.2.1 C/sells ist partizipativ.....	14
3.2.2 C/sells ist vielfältig	15
3.2.3 C/sells ist zellulär	15
3.1 Vielfalt benötigt Standards und Sicherheit	16
4 Hintergrund und Motivation	18
4.1 Zielstellung von C/sells.....	18
4.2 Subsidiarität versus Globalisierung oder sind Autonomie und Solidarität vereinbar?	19
4.2.1 Stand der Diskussion und Unvollständigkeit der Bewertung.....	19
4.2.2 Ist der Bau eines Brunnens unsolidarisch?	20
4.2.3 Differenzen als Antriebskraft gesellschaftlicher Entwicklung.....	21
4.2.4 Solidarität im Stromnetz oder führt der zellulare Ansatz zu Egoismus?.....	22
4.2.5 Gewährleistung von Solidarität sowie von Selbstverwirklichung	22
4.3 Dezentralisierung und Komplexität.....	24
4.3.1 Konflikte.....	24
4.3.2 Aufgabenstellung.....	24
4.3.3 Berechenbarkeit oder Ordnung am Rande des Chaos.....	26
4.3.4 Mittel zur Beherrschung von Komplexität und der Erzeugung von Ordnung.....	27
5 Rechtssystem, normative Basis und Innovationsfreiheit.....	31
5.1 Treiber gesellschaftlicher Veränderungen	31
5.2 Gestaltungsebenen der Gesellschaft.....	33
5.3 Eigenversorger und Energiegemeinschaften	38
5.4 Empfehlungen zur EEG- und EnWG-Novelle	40
5.5 Empfehlungen für die Schnittstelle zum Prosumenten.....	45
5.6 „Stufenmodell zur Weiterentwicklung von Standards für die Digitalisierung der Energiewende“.....	48
5.7 Technische Detailregulierung im EEG im Blickwinkel der Abgrenzung von Rechtssystem, normativer Basis und Innovation	50
6 Governance und Gesellschaftliche Innovationskraft.....	54
6.1 Prosumenten im Spannungsverhältnis von Regulierung und autonomer Eigengestaltung.....	54
6.1.1 Green New Deal, nachhaltiges Wachstum und Partizipation	54
6.1.2 Kapitalbildung und Geldvermehrung mit begrenzten materiellen Rohstoffen	54
6.1.3 Rohstoff Information	54
6.1.4 Verwertung des Rohstoffes Information	55

6.1.5	Rohstoff Energie	56
6.1.6	Verwertung des Rohstoffes Energie	56
6.1.7	Wege zum nachhaltigen Wachstum	57
6.1.8	Partizipation an den Chancen nachhaltiger Entwicklung	57
6.1.9	Partizipation durch Prosumenten	58
6.1.10	Wandel von der Förderung durch EEG zur eigenverantwortlichen Gestaltung	58
6.1.11	Können neue Wertschöpfungsverfahren in alte Systemstrukturen integriert werden?	59
6.1.12	Fakten aus dem Reallabor einer Wohneigentümergeinschaft	59
6.1.13	Bewertung der Netzbetreiber-Option	60
6.1.14	Bewertung der Lieferanten-Option	60
6.1.15	Bewertung der Markt-Option	61
6.1.16	Problemlage.....	62
6.1.17	Empfehlung.....	62
6.1.18	Berechnungsbeispiel für eine Option 4	63
6.1.19	Schlussfolgerung.....	63
6.1.20	Der Green New Deal und die Zukunft der EU	64
6.2	Legislative Detailregeln versus Standardisierung im Kontext des intelligenten Messsystems	65
6.2.1	Smart Metering im europäischen Kontext.....	65
6.2.2	Smart Metering im nationalen Umfeld Deutschlands	68
6.3	Resilienz, Vielfalt und Architekturentscheidung in C/sells.....	71
6.3.1	Zelluläre Architektur als Mittel der Gestaltungsvielfalt und Innovationen.....	71
6.3.2	Sprache des zellulären Energiesystems	72
7	Innovation, Standardisierung und Regeln in der Praxis.....	75
7.1	Gestaltungsbeispiel im Gebäudeverbund „Autonomielab Leimen“	75
7.1.1	Motivation	75
7.1.2	Zielstellung und Systemaufbau	78
7.1.1	Empfehlung zur Gestaltung von Prosumenzellen.....	81
8	C/sells-Beiträge zu gemeinsamen Normen, Standards und Regeln.....	84
8.1	Ausgangssituation	84
8.2	Lösungsansatz und durchgeführte Arbeiten	85
8.3	Bewertung und Musterlösungen	88
9	C/sells-Standardisierungsthemen.....	91
9.1	Grobkonzept der Themenzuordnung zu Projektbeginn.....	91
9.1.1	Schwerpunkte in TP 3 inklusive Schutz und Sicherheit.....	91
9.1.2	Schwerpunkte in TP 4 inklusive Netz-/Marktkommunikation	92
9.1.3	Schwerpunkte in TP 5 inklusive Markt- und Liegenschaftskommunikation	93
9.2	Standardisierung in der Praxis und Gremienzuordnung	94
9.2.1	Standardisierungsthemen in der Praxis aus TP 3.....	94
9.2.2	Standardisierungsthemen in der Praxis aus TP 4.....	97
9.2.3	Standardisierungsthemen in der Praxis aus TP 5.....	100
10	Quellen	103



Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Digitaler Netzanschluss sowie Eigenverbrauchslösung (Zelle) mit lokalem Energiemanagement, Standard-Prosumentenprofilen und Überschuss-Vermarktung bei Prosumenten als Alternative zu BNetzA-Optionen	11
Abb. 2: Zellfunktionen	16
Abb. 3: C/sells-Lösung zur Eigenversorgung (Zelle) von Prosumenten als Alternative zu BNetzA-Optionen	43
Abb. 4: Digitaler Netzanschluss zur Ausgestaltung von Option 4	47
Abb. 5: Status der EU-Mitgliedsstaaten bei Smart Metering [EU SM Report. (2016)]	66
Abb. 6: Schnittstellen Smart Metering (angepasste Darstellung), EU-Standardisierungsmandat M/441 [M490SP12. (11/2012)], [SGCGTF14. (06/2014)]	67
Abb. 7: Beispieltypen von Energiezellen und ihr Zusammenwirken	73
Abb. 8: Horizontale, vertikale und überlappende Organisation von Energiezellen	74
Abb. 9: Zelltypen und Integration im AutonomieLab Leimen	77
Abb. 10: Komponentenmodell in der Energiezelle des AutonomieLab Leimen	78
Abb. 11: Komponentenmodell für den digitalen Netzanschluss	81
Abb. 12: Grundlage des C/sells-Glossars, [C/sells – IOP Teil D. (04/2020)]	86
Abb. 13: Digitaler Netzanschluss zur Ausgestaltung der C/sells-Option, [C/sells – IOP Teil B+C. (11/2020)]	89

1 Vorwort

Dampfmaschine im Cyber War

Was uns die Dampfmaschine im Cyber War noch heute lehren kann.

Grenzen staatlich gelenkter, technischer Detailregulierung

Um gleich zu Beginn keine Missverständnisse aufkommen zu lassen; mit dem Artikel „Die Dampfmaschine im Cyber War“ wird kein unreguliertes Marktgeschehen gefordert. Die Rolle des Staates für eine funktionierende, demokratische Gesellschaft mit seinen Schutzfunktionen für den Einzelnen sowie das Wohlergehen der Gesellschaft bleibt unumstritten.

Trotzdem ist das Verhältnis zwischen staatlicher Regulierung im Rechtssystem sowie Vereinbarung und Anwendung von Normen und Standards durch die Wirtschaft als auch Beförderung von Innovationen neu auszutarieren. Dies folgt aus der notwendigen Neuausrichtung zwischen Globalisierung und regionalem Handeln, der zunehmenden Vernetzung der realen Welt durch die Digitalisierung sowie den gegenseitigen Abhängigkeiten bei der Ressourcennutzung unter den Bedingungen des Klimawandels.

Das von einem hohen Grad technischer Detailregulierung geprägte Vorgehen in Deutschland bei der Transformation des Energiesystems ist an seine Grenzen gekommen. Dies zeigt sich insbesondere bei der Betrachtung des nationalen Sonderweges zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit sowie des Datenschutzes unter den Bedingungen eines zunehmend digital vernetzten Energiesystems.

Constanze Kurz – Sprecherin des Computer Chaos Clubs – analysiert hierzu im Buch „Cyber War – Die Gefahr aus dem Netz“ die verschiedenen Methoden staatlichen Vorgehens mit aggressiven und defensiven Methoden, um die Informationstechnik und Infrastrukturen im eigenen Land zu schützen.

„Die bisherigen Ansätze für Gütesiegel im Bereich der Informationssicherheit beruhen auf eher statischen Zertifizierungsmethoden wie dem Common - Criteria - Prozess, der versucht, auf generellen Prinzipien für das Design von sicherer Informationsverarbeitung aufzubauen. Es ist ein Schreibtischtest, der lange Checklisten von Sicherheitsmaßnahmen und Designkriterien abarbeitet, die jedoch keinen Prozess, sondern einen Zustand beschreiben. Das Problem dabei ist auch, dass die Zertifizierung typischerweise mehrere Jahre dauert – in der digitalen Welt ist das eine halbe Ewigkeit. Im Ergebnis hat man dann ein System, das zwar zertifiziert, aber in der Praxis durch die inzwischen weit fortgeschrittenen Erkenntnisse über Sicherheitslücken auf verschiedenen Wegen angreifbar ist.“

Was die Dampfmaschine und das Smart Meter Gateway unterscheidet

Der staatlich gelenkte Prozess mit Unterstützung des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) unter Anwendung von Common Criteria schuf beispielsweise das geschützte Smart Meter Gateway für intelligente Messsysteme in der Energiewirtschaft. Der Zeitraum von der Beauftragung bis zur Anwendung zertifizierter Gateways umfasste aber zehn lange Jahre, eine Ewigkeit bezüglich des Innovationstempos in der Informationstechnologie. Ein weiterer Prozess zur Nutzung des Gateways für weitere Anwendungsfälle wurde nachfolgend von staatlicher Seite in Gang gesetzt und gefährdet nun vollständig deren Erfolg.

Bei diesem Vorgehen wird die bisherige Trennung der Definition grundlegender Anforderungen im Rechtssystem sowie Schaffung einer normativen Basis durch die Experten von Wissenschaft und Technik aufgehoben. Um das bisherige Vorgehen zu verdeutlichen, nutzt Constanze Kurz im genannten Buch das Beispiel der Dampfmaschine.

Die ersten Dampfmaschinen explodierten noch häufig. In der Folge kontrollierten die Ingenieure gegenseitig die Konstruktionen und schufen später eine gemeinsame Institution. Auf dieser Basis entstand der TÜV, der auf Grundlage von allgemeinen Anforderungen des Staates jegliche technische Umsetzung prüft und deren



Konformität bezüglich staatlicher Anforderungen sowie bestimmter internationaler Normen der Industrie bestätigt. Technischer Fortschritt in einer Vielzahl von Produkten wird hiermit bezüglich der Umsetzung nach entsprechenden Rahmenbedingungen durch technische Expertenorganisationen geprüft und nicht durch staatliche, technische Detailregulierung. Bezüglich der Sicherheit in der Informationstechnik begeht Deutschland hier einen Sonderweg, der zum Hindernis internationaler Wettbewerbsfähigkeit der nationalen Wirtschaft wird. Einen Ausweg aus diesem Dilemma suchen die nachfolgenden Kapitel an Beispielen der Umsetzung der Energiewende, um die Erkenntnisse zur Dampfmaschine im Cyber War zu nutzen.

2 Grundlagen der Massenfähigkeit - Zusammenfassung

Auf Basis der C/sells-Ziele wurde im ersten Projektjahr ein Standardisierungskonzept erstellt, um ein koordiniertes Vorgehen der vielfältigen Partner im zellulär organisierten Projekt zu erreichen.

[C/sells – IOP Teil A. (06/2018)]

Nachfolgend galt es, das Standardisierungskonzept im Gesamtprojekt zu implementieren, wobei der Schwerpunkt insbesondere auf gemeinsamen Methoden aus der europäischen Standardisierung lag. Die Motivation zur Schaffung einer gemeinsamen normativen Basis für das zukünftige Energiesystem ergibt sich aus den Projektansätzen Vielfalt, Partizipation und Zellularität. Die damit verbundene Innovationsvielfalt benötigt aber im Gesamtverbund sowohl eine gemeinsame normative Basis als auch Regeln eines Rechtssystems.

[C/sells – IOP Teil B+C. (03/2020)]

Auf dieser Basis entstand zuerst eine Sprache zur Beschreibung eines zellulären Energiesystems auf Basis der System- und Modellbegriffe. Das Begriffssystem umfasst die Kategorisierung von Komponenten zur Beschreibung eines Energiesystems in einer Zelle sowie der zugehörigen Funktionen, Schnittstellen und Eigenschaften. Dazu wurde ein Glossar für die einheitliche Verwendung von Begriffen erstellt und gepflegt.

[C/sells – IOP Teil D. (04/2020)]

Zur Lösung komplexer Fragestellungen, die sich beispielsweise mit der Transformation des Energiesystems zu dezentralen Strukturen, mit volatiler Erzeugung und im Sektorenverbund ergeben, werden gesamtsystemische Betrachtungen benötigt. Dies entspricht einem Ansatz von oben nach unten durch Eingrenzung auf die geplanten Handlungen bestimmter Akteure und ihren Rahmenbedingungen, die Ableitung des dafür benötigten Teilsystems sowie die Bestimmung notwendiger Komponenten, Funktionen und Schnittstellen auf Basis benötigter Anwendungsfälle bezüglich dieses Teilsystems. Für dieses Vorgehen etablierte sich im internationalen Rahmen die Use Case-Methodik verbunden mit dem Smart Grid Architekturmodell zur Systembeschreibung. Diese Methodik ist sehr komplex und für den Praktiker nicht leicht nachzuvollziehen.

Deshalb wurde zur Definition der Anwendung in C/sells die Use Case-Methodik auf Basis des C/sells-Glossar genutzt, um mit dem „C/sells-Kochbuch“ eine gemeinsame Vorgehensweise für den Praktiker zu vereinbaren. Dies sicherte dasselbe Verständnis der Projektpartner im Gesamtsystem trotz Vielfalt der Ausprägung in autonom gestalteten Zellen.

[C/sells – IOP Teil F. (03/2020)]

[C/sells – IOP Teil G. (05/2020)]

[Bogensberger, Köppl, Kießling, Faller. (10/2018)]

Um im Rahmen der Use Case-Beschreibung auch ein gemeinsames Architekturverständnis in C/sells zu erreichen, wurde ergänzend auf Basis des Glossars ein Architekturmodell für zelluläre Systeme sowie ein zugehöriges Komponentenmodell in Verbindung mit den Komponenten des Infrastruktur-Informationssystems (IIS) bereitgestellt.

[C/sells – IOP Teil E. (05/2020)].

Als Querschnittsthema der Standardisierung bei der Bestimmung von Anwendungsfällen und deren Implementierung wurde ebenso auf Grundlage des europäischen Standardisierungsmandates und der dort spezifizierten Schutzmethodik eine vereinfachte Methodenbeschreibung erstellt. Mit Musterlösungen wurde deren Anwendung veranschaulicht.

[C/sells – IOP Teil H. (04/2020)]

Ein horizontal über alle Arbeitspakete reichender Arbeitskreis widmete sich der Aufgabe, Vorschläge für ein Flexibilitätsmodell, für Flexibilitätsnachrichten und für deren sichere Übertragung zu erarbeiten. Diese Beiträge zur Standardisierung von Flexibilitätsnachrichten bei der Vielfalt möglicher Flexibilitätsmechanismen im Markt

und im Netz wurden durch die Ergebnisse der Fachgruppe Flexibilität zur Kategorisierung dieser Mechanismen möglich.

[C/sells – FG Flexibilität. (12/2018)]

[C/sells – IOP Teil I. (03/2020)]

Hierbei spezialisierte ein durch das AP 2.8 organisierter Arbeitskreis ein gemeinsames Flexibilitätsmodell für das Flexibilitätskataster, auf dessen Basis weiterführende Standardisierungsaktivitäten in nationalen und internationalen Gremien vorgeschlagen werden.

Flexibilitätsnachrichten lassen sich mit diesen Vorschlägen und der digitalen Infrastruktur – dem IIS - massenfähig und sicher übertragen. Hierzu spezialisierten Projektpartner in den C/sells-Arbeitskreisen die Nutzung eines sicheren Weges über das intelligente Messsystem (CLS-Kanal) mittels eines standardisierten Infrastrukturdienstes für Energiemarktteilnehmer. Die Umsetzung erfolgte mittels einer Pilotlösung im Rahmen der Lab Noir-Demonstration zur Inselfähigkeit eines Wohnhausverbundes in der Nähe von Heidelberg im Autonomie Lab Leimen.

Um diese Pilotlösung in C/sells zu verbreiten, wirkten Partner verschiedener Arbeitspakete an der Spezifikation einer Musterlösung zur Kommunikation von Flexibilitätsnachrichten über einen sicheren Kanal mit. Hierbei wurde eine standardisierte Lösung für einen digitalen Netzanschluss erarbeitet, mittels dem die Leistung am Netzanschluss durch den Netzbetreiber beeinflusst werden kann.

[C/sells – HLUCs G-H-I. (11/2020)].

Hierzu beteiligten sich C/sells-Partner (z.B. EEBus-Initiative und Stadtwerke München) an der Spezifikation einer VDE-Anwendungsregel mit Use-Case-Beschreibungen sowie der Beschreibung einer technischen Umsetzung auf Basis einer nationalen Standardisierungsinitiative (EEBus).

[VDE-AR-E 2829-6-1]

[VDE-AR-E 2829-6-2, 3, 4]

Die Ergebnisse aus C/sells werden somit unter der Bezeichnung „**Digitaler Netzanschluss**“ in Standardisierungsgremien aufgegriffen und finden erste Anwendung über das Projekt hinaus.

Der Vorschlag zum digitalen Netzanschluss in Verbindung mit dem Wirken in Standardisierungsgremien ist ein Beispiel für die Verknüpfung zu nationalen, europäischen und internationalen Normungsgremien sowie zur Regelsetzung in Verbänden. Dies erfolgt im nationalen Rahmen auch durch die Mitwirkung der Projektpartner VIVAVIS (früher IDS) und der PPC AG an der Task Force Smart Metering, Smart Grid und Smart Mobility bei BMWi und BSI sowie der damit verbundenen Spiegelung der dortigen Aktivitäten im DKE Systemkomitee K901 durch den Unterauftragnehmer von Fraunhofer ISE (Andreas Kießling, Energy Design) sowie Vivavis, PPC und Stadtwerke München.

Die Erfahrungen aus der Nutzung der Use Case Methodik im Rahmen des zellulären Architekturbegriffes werden auch in internationale Standardisierungsgremien (IEC TC 57, WG16) eingebracht (Stadtwerke München, fFe e.V.)

Eine umfassende Aufstellung der Verknüpfung zu Normungsgremien sowie technischen und energiewirtschaftlichen Verbänden im nationalen und internationalen Kontext ist am Schluss Bestandteil dieses Dokumentes.

Die Bewertung von Aktivitäten zur Interoperabilität in C/sells auf Basis von wirtschaftlichen und technischen Regeln sowie von Standards und Normen erfolgte auf Basis von Musterlösungen. Hieraus folgte auch die Bewertung des Verhältnisses von Regularien und Energierecht sowie der Notwendigkeit zur Beförderung von Innovationen in Verbindung mit der Sicherung des zugehörigen technischen Wissens. Die Gestaltungsebenen Regulierung im Sinne staatlich organisierter Regeln sowie Standardisierung und Innovationen sind entsprechend voneinander abzugrenzen. Die resultierenden Ergebnisse sind Bestandteil dieses Abschlussdokumentes

[C/sells – IOP Teil B+C. (11/2020)]

Insbesondere schlägt das Projekt C/sells in Ableitung der Ergebnisse verschiedener Demonstrationen und deren Konsolidierung im Arbeitspaket Standardisierung die Spezifikation der Anwendungsregel für einen digitalen Netzanschluss sowie dessen Förderung entsprechend folgender Maßnahmen vor (siehe auch Kapitel 5.4 - Empfehlungen zur EEG- und EnWG-Novelle):

- Förderung autonomer, lokaler Energiemanagementsysteme als Grundlage von Eigenverbrauch als auch von Energiegemeinschaften
- Spezifikation eines digitalen Netzanschlusses an Gebäuden mit Kommunikationszugang, intelligentem Messsystem und Leistungssteuerung am Netzanschluss sowie Förderung von lokalen Kommunikationsnetzwerken in Gebäuden als Bestandteil der Ausstattung mit Energiemanagementsystemen
- Ersatz bisheriger Standardlastprofile durch öffentlich in Informationskomponenten bereitgestellte Standard-Prosumentenprofile an Netzanschlüssen
- Förderung von Plattformen für Energiegemeinschaften zur Verbindung von Eigenverbrauchslösungen sowie Gestaltung von Rahmenbedingungen für eine vereinfachte Direktvermarktung unter Abbau von Bürokratie, Berichtspflichten und Umlagen für Anlagen kleiner 30 kW

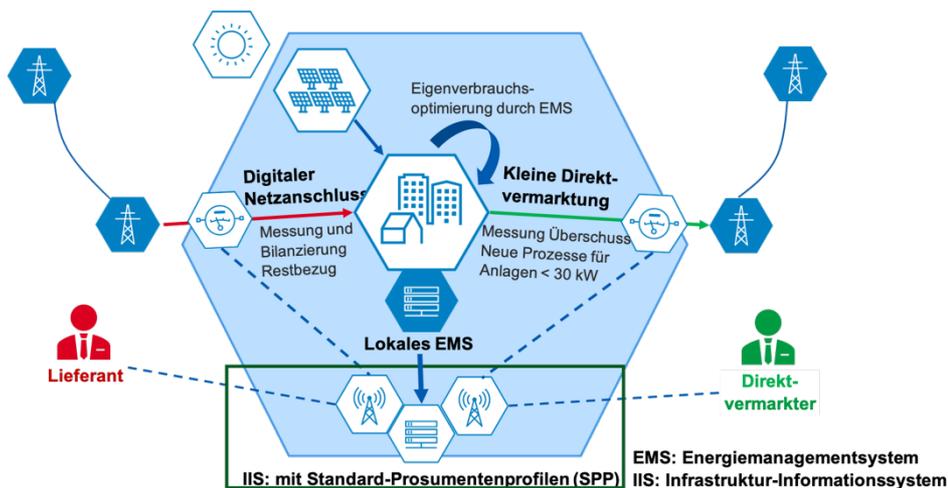


Abb. 1: Digitaler Netzanschluss sowie Eigenverbrauchslösung (Zelle) mit lokalem Energiemanagement, Standard-Prosumentenprofilen und Überschuss-Vermarktung bei Prosumenten als Alternative zu BNetzA-Optionen

3 Einleitung

3.1 Europäische Normen und Standards stärken

Partizipation durch Recht auf Eigenversorgung und autonome Gestaltung auf Basis von Innovationen sowie verbindender, aber nicht verhindernder rechtlicher Regeln und technischer Normen

Unter dem Titel „Europäische Normen und Standards stärken – Impulse für den Grünen Deal“ fand am 16. September 2020 ein virtueller Workshop zur Umsetzung europäischer Politiken mit europäischen harmonisierten Normen statt.

Im Beisein der Parlamentarischen Staatssekretärin Elisabeth Winkelmeier-Becker und des Kommissars für den Binnenmarkt Thierry Breton wurden die erfolgreiche 60-jährige Geschichte der europäischen Standardisierung sowie die aktuellen Herausforderungen für die Standardisierung dargestellt.

Im Konsensprozess aller interessierten Beteiligten entstehende Normen und Standards bilden die Schnittstelle zwischen der Entfaltung von Innovationen und autonomer, vielfältiger Gestaltung in Wirtschaft und Gesellschaft sowie dem Rechtssystem als verbindender Überbau der Gesellschaft. Die Stärkung der Normen stärkt wiederum die öffentlich-private Partnerschaft. Gleichzeitig wird im Rechtssystem die Komplexität bei der Gestaltung von Regeln durch die Konzentration der Gesetzgebung und Regulierung auf Leitlinien, Ziele und Anforderungen reduziert. Die Ausgestaltung der dazu notwendigen Maßnahmen in Form von Normen erfolgt im Kontext der Experten aller Interessenträger, integriert in das europäische und nationale Umfeld.

Empfehlungen im Projekt C/sells des vom BMWi geförderten Programmes „Schaufenster intelligente Energie – SINTEG“ basieren auf der Abgrenzung der Handlungsebenen für Innovationen, normative Basis und Rechtssystem. Die Stärkung von Innovationen und normativer Basis im Rahmen eines rechtlichen Überbaus schafft letztendlich Akzeptanz für Veränderungsprozesse und ist Grundlage für die dynamische Entwicklung einer flexiblen Gesellschaft. Dazu sollten Rechtsträger und Ausführungsorgane bereit sein, Kontrolle teilweise abzugeben und auf ein Übermaß an Bürokratie und technischer Detailregulierung zu verzichten.

Diese Empfehlungen werden im europäischen und nationalen Rahmen gestützt durch

- die EU-Richtlinie zu Erneuerbaren Energien [EU Richtlinie 2018/2001 (12/2018)] bezüglich der Stärkung der autonomen Gestaltung durch Eigenverbrauchslösungen und Energiegemeinschaften,
- die Mitteilung der Kommission zu harmonisierten Normen [EU Mitteilung. (11/2018)] bezüglich der verbesserten Transparenz und Rechtssicherheit für einen uneingeschränkt funktionierenden Binnenmarkt,
- das Rechtsgutachten zum europäischen System der harmonisierten Normen [Redeker. (08/2020)],
- das EU-Weißbuch Künstliche Intelligenz [EU Weißbuch. (02/2019)] sowie
- die Stellungnahme zum EU-Weißbuch auf der Webseite zur Nationalen KI-Strategie der Bundesregierung [BR COM (2020) 65 final].

Auf dieser Basis wird im vorliegenden Dokument die Bewertung verschiedener politischer Initiativen im Rahmen des Rechtssystems vorgenommen, die in Deutschland den weiteren Ausbau Erneuerbarer Energien in Verbindung mit der Digitalisierung der Prozesse zwischen Markt, Netz und Liegenschaften befördern sollen.

Dies betrifft zuerst die notwendige Stärkung der Beteiligung aller Akteure der Gesellschaft an den Chancen der Transformation des Energiesystems entsprechend der EU-Richtlinie zu Erneuerbaren Energien. Hierzu ist die Anpassung des gesetzlichen Rahmens, insbesondere des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG), zu bewerten. Dies betrifft die notwendige Erhöhung der Freiheitsgrade zur autonomen Gestaltung auf Grundlage von Innovationen sowie eines normativen Rahmens der Wirtschaft in internationaler Zusammenarbeit.

Zur Ausgestaltung des EEG im Rahmen der EU-Richtlinie gehört aber auch die Bewertung der Vorschläge der Bundesnetzagentur zur Einbindung des Prosumenten an der Schnittstelle zu den Liegenschaften. Für C/sells sind die autonomen Gestaltungsmöglichkeiten der Prosumenten in Verbindung mit systemdienlichen Verhalten die

Grundlage von Partizipation, Vielfalt, zellulärem Denken und damit unverzichtbares Mittel für den Erfolg der Energiewende. Deshalb ergänzt das Projekt die Vorschläge der Bundesnetzagentur durch einen eigenen Vorschlag. Erfolgsgrundlage des empfohlenen Lösungsweges sind Standardprofile für Prosumenten in Verbindung mit einer, allen Akteuren zur Verfügung stehenden Informationsinfrastruktur, ein digitaler Netzanschluss mit zugehörigem intelligentem Messsystem sowie autonome, lokale Energiemanagementsysteme in Gebäuden, Quartieren und privaten Arealen (z.B. Industrie, Flughäfen). Dazu gehört aber auch die Einführung neuer, innovativer Vermarktungsformen in Verbindung mit Bürokratie und übermäßigen Berichtspflichten.

Schlussendlich verlangt der zunehmende Grad der digitalen Vernetzung die Nutzung einer sicheren Kommunikationsinfrastruktur für Mess- und Steuerungsprozesse. Diese Infrastruktur liegt mit dem intelligenten Messsystem und der zugehörigen Gateway-Administration sowie weiterer Infrastrukturkomponenten der Netzbetreiber vor. Die Umsetzung von Smart Metering wurde dabei in einem sehr hohen Grad vom Rechtssystem detailliert vorgedacht. Dies führt zu Einschränkungen bei der Umsetzbarkeit von Innovationen. Ebenso bestehen Konflikte mit internationalen Normen, die die Wettbewerbsfähigkeit nationaler Unternehmen im internationalen Umfeld behindern können.

Insofern wird empfohlen, dass der Gesetzgeber sich auf allgemeine Schutzanforderungen zur Gewährleistung grundlegender Rechtsprinzipien und Schutzrechte (z. B. Datenschutz, Datensicherheit, Schutz kritischer Infrastrukturen, Schutz des Wettbewerbs) zurückzieht. Der Industrie sollte die Umsetzung der Anforderungen auf Grundlage einer europäischen und internationalen normativem Basis überlassen werden. Dabei ist Regulierung dahingehend auszurichten, dass Innovationen und technologische Entwicklungen befördert und nicht durch eine zu starre technische Detailregulierung gehemmt werden.

3.2 Unser Ansatz ist zellulär, partizipativ und vielfältig

Sebastian Gölz, Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme, Freiburg

Andreas Kießling, energy design & management consulting, Leimen / Heidelberg

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: Partizipation, Vielfältigkeit und Zellularität. Diese Prinzipien werden im Folgenden weiter erläutert.

3.2.1 C/sells ist partizipativ

Mit dezentral gewonnener Energie wird es möglich, Quartiers- und Stadtentwicklung neu zu gestalten und denjenigen, die bereits heute Klimaschutz vorantreiben wollen (z.B. Bürger, Kommunen, Stadtwerke, Energiedienstleister), mehr Gestaltungshoheit der Infrastruktur und des Betriebes in den Gebäuden, Quartieren und Arealen zu ermöglichen. Neue Geschäftsmodelle führen zu neuer Wertschöpfung in den Ortschaften und Regionen, aber auch zu neuen Möglichkeiten der Eigengestaltung oder der Teilhabe in der Energie-Community wie auch zu neuer Verantwortung.

Die C/sells-Lösungen erweitern bestehende Ansätze der Energiewirtschaft. Sie ermöglichen mit neuen Funktionen die Integration dezentraler Erzeuger, steuerbarer Verbraucher und Speicher sowie die Gestaltung von Autonomie auch in kleinen Strukturen wie Quartieren und Gebäuden. Energie und Flexibilität kann sowohl für den eigenen, lebensdienlichen Bedarf als auch für markt- und netzdienliche Zwecke bereitgestellt werden. Daten lassen sich für übergelagerte Ebenen aggregieren, um somit Datenschutz und Datensparsamkeit zu gewährleisten. Neben dem vorrangigen Ausgleich von Erzeugung und Verbrauch im eigenen Hoheitsgebiet können auch regionale Energieprodukte zwischen autonom wirkenden Strukturen gehandelt werden. Im Extremfall können einzelne Regionen, Areale, Quartiere oder Gebäude auch im Inselnetzbetrieb laufen und beim Netzwiederaufbau helfen. Die Autonomiefunktionen eröffnen dabei eine neue Dimension der Partizipation. Aktive Kunden können in ihrem Haushalt oder Quartier in Erneuerbare Energien oder steuerbare Verbraucher investieren, den Strom und die Flexibilität selbst nutzen oder vermarkten.

Durch diese Optionen wird der weitere Zubau dezentraler, erneuerbarer Energieinfrastrukturen natürlich motiviert und somit deutlich beschleunigt. Bestehende Energieunternehmen können neue Geschäftsfelder entwickeln.

Partizipation bedeutet in C/sells die geteilte Verantwortung zur Organisation des Energiesystems im Wechselspiel von autonomer Gestaltung und Steuerung sowie der Mitwirkung im Gesamtsystem. Dazu zählt die Empfehlung, die gegenwärtige hierarchische Organisation zu einem horizontalen Netzwerk weiter zu entwickeln. Aber ebenso werden Prozesse und Technologien geschaffen, damit Übertragungsnetzbetreiber verstärkt mit Verteilnetzbetreibern kooperieren (Abstimmungskaskade) sowie Energiedienstleister und Prosumenten sich aktiv der Gestaltung ihrer Energiekreisläufe widmen können (z.B. regionale Flexibilitätsmärkte, Energiemanagement im Quartier).

Energie-Community

Europäische Richtlinien fördern den aktiven Kunden, der Strom und Wärme zunehmend selbst erzeugt, speichert und verbraucht sowie die Energieflüsse autonom steuert. Dies erfolgt in Eigenregie oder über Eigenverbrauchs-Gemeinschaften in Wohnquartieren als Mieter und als Eigentümer, aber auch mittels standortüberschreitender Genossenschaften. Das Teilen von Energie kann weiterhin über virtuelle Kraftwerke oder Plattformen zum Energieaustausch organisiert werden.

3.2.2 C/sells ist vielfältig

Auf Basis dezentraler Anlagen, Partizipation und autonomer Gestaltung wird das Energiesystem der Zukunft durch die große Zahl und Unterschiedlichkeit teilnehmender Akteure sowie eine Fülle unterschiedlicher technischer Komponenten, Lösungen und Schnittstellen vielfältiger. Diese Vielfalt zeigt C/sells in verschiedenen Demonstrationszellen, die in Gebäuden, in Wohnquartieren von Städten und Dörfern oder auf Arealen wie dem Flughafen Stuttgart, als auch auf dem Gelände von Hochschulen umgesetzt wurden. Dafür wurden unterschiedliche Energiemanagementsysteme, Dienstleistungen und Marktmodelle entwickelt. Dezentralisierung und Digitalisierung befördern Vielfalt und werden umgekehrt von ihr befeuert. Vielfalt ist Herausforderung, da die Komplexität steigt, aber auch Chance durch wachsende Innovationskraft. Somit ist Vielfalt sowohl Ergebnis als auch Ziel unserer Entwicklungen. Autonomie in der Zellausprägung ermöglicht vielfältige Gestaltung. Die Verbindung der Zellen gewährleistet Austausch und Sicherheit in der Gemeinschaft. Interoperabilität ist ein Mittel zur Beherrschung von Vielfalt.

3.2.3 C/sells ist zellulär

Wachsende Komplexität 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. Es bietet aber ebenso neue, vielfältige Möglichkeiten zur Gestaltung des Energiesystems und wird somit wiederum zur Grundlage von Partizipation. Der Begriff Zelle wird sowohl auf bekannte regulierte Strukturen wie Regelzonen oder Verteilnetze als auch auf neue Zelltypen wie Gebäude, Quartiere, Areale oder Zusammenschlüsse von Akteuren in der Energie-Community angewendet.

Es gilt eine Organisationsstruktur zu entwickeln, die

- auf der technischen Ebene die Koordination der vielen dezentralen Erzeugungs- und Speichereinrichtungen sowie Verbraucher durch autonome Funktionen ermöglicht sowie die Erhaltung der Stabilität im Gesamtsystem durch die Bereitstellung geeigneter Koordinationsinstrumente garantiert (z.B. Flexibilitätsplattform),
- auf einer sozial-ökologischen Ebene Gestaltungsmöglichkeiten für Einzelpersonen, Liegenschaften und Communities eröffnet und für die gerechte Verteilung von Kosten und Lasten zwischen den Regionen und den Akteuren der Bundesrepublik sowie im europäischen Verbund sorgt.

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 als autonom organisierte Energiesysteme zusammenfasst. Hierzu ermöglicht C/sells den **Regionalisierten Handel für Energie und Flexibilität**. Diese autonomen Zellen sind digital vernetzt und integrieren sich mittels des **Infrastruktur-Informationssystem**s als C/sells-Basisinstrument der Digitalisierung in das bestehende Energieverbundsystem.

Innerhalb eines übergeordneten rechtlichen Rahmens mit gemeinsamen Regeln erhalten diese Teilsysteme verschiedene Optionen der Teilnahme am Verbundsystem. So kooperieren alle Ebenen und die Teilsysteme übernehmen Funktionen und Aufgaben heutiger zentraler Strukturen. Diese Organisationsstruktur nennen wir in C/sells zelluläre Organisation. Zellen besitzen dabei folgende Funktionen:

Zelle (Energiezelle)

Der Begriff umfasst ein von der Umgebung abgegrenztes als auch über Schnittstellen verbundenes System aus Erzeugern, Speichern, Verbrauchern und Netzen der Energieformen Strom, Wärme und Gas sowie auch weiterer Infrastrukturen der Kommunikation und Logistik. Ihre Funktionen erlauben das autonome Management mit Optimierung von Angebot und Nachfrage über alle Energieformen innerhalb des Systems in Verbindung mit dem Austausch von Produkten und Dienstleistungen zu Energie und Information über die Systemgrenzen hinaus zu Nachbarn sowie zu regionalen und überregionalen Märkten.

- Sie übernehmen die Verantwortung für das Management von zum eigenen Bedarf benötigter Energie und Flexibilität, woraus Möglichkeiten zur Partizipation an den Chancen der Energiewende resultieren.
- Energie und Flexibilität wird ebenso extern am Energiemarkt sowie zur Unterstützung der Netze und des Gesamtsystems bereitgestellt.
- Dabei können neben dem vorrangigen Ausgleich von Erzeugung und Verbrauch innerhalb der Zelle auch regionale Energieprodukte 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.



Abb. 2: Zellfunktionen

3.1 Vielfalt benötigt Standards und Sicherheit

Erneuerbare Energien schaffen Chancen zur vielfältigen Partizipation an der Energiewende im Sinne von Selbstbestimmung und Eigengestaltung. Sie erbringen aber auch wirtschaftliche Vorteile mit lokaler und regionaler Wertschöpfung. Unverzichtbar ist dabei die integrierte Betrachtung von Energieflüssen bezüglich der Angebote für Strom, Wärme, Gas und Mobilität. Als Mittel zur Beherrschung der daraus resultierenden Komplexität dienen Autonomie und Flexibilität mit zellulären Systemen, Interoperabilität und gemeinsame Regeln sowie Digitalisierung und Informationssicherheit.

Die entstehende Vielfalt kann nur dann massenfähig und wirtschaftlich betrieben werden, wenn für grundlegende gemeinsame Abläufe gewisse Verabredungen zur Sprache und zum Aufbau des notwendigen Informationsaustausches, aber auch zur Sicherheit der gemeinsamen Schnittstellen getroffen werden. Um dem Kernthema der Energiewende, der Gestaltung eines flexibleren Systems gerecht zu werden, widmete sich C/sells insbesondere im Rahmen der Umsetzung des zellulären Ansatzes der Spezifikation eines gemeinsamen Systemmodelles und eines Flexibilitätsmodelles. Auf dieser Basis entstand eine Sprache zur Vereinbarung von Flexibilität an den Grenzen beliebiger Zelltypen. Zur Definition der Anwendung von Flexibilität wurde dabei mit der Use Case-Methodik und dem C/sells-Glossar auf Basis eines „C/sells-Kochbuches“ ein gemeinsames Vorgehen vereinbart. Dies sicherte dasselbe Verständnis der Projektpartner im Gesamtsystem trotz Vielfalt der Ausprägung in autonom gestalteten Zellen.

Ein horizontal über alle Arbeitspakete reichender Arbeitskreis widmete sich der Aufgabe, Vorschläge für ein Flexibilitätsmodell, für Flexibilitätsnachrichten und für deren sichere Übertragung zu erarbeiten. Diese Beiträge zur Standardisierung von Flexibilitätsnachrichten bei der Vielfalt möglicher Flexibilitätsmechanismen im Markt und im Netz wurden durch die Ergebnisse der Fachgruppe Flexibilität zur Kategorisierung dieser Mechanismen möglich.

Flexibilitätsnachrichten lassen sich mit diesen Vorschlägen und der digitalen Infrastruktur – dem IIS - massenfähig und sicher übertragen. Hierzu spezifizierten Projektpartner in den C/sells-Arbeitskreisen die Nutzung eines sicheren Weges über das intelligente Messsystem (CLS-Kanal) mittels eines standardisierten Infrastrukturdienst für Energiemarktteilnehmer. Die Umsetzung erfolgte mittels einer Pilotlösung im Rahmen der Demonstration der Inselfähigkeit eines Wohnhausverbundes in Leimen bei Heidelberg im Lab Noir.

Um diese Pilotlösung in C/sells zu verbreiten, wirkten Partner verschiedener Arbeitspakete der Teilprojekte 3 (IIS), 5 (intelligente Märkte und Liegenschaften) sowie 7 (Demonstration) an der Spezifikation einer Musterlösung zur Kommunikation von Flexibilitätsnachrichten über einen sicheren Kanal mit.

Diese Musterlösung wird über die Standardisierungsgremien von DKE und DIN verbreitet und als SINTEG-Blaupause vorgeschlagen. Dem Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) wird empfohlen, dass regulatorisch vorrangig Anforderungen gestellt, aber die technische Spezifikation von Modellen und Kommunikationsprofilen dem Markt überlassen wird, um die gesellschaftliche Innovationskraft zu nutzen.

4 Hintergrund und Motivation

4.1 Zielstellung von C/sells

„Mit C/sells soll - bildhaft gesprochen - ein am Sonnenlauf von Bayern im Osten über Baden-Württemberg bis nach Hessen im Nordwesten orientiertes, zellulär strukturiertes Energiesystem entstehen: Der Ost-West Solarbogen. Energiebereitstellung, -nutzung, -verteilung, -speicherung und weitere Infrastrukturdienstleistungen werden innerhalb der einzelnen Zellen, z.B. Liegenschaften, Quartiere und Städte, nach dem Subsidiaritätsprinzip möglichst weitgehend autonom optimiert. Die Vernetzung der Zellen zu einem Verbund erlaubt darüber hinaus gemeinschaftliches Handeln für eine sichere und robuste Energieinfrastruktur. Hierbei wird ein Infrastruktur-Informationssystem (IIS) den Austausch von Energie auf lokaler und regionaler Ebene befördern. Entsprechend dem Projektnamen wurden zum einen technische Lösungen („Cells“) entwickelt. Zum anderen wurden den Bürgern zur Teilhabe an der Energiewende auch neue wirtschaftliche Chancen demonstriert („sells“). Mit Partizipation wird so die Akzeptanz für die Energiewende weiter erhöht und eine Einladung zum Mitmachen ausgesprochen. Quasi als DNA des zukünftigen Energiesystems wurden zwölf Kernprozesse („Business Use Cases“) definiert, mit denen Rollen und Zusammenwirken der traditionellen Energiewirtschaft sowie der Prosumenten in Markt und Netz organisiert werden. Die heute in Süddeutschland schon vorhandene vielfältige Struktur aktiver Akteure (Prosumenten), die alle Wertschöpfungsstufen des zellulären Energiesystems umfasst, bietet ideale Voraussetzungen, um neue Kooperationsmodelle zu entwickeln und umzusetzen. Mit C/sells wird ein fließender Übergang von der Demonstration bis zum Massenmarkt ermöglicht.“ [Csells2015]

4.2 Subsidiarität versus Globalisierung oder sind Autonomie und Solidarität vereinbar?

Andreas Kießling, Leimen, 27. Juni 2018

4.2.1 Stand der Diskussion und Unvollständigkeit der Bewertung

Selten werden Worte so interessengebunden eingesetzt wie der Begriff Solidarität. Unter dem Label Solidarität sollte eine bessere Welt geschaffen werden, aber der Versuch misslang bekannterweise in Osteuropa. Es herrscht sicherlich weitgehend Einigkeit darüber, dass dieser Umstand Solidarität nicht als wünschenswerte Eigenschaft von Menschen und Gesellschaft verschwinden lässt.

Im Einsatz dieses Begriffes nach Bedarf für oder gegen eine Angelegenheit liegt jedoch das Problem. Weitgehend im Konsens wird beispielsweise ein Rentensystem nicht als unsolidarisch betrachtet, in das nur ein Teil der Gesellschaft einzahlt, aber ein anderer Teil die attraktivere Altersvorsorge betreibt. Eigeninitiative und Selbstverwirklichung im Stromsystem werden dagegen dem Verdacht des unsolidarischen Handelns ausgesetzt. Zwar besteht der Unterschied darin, dass der in anderer Form vorsorgende Teil der Gesellschaft aus dem gesetzlichen Rentensystem keine Leistungen bezieht. Aber in beiden Fällen wird die jeweilige Infrastruktur für einen Teil der Gesellschaft teurer als für alternativ agierende Akteure.

Die zweiseitige Anwendung eines Begriffes kann mit dem Wort Solidarität in verschiedenen Handlungsdomänen festgestellt werden. Während ansonsten die Macht des Marktes beschworen wird, lässt sich vermuten, dass der Begriff der Solidarität teilweise benutzt wird, um Handlungsräume in einem dezentralen Energiesystem einzuschränken. Hierzu soll nachfolgend ein Hinweis des Forums Netztechnik/Netzbetrieb zitiert werden.

„Solidarität garantiert Sicherheit zu geringen Kosten und ist unverzichtbar. In elektrischen Verbundsystemen beruht der sichere Betrieb wesentlich auf der Solidarität der Netze und der darüber zusammengeschalteten Erzeugungsanlagen. Die Netzbetreiber stimmen sich ab, wie sich die Netze bei Störungen verhalten und sich gegenseitig unterstützen. Dies betrifft sowohl die regeltechnischen Fähigkeiten als auch die Leistungsreserven für das Gesamtsystem. Aufgrund der dezentralen Erzeugung in den Verteilnetzen und den neuen Erzeugungstechnologien ergeben sich hierbei neue Chancen und Herausforderungen. Das Solidaritätsprinzip garantiert die Sicherheit des europäischen Verbundsystems - und dies zu geringen volkswirtschaftlichen Kosten. Diese Solidarität ist auch für den künftigen Betrieb unverzichtbar.“

Grundsätzlich soll diesen Ausführungen nicht widersprochen werden. Die Frage ist jedoch, wie das Thema Solidarität betrachtet wird und welche Schlussfolgerungen gezogen werden. Das genannte Forum führt hier weiter aus:

„Ein für den Inselbetrieb konzipierter Netzbereich kann während des ungestörten Normalbetriebes des Verbundsystems unter abgestimmten Rahmenbedingungen aus internen Gründen getrennt werden. Eine vorsorgliche Trennung während einer Störung im Verbundsystem verletzt das Solidaritätsprinzip und ist bisher nicht vorgesehen. Denkbar ist ein Inselbetrieb nur im Einzelfall und nach sorgfältiger Bewertung, denn diese Trennung kann die Störung im Verbundsystem verschärfen. Die abgetrennten Inselnetze leisten keinen stützenden Beitrag für das Gesamtsystem, der gerade in kritischen Situationen benötigt würde.“

Diesem Standpunkt kann nicht mehr bedingungslos gefolgt werden. Die vollständige Bewertung erfordert eine umfassendere Diskussion und nicht die Postulierung fehlender Solidarität, ohne zukünftige Verfahren und Möglichkeiten der Digitalisierung in Verbindung mit dem zellularen Ansatz zu betrachten.

4.2.2 Ist der Bau eines Brunnens unsolidarisch?

Die Ausführungen des Forums Netztechnik/Netzbetrieb beziehen sich nicht vollständig auf die Solidarität im Energiesystem. Der zitierte Hinweis fokussiert auf das Stromverbundsystem, das in seiner aktuellen Gestaltung das Rückgrat aller führenden Industrieländer bildet. Dieses Rückgrat wurde aber aufgrund zentraler Energieressourcen (Kohle, Öl, Gas, Uran) über einen Zeitraum von über 100 Jahren zunehmend durch eine überschaubare Anzahl weltweit agierender Großunternehmen geschaffen. Insofern verbergen sich hinter dem Begriff Solidarität sowohl technisch sinnvolle Begründungen als auch rein wirtschaftliche Interessen. Diese Aspekte treffen natürlich auch auf regional ausgeprägte Infrastrukturen zu. Deshalb werden nachfolgend einige Analogien aufgeführt, um daran den Begriff der Solidarität zu bewerten.

Im Stadtrat durfte sich der Autor in den 1990-er Jahren an einer intensiven Diskussion beteiligen, ob in der betroffenen Kleinstadt und in zugehörigen Ortschaften in ländlicher Lage nicht ein umfassendes Fernwärmenetz durch das lokale Stadtwerk verbunden mit dem Anschlusszwang für alle Gebäude errichtet werden sollte. Grundsätzlich herrschte Einigkeit darüber, dass ein Fernwärmenetz vielen Einwohnern der Stadt eine wirtschaftliche und effiziente Wärmeversorgung bietet. Neue effiziente Wärmeerzeugungsanlagen sowie die schrittweise Abschaffung der individuellen Kohleverfeuerung erhöhten die Nachhaltigkeit des Energiesystems der Stadt. Diesen Gesichtspunkten standen die früheren Erfahrungen mit der Planwirtschaft und die Einschränkung individueller Initiativen gegenüber. War es zulässig, private Bestrebungen zum Einsatz anderer innovativer Formen der Wärmeerzeugung aufgrund politischer Beschlüsse zu verbieten? Bestand nicht die Möglichkeit der Fernwärmeversorgung ohne Anschlusszwang in Verbindung mit anderen Formen der dezentralen und gleichzeitig nachhaltigen Wärmeerzeugung. Letztendlich entschied sich der Stadtrat mit großer Mehrheit gegen den Anschlusszwang. Trotzdem konnte diese Stadt zusammen mit dem eigenen Stadtwerk eine erfolgreiche Fernwärmeversorgung etablieren. Inzwischen beweisen andere Gemeinden, dass die Verbindung von Fernwärme- und Nahwärmenetzen mit dezentraler Wärmeerzeugung sowie auch mit dezentraler Einspeisung von Wärmeenergie in das Wärmenetz erfolgreich und effizient sein kann.

Eine analoge Diskussion folgte bezüglich des Wasser- und Abwassersektors. Die aus Zeiten der ehemaligen DDR stammende Wasserinfrastruktur war äußerst marode. Eine über zehn Jahre gestreckte, umfangreiche Investition in Wasserwerke, Abwasseranlagen und in das zugehörige Rohrnetz der Stadt – wiederum in Verbindung mit umliegenden Ortschaften - sicherte die zukünftige Wasserversorgung in hoher Qualität. Hieraus resultierte eine deutliche Steigerung der Wasser- und Abwasserkosten für alle Bürger. Die Folge waren beträchtliche Einsparbemühungen bezüglich der Wassernutzung bei den Bewohnern. Dies wiederum gefährdete die Finanzierung der Investitionen der Stadtwerke in die modernisierte Infrastruktur. Gleichzeitig konnte die zunehmende Nutzung privater Brunnen im ländlichen Umfeld der Stadt registriert werden, womit die Einnahmen weiter sanken. Eine Umstellung der Wassergebühren war die Konsequenz. Der feste Monatsbetrag für den Wasseranschluss stieg, um den Rückgang beim mengenbezogenen Betrag zu kompensieren. Damit stellte sich die Frage: Ist der Bau eines Brunnens unsolidarisch? Wiederum wurde Eigeninitiative gegen Gemeinschaft gestellt. Aber müssen diese beiden Zielrichtungen miteinander kollidieren? Sollten wir uns nicht vielmehr die Frage stellen, wie beide legitimen Ansätze miteinander verbunden werden?

Letztendlich lassen sich diese Betrachtungen für vielfältige Lebensbereiche führen. Aufgabe der Gesellschaft ist es, allen Menschen ein ausreichendes Nahrungsangebot bereitzustellen. Aus diesem Grund besitzt der landwirtschaftliche Sektor der EU-Kommission das umfangreichste Budget. Diese Gelder regeln den Anbau von Weintrauben auf der kleinsten griechischen Insel als auch den Kartoffelanbau in der Lausitz. Aber niemand käme auf die Idee, den Lebensmittelanbau im privaten Garten als unsolidarisch zu betrachten.

4.2.3 Differenzen als Antriebskraft gesellschaftlicher Entwicklung

Energie stellt die fundamentale Größe der Physik dar. Physiker können Energie beschreiben, wissen aber nicht wirklich, was im Kern Energie ist. Wir nehmen Energie erst richtig wahr, wenn sie etwas bewirkt, wenn sie einen Fluss der Veränderung auslöst und Formen schafft. Wir beschreiben Energie damit nicht als irgendeine Substanz, sondern in ihrer Wirkung. Ihre Wirkung basiert aber nur auf Potentialen, die die eigentliche Fähigkeit zur Wirkung ausdrücken. Potentiale bedeuten Differenzen bezüglich der an verschiedenen Orten unterschiedlichen Fähigkeit Arbeit zu verrichten. Wenn die Fähigkeit zur Erzielung von Wirkung an allen Orten gleich wäre, würde es keine Energieflüsse geben. Erst die Differenzen führen zur Wirkung und damit zur Schaffung von Gestalt durch Energie, die Arbeit verrichtet. Differenzen sind als eine Art potentielle Form Ursache der Entwicklung, während Energie die Wirkung darstellt, durch die Gestalt als materielles Ergebnis entsteht [Kießling, A., & Hartmann, G. (2019)].

Insofern müssen wir uns fragen, ob der stetige Prozess der Wandlung lokaler menschlicher Kulturkreise mit lokalen Wirtschaftskreisläufen und unterschiedlichsten politischen Ausgestaltungsformen der Gesellschaft zu einer globalisierten und völlig vereinheitlichten Welt vollständig gestützt werden kann. Leider wird der Begriff der Solidarität oft nur mit gemeinsamen und gleichen Verfahren in Verantwortung weniger Akteure verbunden. Die positive Zielstellung gleicher Möglichkeiten für alle Menschen darf nicht zu einem Einheitssystem führen.

Andererseits bedeutet völlig lokales Denken die Entwicklung eines geschlossenen Systems, dem der Input der Umgebung fehlt. Das System kann sich dann nur noch innerhalb seiner Grenzen entwickeln. Wenn dieses lokale System in sich wiederum einheitliche Mechanismen hat, verliert es ebenso Differenzen.

Wir schließen daraus, dass völlig lokal zentrierte Systeme mit einem stark ausgeprägten Eigenbezug ebenso bezüglich ihrer Entwicklungsfähigkeit erstarren, wie dies ein völlig globalisiertes System ohne ausreichende interne Differenzen und ohne externe Beeinflussung tut. **Diese Erkenntnis und der Vergleich mit lebenden Systemen in der Natur reifte zum zellularen Ansatz für ein Energiesystem als Energieorganismus, bestehend aus autonomen Zellen.** Weder ein vereinheitlichtes Verbundsystem noch ein reines Inselsystem autarker Energiekreisläufe erreicht das Optimum. Aber ebenso bedeutet Autonomie die Fähigkeit zur Inselbildung, um Flexibilität im Energieorganismus unter allen Bedingungen zu erhalten. Die Inselfähigkeit ist deshalb zwingend in einem zellularen Energiesystem auszubilden.

Die Kunst eines innovativen und entwicklungsfähigen Systems besteht somit darin, lokal als eigenständiges System zu agieren, aber gleichzeitig die globale Vernetzung für genügend externe Beeinflussung anzustreben. Differenzen befördern die Entwicklungsfähigkeit abgeschlossener stabiler Einheiten, wenn gleichzeitig die Möglichkeit geschaffen wird, Grenzen vielfältig zu überspielen. Damit aber ein umfassendes und einheitliches System der menschlichen Gesellschaft auf dem Planeten Erde nicht ohne externen Einfluss die Triebkraft der Entwicklung verliert, sind Differenzen und damit auch Grenzen zu gestalten. Eine transparente Hülle des Systems wird benötigt. Der Leitspruch dieses Denkens lautet: **Handle lokal, denke global!**

Auf das Energiesystem angewendet beschreibt dies komprimiert das Ziel des zellularen Ansatzes. Letztendlich bedeutet dieses gesellschaftliche Denken die Verbindung von Handlungen in regionalen Kreisläufen als selbstständige Energiezellen zu verbundenen Energiekreisläufen im nationalen als auch globalen Energieorganismus.

Das politische Projekt für ein solches Energiesystem besteht darin, Differenzen zuzulassen sowie gleichzeitig Verbundenheit zu befördern.

4.2.4 Solidarität im Stromnetz oder führt der zellulare Ansatz zu Egoismus?

Ein Stromverbundsystem ist volkswirtschaftlich sinnvoll, Versorgungssicherheit befördernd und solidarisch für die Angehörigen der Gesellschaft, denen nicht die gleichen Mittel zur Selbstverwirklichung bei der Gestaltung eines Energiesystems zur Verfügung stehen wie ihren Nachbarn.

Autonomie zu gestalten ist jedoch ein natürlicher Prozess zur Schaffung von Differenzen, der sowohl die individuelle als auch die gesellschaftliche Entwicklung unterstützt.

Die Forderung kann somit nicht darin bestehen, den einen Weg gegen die andere Lösung zu stellen. Stattdessen sollten beide Zielstellungen vereinigt werden. Ein zu unflexibles Stromsystem im Sinne starrer technischer Lösungen sowie zu unflexible regulatorische und gesetzliche Festlegungen können dieser Vereinigung entgegenstehen.

Der zellulare Ansatz geht davon aus, dass in physikalisch abgegrenzten Strukturen verschiedene lokale Möglichkeiten zur Gewinnung von Endenergie in Form von Strom, Wärme oder Treibstoffen existieren. Eine die Energie transportierende Infrastruktur verbindet dabei innerhalb der Zelle die Möglichkeiten der Wandlung dieser Energieformen untereinander und der Speicherung mit den verschiedenen Formen der Energienutzung. Dazu gehört ein intelligentes Management der Energieflüsse. Es gewährleistet den effektiven und effizienten Energieeinsatz innerhalb der Zelle sowie die Steuerung der Energieflüsse über Zellgrenzen hinaus in die verbundene Außenwelt. Integrierende Komponenten wiederum organisieren den Systemverbund und übernehmen Verantwortung zur Einhaltung gemeinsamer Regeln.

Die Effektivität der Zielerreichung bezüglich des gewünschten Angebotes an Energie entscheidet dabei über die Mittel bei der Gestaltung des lokalen Energiekreislaufes bezüglich Erzeugung, Speicherung, Verteilung und Energienutzung. Ergänzend ist die Effizienz der Energiewandlung Kriterium bei der Auswahl einzelner Komponenten des Kreislaufes.

Die Verfahren zur Erhaltung des Systemverbundes auch unter den Bedingungen eines zellularen Energiesystems gehören selbstverständlich dazu. Dies umfasst bei Ausfällen von Teilbereichen im Stromsystem die Erhaltung in anderen Teilbereichen sowie den Wiederaufbau des Gesamtsystems nach Beseitigung der Störung. Im Sinne der Verbindung von Solidarität im Gesamtsystem mit der Gewährleistung von Selbstverwirklichung ist aber auch der Inselbetrieb einer Zelle bei externen Ausfällen zuzulassen.

Die Bildung einer lokalen Zelle hat mehrheitlich nicht das Ziel, eine ständig autark agierende Zelle aufzubauen. Weder kann Versorgungssicherheit individuell im gleichen Grade wie im solidarischen Verbundsystem gestaltet werden, noch ist es wirtschaftlich. Eine autonom gestaltete Zelle zieht die Motivation aus der eigenen Gestaltungsmöglichkeit als auch aus der Nutzung des die Gemeinschaft schützenden Daches.

4.2.5 Gewährleistung von Solidarität sowie von Selbstverwirklichung

Der oft aufgebaute Antagonismus von Solidarität im Verbund und dem angeblichen Egoismus bei der Umsetzung einer Energiezelle basiert auf der heutigen Finanzierungsbasis des gemeinsamen Netzes. Das System nutzt ein Finanzierungsverfahren, das über Zellgrenzen hinweg fließende Energiemengen berechnet. Eigenversorgung muss somit schädlich für das Gesamtsystem und damit scheinbar unsolidarisch sein, weil die Finanzierung in Frage gestellt wird. Ein auf Anschlusskosten basierendes Verfahren und nicht über Grenzen fließende Energiemengen würde dieses Problem sofort lösen. Dazu wird noch einmal an die obigen Beispiele zur Wärme- und Wasserinfrastruktur erinnert.

Eine veränderte Finanzierungsbasis wird an dieser Stelle nicht betrachtet und erfordert weitere umfangreiche Untersuchungen. Hier soll nur auf eine entsprechende Quelle [Rifkin, J. (2016)] aufmerksam gemacht werden, die die gesamtgesellschaftliche Finanzierung gemeinsamer Infrastrukturen unabhängig von deren Nutzungsgrad vorschlägt. Die Infrastruktur stellt die gemeinsame Basis zur Verfügung und schafft Kanten zur Verbindung von Knoten eines Energienetzwerkes. Die Betreiber von Knoten in Form lokaler und regionaler Energiezellen sind Herr der Gestaltung ihrer Energieflüsse und damit Quelle vielfältiger Innovation.

Natürlich betrachten Regeln zur Autonomie sowie bei Störungen zur teilweisen Autarkie das Thema Inselbildung nicht nur aus der Finanzierungsperspektive. Der zu Beginn des Kapitels zur Solidarität im Energiesystem zitierte Hinweis des Netzforums bezieht sich auch auf die Probleme beim Wegfall von Potentialen zur Netzstützung und zum Netzwiederaufbau nach Ausfällen von Netzbereichen. Wenn zusätzlich funktionierende Netzknoten in Form autonom handelnder Energiezellen den Weg zur Autarkie beschreiten, um als Insel bis zur Wiederherstellung des umgebenden Netzes zu existieren und sich dann wieder mit dem externen Netz synchronisieren, fehlen im umgebenden Netz Potentiale. Die Ursache besteht in einem Netz, das bisher mit einer relativ starren Kopplung der Netzknoten errichtet wurde. Aber Wege zur Errichtung flexiblerer Stromnetzwerke werden national [PEN (2018)] und international [DIGGRID (2018)], [QGRID (2018)], [Abrishambaf, Omid et. al. (11/2019)], [CELL. (2011)] beschritten. Im Arbeitskreis Energieversorgung 4.0 der Energietechnischen Gesellschaft des VDE führt Dr. Thomas Walter dazu Folgendes aus:

„Unter dem Programm „Cleaner and Cheaper Energy for Islands“ kümmert sich die Brüsseler Generaldirektion Energie um die ca. 15 Mio. Europäer, die als Endkunden an 2700 Inselnetzen angeschlossen sind [CLEN (2018)]. Auch wenn viele davon mit dem Kontinentalsystem verbunden sind und damit ähnliche Zellsysteme wie diese in Deutschland diskutiert werden (darunter alle deutschen Inseln), sind viele Netze doch isolierte Inselsysteme. Zu den größeren Inselsystemen gehört Gran Canaria mit 800.000 Netzanschlüssen. Kleinere Lösungen reichen bis zu der übrigens elektrisch bereits völlig fossil-freien Hebrideninsel Eigg in Schottland mit 48 Bewohnern. Inselnetze lassen sich sehr viel wirtschaftlicher dekarbonisieren als Kontinentalsysteme und werden daher der weiteren Entwicklung kontinentaler Verbundsysteme um Jahre vorauslaufen.“

Weltweit verstärkt sich sogar der Bedarf nach Inselkonzepten. Zehn Prozent aller Menschen (also über 700 Mio im Jahre 2017) leben laut der Datenbank des Reiner-Lemoine-Instituts in Berlin auf Inseln. Nicht mitgezählt werden dabei die Off-Grid Netze auf dem Festland auch in hochentwickelten, aber dünn besiedelten Gebieten wie Australien (Perth) oder Alaska. Daraus folgt eine Riesenchance auch für deutsche Technologienanstrengungen, die ein effizientes Zellmanagement ermöglichen.“

Die Kopplung von Solidarität im Energiesystem und Gewährleistung von Selbstverwirklichung in Verbindung mit wirtschaftlichen Chancen neuer energiebezogener Technologien und der Digitalisierung sollte es wert sein, diese Wege zu untersuchen, in Pilotprojekten einzusetzen und deren Anwendbarkeit zu bewerten.

4.3 Dezentralisierung und Komplexität

Andreas Kießling, Leimen, 22. August 2018

4.3.1 Konflikte

Eine zunehmend dezentrale Energiewelt und die damit verbundenen, im Kapitel „Solidarität und Selbstverwirklichung“ beschriebenen Chancen in Energiezellen unterschiedlicher räumlicher Ausdehnung bewegen ganze Wirtschaftszweige. Dezentral nutzbare, erneuerbare Energiequellen bilden die Grundlage. Digitalisierung wird zum Mittel der Beherrschung der in einer dezentralen Welt zunehmenden Komplexität. Menschen in ihren Lebensräumen und Unternehmen erkennen in diesem Umfeld die Chance zum autonomen Handeln sowie zur Wiedererlangung von lokaler und regionaler Gestaltungshoheit.

Trotzdem verbleibt ein ungelöster Interessenwiderspruch. Während in Deutschland Kommunal- und Landespolitik die Veränderungsprozesse dankbar aufnimmt, verbleibt die Bundespolitik in zentralen Gestaltungsansätzen befangen. Die Erstellung eines Marktdesigns in Verbindung mit zentralen und dezentralen Mechanismen, die Incentivierung von Flexibilität bei Speicherlösungen und Sektorenverbindungen zwischen Strom, Wärme, Gas als auch Energieträgern für Mobilität sowie der Energieaustausch zwischen Nachbarn bleiben Forderungen und werden vorrangig in Pilotprojekten aufgezeigt. Die Bundespolitik verharrt in der besonderen Förderung des auf Ausschreibungen basierenden Ausbaus eher zentral organisierter erneuerbarer Erzeugungskapazitäten und neuer Übertragungsstrassen.

Eine belastbare Beratung der Bundespolitik bezüglich der Vorteile dezentralen Handelns in einer zunehmend vernetzten und komplexen Welt bleibt in Ansätzen stecken. Nur wenige Forschungsprojekte widmen sich der großflächigen Simulation, der Pilotierung und der Evaluation dezentraler Energiekonzepte in zellulärer Organisation. Derartige Vorhaben widersprechen oft dem aktuellen legislativen und regulatorischen Rahmen. Regulatorische Innovationszonen, in denen entsprechende Konzepte großflächig ausprobiert werden können, lehnt die Bundespolitik ab. Hierbei offenbaren sich Interessenkonflikte zwischen zentral und eher dezentral organisierten Akteuren, wobei Zentralität offenbar leichter durch gebündelte Interessenvertretungen artikuliert wird.

4.3.2 Aufgabenstellung

Bei aufmerksamer Betrachtung des Weltgeschehens lassen sich bezüglich anderer Wirtschaftsfelder ebenfalls analoge Veränderungsprozesse erkennen. Organisationen rund um die Erde bauen Hierarchien ab und dezentralisieren die Entscheidungsfindung in der Erwartung, Flexibilität und Wettbewerbsposition zu verbessern [Kauffman, S. (09/1998)]. Erstmals beschrieben wurde dieser Dezentralisierungsprozess im Jahre 1982 von Richard R. Nelson und Sidney Winter [Nelson, Richard R.; Winter, Sidney (1982)]. Eine kohärente Theorie der Dezentralisierung scheint jedoch zu fehlen.

Stuart Kauffman wendete diese Ideen zur Dezentralisierung auf seine Forschungsergebnisse an. Sein langjähriges Wirken bezog sich insbesondere auf das Verhältnis von Chaos und Ordnung komplexer Systeme mit der Betrachtung von Selbstorganisation als metastabiles Geschehen am Rande des Chaos. Diese Ideen führten zur Einordnung sowohl des Lebens als auch makroökonomischer Systeme als Evolution in Kooperation – koevolvierende Systeme. Koevolution beschreibt in Erweiterung des Ansatzes von Veränderung (Mutation) und Auswahl (Selektion) bei Darwin einen kooperierenden, wechselseitigen Anpassungsprozess. Auf dieser Grundlage beschreibt Kauffman folgendes Verfahren:

„Man nehme eine schwierige, konfliktrichtige Aufgabe, bei der zahlreiche Elemente miteinander wechselwirken, und zerlege sie in einen „Teppich“ nichtüberlappender Felder. Dann bemühe man sich innerhalb

eines jeden Feldes um eine Optimierung. Die Verknüpfung zwischen Elementen in zwei Feldern über die Feldgrenzen hinweg bedeutet nun, dass sich durch das Finden einer „guten“ Lösung in einem Feld das Problem, das die Elemente in angrenzenden Feldern lösen müssen, verändert. Da Änderungen in einem Feld dazu führen, dass die Probleme in den benachbarten Feldern sich ebenfalls verändern, und da die adaptiven Bewegungen dieser Felder ihrerseits die Probleme wieder anderer Felder verändern, gleicht das System unseren koevolvierenden Modellökosystemen.“

Jedes dieser Felder kann nun in Ökosystemen als eine Art von Lebewesen betrachtet werden, deren Entwicklung durch Nachbararten mitbestimmt wird. Auch in der Wirtschaft kann ein Feld als Unternehmen betrachtet werden, dessen Fortschritt durch benachbarte Unternehmen bestimmt wird. Dies entspricht in analoger Weise der Betrachtung eines zellularen Energiesystems, dessen Funktion durch benachbarte Energiesysteme – sowohl private Gebäude und Areale, als auch öffentliche Netzgebiete oder kommerzielle Marktgebiete – beeinflusst wird.

Durch Globalisierung und gleichzeitig stattfindende Autonomiebestrebungen sowie durch Digitalisierung und neue Organisationsformen in der virtuellen Welt auf Basis der Vernetzung im Internet entsteht zunehmende Komplexität. Jedes der einzelnen Felder mit ihren Merkmalen kann durch beliebig viele andere Merkmale anderer Felder affektiert werden. Sehr schnell erreichen Systeme mit einer bestimmten Anzahl von Feldern und ihren Merkmalen sowie der Anzahl der Beeinflussungen durch andere Felder die Grenze der Stabilität beim Versuch, das Gesamtsystem zentral zu steuern. Das bisherige Energiesystem war durch eine beherrschbare Anzahl von Elementen, die das Gesamtsystem relevant beeinflussten, gekennzeichnet. Die zentrale Systemverantwortung konnte ein stabiles System gewährleisten. Dies ändert sich zu einem Energiesystem mit hohem Anteil gegenseitig vernetzter Felder auf Basis einer stark wachsenden Anzahl dezentraler Energiequellen und lokaler Energiemanagementsysteme, die jeweils ihre Nachbarfelder beeinflussen, sowie der Vernetzung über das Internet. **Das Gesamtsystem droht im Rahmen der zentralen Systemführung die Ebene auf dem Stabilitätsberg zu verlassen und in ein chaotisches Verhalten umzukippen.**

Die Lösung bei Kauffman besteht darin, bei einer hohen Anzahl von Feldern sowohl die eigenen beeinflussenden Merkmale als auch die Einflussmöglichkeiten der Umgebung über Schnittstellen zu begrenzen. Bei entsprechender Wahl der beeinflussenden Parameter entsteht ein koevolvierendes System am Rande des Chaos, das sich selbst organisiert und Ordnung ausbildet. Dies ist letztendlich die Grundidee des zellularen Ansatzes. Auf der einen Seite stehen Autonomiebestrebungen mit dezentraler Erzeugung und eigener Nutzenoptimierung in der Energiezelle. Auf der anderen Seite steht der Vorteil eines solidarischen Verbundsystems als eine Art selbstoptimierender Energieorganismus.

Der Vorschlag zum zellularen Ansatz wurde erstmals in [Buchholz, B.; Kiessling, A.; Nestle, D. (07/2009)] erwähnt, wobei dessen begriffliche Definition in [Kießling, A. (Hrsg.); Hartmann, G. (2014)] und im Rahmen der Spezifikation des Demonstrationsprojektes C/sells [C/sells (2015)] weitergeführt wurde. Die Studie [Prognos, et. al. (10/2016)] kalkulierte Netzmaßnahmen auf Basis des zellularen Ansatzes entsprechend, dass der optimale volkswirtschaftliche Vorteil in der Summe aller Akteure entsteht. Ein Vergleich und die Optimierung von zentral und dezentral orientierten Ausbaupfaden zu einer Stromversorgung aus erneuerbaren Energien in Deutschland findet in der Studie [Reiner Lemoine Institut (2013)] statt. Die weitgehende Umsetzung des zellularen Konzeptes wurde aber noch nicht abschließend untersucht. Deshalb ist ein Weg zu finden, wie das heutige Energiesystem mit zentraler Erzeugung und Steuerung und damit wenigen, sich gegenseitig beeinflussenden Handlungsfeldern in ein System der kooperativen Steuerung der verschiedenen Akteure überführt werden kann.

Es gilt, die verschiedenen Netz- und Marktakteure in ihren eigenen Handlungsfeldern miteinander in optimierter Weise zu verbünden.

4.3.3 Berechenbarkeit oder Ordnung am Rande des Chaos

Kritiker eines dezentralen Energiesystems holen gern das Argument der unbeherrschbaren Komplexität aus der Schublade. Es ist daher an der Zeit, sich dem Thema Komplexität im Energiesystem fundierter zu widmen.

An dieser Stelle wollen wir nicht die wirtschaftlichen Chancen eines dezentralen Energiesystems im Wohn- und Arbeitsumfeld der Menschen, in den Kommunen und Regionen betrachten. Wir werden nicht Gestaltungshoheit und Eröffnung neuer Wertschöpfungsmöglichkeiten dem sogenannten volkswirtschaftlichen Optimum eines zentralisierten Systems gegenüberstellen. Es erfolgt diesbezüglich keine Abwägung der Vorteile eines dezentral und verteilt gesteuerten Energiesystems im Vergleich zu einem zentral organisierten Energieverbund.

Wir werden uns vielmehr der Frage widmen, wie ein komplexes System zu gestalten ist, um das Spannungsfeld zwischen Stabilität und Flexibilität optimal zu beherrschen. Die Begründung für ein System mit zentralen Energiequellen und zentraler Steuerung erfolgt vorrangig mit Stabilitätsgesichtspunkten zur Schaffung von Ordnung und Berechenbarkeit. Zentralität kann aber auch mit Starrheit und begrenzten Handlungsoptionen verbunden sein, wenn sich die Rahmenbedingungen ändern. Hinzu kommt, dass Stabilität mit dem Risiko der leichteren Angreifbarkeit sowie der Begrenzung des Marktwirkens und der Übernahme eigener Gestaltungshoheit erkaufte wird. Ein dezentrales System benötigt Flexibilität, um Komplexität zu beherrschen. Ein zu flexibles System kann wiederum zu chaotischem Verhalten führen. Berechenbarkeit geht verloren. Im Bestreben, das Optimum zwischen Stabilität und Flexibilität zu erreichen, ist also die Ordnung am Rande des Chaos zu gestalten.

Tatsächlich ist uns auch hier die Natur Vorbild - wie an vielen anderen Stellen. Die Atome eines Gases in einem geschlossenen Raum verhalten sich chaotisch. Sie sind im Raum gleichmäßig verteilt, wobei wir dies als Zustand der Unordnung bezeichnen. Den Drang dieser Atome, sich bei eventuellen Ungleichgewichten in der Verteilung im Raum zum Zustand der Gleichverteilung zu bewegen, beschreiben die Wissenschaftler mit dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik. Ein sich selbst überlassenes System strebt zum Zustand höherer Entropie, einfacher ausgedrückt zum Zustand wachsender Unordnung. Es ist jedoch höchst unwahrscheinlich, dass sich alle Atome des Gases in einer Ecke des Raumes sammeln und wir auf der gegenüberliegenden Seite ersticken. In diesem Fall würde sich die Entropie verringern und die Ordnung im System steigen. Alle Gasatome wären auf einer Seite des Zimmers aufgeräumt.

Dieses Beispiel zeigt, dass es höchst unwahrscheinlich ist, dass sich die in einer gewaltigen Explosion und nachfolgender Verklumpung von Energie entstandenen Elementarteilchen ständig weiter auf dem Wege zur Schaffung von Ordnung organisieren. Auf Basis der Entropiebetrachtung ist die Wahrscheinlichkeit, dass sich Materie immer weiter zu bewusstem Leben organisiert, sehr klein. Forscher auf dem Gebiet der Komplexitätstheorie gelangen heute mehr und mehr zu der Erkenntnis, dass Ordnung durch Netzwerke entsteht, die sich in einem Gleichgewicht zwischen Ordnung und Chaos befinden. Nicht durch bloße Anordnung der Teilchen im Raum entsteht Ordnung, sondern durch die Gestaltung der Beziehungen und Interaktionen zwischen den Teilchen. Den Teilchen ist quasi eine Information aufgeprägt, die somit Grundlage der Ordnungsbildung ist. Diese Netzwerke existieren an einer Grenze, einem sogenannten Phasenübergang. Erst dieser Existenzbereich versetzt sie in die Lage, sowohl geordnete als auch flexible Verhaltensweisen zu ausprägen.

Einer der Begründer dieser Forschungsrichtung ist Stuart Kauffman, der in einer allgemein verständlichen Form seine Erkenntnisse im Buch „Der Öltropfen im Wasser – Chaos, Komplexität, Selbstorganisation in Natur und Gesellschaft“ zusammenfasste [Kauffman, S. (09/1998)].

Auf Basis der Betrachtung von Netzwerken als Boolesche Gebilde sowie der Netzwerkknoten als autonom handelnde und verbundene zelluläre Automaten zusammen mit den Modellierungsmöglichkeiten neuronaler Netze könnte der Weg zum Verständnis des Themas Komplexität und zur Anwendung bei der Gestaltung der Regeln im Umfeld eines zellulären Ansatzes zur Architektur des zukünftigen Energiesystems gelingen.

Es gilt, Autonomie in den Energiezellen zu ermöglichen, aber gleichzeitig ein Verbundsystem aus einem Netzwerk flexibler Energiezellen zu schaffen. Dieser Verbund besitzt auf Grund der hohen Teilnehmerzahl in einem dezentralen System höhere Komplexität, aber die Regeln des Zusammenwirkens sollen Stabilität und Flexibilität des Verbundes garantieren. Hierbei entsteht eine Art Energieorganismus, der analog der Lebensformen stabil und flexibel am Rande des Chaos existiert.

4.3.4 Mittel zur Beherrschung von Komplexität und der Erzeugung von Ordnung

Im Rahmen eines Dokumentes zu den Themen Methodik, Modelle, Terminologie, technische Regeln, Normen und Standards zu Beförderung von Interoperabilität als Grundlage der Massenfähigkeit eines Systems kann es nicht die Aufgabe sein, Forschungsansätze zu eröffnen und zu beurteilen.

Es ist aber im vielfältigen, dezentral und zellulär gestalteten System unverzichtbar, die Regeln zum Zusammenwirken von autonom und trotzdem verbundenen Energiezellen zu definieren, um die Komplexität dieses Gesamtsystems geordnet und gleichzeitig flexibel ohne chaotisches Verhalten zu beherrschen.

Aus diesem Grunde werden nachfolgend ein paar Literaturquellen eingeführt, um die Beschäftigung mit der wissenschaftlichen Basis von Zellularität, Komplexität und Ordnung zu befördern.

Empfehlung zum Thema „Komplexität“ als Enabler von Selbstorganisation

[Stuart Kauffman: „Der Öltropfen im Wasser - Chaos, Komplexität, Selbstorganisation in Natur und Gesellschaft“](#)

Auf Basis der Betrachtung Boolescher Netzwerke entwickelt Stuart Kauffman einen Weg zum Verständnis von Komplexität. In einem Verbund von Knoten mit einer definierten Anzahl von Ein- und Ausgängen mit jeweils einem möglichen Satz von Zuständen steigt die Komplexität bei zunehmender Anzahl von Knoten, die zu einem chaotischen Systemverhalten führen kann. Kauffman untersuchte die Gestaltungsformen derartiger Systeme, um Stabilität und Flexibilität des Verbundes gleichermaßen zu garantieren. Vorbild sind hier die metastabilen Zustände biologischer Systeme. Der Schwerpunkt dieses Werkes liegt im Zusammenwirken der Knoten auf Basis der Kenntnis der Abbildung von Eingangszuständen auf Ausgangszustände der Knoten. Vom inneren Wirken der Knoten als Zellen des Netzwerkes wird abstrahiert.

Zitat der zugehörigen Rezension auf Amazon.de:

„In den Naturwissenschaften zeichnet sich ein neues Paradigma ab, das in seiner Bedeutung der Theorie Darwins gleichkommt. In seinem allgemeinverständlichen Buch gibt Stuart Kauffman, Vordenker und Wegbereiter des neuen Denkens, Einblicke in die ordnungsbildenden Kräfte des Chaos und zeigt, wie Komplexität die Selbstorganisation bewirkt. Die Vielfalt und Ähnlichkeit selbstorganisatorischer Prozesse in fast allen von den Natur- und Gesellschaftswissenschaften untersuchten Bereichen legt es nahe, dass es allgemeine Gesetzmäßigkeiten gibt, die das Entstehen geordneter Strukturen in komplexen Systemen hinreichender Größe und Komplexität zur Folge haben. Wichtigste Eigenschaften geordneter Strukturen sind Stabilität gegenüber Störungen und Emergenz gegenüber den Einzelteilen, aus denen sie bestehen.“

Kauffman, S. (09/1998)

Empfehlung zum Thema „zellulärer Automat“

[Marin Gerhardt und Heike Schuster: „Das digitale Universum - Zelluläre Automaten als Modelle der Natur“](#)

Die Entwicklung des Universums ist gekennzeichnet von der Evolution komplexer Ordnungen, die lokal und gleichzeitig verbunden als nicht-lokale Organisation agieren. Zellulärer Automat und zelluläre Interpretationen physikalischer Theorien sind Werkzeuge zum Verständnis dieser Komplexität.

Zitat der zugehörigen Rezension auf Amazon.de:

„Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile. So sehr uns dieser Satz als Binsenweisheit bekannt ist, so neu und mächtig ist sein Einfluss auf das Weltbild unserer modernen Wissenschaft. Atome, Moleküle, Zellen und Organismen erzeugen durch einfache Wechselwirkungen den Strukturreichtum unserer Welt. Ein wichtiges Werkzeug zum Verständnis dieser Komplexität sind Computersimulationen, mit denen sich Forscher der Wirklichkeit künstlich annähern. Zelluläre Automaten sind solche Simulationsmodelle. In ihnen wird die Welt zu einem digitalen Universum - einem Zusammenschluss simpelster, vernetzter Digitalcomputer, die mit einfachsten Programmen komplexe makroskopische Strukturen erzeugen. Dieses Buch führt Sie durch den digitalen Kosmos und zeigt Ihnen anhand zahlreicher Beispiele die Stärken und Schwächen dieser Simulationsinstrumente auf. Es setzt Sie aber ebenfalls dem unwiderstehlichen Reiz dieser einfachen Spiele aus, mit denen Sie auf jedem Computer selber zum Schöpfer künstlicher Welten werden können.“

Gerhardt, M.; Schuster, H. (01/1995)

Empfehlung zu „zellulärer Automat“ und Modellierung als Mittel zur Untersuchung komplexer Systeme

[Stephen Wolfram: „Cellular Automata and Complexity - Collected Papers“](#)

Zu Beginn der 1980-er Jahre schlug Stephen Wolfram die Abbildung komplexer Zusammenhänge durch relativ einfache Computerprogramme vor. Heute resultiert aus diesem Vorgehen die Abbildung der menschlichen Denkvorgänge in Computerprogrammen für neuronale Netze, die komplexe Leistungen der menschlichen Intelligenz erfolgreich nachvollziehen können. Daraus resultieren Arbeiten zur Modellierung und Untersuchung zellulärer Energiesysteme als Mittel der Komplexitätsbeherrschung in einen zunehmend erneuerbaren, dezentralen und gleichzeitig verbundenen Energiesystem.

Zitat der zugehörigen Rezension auf Amazon.de:

„Sind mathematische Gleichungen der beste Weg, um die Natur zu modellieren? Seit vielen Jahren wurde davon ausgegangen, dass sie es waren. Aber in den frühen 1980er Jahren machte Stephen Wolfram den radikalen Vorschlag, stattdessen Modelle zu bauen, die direkt auf einfachen Computerprogrammen basieren. Wolfram untersuchte eine Klasse solcher Modelle, die unter dem Begriff zellulärer Automat bekannt sind und entdeckte eine bemerkenswerte Tatsache: Dass selbst wenn die zugrunde liegenden Regeln sehr einfach sind, das Verhalten, das sie erzeugen, sehr komplex sein kann und viele Merkmale dessen nachahmen kann, was wir in der Natur sehen. Auf der Grundlage dieses Ergebnisses begann Wolfram ein Forschungsprogramm zur Entwicklung dessen, was er "A Science of Complexity" nannte: Die Ergebnisse von Wolframs Arbeit fanden viele Anwendungen, von der so genannten Wolfram-Klassifikation zentral über Bereiche wie künstliches Leben bis hin zu neuen Ideen über Kryptographie und Strömungsdynamik. Dieses Buch ist eine Sammlung von Wolframs Originalarbeiten über zelluläre Automaten und Komplexität. Einige dieser Arbeiten sind in der wissenschaftlichen Gemeinschaft weithin bekannt, andere wurden noch nie zuvor veröffentlicht. Gemeinsam bieten die Papiere einen hochgradig lesbaren Überblick über das, was zu einem wichtigen neuen Wissenschaftsgebiet geworden ist, mit bedeutenden Auswirkungen auf Physik, Biologie, Wirtschaft, Informatik und viele andere Bereiche.“

Wolfram, S. (02/1994)

Empfehlung zu „zellulärer Automat“ und Quantenmechanik

[Gerard 't Hooft: The Cellular Automaton Interpretation of Quantum Mechanics - \(Fundamental Theories of Physics, Band 185\)](#)

Dieses Werk des Physik-Nobelpreisträgers Gerard 't Hooft scheint weit entfernt von den Anwendungsmöglichkeiten der zellulären Automaten für die Modellierung technischer Systeme zu sein. Aber im Kern offenbart es für den naturwissenschaftlich vorgebildeten Leser tiefe Einsichten in ein zellulär organisiertes Universum als Vorbild für zellulär gestaltete Systeme der menschlichen Welt, wie zum Beispiel auch für ein zelluläres Energiesystem.

Zitat der zugehörigen Rezension auf Amazon.de:

„Dieses Buch stellt die von Nobelpreisträger Gerard 't Hooft entwickelte deterministische Sichtweise der Quantenmechanik dar. Unzufrieden mit den unbequemen Lücken in der Art und Weise, wie die konventionelle Quantenmechanik mit der klassischen Welt ineinandergreift, hat 't Hooft die alten versteckten Variablenideen wiederbelebt, aber jetzt viel systematischer als sonst. Dabei wird die Quantenmechanik nicht als Theorie, sondern als Werkzeug betrachtet. Der Autor gibt Beispiele für Modelle, die im Wesentlichen klassisch sind, aber durch den Einsatz von Quantentechniken analysiert werden können, und argumentiert, dass selbst das Standardmodell zusammen mit Gravitationsinteraktionen als quantenmechanischer Ansatz zur Analyse eines Systems angesehen werden könnte, das im Kern klassisch sein könnte. Er zeigt, wie dieser Ansatz, auch wenn er auf versteckten Variablen basiert, plausibel mit dem Bell'schen Satz in Einklang gebracht werden kann und wie die üblichen Einwände gegen die Idee des "Superdeterminismus" zumindest im Prinzip überwunden werden können. Dieses Framework erklärt - und heilt automatisch - elegant die Probleme des Zusammenbruchs der Wellenfunktion und des Messproblems. Selbst die Existenz eines "Pfeils der Zeit" lässt sich vielleicht eleganter als sonst erklären. Neben der Überprüfung der früheren Arbeit des Autors auf diesem Gebiet enthält das Buch auch viele neue Beobachtungen und Berechnungen. Es bietet anregendes Lesen für alle Physiker, die an den Grundlagen der Quantentheorie arbeiten.“

't Hooft, G. (09/2016)

Empfehlung zur Nutzung der Automatentheorie zum Verständnis des Universums und technischer Systeme

[Konrad Zuse: Rechnender Raum - Schriften zur Datenverarbeitung](#)

Einen historischen Einblick in das Entstehen der Automatentheorie auf Basis der Möglichkeiten der elektronischen Informationsverarbeitung erlaubt dieses Werk des Pioniers der Computerentwicklung Konrad Zuse. Die elektronische Datenverarbeitung ist einerseits Mittel zur Berechnung physikalischer Systeme. Die Entwicklung der Automatentheorie schuf aber gleichzeitig neue Möglichkeiten zum Verständnis des Universums und hatte somit eine bedeutende Rückwirkung auf die Bildung physikalischer Modelle.

Zitat der zugehörigen Rezension auf Amazon.de:

„Es ist uns heute selbstverständlich, daß numerische Rechenverfahren erfolgreich eingesetzt werden können, um physikalische Zusammenhänge zu durchleuchten. Dabei haben wir eine mehr oder weniger enge Verflechtung zwischen Mathematikern, Physikern und den Fachleuten der Informationsverarbeitung. Die mathematischen Lehrgebäude dienen dem Aufbau physikalischer Modelle, deren numerische Durchrechnung heute mit elektronischer Datenverarbeitung erfolgt. Die Aufgabe der Fachleute der Informationsverarbeitung besteht im Wesentlichen darin, für die von den Mathematikern und Physikern entwickelten Modelle möglichst brauchbare numerische Lösungen zu finden. Ein rückwirkender Einfluß der Datenverarbeitung auf die Modelle und die physikalische Theorie selbst besteht lediglich indirekt in der bevorzugten Anwendung solcher Methoden, die der numerischen Lösung besonders leicht zugänglich sind. Das enge Zusammenspiel zwischen Mathematikern und Physikern hat sich sehr günstig in Bezug auf die Entwicklung der Modelle theoretischer Physik ausgewirkt. Das moderne Gebäude der Quantentheorie ist weitgehend reine bzw. angewandte Mathematik. Es scheint daher die



Frage berechtigt, ob die Informationsverarbeitung bei diesem Zusammenspiel nur eine ausführende Rolle spielen kann, oder ob auch dort befruchtende Ideen gegeben werden können, welche die physikalischen Theorien selbst rückwirkend beeinflussen. Diese Frage ist umso berechtigter, als sich in enger Zusammenarbeit mit der Informationsverarbeitung ein neuer Zweig der Wissenschaft entwickelt hat, nämlich die Automatentheorie.“

Zuse, K. (01/1969)

5 Rechtssystem, normative Basis und Innovationsfreiheit

5.1 Treiber gesellschaftlicher Veränderungen

Komplexität und Flexibilität

Die menschliche Gesellschaft bildet schon immer ein hoch komplexes System. Die Informationsflüsse im sozialen und kulturellen Kontext sowie die Energie- und Stoffflüsse zur Wechselwirkung in Wirtschaft und Handel sind die Grundlage eines Netzwerkes mit vielfältigen Verbindungen zwischen den Teilen der Gesellschaft.

Nun stehen komplexe Systeme immer ein wenig am Abgrund ihrer Existenz. Manchmal kann eine Gesellschaft eine sehr lange Überlebensdauer vorweisen. Dazu gehören das Reich der Ägypter oder das Römische Imperium. Die scheinbare Stabilität einer Gesellschaft zerbricht aber teilweise schon nach wenigen Jahrzehnten.

Die Komplexität von Systemen ist durch Vielfalt, Vernetzung und die Anzahl der Organisationsformen geprägt. Wenn die Anzahl der vernetzten Elemente und der Parameter ihrer Beeinflussungsmöglichkeiten, der Vernetzungsgrad sowie die vorkommenden Organisationsformen eine bestimmte Größe überschreiten, wächst der Grad der Unbestimmtheit und kann der Wechsel in das Chaos als unbeherrschbarer Zustand die Folge sein [Luhmann, Niklas (2017), S. 167], [Baraldi, Claudio (2011)], [Kauffman, S. (09/1998)]. Das System beginnt auf Grundlage der vielfältigen, nicht bekannten Zustände der im System enthaltenen Elemente zu schwingen und kann zerbrechen.

Komplexität lässt sich in Form metastabiler Zustände beherrschen, wenn das Gesamtsystem in kleinere Einheiten zerlegt wird, die miteinander nach festgelegten Regeln interagieren. Dazu existieren Vorschläge einer zellulären Systemgestaltung sowie von zellulären Automaten [Luhmann, Niklas (1987)], [Gerhardt, M.; Schuster, H. (01/1995)], [’t Hooft, G. (09/2016)], [Wolfram, S. (02/1994)]. Das System organisiert sich in Teilstrukturen, die Systemaggregate oder Systeme aus Systemen bilden. Der Beobachter des Gesamtsystem reduziert somit Komplexität, indem Komplexität in autonomen Teilsystemen quasi eingeschlossen wird.

Die Beherrschung komplexer Systeme basiert weiterhin auf der Nutzung dämpfender Elemente. Was kann aber dämpfend auf ein schwingendes System wirken? Hier kommt der Begriff der Flexibilität in das Spiel. Verbundene Elemente wirken miteinander flexibel, wenn sie bezüglich ihrer Interaktionen verschiedene Handlungsmöglichkeiten besitzen. Starre, unflexible Regeln können Systeme zum Schwingen bringen, wie der Gleichschritt auf Brücken. Flexible Handlungen dämpfen dagegen die Auswirkungen der Interaktionen auf das Gesamtsystem.

Nun, das Thema Komplexität ist in der Regel eine schwer verdauliche Kost. Aber wir wollen Veränderungsprozesse im Hinblick auf das Verhältnis von zentral organisierten Regeln und der Gestaltungskraft der Gesellschaft beleuchten. So benötigen wir noch ein wenig Geduld.

Transformation des Energiesystems und Abgabe von Kontrolle

Die Anforderungen der Energiewende führen neben neuen Großprojekten zu einem dezentraleren und kleinteiligeren System, da Wind- und Solaranlagen als Einzelanlagen eine geringere Leistung als Großkraftwerke haben und räumlich stärker verteilt sind. Die gleichzeitig einhergehende zunehmende Elektrifizierung der Wärmeerzeugung und der Mobilität bietet neue Möglichkeiten, Erneuerbare Energie flexibel zu nutzen, stellt aber das Energiesystem vor neue Koordinationsherausforderungen. Das Anliegen nach Kontrolle führt oft zu zentral organisierten Konzepten. Jedoch kann die Lösung bei wachsender Komplexität der Koordination auch in dezentralen Strukturen liegen. Die damit verbundene **Beteiligung** erhöht in der Regel auch die Motivation, sich an Transformationsprozessen zu beteiligen.

Mit dezentral gewonnener Energie wird es möglich, Quartiers- und Stadtentwicklung neu zu gestalten und denjenigen, die bereits heute Klimaschutz vorantreiben, mehr Gestaltungshoheit der Infrastruktur und des Betriebes in den Gebäuden, Quartieren und Arealen zu ermöglichen. Neue Geschäftsmodelle führen zu neuer Wertschöpfung in den Ortschaften und Regionen, aber auch zu neuen Möglichkeiten der Eigengestaltung oder

der Teilhabe in der Energiegemeinschaft wie auch zu neuer Verantwortung. Beteiligung bedeutet somit die geteilte Verantwortung zur Organisation des Energiesystems im Wechselspiel von autonomer Gestaltung und Steuerung sowie der Mitwirkung im Gesamtsystem.

Beteiligung und autonome Gestaltung führen aber durch die große Zahl von Akteuren sowie die Fülle unterschiedlicher technischer Komponenten, Lösungen und Schnittstellen zu einer bisher nicht gekannten **Vielfalt** im Energiesystem. Dezentralisierung und Digitalisierung befördern Vielfalt und werden umgekehrt von ihr befeuert. Vielfalt ist eine Herausforderung, da die Komplexität steigt, aber auch Chance für Innovationen. Somit ist Vielfalt sowohl Ergebnis als auch Ziel der Entwicklungen. Autonomie ermöglicht vielfältige Gestaltung. Die Verbindung zwischen autonomen Akteuren gewährleistet Austausch und Sicherheit in der Gemeinschaft. Regeln sowie eine gemeinsame normative Basis sind Mittel zur Beherrschung von Vielfalt.

Beteiligung und autonome Gestaltung zerlegen das Energiesystem quasi in Teilsysteme, in **Zellen**, was entsprechend unserer Einführung Mittel zur Beherrschung von Komplexität ist.

Recht auf Eigenversorgung und autonome Gestaltung

Verschiedene Studien, Simulationen und Projekte beschäftigen sich zunehmend mit der zellulären Gestaltung des Energiesystems [Buchholz, B., Kießling, A., & Nestle, D. (2009)], [Müller, Schmeck, Ungerer (2011)], [Kießling, A., & Hartmann, G. (2019)], [Abrishambaf, Omid et. al. (11/2019)], [Zhou, Yingya et. al. (07/2017)], [DIGGRID. (2018)], [VDE – ETG – Arbeitskreis Energieversorgung 4.0], [Prognos et. al. (2016)], [Reiner Lemoine Institut. (2013)].

In diesen Rahmen ordnen sich auch die nationalen Projekte Modellstadt Mannheim [Kießling, Andreas. Niemann, Michael. Schmitt, Frieder. (2013)] sowie C/sells in den vom Bundeswirtschaftsministerium geförderten Programmen E-Energy und SINTEG (Schaufenster intelligente Energie) als auch ein in Dänemark angesiedeltes Projekt [CELL. (2011)] ein.

Während das Energiesystem seit Ende des 19. Jahrhunderts von zentralen Führungskonzepten geprägt war, ermöglichen Erneuerbare Energiequellen den Übergang zu dezentralen Energiekonzepten.

Die europäische Union nimmt diese Zielstellung mit der Richtlinie zu Erneuerbaren Energien [EU Richtlinie 2018/2001/EG. (12/2018)] zur Stärkung der Eigennutzung und der gemeinschaftlichen Nutzung selbst gewonnener Energie auf. Die Richtlinie zielt auf ein hohes Maß an Beteiligung an den Chancen Erneuerbarer Energien in den Kommunen sowie der Bürger als auch kleiner und mittlerer Unternehmen.

Besondere Zielstellung ist die Erschließung der Möglichkeiten, die Innovation und eine nachhaltige, wettbewerbsfördernde Energiepolitik zum Wirtschaftswachstum bieten. Es wird festgestellt, dass durch Investitionen in die lokale und regionale Produktion von Energie aus erneuerbaren Quellen sich in den Mitgliedstaaten und ihren Regionen beträchtliche Chancen für die Entwicklung lokaler Unternehmen, nachhaltiges Wachstum und die Entstehung hochwertiger Arbeitsplätze ergeben.

Das Projekt C/sells schließt dazu, dass der Erfolg der Energiewende nur durch die Vielfalt, Partizipation und Handlungsmöglichkeiten der Bürger, der Unternehmen, der Kommunen und Regionen zu erreichen ist.

Dieser Ansatz benötigt einen angepassten Handlungsrahmen. Ein staatlich organisiertes Rechtssystem sowie die Gestaltung der technischen Umsetzung mit dezentralen Lösungen durch die Vielfalt der Beteiligten stehen dabei oft im Widerspruch. Deshalb wird nachfolgend dieses Wechselspiel betrachtet.

5.2 Gestaltungsebenen der Gesellschaft

Gesellschaftliche Regelkreise

Auf die Komplexität der menschlichen Gesellschaft wurde schon hingewiesen. Aber die Komplexität wächst aufgrund der zunehmenden Anzahl der Gesellschaftsmitglieder und der sozialen, digitalen Vernetzung sowie durch neue Organisationsformen weiter. Zur Stabilitätssicherung in diesem komplexen Umfeld werden gemeinsame Regeln benötigt. Individuelle Freiheit sowie Nutzen der Gemeinschaft sind dabei immer wieder miteinander abzuwägen. Bei vollständiger, individueller Freiheit ohne Regeln droht die Gesellschaft in Anarchie abzugleiten. Bei einem Übermaß an Regeln verliert die Gesellschaft ihre Flexibilität und kann in einen erstarrten Zustand geraten. Dies legt letztendlich den Keim des zukünftigen Misserfolges.

Letztendlich lässt sich die Gesellschaft als ein System betrachten, in dem Regelkreise auf verschiedenen Handlungsebenen ihre Funktionen und Entwicklung sicherstellen. Insofern sind die Regelkreise, ihr Zusammenwirken und ihre Grenzen zu betrachten.

Folgendes Modell mit drei Ebenen zusammenwirkender Regelkreise und verschiedenen Zeithorizonten soll in den weiteren Betrachtungen verwendet werden.

Rechtssystem

Das Rechtssystem entsteht durch politische Willensbildungsprozesse in verschiedenen Strukturen lokaler, regionaler, nationaler und internationaler Hoheit. Dabei sind Gesetzgebungsprozesse von der Entstehung, der Umsetzung bis zur Prüfung ihres Wirkens von langen, über Jahrzehnte reichenden Zeitkonstanten geprägt.

Normative Basis

Die Konkretisierung des gesellschaftlichen Zusammenwirkens erfolgt durch die gemeinsame normative Basis als unterstützender Regelkreis. Die Aufgabe besteht darin, sowohl die Umsetzung politischer Richtungsvorgaben und gesetzlicher Anliegen als auch die notwendige Effektivität und Effizienz des sozialen und wirtschaftlichen Zusammenwirkens zu sichern. Die Zeitkonstanten sind hierbei kürzer. Sie liegen aber im Bereich technischer Standards immer noch in der Größenordnung von 5 bis 10 Jahren.

Innovation

Innovationen zur Erneuerung gesellschaftlicher, inklusive wirtschaftlicher Lösungen, sichern die Wettbewerbsfähigkeit der Gesellschaft. Sie basieren auf der Vielfalt und Kreativität menschlichen Denkens. Innovationsfähigkeit bedarf eines hohen Freiheitsgrades mit möglichst minimalen Einschränkungen. Im internationalen Wettbewerb sind Regelungsprozesse zur Beförderung von Innovationen auf eine hohe Geschwindigkeit im Rahmen des überlagernden Rechtssystems und der jeweils verabredeten normativen Basis auszurichten.

Abgrenzung von Rechtssystem und normativer Basis

Die Anwendung der drei Regelkreise verdeutlicht aber auch die Schwierigkeit ihrer Abgrenzung. Unterschiede im kulturellen und nationalen Kontext führen sicherlich zu unterschiedlichen Antworten. Auf europäischer Ebene wird diese Fragestellung im Kontext eines funktionierenden europäischen Binnenmarktes sowie bezüglich der Themen Digitalisierung und künstlicher Intelligenz behandelt.

Eine normative Basis benötigt nicht zwingend eine zugehörige Grundlage im Rechtssystem. Die gemeinsame Regelung der Rastergröße von Küchengeräten macht Sinn, um auf einem gemeinsamen Markt unterschiedlicher Küchenmöbelhersteller wirtschaftlich unterschiedliche Gerätekombinationen herstellen zu können. Der Bedarf an einer Rechtsgrundlage ist im Beispiel nicht zu erkennen. Aber rechtliche Regeln für die Installation eines Stromanschlusses am Wohngebäude erscheinen sinnvoll, um den gesundheitlichen Schutz im Rechtssystem zu verankern. Zur Umsetzung wird eine technische, normative Basis benötigt. Die gegenüber der Gestaltung des Rechtssystems höhere technische Entwicklungsgeschwindigkeit macht es sinnvoll, die Gestaltung der

normativen Basis in einer gesonderten Ebene zu entkoppeln. Die Zusammenführung von Rechtssystem und normativer Basis auf einer Gestaltungsebene kann aufgrund der längerfristigen Zeitkonstante im Rechtssystem zum Verlust potentieller technischer Entwicklungsgeschwindigkeit führen.

Aber auch bei der Trennung in zwei Ebenen lassen sich zwei Handlungsansätze abgrenzen, die die Ebenen in unterschiedlichem Maße verschränken.

Der **erste Ansatz** verfolgt die ausschließliche Festlegung von Zielrichtungen und Anforderungen im Rechtssystem. Dies steht in Verbindung mit der Spezifikation von Maßnahmen durch Fachexperten in entsprechenden Verbänden und Organisationen sowie mit der zugehörigen Prüfung der Konformität zu den Anforderungen. Daraus folgt im Rechtssystem die Vermutungswirkung der korrekten Umsetzung zugehöriger Anforderungen durch die Wirtschaft im Rahmen der normativen Basis.

Der **zweite Ansatz** verfolgt zusätzlich zur Festlegung von Anforderungen die Übernahme der Koordinationshoheit durch das Rechtssystem bei der Gestaltung der normativen Basis. Dabei erfolgt die gezielte Einbeziehung anderer Interessenträger. Die Gestaltung der normativen Basis wird dann in der Regel mit einem Zertifizierungsprozess der Lösungen im Rechtssystem verbunden.

Europäische Empfehlung zum Ansatz 1

Die EU beabsichtigt, dass Rechtssystem bezüglich der neuen Herausforderungen zur Digitalisierung und zur künstlichen Intelligenz anzupassen, was ebenso das intelligente Energiesystem betrifft. Zur Ausgestaltung wird die Bedeutung der Normung sowie dazu der europäisch harmonisierten Normen hervorgehoben. Diesem Thema wird sich auch der ab 2021 neu gewählte CENELEC-Präsident Wolfgang Niedziella widmen. Der gemeinsame Dialog der europäischen Normung mit der Europäischen Kommission soll wieder aufgenommen werden.

Interessant ist in diesem Zusammenhang die Mitteilung der Kommission an das europäische Parlament, den Rat und den europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss (11/2018) zum Thema „Harmonisierte Normen: Verbesserte Transparenz und Rechtssicherheit für einen uneingeschränkt funktionierenden Binnenmarkt“.

Insbesondere wird der Normung eine wichtige Rolle zur Beseitigung technischer Handelshemmnisse zugeordnet.

„Normen tragen dazu bei, dass komplementäre Produkte und Dienstleistungen interoperabel sind, sie erleichtern die Einführung innovativer Produkte und schaffen letztlich das Vertrauen der europäischen Verbraucher in die Qualität der in der Union angebotenen Produkte und Dienstleistungen.“ [EU Mitteilung 11/2018]

Hervorgehoben wird die Schlüsselrolle der Normung bei der Beförderung des Innovationstempos bezüglich neuer technologischer Entwicklungen, der Digitalisierung und weiterer wirtschaftlicher Trends sowie der Zukunftsfähigkeit des Binnenmarktes. Dies betrifft beispielsweise die Themen Internet der Dinge, Big Data, fortgeschrittene Fertigung, Robotik, 3D-Druck, Blockchain-Technologien und künstliche Intelligenz. Dabei wird auch der Ersatz widersprechender nationaler durch europäische Normen zum Erhalt der globalen Wettbewerbsfähigkeit befürwortet.

Das europäische Normungssystem basiert auf einer öffentlich-privaten Partnerschaft, die die Gestaltung des Rechtssystems und der normativen Basis deutlich trennt. Gleichzeitig können im Rechtssystem Anforderungen an die Normung definiert werden. Auf Basis von Ersuchen der Kommission als Rechtsträger werden dann für entsprechende Anforderungen über private Organisationen Lösungen durch die im Konsensprozess erfolgende Normung spezifiziert. Nachfolgend erfolgt die Prüfung der Anwendbarkeit der Ergebnisse durch den Rechtsträger.

Europäisches Vorgehen am Beispiel Künstliche Intelligenz

In den nachfolgenden beiden Abschnitten werden mögliche Vorgehensweisen entsprechend den genannten zwei Ansätzen zur Regelsetzung beschrieben. Hierbei wird als Beispiel das europäische Vorgehen in Bezug auf die Themen Digitalisierung und künstliche Intelligenz bewertet.

Die Digitalisierung verändert zunehmend das Wirtschafts- und Sozialleben. Es stellt sich die Frage, ob wir auf diesen rapiden und komplexen gesellschaftlichen Wandel ethisch gut vorbereitet sind.

Neue rote Linien werden definiert, wie zum Beispiel:

- das Entstehen einer selbstoptimierten, nicht mehr kontrollierbaren künstlichen Superintelligenz,
- die Schaffung eines erlebens- und leidensfähigen künstlichen Bewusstseins,
- das Entstehen autonomer, moralischer Agenten, die unabhängig vom Menschen ethische Überlegungen anstellen und danach autonom handeln.

Im nationalen Umfeld sind diese komplexen Themen nicht mehr umfänglich zu gestalten.

Grundlage der weiteren Festlegung der Rahmenbedingungen zur künstlichen Intelligenz in Europa, insbesondere der ethischen Regeln, ist eine umfassende interdisziplinäre Diskussion mit Experten von Soziologie, IKT und Philosophie. Eine Bewertung soll an dieser Stelle nicht erfolgen. Stattdessen wird der Fokus in den nächsten Abschnitten auf die Gefahren einer zu engen Verbindung der Gestaltung von Rechtssystem und normativer Basis gerichtet.

Folgende Quellen vertiefen die Thematik inhaltlich:

- EU-Richtlinien für vertrauenswürdige KI 2019 [EU Report. (04/2019), mit Expertenkonsultation]
- EU-Weißbuch Künstliche Intelligenz 2020 [EU Weißbuch. (02/2019), ohne Expertenkonsultation]
- Stellungnahme zum EU-Weißbuch auf der Webseite zur Nationalen KI-Strategie der Bundesregierung 2020 [BR COM (2020) 65 final]

Ein Kritikpunkt soll an dieser Stelle nicht verschwiegen werden. Sowohl das Weißbuch der EU als auch die Stellungnahme der Bundesregierung wurden ohne Expertenkonsultation erstellt. Die Dokumente entstanden in den Strukturen des Rechtssystems unter Einbeziehung festgelegter Interessenvertreter. Aber gerade die Diskussion im politischen Rahmen des Rechtssystems benötigt einen breiten Willensbildungsprozess.

Begrenzung der Komplexität durch Autonomie von Handlungsebenen

Ein durch Politik vollständig koordinierter Prozess zur Regelsetzung bezüglich Leitlinien, Rechtsrahmen, normativer Basis für die Technik sowie Innovationen kann diesen Herausforderungen nicht gerecht werden. Die resultierende Überbürokratisierung minimiert Flexibilität und Handlungsfähigkeit der Gesellschaft.

Dagegen hat sich ein Vorgehen auf verschiedenen Handlungsebenen mit definierten Schnittstellen in der Praxis bewährt. Die Zuordnung der Ebenen erfolgt am obigen Beispiel.

Auf der Ebene des Rechtssystems entstehen gesellschaftliche Leitlinien im politischen Diskussionsprozess unter Einbeziehung von Experten. Dazu gehören die europäischen Richtlinien für vertrauenswürdige, künstliche Intelligenz [EU Report. (04/2019)].

Die definierten Ziele sollen im globalen Wettbewerb effektiv bezüglich Zielerreichung und effektiv bezüglich eingesetzter Mittel erreicht werden. Die Navigation auf diesem Wege übernehmen Regelkreise mit unterschiedlichen Zeithorizonten. Dies betrifft im Rechtssystem sowohl die Regelsetzung als auch die Schaffung eines befördernden Rahmens, wozu das EU-Weißbuch Künstliche Intelligenz einleitet.

Einerseits wird bei der Ausgestaltung des Rechtsrahmens zu entscheiden sein, welche rechtlichen Anforderungen, basierend auf politischen Leitlinien, auferlegt werden sollen.

Andererseits kann ein befördernder Rahmen durch Erleichterungen zur Einrichtung von Exzellenz- und Testzentren entstehen. Dazu gehört auch die Begründung einer neuen öffentlich-privaten Partnerschaft. Als Teil dieser Partnerschaft wird im Weißbuch ebenso die Bedeutung von Normen und Standards sowie zugehöriger Organisationen hervorgehoben. Dies schafft die Schnittstelle zum Regelkreis der normativen Basis.

Normen entstehen im internationalen Rahmen – bei Bedarf auch europäisch - im Konsensprozess interessierter Experten beliebiger Organisationen. Breit anerkannte Normen sind die erfolgreichen Normen. Eine Koordination

normativer Prozesse durch den Rechtsträger im Rahmen gesonderter Gremien umfasst zwar im Ergebnis eventuell einen Mehrheitsstandpunkt, der aber durch das Wirken eines verengten Kreises entsteht.

Schlussendlich kann die Konformität der Innovationen zum Rechtsrahmen und zur angeforderten normativen Basis durch private Organisationen geprüft werden.

Die Komplexität des Themas sowie der abzugrenzenden Handlungsebenen erfordert eine europäische Governance-Struktur statt zersplitterter nationaler Sonderwege.

Nationale Antworten in Deutschland

Die Stellungnahme der Bundesregierung zum EU-Weißbuch auf Basis der Nationalen KI-Strategie folgert: „Schließlich können Normung und Standardisierung zur Beschleunigung von Entwicklungsprozessen, zur Rechtssicherheit für Unternehmen und zur weiteren Vertrauensbildung der Menschen in die Technologie beitragen.“ [BR COM (2020) 65 final]

Hierbei unterstützt die Bundesregierung die Anwendung existierender Verfahren zur Konformitätsprüfung durch private Organisationen und fordert keine staatliche Zertifizierung.

Gleichzeitig gab die Bundesregierung ein Rechtsgutachten in Auftrag. Das Gutachten führt aus: „Die Kommission darf die Prüfung der harmonisierten Norm nicht zum Anlass nehmen, den Normungsprozess praktisch zu duplizieren oder gar eigene technische Regeln an die Stelle der von den Normungsorganisationen konsentierten Inhalte zu setzen.“ [Redeker. (08/2020)]

Hier wird auf die Bedeutung der internationalen Normungsprozesse im Konsensverfahren hingewiesen, in die sich auch die nationalen Normungsorganisationen einordnen.

Insofern besteht grundsätzliche Zustimmung, denn sowohl die EU als auch die Bundesregierung verweisen auf private Organisationen der internationalen Normung zur Schaffung der normativen Basis für neue gesellschaftliche Schwerpunktthemen.

Gleichzeitig betreibt Deutschland nationale Sonderwege.

Der zehnjährige Prozess zur Gestaltung des intelligenten Messsystems verschränkt zwei Regelkreise unter Koordination des Rechtssystems zu stark. Aufgabe der Politik ist die Bestimmung von Anforderungen zur Gewährleistung des Datenschutzes. Insofern erfolgt deren Festlegung über ein vom Rechtssystem definiertes Schutzprofil.

Im nächsten Schritt erfolgte auch die Spezifikation der technischen Umsetzung als normative Basis im Rechtssystem, anstatt auf die zweite Ebene der Gestaltung, die Normungsorganisationen, zurückzugreifen. Das Duplizieren des Normungsprozesses wird mit dem Stufenmodell [BMWi/BSI – Stufenmodell (08/2020)] fortgesetzt. Der nationale Sonderweg der zu engen Verzahnung der beiden Handlungsebenen Rechtssystem und normative Basis birgt Gefahren für die internationale Wettbewerbsfähigkeit nationaler Unternehmen.

Die Einbindung von Interessenträgern unter der Koordinationsrolle des Rechtsträgers beschreibt den oben ausgeführten zweiten Ansatz, der Rechtssystem und normative Basis unter Koordination des Rechtsträgers und damit die Zeitkonstanten der Handlungsmöglichkeiten eng koppelt.

Das Rechtssystem erhebt somit selbst einen normativen Anspruch.

Schlussfolgerungen

Das **Rechtssystem** besitzt die Aufgabe, die Rahmenbedingungen für Ziele und Wege zu gestalten und zu überwachen. Dieser durch Politik gestaltete Regelkreis sollte sich auf die rechtlichen Anforderungen mit langfristig wirksamen Steuerungsfunktionen zurückziehen. Diese Anforderungen beziehen sich dabei auf den Einschluss von zentralen Zielstellungen wie Datenschutz, Sicherheit, Ethik, Beteiligung, Erhalt der Demokratie.

Es folgt die technische Ausgestaltung mit Spezifikation von Maßnahmen entsprechend den Anforderungen des Rechtssystems. Dies sollte der Gestaltungskraft der Gesellschaft durch Schaffung einer **normativen Basis** im Konsensprozess transdisziplinärer Expertenverbände überlassen werden. Hierbei sollte die Koordinationsrolle nicht mehr beim Rechtssystem liegen. Die unterschiedlichen Zeitkonstanten zugehöriger Gestaltungsprozesse können die Anwendung technischer Möglichkeiten im internationalen Wettbewerb behindern.

Rechtssystem und vereinbarte normative Basis bilden somit den Rahmen für **Innovationsprozesse**. Einschränkungen für Innovationen orientieren sich zuerst an gesellschaftlichen Zielstellungen und Willensbildungsprozessen. Folgende technische Einschränkungen entstehen aus einer notwendigen, normativen Basis, die sich wiederum auf die Anforderungen der Rechtsgrundlagen beziehen kann oder muss. Um Innovationen im internationalen Kontext nicht zu behindern, ist der Einsatz des Rechtssystem zur Gewährleistung der gesellschaftlichen Zielstellungen sorgfältig zu prüfen. Die normative Basis folgt aus einer breiten Zusammenarbeit von Experten in privaten Strukturen von Verbänden, Organisationen und Unternehmen. Sie sollte nicht im Rahmen einer Koordinationsrolle des Rechtssystem mit zugeordneten Behörden unter Einbeziehung einer begrenzten Anzahl von Interessenträgern eingeschränkt werden.

Somit wird insbesondere für das Energiesystem - das zellulär sowohl lokal, national sowie europäisch und im internationalen Kontext zu gestalten ist - die Neuausrichtung des Verhältnisses von Rechtssystem, normativer Basis und Beförderung von Innovationen empfohlen.

Auf Basis der Projektergebnisse werden nachfolgend Empfehlungen in Bezug

- auf die Umsetzung der EU-Richtlinie zu Erneuerbaren Energien,
- auf die Vorschläge der Bundesnetzagentur zur Netzintegration von Prosumenten
- sowie zur weiteren Ausgestaltung des intelligenten Messsystems und der Nutzung der zugehörigen Kommunikationseinrichtung (Smart Meter Gateway – SMGW)
- sowie zur nationalen Reform des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes

gegeben.

5.3 Eigenversorger und Energiegemeinschaften

Partizipation durch Recht auf Eigenversorgung und autonome Gestaltung

Autonome Gestaltung durch Eigenversorger und Energiegemeinschaften als Erfolgsmittel der Energiewende

Die geplanten gesetzlichen Anpassungen zur Änderung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes in der Bundespolitik sollen auch eine Antwort auf die EU-Richtlinie zu Erneuerbaren Energien [EU Richtlinie 2018/2001/EG. (12/2018)] mit Stärkung der Eigennutzung oder gemeinschaftlicher Nutzung selbst gewonnener Energie sein (Eigenversorger und Energiegemeinschaften als Produzenten und Konsumenten – Prosumenten).

Dabei zielt die Richtlinie insbesondere auf ein hohes Maß an Beteiligung an den Chancen Erneuerbarer Energien auch in den Kommunen sowie der Bürger als auch kleiner und mittlerer Unternehmen. Der Beitrag kleiner Anlagen (bis 30 Kilowatt) wird betont, verbunden mit der Forderung nach Abbau von Bürokratie, Umlagen und Kosten, die insbesondere diese Anlagengruppe betreffen.

Besondere Zielstellung ist aber auch die Erschließung der Möglichkeiten, die Innovation und eine nachhaltige, wettbewerbsfördernde Energiepolitik für das Wirtschaftswachstum bieten. Es wird festgestellt, dass durch Investitionen in die lokale und regionale Produktion von Energie aus erneuerbaren Quellen sich in den Mitgliedstaaten und ihren Regionen beträchtliche Chancen für die Entwicklung lokaler Unternehmen, nachhaltiges Wachstum und die Entstehung hochwertiger Arbeitsplätze ergeben.

Auf dieser Basis werden folgende drei Gruppen von Prosumenten differenziert:

- Eigenversorger im Bereich erneuerbare Energie als Endkunde, der an Ort und Stelle innerhalb definierter Grenzen Energie gewinnen, speichern und selbst nutzen oder verkaufen darf
- gemeinsam handelnde Eigenversorger im Bereich erneuerbare Energie als eine Gruppe von zumindest zwei gemeinsam handelnden Eigenversorgern, die sich in demselben Gebäude befinden
- Erneuerbare-Energie-Gemeinschaft als Rechtsperson, die eine Beteiligung an Erneuerbaren-Energie-Anlagen auch ohne eigene Anlagen oder außerhalb des eigenen Mehrfamiliengebäudes ermöglicht und somit Energiearmut begegnet, wobei dazu neue Marktplattformen mit Aggregatoren oder Peer-to-Peer-Geschäften auf Basis moderner Technologien der Digitalisierung zum Einsatz kommen

Zentral versus dezentral organisierte Energiewende

Mit der grundlegenden Zielbeschreibung sind sich die politischen Vertreter sowie die betroffenen Akteure einig. Wir benötigen die Dekarbonisierung der Gesellschaft bis 2050. Aber bei Wegen und Mitteln zur Zielerreichung folgt schnell der Dissens. Insofern ist eine breite Diskussion auch mit den lokalen Akteuren notwendig.

Teilweise werden folgenden Argumente geäußert:

- Gesamtsystemisch sind Photovoltaik-Großanlagen auf Freiflächen effektiver als Dachanlagen.
- Anliegen der Prosumenten in Gebäuden wären „ganz nett“, aber nur ein Bruchteil des Strombedarfes, weswegen darauf keine Priorität zu richten ist.

Dies verfehlt aber die eigentlichen Herausforderungen zum Erfolg der Energiewende aus folgenden Gründen:

- 1) Prosumenten sind als Eigenversorger und Energiegemeinschaften sowohl in Wohngebäuden, aber auch als Nutzer gewerblicher Objekte, von Industriearealen und Flughäfen aktiv. Sie nutzen die Gestaltungschancen lokaler Energiesysteme, wobei Beteiligung die Akzeptanz für die Herausforderungen der Energiewende schafft.
- 2) Die Energienutzung in Haushalten bezüglich aller Sektoren (insbesondere Strom und Wärme) beträgt relevante 25 %, womit Aktivitäten in diesem Bereich zum Erfolg der Energiewende beitragen.
- 3) Dabei ist der Umbau im Elektrizitätssystem nur ein Teil der Energiewende, da die Wärmewende und die Mobilitätswende einen viel höheren Energiebedarf umfasst.

4) Das Erfolgskriterium ist nicht vorrangig die gesamtsystemische Effizienz, sondern die Effektivität der Zielerreichung für 100 % Erneuerbare Energie in allen Sektoren (Strom, Wärme, Mobilität, erneuerbares Gas – z.B. Wasserstoff), die auf Gemeinwohlvorteilen für alle Mitglieder der Gesellschaft basiert.

Gestaltungsvielfalt und Innovationskraft der Gesellschaft versus staatliche Detailregulierung

Es besteht sicherlich ein breiter internationaler Konsens, dass die Gestaltungskraft der Gesellschaft und die Innovationskraft der Wirtschaft Grundlage für eine erfolgreiche Transformation des Energiesystems ist. Unbestritten ist auch, dass das Energiesystem als Lebensgrundlage eine unverzichtbare Infrastruktur darstellt. Diese Infrastruktur erlebt durch die wertschöpfende und im erneuerbaren, dezentralem Energiesystem notwendige Digitalisierung zunehmend Gefährdungen und Angriffe. Deshalb ist ein geeigneter legislativer und regulatorischer Rahmen unverzichtbar. Dieser Rahmen darf aber nicht dazu führen, dass eine übertriebene technische Detailregulierung Innovation, Wettbewerbsfähigkeit und internationale Zusammenarbeit gefährdet.

Auf dieser Basis werden

- aktuelle Vorschläge der Bundesnetzagentur für neue Anschlussbedingungen von Prosumenten als Eigenversorger und Energiegemeinschaften,
- Stufenmodell und Spezifikationen der BMWi/BSI-Task Force Smart Grid / Smart Metering / Smart Mobility
- Konzepte für die Neuregelung des Erneuerbaren-Energien-Gesetz

kritisch bewertet und in den nachfolgenden Kapiteln Empfehlungen zur Neugestaltung gegeben.

Die vorgeschlagenen Anpassungen sind von einer äußerst detaillierten technischen Regulierung bis hin zu einzelnen Anlagen und Geräten in den Gebäuden geprägt. Insbesondere ist festzustellen, dass die Vorschläge der Bundesnetzagentur Prosumenten eher mit neuen wirtschaftlichen Lasten belegen.

Das Projekt C/sells als Bestandteil des vom BMWi geförderten Programmes „Schaufenster intelligente Energie“ schließt dagegen, dass der Erfolg der Energiewende nur durch die Vielfalt, Partizipation und Handlungsmöglichkeiten der Bürger, der Unternehmen, der Kommunen und Regionen zu erreichen ist.

Aus diesem Grunde wird vorgeschlagen, alternative Lösungswege zur Anpassung des rechtlichen Rahmens zu finden, die die Vielfalt der Gesellschaft motivieren, die Gestaltung des zukünftigen Energiesystems auf bürgernahe Weise auch im lokalen Rahmen in die eigenen Hände zu nehmen (*Handle lokal – Denke global*).

Dazu gehört die Gestaltung eines zellulären Energiesystems, das insbesondere die Eigenversorger und Energiegemeinschaften adressiert. Entsprechende Umsetzungskonzepte wurden in den SINTEG-Projekten und insbesondere im von der zellulären Architektur geprägten Projekt C/sells demonstriert und können in die legislativen und regulatorischen Gestaltungsprozesse eingebracht werden.

5.4 Empfehlungen zur EEG- und EnWG-Novelle

Autonomie hinter dem Netzanschluss und Innovationen zulassende Regeln für Zusammenwirken in Energiegemeinschaften, Märkten und Netzen

Partizipation als Schlüssel zum Erfolg der Energiewende

Partizipation - also Beteiligung - ist der Schlüssel zum Erfolg der Energiewende. Dabei umfasst dieser Begriff nicht nur Mitsprache. Er beschreibt auch Eigengestaltung, gemeinschaftliches Wirken sowie die Neubestimmung des Verhältnisses lokaler, regionaler und globaler Formen von Energiezugriffen.

Eine wichtige Erkenntnis des im Rahmen vom BMWi geförderten Programmes „Schaufenster intelligente Energie – SINTEG“ ist der Nutzen, den eine umfassende Ausprägung von Beteiligungsformen an der Energiewende mit sich bringt.

Die Europäische Union verabschiedete zur entsprechenden Erweiterung der Handlungsspielräume von Privatpersonen die **Richtlinien 2018/2001 zu erneuerbaren Energien [EU Richtlinie 2018/2001 (12/2018)]** sowie **2019/944 zum Elektrizitätsbinnenmarkt [EU Richtlinie 2019/944/EG (06/2019)]**.

Diese Richtlinien führen zusätzlich zum Begriff Stromvermarktung die Begriffe **Eigenversorgung, gemeinschaftliche Eigenversorgung, Erneuerbare Energien-Gemeinschaften** und **Bürgerenergiegemeinschaften** ein.

Bürger und kleine Unternehmen sollen in die Lage versetzt werden, sich selbst zu versorgen, aber auch Energie gemeinschaftlich zu nutzen. Dabei kann der Strom aus Anlagen eines Eigentümers durch angrenzende Eigentümer im gleichen Gebäude oder Quartier genutzt werden. Diese gemeinschaftliche Eigenversorgung ist ohne bürokratische Lieferantenprozesse umzusetzen. Außerdem soll die Schaffung eines Rahmens für Energiegemeinschaften die Nutzung gemeinschaftlich gewonnener Energie in räumlicher Nähe, also über die Grenzen privater Gebäude hinaus, über das öffentliche Netz, ermöglichen.

Unter diesem Blickwinkel umfassen weder die Vorschläge der Bundesnetzagentur zur Integration der Prosumenten noch die EEG-Novelle die notwendigen Folgerungen in ausreichendem Umfang. Dazu werden nachfolgend die Formulierungen der EU-Richtlinie sowie der EEG-Novelle 2021 [**Bundestag 19/23482 EEG (10/2019)**] verglichen.

Begriffe in EU-Richtlinien und in EEG-Novelle 2021

Die genannten EU-Richtlinien definieren in 2018/2001 zu den nachfolgenden Punkten 1 bis 4 sowie in 2019/944 zu Punkt 5:

1. den **Eigenversorger** zu erneuerbarer Elektrizität als Endkunden, der **an einem Ort** innerhalb definierter Grenzen **oder an einem anderen Ort** für seine Eigenversorgung erneuerbare Elektrizität erzeugt und eigenerzeugte erneuerbare Elektrizität speichern oder verkaufen darf,
2. **gemeinsam handelnde Eigenversorger** zu erneuerbarer Elektrizität als Gruppe von zumindest zwei gemeinsamen Eigenversorgern, die sich in demselben Gebäude oder Mehrfamilienhaus befinden,
3. die **Erneuerbare-Energien-Gemeinschaft** als Rechtsperson mit natürlichen Personen, lokalen Behörden einschließlich Gemeinden, oder klein- und mittelständische Unternehmen als Mitglieder, die in der Nähe ihrer Projekte als Eigentümer und Betreiber angesiedelt sind, wobei Gewinnerzielungsabsicht nicht das Hauptmerkmal ist,
4. das **„Peer-to-Peer-Geschäft“** zum Verkauf erneuerbarer Energie zwischen Marktteilnehmern auf vertraglicher Basis für die automatische Abwicklung und Abrechnung der Transaktionen, die entweder direkt

zwischen den Beteiligten oder auf indirektem Wege über einen zertifizierten Marktteilnehmer, beispielsweise einen Aggregator, erfolgt,

5. die **Bürgerenergiegemeinschaft** als Rechtsperson mit freiwilliger und offener Mitgliedschaft von natürlichen Personen, Gebietskörperschaften, einschließlich Gemeinden, oder Kleinunternehmen und Vereinigungen (z.B. Vereine, Genossenschaften), wo der Hauptzweck nicht in der Erwirtschaftung finanzieller Gewinne besteht, aber eine Vielzahl von Energiedienstleistungen über die Investition und den Betrieb von Erzeugungsanlagen hinaus ermöglicht werden soll (siehe Artikel 2 der EU-Richtlinie 2019/944).

Die Reform zum EEG [Bundestag 19/23482 EEG (10/2019)] übernimmt vorrangig die zentralen Begriffsbestimmungen aus der Gesetzesversion des Jahres 2017 – insbesondere mit Bezug zur Eigenversorgung und zur Direktvermarktung ohne auf die beiden EU-Richtlinien aus den Jahren 2018 und 2019 einzugehen.

Zusätzlich wird der Begriff Bürgerenergiegesellschaft definiert. Dabei wird der Begriff anstatt der Leistungsbreite zum Begriff Bürgerenergiegemeinschaft in der EU-Richtlinie 2019/944 [EU Richtlinie 2019/944/EG (06/2019)] nur im Zusammenhang mit Ausschreibungsverfahren zu Erneuerbaren-Energien-Anlagen genutzt.

Dazu sind dem §3 des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes folgende Festlegungen zu entnehmen.

1. Im §3, Nr. 1 wird jedes einzelne Solarmodul als **Anlage** bezeichnet und damit auch jede PV-Balkonanlage mit 1 kW Leistung, womit in der Folge jede Anlage auch eigenständig im Marktstammdatenregister angemeldet muss.
2. Eine **Bürgerenergiegesellschaft** wird im §3, Nr. 15 als Gesellschaft bezeichnet, die aus mindestens zehn Personen als stimmberechtigte Mitglieder oder Anteilseigner besteht.
3. Unter die **Direktvermarktung** fällt im §3, Nr. 16 jede Veräußerung von Strom aus erneuerbaren Energien, wenn der Strom nicht in unmittelbarer räumlicher Nähe zur Anlage verbraucht und durch ein Netz durchgeleitet wird.
4. Mit dem §3, Nr. 18 wird der Begriff **Energiemanagementsystem** eingeführt, ohne ihn mit der EEG-Novelle 2021 für systemische Lösungen im Gebäude und Anlagen zusammenfassende Lösungen am Netzanschluss (Summe der Einspeisung, Summe des Restbezuges) zu nutzen.
5. **Eigenversorgung** wird nach §3, Nr. 19 allein auf den Verbrauch von Strom eines Anlagenbetreibers in unmittelbaren räumlichen Zusammenhang mit der Stromerzeugungsanlage ausgerichtet, wenn der Strom nicht durch ein Netz durchgeleitet wird (auch für Versorgung an Mieter).
6. Vermarktungsmöglichkeiten umfassen nach §19, Nr. 1 nur Marktprämie bei Direktvermarktung (inkl. der **sonstigen Direktvermarktung nach §21a**).
7. Anlagenscharfe Berichtspflichten des Anlagenbetreibers für Netzbetreiber nach §71 und §74a.

EEG-Entwurf und C/sells-Empfehlungen

Mit der Definition Anlage wären mit der EEG-Novelle jede Anlage eigenständig im Marktstammdatenregister anzumelden und mit einem intelligenten Messsystem auszurüsten. Um eine Vielfalt intelligenter Messsysteme im Gebäude zu verhindern sowie die Aggregation von Energieflüssen am Netzanschluss durch eine Energiemanagementsystem im Gebäude zur summierten Einspeisung sowie summierten Restbezügen zu ermöglichen kann auf §10 b, Satz (1) mit folgender Formulierung Bezug genommen werden.

Im Falle der Direktvermarktung gilt die Pflicht zur Ausstattung mit intelligenten Messsystem auch dann als erfüllt, wenn mehrere Anlagen, die über denselben Verknüpfungspunkt mit dem Netz verbunden sind, mit einer gemeinsamen technischen Einrichtung ausgestattet sind.

Dagegen wird die Anwendung von §10b zur Ausstattung von einzelnen Anlagen angefordert, wenn die Steuerbarkeit von Anlagen durch den Netzbetreiber ermöglicht werden muss. Deshalb ist hier klarzustellen, ob

in analoger Weise durch ein Energiemanagementsystem als Aggregationspunkt für eine Menge von Anlagen die Steuerbarkeit am Netzanschluss zulässig ist.

In analoger Weise erscheint es sinnvoll, das Verfahren zur Anmeldung im Marktstammdatenregister für eine Menge von Anlagen als summierte maximale Einspeise- und Bezugsleistung am Netzanschluss eines Gebäudes zum Abbau von Bürokratie zu ändern.

Zur Harmonisierung mit der EU-Richtlinie 2019/944 zum Elektrizitätsbinnenmarkt ist der Begriff der Bürgerenergiegemeinschaft auszudehnen. Eine Mindestanforderung von 10 Personen scheint hier nicht zielführend. Insbesondere sind verschiedene Organisationsformen (z.B. Genossenschaften und Vereine) bis hin zu Peer-to-Peer-Gemeinschaften zu ermöglichen.

Mit obiger Definition zur Direktvermarktung wird nach §3, Nr. 17 jeder Anlagenbetreiber automatisch zum Direktvermarktungsunternehmer, sobald keine Eigenversorgung erfolgt und auch keine EEG-Zulage gewählt wird oder diese ausgelaufen ist. Wird der Strom direkt an andere Letztverbraucher vermarktet erhält der Anlagenbetreiber nach §3, Nr. 20 zusätzlich die Rolle eines Elektrizitätsversorgungsunternehmens mit allen damit zusammenhängenden Berichts- und Abrechnungspflichten eines Energielieferanten. Aus beiden Unternehmerschaften resultieren umfangreiche Bürokratieranforderungen, die für Betreiber von Anlagen unter 30 kW kaum zu erfüllen und unwirtschaftlich sind. Ohne diese Unternehmerschaft bleibt nur die Möglichkeit den Strom komplett an den Netzbetreiber abzugeben und dafür nach Auslaufen der EEG-Förderung eine geringe Entschädigung für den erzeugten Strom erhalten, die den Weiterbetrieb unwirtschaftlich macht.

Mit dieser Wahl zwischen Eigenversorgung oder Direktvermarktung bei Durchleitung durch ein Netz fehlt die dazwischen liegende Forderung der EU-Richtlinie 2018/2001 zu Erneuerbaren-Energie-Gemeinschaften, die Netze zur Durchleitung nutzen. Ebenso die zusätzliche Forderung der Richtlinie zur gemeinschaftlichen Eigenversorgung wird mit Mieterstrom nur teilweise umgesetzt.

Stattdessen fordert §9, Nr. 1, dass mit Übergangsfristen alle Anlagen über 1 kW Leistung mit einem Messsystem ausgestattet werden müssen, sobald Direktvermarktung oder Eigenversorgung erfolgen soll. Ansonsten greift die Abgabepflicht an den Netzbetreiber mit einer reinen Entschädigungszahlung bei ausgeförderten Anlagen oder bei zur Eigenversorgung vorgesehenen Anlagen, die keine EEG-Förderung in Anspruch nehmen wollen.

Die Begriffsdefinitionen der EEG-Novelle schränken den Eigenverbrauch auf die unmittelbare räumliche Nähe ohne Durchleitung durch ein Netz ein, womit weiterhin der direkte Anlagenbezug im eigenen Gebäude adressiert wird. Eine „Direktvermarktung“ liegt nach diesem Absatz also dann schon vor, wenn der selbsterzeugte Strom an den Nachbarn über die öffentliche Straße fließt. Damit wird beispielsweise die Verbindung von zwei Bauernhöfen beiderseits der Straße zu einer Anlagengemeinschaft verhindert. Eine Verbindung eines Pflegeheimes mit einer Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlage und überschüssiger Wärme mit dem gegenüberliegenden Gewerbeobjekt mit einer Solaranlage, Batterie und überschüssigem Strom wäre somit nicht zulässig. Ebenso kann der Strom aus der eigenen PV-Anlage nicht zum Laden des Elektrofahrzeuges an der eigenen Ladeeinrichtung genutzt werden, wenn die Garage sich ein Stück entfernt am Straßenzug des eigenen Gebäudes befindet.

Die Umsetzung der Forderung der EU-Richtlinie zu Erneuerbaren-Energien-Gemeinschaften ist ein zentraler Punkt einer partizipativen und bürgernahen Energiewende und in der EEG-Novelle nachzubessern. **Somit ist §3, Nr. 16 in der Hinsicht anzupassen, dass der unmittelbare räumliche Zusammenhang nicht verlangt wird und die Durchleitung durch das Netz ermöglicht wird.** Dies ist dann sowohl für die Eigenversorgung als auch für den Eigenverbrauch einer Personengemeinschaft (analog EU-Richtlinie zum gemeinschaftlichen Eigenverbrauch).

Folgende Formulierung wird vorgeschlagen:

§ 3 Nr. 19 EEG-E: „Eigenversorgung“ der Verbrauch von Strom, den eine Personengemeinschaft oder eine oder mehrere natürliche oder juristische Personen im räumlichen Zusammenhang mit der Stromerzeugungsanlage

auch bei Durchleitung durch ein Netz selbst verbraucht, wenn diese Personengemeinschaft oder eine Person aus dieser Personengemeinschaft alleine oder gemeinsam die Stromerzeugungsanlage selbst betreiben.

Umsetzungsvorschläge für Lösungen zur Eigenversorgung

Die Umsetzung der EU-Richtlinien ist sowohl im EEG als auch in einer EnWG-Novelle zu adressieren.

Um sowohl Eigenversorgung und gemeinschaftliche Eigenversorgung im privaten Bereich als auch Erneuerbare-Energie-Gemeinschaften über das öffentliche Netz zu ermöglichen, ist im ersten Schritt der grundsätzliche Umfang einer Eigenversorgungslösung als Zelle festzulegen und deren Umsetzung zu befördern.

Auf Basis der Zielstellungen der EU-Richtlinien schlägt C/sells folgende Maßnahmen vor:

- Förderung autonomer, lokaler Energiemanagementsysteme als Grundlage von Eigenversorgung und Energiegemeinschaften
- Spezifikation eines digitalen Netzanschlusses an Gebäuden mit Kommunikationszugang, intelligentem Messsystem und Leistungssteuerung am Netzanschluss
- Ersatz bisheriger Standardlastprofile durch Standard-Prosumentenprofile an Netzanschlüssen, die öffentlich in Infrastruktur-Informationssystemen bereitgestellt werden
- Förderung von Plattformen für Energiegemeinschaften zur Realisierung von Eigenversorgungslösungen sowie Gestaltung von Rahmenbedingungen für eine vereinfachte Direktvermarktung, Abbau von Bürokratie, Reduzierung der Berichtspflichten und bei Eigennutzung Abschaffung der Umlagen für Anlagen kleiner 30 kW

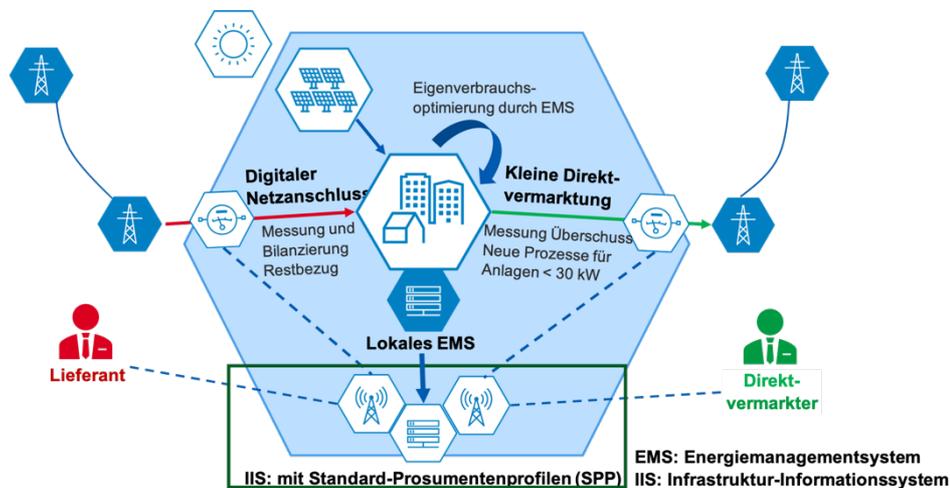


Abb. 3: C/sells-Lösung zur Eigenversorgung (Zelle) von Prosumenten als Alternative zu BNetzA-Optionen

Förderung von Innovationen statt Begrenzung durch Detailregulierung

Eigenversorgung und Energiegemeinschaften im Bereich der Gebäude unterstützen die Erreichung des CO₂-Zieles stärker als der Fokus auf Wärmedämmung. Von 2010 bis 2018 flossen insgesamt 496 Milliarden Euro in die energetische Gebäudesanierung, wobei der Effekt auf die Klimaziele nicht direkt bestimmbar ist. Unsere Empfehlungen zur EEG- und EnWG-Novelle stärken den Rahmen für Eigenversorgung und Erneuerbare-Energien-Gemeinschaft in Verbindung mit lokalen Energiemanagementsystemen in Gebäuden.

Die digitale Vernetzung von Energielösungen und Managementsystemen in Gebäuden sowie am Gebäudenetzanschluss erfordert eine sichere Kommunikationsinfrastruktur für Mess- und Steuerungsprozesse. Die Umsetzung intelligenter Messsysteme und der zugehörigen Gateway-Administration zeigte in der Praxis vielfältige technische Herausforderungen. Das träge Rechtssystem in Kombination mit einer technischen Detailregulierung würde die Gestaltungsarbeit der Prosumenten im Keim ersticken.

Technische Lösungen sollten deshalb der Gestaltungskraft der Gesellschaft auf Grundlage einer europäischen und internationalen normativen Basis überlassen werden.

Weiterhin zeigte sich der Bedarf zur Förderung einer Kommunikationsinfrastruktur an den Netzanschlüssen der Gebäude. Aktuell fehlen insbesondere im Altbau oft die notwendigen Kommunikationszugänge sowie im Gebäude die zugehörige kommunikative Vernetzung mit den Energieanlagen und Geräten.

Flankierende Förderprogramme für Gebäudebesitzer müssen sich deshalb darauf fokussieren, im Altbau die Ertüchtigung des elektrotechnischen Bestandes, aber auch der Kommunikationsinfrastruktur im Zusammenhang mit dem Breitbandausbau zu erreichen. Dies betrifft ebenso beim Neubau die Förderung entsprechender Lösungen im Planungsprozess. Dabei sollte im Rahmen des digitalen Netzanschlusses die Installation intelligenter Messsysteme primär bezogen auf das Gebäude am Netzanschluss und nicht vorrangig bezogen auf Einzelanlagen erfolgen.

Ohne Ertüchtigung der externen und internen Kommunikationswege der Gebäude können lokales Energiemanagement und die Einbindung in Energiegemeinschaften und externe Märkte nicht erfolgreich sein. Dabei ist der Gebäudeeigentümer zu fördern, ohne dessen Investitionen und Partizipation an der Energiewende der notwendige Zubau Erneuerbarer Energie in Gebäuden nicht zu erreichen ist. Eine Umschichtung aus Mitteln der Gebäudedämmung scheint dazu sinnvoll.

Andreas Kießling, Dr. Albrecht Reuter, Moritz Griesbeck, 10.12.2020

5.5 Empfehlungen für die Schnittstelle zum Prosumenten

Autonome Gestaltung von Prosumenten im Systemverbund

Die Richtlinie der europäischen Union zu Erneuerbaren Energien vom Dezember 2018 zielt auf die Stärkung der Eigennutzung oder gemeinschaftlichen Nutzung selbst gewonnener Energie ab. Dabei wird ein hohes Maß an Partizipation - also Beteiligung - an der Energiewende auch auf lokaler Ebene angestrebt.

Diesem Thema widmete das Projekt C/sells einen Schwerpunkt seiner Aktivitäten. Dabei gilt es, die autonome Gestaltung von Energiesystemen mit Stromerzeugung, Speicherung, Sektorkopplung, Energienutzung und lokalem Energiemanagement in Gebäuden und Quartieren zu befördern sowie gleichzeitig die Systemdienlichkeit im Netzverbund an den gemeinsamen Anschlussstellen zu gewährleisten. Die Begriffe Zellen und Prosument wurden dabei zu Synonymen für dieses Handeln.

Hierbei sollten

- *die Innovations- und Gestaltungskraft der Gesellschaft entfaltet,*
- *die normative Basis durch gemeinsame technische Standards und Regeln vorangetrieben*
- *sowie Empfehlungen für eine wettbewerbsfördernde Energiepolitik abgegeben werden.*

Auf Basis der europäischen Richtlinien und der Projekterfahrungen befürwortet das Projekt C/sells grundsätzlich das Anliegen der Bundesnetzagentur, Empfehlungen für den zukünftigen Betrieb insbesondere von kleineren Solaranlagen unter 30 Kilowatt auf den Dächern privater Gebäude auch ohne EEG-Förderung abzugeben. Ziel sollte es dabei sein, die Rahmenbedingungen so zu gestalten, dass Eigenverbrauchslösungen und Energiegemeinschaften befördert und somit der stockende Photovoltaik-Ausbau wieder angeregt wird. Gleichzeitig gilt es, den Weiterbetrieb von Altanlagen sicherzustellen, deren Förderzeitraum abgelaufen ist.

Eine Herausforderung dabei ist es, den Weiterbetrieb von Altanlagen mit einer entsprechenden attraktiven Einspeisung in das externe Netz ohne Eigenverbrauch zu gewährleisten. Andererseits sollten Eigenverbrauchslösungen und Energiegemeinschaften entsprechend der Anforderungen der EU-Richtlinie von übermäßigen Kosten und Umlagen sowie von Bürokratie befreit werden. Gerade im Bereich der Anlagen unter 30 Kilowatt werden Prosumenten-Lösungen schnell unattraktiv, wenn sie mit der Direktvermarktung von Großanlagen sowie mit Unternehmen als Energielieferanten gleichgesetzt werden.

Somit schlägt C/sells Anpassungen bezüglich der vorliegenden Optionen der Bundesnetzagentur vor.

Erfahrungen im AutonomieLab Leimen

Für Anbieter von Solaranlagen ist eine funktionierende Inselnetzfähigkeit insbesondere vor dem Hintergrund der Optimierung des Eigenverbrauches von erzeugtem Solarstrom interessant.

Beteiligung umfasst die Gestaltung von Energiegewinnung, Speicherung und Eigenverbrauch bei Prosumenten. Damit entstehen autonome und gleichzeitig verbundene Energiezellen. Die autonome Gestaltung bietet aber gleichzeitig im Notfall die Möglichkeit für den zeitweisen autarken Betrieb.

Damit können sowohl Handlungsmöglichkeiten im eigenen Hoheitsbereich, zum Austausch in Energiegemeinschaften als auch zur Erhöhung der Versorgungssicherheit erschlossen werden. Autonomie schließt den eigenen Nutzen als auch die Solidarität in der Gemeinschaft ein, während Autarkie Mindestfunktionen des Gebäudes auch im Falle des Blackouts gewährleistet.

Im Rahmen der Demonstration Lab Noir wurde die zeitweise Autarkie bei externem Spannungsausfall durch eine PV-Anlage, einen Speicher, einen steuerbaren Netzanschluss sowie ein Energiemanagementsystem im Gebäude ermöglicht. Ziel war es, beim Netzausfall möglichst lange die Versorgung im Gebäude zu gewährleisten.

Im weiteren Ausbau des AutonomieLabs Leimen galt es, auf Basis eines digitalen Netzanschlusses sowohl das Leistungsmanagement durch den Verteilnetzbetreiber am Netzanschluss mit einem Signal zur Leistungsbegrenzung als auch das autonome Energiemanagement in den einzelnen Gebäuden zu ermöglichen. Die Wechselwirkung von Autonomie und Systemdienlichkeit war zu betrachten.

In diesem Rahmen wurden die Auswirkungen der von der Bundesnetzagentur vorgeschlagenen drei Optionen zur Ausgestaltung von Prosumenten-Lösungen untersucht. Dabei stellte sich die Netzbetreiber-Option als unattraktiv für Eigenverbrauchsoptimierungen heraus. Die Nutzung dieser Option scheint ausschließlich bei ausgeförderten Anlagen interessant, wo keine weiteren Investitionen und kein Eigenverbrauch vorgesehen sind, sondern ausschließlich Einspeisung in das Netz stattfindet.

Bezüglich der Lieferanten- und Marktoption kommt aus unserer Sicht nur die Marktoption den Anforderungen von Eigenverbrauch und Energiegemeinschaften nahe. Die Erfahrungen aus C/sells sowie die Rückmeldungen von Experten verschiedener Verbände zeigen insbesondere, dass die aktuellen Umlagen und Kosten sowie die Bürokratie und Berichtsaufwendungen zur Marktteilnahme den autonomen Betrieb für Prosumenten unattraktiv machen. Ein Weiterbetrieb wäre auch aus Sicht des AutonomieLabs Leimen unwirtschaftlich.

Deshalb schlägt C/sells auf Grundlage der Projektergebnisse die Weiterentwicklung der Marktoption in folgender Weise vor.

Prosumentenprofile, digitaler Netzanschluss und lokales Energiemanagement

C/sells geht von der Notwendigkeit aus, die rechtlichen Anforderungen für Prosumenten-Lösungen zur Beförderung von Eigenverbrauch und Energiegemeinschaften zu vereinfachen. Ergänzend sind neue technische Regeln für einen digitalen Netzanschluss zu definieren, die auf der Gestaltung durch Normen und technischen Anwendungsregeln beruhen.

Das Verhältnis von Regulierung sowie der durch die Wirtschaft gestalteten normativen Basis kann in folgender Weise neu ausgerichtet werden.

Neue Standard-Prosumentenprofile

*Die Bilanzierung von Erzeugung und Verbrauch sollte nicht anlagenbezogen, sondern aggregiert am Netzanschluss für **eingespeiste Überschussmengen** und **bezogenen Reststrom** erfolgen und mit der Messung dieser, in zwei Richtungen fließenden, Energiemengen über intelligente Messsysteme verbunden sein.*

Grundlage können neue Standard-Prosumentenprofile für Energieeinspeisung und -bezug am Netzanschluss sein, die über Prognosekomponenten eines Infrastruktur-Informationssystems bereitgestellt und anhand verschiedener Anlagenausstattungen im Gebäude typisiert werden.

Kleine Direktvermarktung für Anlagen unter 30 Kilowatt

Empfohlen wird die Einführung neuer Prozesse mit unbürokratischer Vermarktung bei Anlagen kleiner 30 kW zur Verringerung der Hürden für Eigenverbrauch und Energiegemeinschaften, wobei hierzu Technologien auf Basis von Innovationen und Normung entstehen sollten.

Digitaler Netzanschluss

Empfohlen wird weiterhin die Einführung eines digitalen Netzanschlusses mit Kommunikationsanschluss, intelligentem Messsystem und digitaler Steuerbox des Netzbetreibers sowie Schalteinrichtung am Netzanschluss. Die Signale zur Ab- und Wiederzuschaltung eines Netzanschlusses sowie zur Leistungsbegrenzung im Störfall sollten auf Basis von einem lokalen Energiemanagementsystem zur autonomen Leistungssteuerung im Gebäude

(„Smart-Grid-Readiness-Schnittstelle“) entstehen. Zur Spezifikation der Kommunikationsschnittstellen stehen Standards der Industrie zur Verfügung.

Lokales Energiemanagementsystem

Die Verbindung der beiden Ziele zur autonomen Gestaltung und der systemdienlichen Einbindung in den Netzverbund sollte durch die Aggregation von Energiemengen und von Flexibilität am Netzverbindungspunkt auf Basis eines lokalen Energiemanagementsystem der Energiezelle statt der Steuerung von Einzelanlagen erfolgen.

Aus Sicht der Projektteilnehmer wird die Komplexität der notwendigen Gestaltungsprozesse besser dadurch beherrscht werden, dass legislative Prozesse und Regulierungen nur den notwendigen Rahmen definieren und Bürokratie abbauen. Die technische Detailausgestaltung der Innovationskraft sollte dabei der Gesellschaft und Wirtschaft auch in Verbindung mit dem internationalen Standardisierungsumfeld überlassen werden.

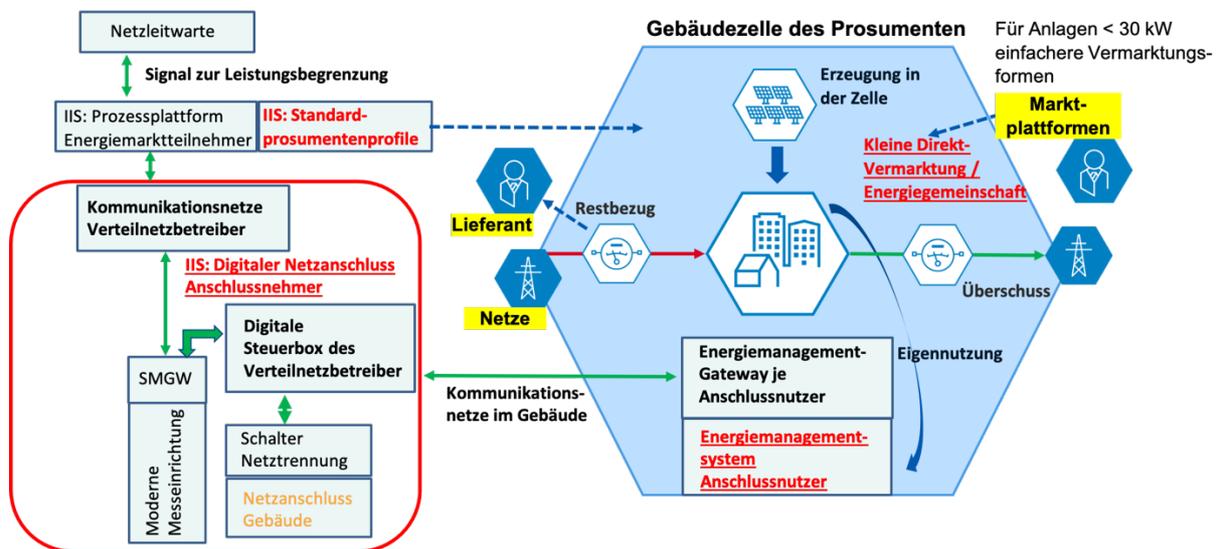


Abb. 4: Digitaler Netzanschluss zur Ausgestaltung von Option 4

5.6 „Stufenmodell zur Weiterentwicklung von Standards für die Digitalisierung der Energiewende“

In C/sells arbeiteten über 60 Partner mit 400 Expertinnen und Experten aus Industrie, Energiewirtschaft und Wissenschaft an der Konzeption neuer, kleinteiliger Märkte, an der technischen Umsetzung in den Demonstrationszellen sowie der Einbindung der Bürgerinnen und Bürger in den Partizipationszellen. Der stets offene Austausch der Partner und die konstruktive Zusammenarbeit ermöglichte integrative Konzepte, für die der Übergang in den Realbetrieb vorbereitet wurde. Dabei ist es wichtig, nicht am Reißbrett zu planen, sondern im Dialog mit den Fachleuten im Betrieb und den Vertretern des FNN an einer Evolution der Prozesse zu arbeiten. Im Rahmen des Stufenmodelles von BSI/BMWi bringt das Projekt gewonnene Erfahrungen und Erkenntnisse zur weiteren Anwendung der Kommunikationsinfrastruktur mit Smart Meter Gateway ein. Mit dem Stufenkonzept werden wesentliche Herausforderungen bei der Digitalisierung der Energiewende adressiert. Die erfolgreiche Umsetzung der mit der Transformation des Energiesystems sowie mit der Digitalisierung verbundenen Herausforderungen erfordert dabei den Abgleich von staatlich regulierten Prozessen sowie der Nutzung der Innovationskraft der Industrie und der Gestaltungskraft der Gesellschaft. Diese Treiber finden sich auch in den energiepolitischen Positionen von C/sells wieder.

In diesem Zusammenhang möchten wir folgende Punkte unterstreichen:

- Ein mit dem Stufenmodell verbundenes schrittweises Vorgehen auf Basis von bestimmten Anwendungsfällen ist bei der Komplexität der Transformationsprozesse zu unterstützen. Dies entspricht auch der Vorgehensmethodik im Rahmen des europäischen Standardisierungsmandates. Das aktuelle BMWi/BSI-Stufenmodell ist stark auf den Zielzustand fokussiert. Der im Begleitdokument skizzierte jährlich wiederkehrende Prozess lässt auf lange und starre Entwicklungs- und Entscheidungszyklen schließen. **Wir empfehlen die Ausarbeitung eines Migrationspfades**, der es erlaubt, auch kurzfristig Mehrwerte aus der Anwendung intelligenter Messsysteme mit Smart Meter Gateways zu realisieren.
- Die C/sells-Feldtests zeigen, dass eine Einbindung und Mitwirkung der Gebäudeeigentümer Grundlage für die erfolgreiche Umsetzung energiewirtschaftlicher Anwendungsfälle ist. Essenzielle Voraussetzung für das Stufenmodell, etwa die Modernisierung der oftmals jahrzehntealten elektrischen und kommunikationstechnischen Infrastruktur, wird bislang kaum thematisiert, ist aber die Voraussetzung für die geplante hohe Durchdringung und die erhofften Mehrwerte aus der Anwendung intelligenter Messsysteme mit Hilfe von Smart Meter Gateways.
- Aus unserer Sicht gilt es die regulatorischen und legislativen Prozesse auf die Gestaltung grundlegender Rahmenbedingungen zu beschränken, um insbesondere die Innovationskraft motivierter Vorreiter der international agierenden deutschen Industrie bei der Schaffung zusammenwirkender Systeme nicht auszubremsen. Der Fokus des Stufenmodells sollte auf der Weiterentwicklung des SMGW als sichere Kommunikationsplattform und deren Schnittstellen liegen. **Die diese Plattform nutzenden Komponenten (z.B. Energiemanagement Systeme, Anlagen, etc.) sollten in ihrer technischen Ausprägung nicht Gegenstand der BMWi/BSI-Spezifikation sein, sondern durch die entsprechenden Branchenverbände/-institutionen erarbeitet werden. Dadurch wird der marktorientierten Weiterentwicklung dieser Applikationen Vorschub geleistet und eine kurzfristige Umsetzung von kundenorientierten Lösungen ermöglicht.**
- Für das **stufenlose Steuern in der Niederspannung** hat sich in C/sells eigens eine Arbeitsgruppe gegründet. Die erarbeiteten Modelle für eine Koordination von Steuerungen sind in den Task-Forces und dem Stufenmodell bisher kaum berücksichtigt. Mit Blick auf unsere Erfahrungen ist eine Umsetzung marktlicher Steuerungen und Steuerungen des Netzbetreibers nur durch Implementierung einer Koordinierungsfunktion möglich. Wir unterstützen die Arbeit von FNN und DKE ausdrücklich, da deren Konzepte das Zusammenspiel von Anlagenherstellern, Gebäudetechnik und Energieversorgern in die

Normung transferieren. Wir weisen darauf hin, dass Standardisierung im internationalen Kontext erfolgen muss, um die Wettbewerbsfähigkeit der nationalen Industrie sicherzustellen.

- Mit den in C/sells entwickelten **Flexibilitätsplattformen** wurde die Möglichkeit geschaffen, netzdienliches Verhalten von dezentralen und kleinteiligen Flexibilitätsoptionen anzuregen. Diese Konzepte sollten im Architekturmodell, das im Rahmen dieses Konsultationsprozesses erarbeitet wird, berücksichtigt werden.
- C/sells beschreibt und erprobt ein energiewirtschaftliches Zielszenario, bei dem Gebäude die Energieerzeuger und -verbraucher sowie Speicher und Elektrofahrzeuge in sogenannten Autonomiezellen vereinen (Prosumenten z.B. im Bereich der Einfamilienhäuser). Der Netzbetreiber und Aggregatoren stehen in Interaktion mit dem Gebäude. Dabei ist der „**digitale Netzanschluss**“ die intelligente Schnittstelle zwischen Netzbetreiber und Gebäude. Die sichere Kommunikationsanbindung wird über die zertifizierte und standardisierte SMGW-Infrastruktur sichergestellt. Im Eigentumsbereich der Anschlussnehmer befindliche Systeme sind nicht Teil der Zertifizierung, wenngleich standardisierte Schnittstellen die verlässliche Interaktion mit den energiewirtschaftlichen Akteuren garantieren.

Der umfangreiche Prozess zur Ergebnissynthese der SINTEG-Projekte wird von den C/sells Expertinnen und Experten intensiv begleitet und mitgestaltet. Darüber hinaus haben wir in C/sells mit unserem Dialogformat zu den „Energiewirtschaftlichen Positionen“ bereits Erkenntnisse und Empfehlungen mit der Fachöffentlichkeit geteilt, die im Rahmen der C/sells Minister-Dialoge diskutiert werden.

Albrecht Reuter, Fichtner IT Consulting GmbH, Gesamtprojektleiter C/sells, Albrecht.Reuter@fit.fichtner.de

Jörg Schmidtke, VIVAVIS AG, Joerg.Schmidtke@Vivavis.com

Peter Breuning, Stadtwerke Schwäbisch Hall GmbH, Peter.Breuning@stadtwerke-hall.de

Andreas Kießling, energy design & management consulting, andreas@energieorganismus.de

Andreas Weigand, Stadtwerke München GmbH, weigand.andreas@sww.de

Janosch Wagner, PPC AG, j.wagner@ppc-ag.de

*Kontakt: Albrecht Reuter (Gesamtprojektleiter C/sells) Fichtner IT Consulting GmbH
Sarweystraße 3, 70191 Stuttgart*

Tel: +49 711 8995 1964, Mobil : +49 177 899 79 64

albrecht.reuter@csells.net

www.csells.net

#csells

5.7 Technische Detailregulierung im EEG im Blickwinkel der Abgrenzung von Rechtssystem, normativer Basis und Innovation

Technische Detailregulierung im EEG als Hindernis für Innovation und Partizipation

BSW fordert zu EEG: keine Ausschreibung bis 750 kW - Eigenverbrauch ohne EEG-Umlage bis 30 kW & Streichung unmittelbarer räumlicher Zusammenhang & keine Personenidentität bei Eigenverbrauch für Energiegemeinschaften - keine Messsystempflicht unter 7kW

EEG-Reform

Wirtschaftsminister Altmaier fordert eine parteiübergreifende Charta der Energiewende, die Kreativität und Innovationen zur Beschleunigung des Transformationsprozesses entfalten soll. Dafür sind Hemmnisse zu beseitigen und Fehler der Vergangenheit zu korrigieren. Ein Energiehaus der Energiewende soll der Welt Erfolgsbeispiele aufzeigen.

Gleichzeitig liegt dem Bundestag ein Gesetzentwurf vor, der das Konzept der technischen Detailregulierung im EEG (Erneuerbare-Energien-Gesetz) fortsetzt [Bundestag 19/23482 EEG (10/2019)]. Dabei wird gesamtsystemischen, dezentralen Lösungswegen in segmentierten zellulären Strukturen zur Selbstgestaltung bei Bürgern, Unternehmen, in Kommunen und Regionen weiterhin den Weg versperrt.

Nachfolgende Kritikpunkte begründen diese Schlussfolgerung.

Ausschreibungen bei Neuanlagen, Wertersatz bei Altanlagen und Mieterstrom

Erweiterung der Ausschreibungen

Im EEG werden neue Ausschreibungssegmente eingeführt – vorerst mit einer Senkung von 750 auf 500 Kilowatt - deren Anwendung bei zeitlicher Staffelung schlussendlich bis zu Anlagen mit einer Leistung von 100 Kilowatt erfolgen soll. Derartige Anlagen kommen beispielsweise schon auf privaten Bauerhöfen in Betracht. Es stellt sich die Frage, warum das Engagement einer privaten Vielfalt von Investoren durch die Erweiterung bürokratischer Verfahren zusätzlich eingeschränkt werden soll, wenn die Ausbauziele aktuell schon nicht erreicht werden.

Weiterbetrieb von Anlagen nach Auslaufen der Förderung durch das EEG

Zum Weiterbetrieb von aus der Förderung laufenden Altanlagen wird die sogenannte Netzbetreiber-Option vorgeschlagen, die das sogenannte „wilde Einspeisen“ durch einen Wertersatz verhindern soll. Der Wertersatz bei Kleinanlagen unter 30 Kilowatt in Verbindung mit der geforderten zusätzlichen Messtechnik sowie laufenden Betriebskosten macht den Weiterbetrieb unwirtschaftlich. Insofern ist der Abbau von PV-Anlagen und damit der Verlust an PV-Erzeugung nach dem Förderzeitraum zu vermuten.

Mieterstrom / Eigenverbrauch / Energiegemeinschaften

Die Rahmenbedingungen für Mieterstrom sollen verbessert werden. Mieterstrom ist aber nur eine Komponente von möglichen Eigenverbrauchslösungen. In der EU-Richtlinie zu Erneuerbaren Energien wird stattdessen zwischen Eigenverbrauch, gemeinschaftlichen Eigenverbrauch in Gebäuden und Quartieren oder anderen privaten Arealen sowie Energiegemeinschaften im öffentlichen Raum unterschieden. Trotz Forderungen, die EU-Richtlinie entsprechend umzusetzen, lässt der Gesetzentwurf zum EEG diese Vielfalt der Möglichkeiten zur Partizipation an der Energiewende außer Acht.

Partizipation in von C/sells geforderten Umfang kann nur durch die Ausdehnung des Eigenverbrauch-Begriffes erreicht werden. Vorgeschlagen wird eine Eigenverbrauchs-Regelung ohne EEG-Umlage für Anlagen bis 30 Kilowatt, die Streichung der Formulierung zum Eigenverbrauch in unmittelbarem räumlichen Zusammenhang sowie die Aufhebung der Personenidentität bei Eigenverbrauch. Damit sind sowohl gemeinschaftlicher Eigenverbrauch als auch die Schaffung von Energiegemeinschaften zu befördern.

Anlagenbezogene technische Detailvorschriften mit intelligenten Messsystem

Netzanschlussbezug für Teilsysteme (Zellen) im Sektorenverbund statt Kleinanlagenbezug

Betreiber von Anlagen mit installierten Leistungen über bestimmten Grenzen und Betreiber von KWK-Anlagen müssen ihre Anlagen mit technischen Einrichtungen ausstatten, mit denen der Netzbetreiber jederzeit die Ist-Einspeisung abrufen kann und die Einspeiseleistung bei Netzüberlastung stufenlos ferngesteuert regeln kann. Dies betrifft auch Altanlagen.

Hierbei wird weiterhin grundsätzlich nur von Einzelanlagen oder Anlagen gleicher Art (z.B. mehrere PV-Anlagen als System) gesprochen. Dies bedeutet, dass im Gebäudebereich für PV-Anlagen, KWK-Anlagen sowie Batteriespeicher separate Mess- und Steuereinrichtungen eingebaut werden müssen und somit zur Vervielfältigung der Kosten führen. Dies betrifft auch Anlagen ab einem Kilowatt Leistung und damit kleinste Balkonanlagen. Nicht betrachtet wird die Möglichkeit, im Rahmen eines digitalen Netzanschlusses nur eine Messeinrichtung für die Überschusseinspeisung und den restlichen Energiebezug sowie eine zugehörige Einrichtung zur Leistungssteuerung am gemeinsamen Netzanschluss zu fordern. Das Zusammenführen unterschiedlicher Anlagen zu einer gemeinsamen Leistungssteuerung kann durch ein Energiemanagementsystem in der jeweiligen Zelle erfolgen.

Deshalb wird empfohlen, die Pflicht zur Ausstattung mit Messsystemen für Anlagen unter 7 Kilowatt im allgemeinen Falle zu streichen. Bei Hausanschlüssen mit bis zu 30 Kilowatt Leistung, die mit einem digitalen Netzanschluss sowie einem lokalen Energiemanagementsystem ausgestattet sind, um nur Überschüsse einzuspeisen und Reststrom zu beziehen, sollte nur ein Messsystem mit bidirektionaler Leistungsmessung gefordert werden.

Das Argument der Cybersicherheit in Verbindung mit der Forderung nach Messsystemen an allen Kleinstanlagen ist nicht stichhaltig. Ein Hausanschluss mit digitalem Netzanschluss – SMGW und Steuerbox – in Verbindung mit einem aggregierenden Energiemanagementsystem versteckt quasi alle Einzelanlagen hinter einem sicheren Kommunikationsknoten.

Fokus der Reform des EEG auf das intelligente Messsystem

Anlagenbetreiber, die keine EEG-Zulage mehr erhalten oder darauf verzichten, setzen Lösungen zur Eigenverbrauchsoptimierung in Verbindung mit der Vermarktung von Überschüssen um. Der EEG-Gesetzesentwurf fordert für diese Akteure den Einbau von Einrichtungen zur Messung der Momentaneinspeisung sowie der stufenlosen Steuerung. Die technische Umsetzung wird aber nicht dem Markt überlassen, sondern ausschließlich auf das intelligente Messsystem fokussiert. Dessen Nutzung für Steuerungsfunktionen ist aber von einem technischen Detailregulierungsprozess in der BMWi/BSI-Task Force Smart Metering / Smart Grid / Smart Mobility betroffen. Somit besteht die Gefahr, dass die Anforderung zur ausschließlichen Nutzung bis 2025 den weiteren PV-Ausbau zusätzlich ausbremst. Von diesen Pflichten kann bei Anlagen unter 100 kW nur abgewichen werden, wenn der gesamte erzeugte Strom eingespeist wird. Diese technische Detailregulierung im EEG stellt sich wiederum als Bremse zur Partizipation an den Chancen der Energiewende dar.

Standardprofile für Einspeisung und Bezug

Standardlastprofile und Standard-Prosumentenprofile

Der Entwurf zum EEG führt aus: „Die Anwendung standardisierter Lastprofile an einem Netzanschlusspunkt ist nicht zulässig, wenn hinter dem Netzanschlusspunkt sowohl Verbrauch als auch Erzeugung stattfinden, dabei der erzeugte Strom nicht vollständig in das Netz eingespeist wird und die zugehörige Messstelle mit einem intelligenten Messsystem nach dem Messstellenbetriebsgesetz ausgestattet ist“.

In der Folge wird aber kein Bezug auf die mögliche Einführung neuer Standard-Prosumentenprofile genommen, sondern es wird die Übermittlung von Lastgängen auch bei Verbräuchen unter 10.000 kWh gefordert. Die aktuell verfügbaren Lastgangmesseinrichtungen sind für die genannten Energiemengen unwirtschaftlich. Entsprechende neue Lösungen im Rahmen intelligenter Messsysteme unterliegen dem aktuellen Detailregulierungsprozess in der BMWi/BSI-Task Force. Die damit fehlende Planungssicherheit gefährdet ebenso das notwendige Maß an PV-Ausbau.

Notwendigkeit der Neugestaltung des Verhältnisses von Rechtssystem, normativer Basis und Innovation

Gesamtsystemische Gestaltung im Sektorenverbund von Strom, Wärme und Mobilität

In der Begründung des Gesetzentwurfes wurde auf das Ziel fokussiert, bis zum Jahre 2030 65 Prozent des deutschen Strombedarfes durch erneuerbare Energien zu decken. Keine Beachtung findet die Tatsache, dass nur 25 Prozent der eingesetzten Endenergie auf Elektrizität basiert. Der Wärmebedarf und die Mobilität werden dabei nicht adressiert. Auch der zukünftige Bedarf an grünem Wasserstoff wird außer Acht gelassen. Benötigt werden integrierte, gesamtsystemische Lösungen im Verbund von Erzeugung, Speicherung und Nutzung verschiedener Energieformen. Diese Lösungen werden in verschiedenen Gestaltungsstrukturen (Zellen in Form von Gebäuden, Quartieren, Arealen, Kommunen und Regionen) benötigt.

Die damit entstehende Komplexität technologischer Möglichkeiten kann gesetzgeberisch nicht vorgedacht werden. Insofern sollte es die Zielstellung einer Reform des EEG sein, den allgemeinen Rahmen für derartige Lösungen zu schaffen. Die technische Ausgestaltung kann mittels einer durch die Wirtschaft gestalteten normativen Basis sowie mittels Innovationen und Gestaltungskraft der Gesellschaft ohne technische Detailregulierung im EEG erfolgen.

Detailregulierung technologischer Einzelaspekte scheitert an der Komplexität

Unter den genannten Aspekten ist der Gesetzesentwurf weitgehend zu stark von technologischen Einzelaspekten bestimmter Anlagengrößen, bestimmter Einsatzfälle und in Bezug auf die überbetonte und wiederholt adressierte Ausstattung mit bestimmten Mess- und Steuerungssystemen geprägt. Der alternative Weg zur Rahmensetzung im Rechtssystem mit Unterstützung der normativen Basis der Wirtschaft und mit Beförderung von Innovationen kann dem Entwurf nicht entnommen werden.

Die Beförderung von Innovationen sollte insbesondere auf der lokalen Ebene durch die Verringerung von Bürokratie sowie Umlagen und Kosten erfolgen, um hiermit die Anforderungen der EU-Richtlinie zu erneuerbaren Energien umzusetzen.

Die Wirtschaftlichkeit von Eigenverbrauchslösungen erfordert, dass in privaten Gestaltungszellen ausschließlich der Restbezug sowie die Überschusseinspeisung gemessen und abgerechnet wird, aber nicht

der selbst erzeugte und eigengenutzte Strom. Hierzu sind Anwendungsregeln für einen digitalen Netzanschluss durch die Industrie in den entsprechenden technischen Verbänden zu definieren.

Finanzierung des Steueraufkommens mit Energie?

Die Finanzierung eines Steueraufkommens für Stromsteuer und Mehrwertsteuer auch mit eigengenutztem Strom verhindert die Vielfalt an Partizipationsmöglichkeiten.

Nach dem Grundsatz „Besteure, was du weniger haben willst, und fördere, was du mehr haben willst“ sollten die Kosten zur Eigenstromerzeugung mit Eigenverbrauch gesenkt und nicht durch Beibehaltung der bisherigen Organisation und Einführung neuer Belastungen erhöht werden.

Nicht Beiträge der vielfältigen Akteure der Gesellschaft zur Erhöhung des Anteiles an Erneuerbaren Energien sollten besteuert werden, sondern die Nutzung fossiler Energie und klimaschädliches Verhalten mit entsprechenden Abgaben für freigesetztes Kohlendioxid.

Andreas Kießling, Leimen, 27.11.2020

6 Governance und Gesellschaftliche Innovationskraft

6.1 Prosumenten im Spannungsverhältnis von Regulierung und autonomer Eigengestaltung

6.1.1 Green New Deal, nachhaltiges Wachstum und Partizipation

Neue Begriffe gehen um, der Green New Deal, nachhaltiges Wachstum und Partizipation. Für die eine Gruppe sind sie die Verheißung eines zunehmenden Wohlstandes und erweiterter Möglichkeiten der Menschheit trotz Ressourcenknappheit. Die andere Gruppe betrachtet sie als Gespenst, mit dem die Freiheit des Handelns eingeschränkt wird. Die Beschäftigung mit diesen Begriffen zeigt schnell, dass bei ihrer Benutzung in der Regel auf eine Definition verzichtet wird.

Gerade die Suche nach der optimalen Vorgehensweise zur Energiewende verlangt deren Klärung, um neue Wege und Mittel bewerten zu können. Dabei geht es sowohl um die Bewertung von zivilen, nicht nur unter wirtschaftlichen Aspekten bewertbaren Handlungen, um neue Formen der Bilanzierung und Wertermittlung von Unternehmen sowie neue Strategien des Managements von Energieflüssen. Notwendig ist aber auch die Neubewertung des gesetzlichen Rahmens und des Verhältnisses zwischen staatlicher Regulierung sowie der Kraft gesellschaftlicher Innovationsfähigkeit.

6.1.2 Kapitalbildung und Geldvermehrung mit begrenzten materiellen Rohstoffen

Wachstum basierte in der Vergangenheit insbesondere auf der Entnahme von Rohstoffen aus dem begrenzten System Erde. Mit den Rohstoffen wurde Kapital in Form von Produktionsmitteln geschaffen. Die Entnahme der Rohstoffe erzeugt für sich in der Regel noch keinen Geldwert. Ihren Wert erhalten sie durch Veredelung – die Wertschöpfung – unter Nutzung von Produktionsmitteln und menschlicher Arbeitskraft. Damit werden neue rohstoffbasierte Produkte und Dienstleistungen geschaffen, die konsumiert werden können. Hierzu gehören beispielsweise Häuser, Möbel, Fahrzeuge, die Kleidung, aber auch Dienstleistungen beim Arzt und zur Freizeitgestaltung.

Vorfinanziert wurde das Kapital mit Geld. An der Mehrwertschöpfung werden die Arbeitskräfte zum Teil mit Geld beteiligt. Für Geld kaufen wir uns Produkte. Der Geldüberschuss wird teilweise in neues Kapital investiert, dass wiederum aus neuen Rohstoffen geschaffen wird.

Wachstum entsteht durch die ständige Neuentnahme von Rohstoffen sowie die Vermehrung von Geld. Die Bilanzierungsregeln und damit die Bewertung von Unternehmen basieren auf der Aktiva-Seite auf der Summation aller Kapitalwerte in Form von aus Rohstoffen geschaffenen Sachen und vorhandener Geldwerte. Diese Unternehmenswerte wurden auf der anderen Seite – genannt auch Passiva – durch Eigenkapital oder durch die Aufnahme von Krediten finanziert.

Wachstum bedeutete in der Vergangenheit, die Aufrechterhaltung der Beschaffung und Verteilung von stofflichen Gegenständen und Geld. Die Gegenstände entstehen durch Veredelung von Rohstoffen in Produktionsprozessen. Unter Nutzung generierter Geldmittel lassen sich mit menschlicher Arbeitsleistung auch Dienstleistungen erbringen. Der Schwerpunkt menschlichen Wirkens lag somit letztendlich auf stofflichen und geldbezogenen Prozessen.

6.1.3 Rohstoff Information

An dieser Stelle wird der aufmerksame Leser widersprechen. Richtig! Natürlich basierte menschliches Wirken schon immer auf den Fähigkeiten des Gehirns zur Informationsverarbeitung. Die Bewertung des Wirkens der

Lehrer und Wissenschaftler, um ein Beispiel zu nennen, fand sich aber nur in geringem Maße in den Bilanzen der Unternehmen wieder.

Natürlich können in den Bilanzen auch geistige Kreativgüter wie Lizenzen oder Marken bewertet werden. Aber jeder Unternehmer, der im Rahmen einer Kreditaufnahme schon einmal den Wert seines Unternehmens verteidigen durfte, kennt das Problem. Seitens der Bank zählen letztendlich vorrangig langfristig werthaltige Sachgüter wie Grundstücke, Gebäude, Maschinen oder Geldvermögen.

Mit dem Erfolg von Informationstechnologien auf Grundlage des Internets vollzog sich hierbei seit den 1990er Jahren ein Paradigmenwechsel. Die Information wurde zu einem wertschöpfenden Element.

Die Pioniere des Wandels betraten zu dieser Zeit die Bühne der Weltwirtschaft. In der Folge erstarkte der Neue Markt. Nach völliger Überhitzung brach dieser Markt um die Jahrtausendwende wieder ein. Unter den Begriffen E-Commerce und E-Business wurde auf der Grundlage von Informationsflüssen die Wirkungsweise der geschäftlichen Prozesse klassischer Unternehmensfunktionen neu organisiert. Die Grundlagen der Wertschöpfung und der Bilanzierung von Unternehmen berührten diese Veränderungsprozesse dabei nicht wirklich.

Der eigentliche Paradigmenwechsel kann auf das Jahr 2002 datiert werden. Unter dem Druck des zusammenbrechenden Neuen Marktes galt es für Larry Page – einem der Gründer von Google – neue Formen des Geldverdienens zu finden.

6.1.4 Verwertung des Rohstoffes Information

Das Geschäftsmodell von Google basierte vor dem Jahre 2002 darauf, für den Kunden die besten Treffer bei Suchen im Internet zu generieren. Bis dahin blieben die hiermit gesammelten Verhaltensdaten der Anwender der Suchmaschine ungenutzt. Im Jahre 2002 entwickelte Larry Page die Idee, dieses Zusatzwissen – der sogenannte Verhaltensüberschuss – zu verwerten. Bei der Suche erhobene Verhaltensdaten waren bisher Abfall und werden nun zum neuen Rohstoff.

Der Rohstoff Information war geboren. Analog zu materiellen Rohstoffen wird Information möglichst kostenlos beim Besitzer ausgebeutet, danach veredelt und als Produkt vermarktet. Dies legte die Grundlage für den Erfolg des heutigen Weltkonzerns Alphabet.

Information ist nun nicht mehr nur Element von Erträgen oder Kosten eines Unternehmens, sondern der Besitz von Information wird zu Kapital, das in der Bilanz zu bewerten ist. Es entstehen Informationskonten. Die Bewertung dieser Konten ist noch schwierig, was sich in heftigen Kursschwankungen und oft stark überhöhten Kursniveaus ausdrückt. Aber der Wandel zur Verwertung eines neuen, physikalisch nicht begrenzten Rohstoffes wurde eingeleitet und eine Wirkungsweise nachhaltigen Wachstums ermöglicht.

Die aktuellen Entwicklungen zur Monopolisierung dieser Rohstoffverwertung sollen dabei nicht übersehen werden. Hier wird nur deshalb nicht darauf eingegangen, um den Fokus auf die Unterschiede der Verwertung materieller Rohstoffe sowie von Information und Energie zu legen.

Der interessierte Leser kann die zugehörige Problembetrachtung im Buch „Das Zeitalter des Überwachungskapitalismus“ von Shoshana Zuboff nachvollziehen.

Grundlegend ist hier zu erwähnen, dass der Rohstoff Information nicht zentralisiert in Kapital umgewandelt werden sollte, um Partizipation zu ermöglichen. Die Nutzung des Vermögenswertes und dessen Kapitalisierung gehören in die Breite der Zivilgesellschaft als auch der Unternehmen im Klein- und Mittelstand. Insofern kann die dezentrale Erhebung und Verarbeitung von Information sowie der geschützte Austausch zum beiderseitigen Nutzen das Mittel der Wahl sein. Die analoge Betrachtung wird im Energiebereich mittels zellulärer Systemgestaltung geführt.

Damit wenden wir uns der Energie als Rohstoff für Kapitalisierungs- und Verwertungsprozesse zu.

6.1.5 Rohstoff Energie

Der Autor betrat im Jahre 2001 die Bühne der Energiewirtschaft als Seiteneinsteiger mit noch recht naiven Vorkenntnissen. Die Aufgabe in Zeiten des Hypes um E-Business im Rahmen einer neu gegründeten Stabsabteilung eines Energieversorgers bestand darin, die Prozesse der Energiewirtschaft zu verändern. Seitdem gilt es, den Kern des energiewirtschaftlichen Wirkens zu verstehen.

Zwanzig Jahre vergingen mit der Beschäftigung zu Prozessen in verschiedenen Teilbereichen der Energiewirtschaft. Das Wirken der Branche ist äußerst komplex und es bedurfte dieser Zeitspanne, um das Geschäft in seiner Komplexität zu verstehen.

Dank dem technischen Genie von Edison und Tesla wurde in Verbindung mit den wissenschaftlichen Grundlagen von Faraday und Maxwell das die Welt verändernde, elektrotechnische Energiesystem entwickelt. Auf dessen Basis wurde im Zusammenhang mit fossilen Rohstoffen ein gigantischer Wirtschaftsapparat unter Verwertung der stofflichen Energiequellen und der Kapitalisierung der Energieanlagen aufgebaut. Vervollständigt wurde dieses System mit einem Netzwerk zum physikalischen Energietransport und zur Organisation von Stromflüssen. Mit komplexen Prozessen zur Prognose, zur Bilanzierung, zum Handel, zur Vermarktung, zur Lieferung und zur Messung von Energie werden Strom- und Geldflüsse austariert.

Hierbei müssen wir zuerst den feinen Unterschied zwischen den Begriffen Energie und Energiequellen verstehen. Nicht die Energie bildet im Unternehmen der Energiewirtschaft das Kapital. Stattdessen stellen die Energiequellen in Verbindung mit den Energieanlagen und Netzen den Vermögenswert dar. Energie ist das Ergebnis eines Wertschöpfungsprozesses. In Form von Elektrizität oder Wärme bildet sie im Gegensatz zur Information schon länger ein veredeltes und vermarktbare Produkt. Das Angebot von Energie führt somit zu einem Geldertrag und die Nutzung von Energie führt zu Kosten. Es existiert aber kein Energiekonto zur Kapitalisierung von Energie in der Bilanz eines Unternehmens. Zumindest sind erste Ansätze nicht relevant für die Unternehmensbewertung.

Aber auch hier ändert sich das Spiel.

6.1.6 Verwertung des Rohstoffes Energie

Der Klimawandel und die daraus resultierende Notwendigkeit zur Nutzung Erneuerbarer Energien greifen ein hundertjähriges Geschäftsmodell an. Zur Notwendigkeit der Transformation des Energiesystems herrscht bis auf wenige Staaten weitgehend Einigkeit. Über den Weg wird natürlich noch intensiv gestritten.

Aber ein Punkt ist offensichtlich. Die Energiequellen in Form materieller Rohstoffe sowie die Großkraftwerke zur Extrahierung von Energie aus diesen Quellen verlieren an Bedeutung für die Kapitalbildungsprozesse von Energieunternehmen. Die Investitionskosten für Anlagen zur Nutzung Erneuerbarer Energien, insbesondere bei Wind- und Solarenergie, fallen schnell. Neue Kraftwerksinvestitionen rechnen sich somit zunehmend nicht mehr. Betriebskosten für Wind- und Solaranlagen sind bezogen auf die gleiche Leistung niedriger. Die Energiequellen Wind und Sonne stehen im Gegensatz zu den Brennstoffkosten fossiler Energieanlagen kostenlos zur Verfügung. Hinzu kommt, dass Erneuerbare Energien dezentral angeboten werden können. In Wohngebäuden, in öffentlichen Gebäuden, in Stadtquartieren, auf Industriearealen, in Gemeinden und Regionen sowie durch Gemeinschaften wird Energie gewonnen. Dies stellt auch die Finanzierung der Energienetze in Frage, die bisher auf der Berechnung übertragender Energiemengen basierte. Zu den gerechtfertigten Autonomiebestrebungen bei der Energiegewinnung und Speicherung wirken langfristig auch Innovationen bei Verfahren zur drahtlosen Energieübertragung erschwerend.

Sachkapital und Rohstoffe tragen zunehmend weniger zur Kapitalisierung von Energieunternehmen und zur Geldwertschöpfung bei.

Ein nachhaltiges Wachstum kann in diesem Wirtschaftsbereich nur durch den Übergang zu neuen Formen der Kapitalbildung und Wertschöpfung erfolgen. In Analogie zur Gewinnung und Kapitalisierung von Information durch den „Verhaltensüberschuss“ ist dazu der Verhaltensüberschuss bezüglich der Energieflüsse bestimmter

Nutzer im Rahmen der Flexibilität zu suchen. Energiekonten sind hiermit eine neue Möglichkeit der Kapitalisierung.

Mit diesen, an dieser Stelle nur skizzierten Aspekten neuer Formen der Kapitalbildung und Wertschöpfung werden die Ausführungen zum Wachstumsbegriff nachfolgend noch einmal zusammengefasst. Diese Sicht dient dann als ein Kriterium zur Bewertung der aktuellen Vorschläge der deutschen Bundesnetzagentur.

6.1.7 Wege zum nachhaltigen Wachstum

Wir haben schon zu Beginn die Notwendigkeit für einen neuen Wachstumsbegriff festgestellt. Mit der dabei erhobenen Forderung nach einer Postmoderne wird oft gleichzeitig der Wachstumsverzicht gefordert und Innovationskritik geübt. Wachstum ist aber nicht automatisch mit einem höheren Verbrauch an Ressourcen oder mit der Geldvermehrung gleichzusetzen.

Nicht Innovation ist die Grundlage aktueller Probleme, sondern die Anwendung von Innovationen, die den nicht nachhaltigen Umgang mit Ressourcen befördern. Wir benötigen das schnelle Ende der fossilen Ära. Aber soll Ungerechtigkeit in der Welt nicht zementiert werden, bleibt nur der Weg des nachhaltigen Wachstums, ein Green New Deal, um Wohlstand und Gedeihen der Weltgemeinschaft voranzutreiben.

Wachstum im Sinne von Gedeihen basiert auf dem Gleichgewicht zwischen zufließendem Angebot und Nutzung von Ressourcen. Entsprechend kann die menschliche Gesellschaft langfristig nur bei Erhaltung dieses Gleichgewichtes Wohlergehen generieren. Andererseits wird eine Verzichtskultur im Hinblick auf das unterschiedliche Wohlergehen der Menschheit nicht zur Befriedung führen. Das weitere Gedeihen der Menschheit mit nachhaltigem Wachstum auf Basis von Inspiration und Innovation wird zwingend benötigt. Dabei haben wir bereits festgestellt, dass Wachstum auch mit geringerem oder effektiverem Ressourceneinsatz generiert werden kann.

Dieses Wachstum basiert einerseits auf einem stark reduzierten Einsatz materieller Rohstoffe. Die Innovationen hierzu mit molekularem Design, Nanobiotechnologie, 3D-Druck, geschlossenen Stoffkreisläufen sowie Verzicht auf die Nutzung fossiler Ressourcen in der Energiewirtschaft und im Verkehr stehen bereit. Das nachhaltige Wachstum basiert andererseits auf der Einbeziehung der Rohstoffe Information und Energie in die Kapitalisierungsprozesse.

Zusätzlich kann natürlich die Systemerweiterung, beispielsweise durch Raumfahrt, die Möglichkeit zur Überschreitung der Ressourcengrenzen bieten.

6.1.8 Partizipation an den Chancen nachhaltiger Entwicklung

Im Rahmen der beschriebenen Wachstumsbetrachtungen gilt es, der Gesellschaft die vielfältigen Möglichkeiten zur Gestaltung nachhaltiger Gebäude und Landschaften auf Basis des integrierten Energiedesigns bewusst zu machen.

Es ist also notwendig, in Beteiligungsprozessen zu erarbeiten und begreifbar zu machen, wie aus Problemen neue Chancen erwachsen. Diese dezentral und vielfältig erwachsenen Möglichkeiten bei der Gestaltung von Energiekreisläufen sind nicht in einen festgelegten Funktionalismus national und international einzuordnen. Die jeweiligen Potentiale sind aufgrund lokaler und regionaler Umfelder zu untersuchen sowie in Standortkonzepte und Energieangebote zu überführen.

Dabei sind die Bestrebungen zur Autonomie und Autarkie ein legitimes Gestaltungsinteresse des Einzelnen oder von Gruppen. Gleichzeitig verfolgen Menschen als soziale Wesen gemeinschaftliche Interessen und zeigen die Fähigkeit zur gegenseitigen Unterstützung. Insofern beschreibt der Begriff Solidarität die Bereitschaft der Einzelnen zu kooperieren.

Unter diesem Blickwinkel werden nachfolgend Vorschläge zur zukünftigen Organisation von Strom- und zugehörigen Geldflüssen bei Eigenerzeugung und Eigenverbrauch in den Objekten und auf den Flächen der Prosumenten bewertet.

6.1.9 Partizipation durch Prosumenten

Wer ist dieses unbekannte Wesen, der Prosument, dessen Handeln in der Energiewirtschaft soviel Veränderung bewirkt. Prosumenten kombinieren Aktivitäten als Produzent sowie als Konsument (auf Englisch auch als Prosumer bekannt). Der Begriff ist nicht ganz korrekt. Prosumenten produzieren natürlich keine Energie. Das lässt schon der Energieerhaltungssatz nicht zu. Aber sie gewinnen mittels Sonne, Wind, Erdwärme, Bewegungen oder Eigenschaften des Wassers, aber auch mit biologischen Abfällen elektrische Energie oder Wärme. Teilweise wandeln sie diese Energie zu in Gas gespeicherter chemischer Energie, zum Beispiel in Methan oder Wasserstoff, um das Gas wiederum zur Wärmeerzeugung oder in Fahrzeugen zu nutzen. Prosumenten schaffen Möglichkeiten, Energie zu speichern, um die gewonnene Energie bei geringem Bedarf aufzubewahren und später einzusetzen. Prosumenten nutzen aber auch Dienstleistungen und Produkte, um Energie effizient und damit umweltfreundlich zu niedrigeren Kosten zu konsumieren. Diese Kreisläufe von Energiegewinnung, Speicherung, Umwandlung in andere Energieformen sowie Energienutzung werden durch lokale Energiemanagementsysteme der Prosumenten organisiert.

Damit heben sich die Grenzen zwischen der bisherigen Energiewirtschaft, die Energie bereitstellte, transportierte, das Management der Energieflüsse betrieb und die Energie lieferte, sowie dem die Energie konsumierenden Endkunden auf. Im Kern handelt es sich dabei um die Neuverteilung der Kapitalisierung von Rohstoffen (Stoffe, Energie und Information) und der Wertschöpfung. Es wird Verlierer und Gewinner geben. Um die Ergebnisse neuer Chancen wird gerungen.

6.1.10 Wandel von der Förderung durch EEG zur eigenverantwortlichen Gestaltung

Das Tempo zur Nutzung Erneuerbarer Energien wäre ohne das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) aus dem Jahre 2000 nicht möglich gewesen. Nun, nachdem Anlagen zunehmend wirtschaftlich agieren, gilt es, die Früchte der Anstrengungen zu ernten und den Rahmen für das zukünftige Energiesystem zu gestalten.

Die Chancen der Solar- und Windanlagen wurden seit der Einführung des EEG zum großen Teil durch Bürger, Unternehmen, Städte und Regionen sowie Energiegenossenschaften und vielfältige Investoren genutzt. Dies führte zur Dezentralisierung des Energiesystems sowie zur Doppelfunktion von Produktion und Konsumtion beim Prosumenten. Die Partizipation am Energiesystem durch eine neue Vielfalt wurde zum Merkmal der Transformationsprozesse.

Mit dem Auslaufen der EEG-Vergütung für 20 Jahre alte Anlagen ist der wirtschaftliche Rahmen sowohl für Altanlagen als auch für Neuanlagen zu regeln.

Dabei fordert die EU-Richtlinie zu Erneuerbaren Energien die Stärkung der Prosumenten, die Abschaffung bürokratischer Hürden sowie die Befreiung von übermäßigen Umlagen und Abgaben. Dies betrifft sowohl den Eigenverbrauch als auch Energiegemeinschaften. Auch unter diesem Blickwinkel sind in Deutschland die Vorschläge der Bundesnetzagentur zu beleuchten, die drei Verfahren vorschlägt:

Netzbetreiber-Option: Kaufmännische Abnahme der Volleinspeisung, bei der erzeugter Strom vollständig in das Netz eingespeist wird und ein sogenannter Wertersatz mit anteiligem Marktwert erfolgt

Lieferanten-Option: Volleinspeisung mit Abwicklung aus einer Hand, wobei ein physikalischer Eigenverbrauch erfolgt sowie der über das Netz eingespeiste, nicht selbst benötigte Strom und der bezogene Strom bei zu geringer Erzeugung, symmetrisch bepreist wird

Markt-Option: Auf Viertelstunden bezogene Vermarktung, bei der eine vollständige Marktintegration der gesamten erzeugten Strommenge erfolgt, Stromeinspeisung und Bezug aus dem Netz ¼-stündlich gemessen sowie ein sogenannter privilegierter Eigenverbrauch ermöglicht wird

Dies klingt recht kompliziert. Wir gehen deshalb noch einmal auf Hintergründe ein und erläutern eine existierende Eigenversorgungslösung. Anschließend werden anhand dieses Beispiels die drei genannten Optionen aus Sicht eines Prosumenten bewertet.

6.1.11 Können neue Wertschöpfungsverfahren in alte Systemstrukturen integriert werden?

Der grundsätzliche Bedarf für Neuregelungen ist nachzuvollziehen. Wind- und Solarenergie haben gegenüber der früheren Stromerzeugung durch steuerbare Kraftwerke zu hohen Schwankungen im System geführt. Für die Stromerzeugung durch PV-Anlagen insbesondere auf den Gebäuden gibt es bisher nur unzureichende Prognosen. Der Strombezug am Netzanschluss der Gebäude wird wie in der Vergangenheit mit sogenannten Standardlastprofilen bewertet, um Stromerzeugung und Stromnutzung im Netz zu bestimmen. Die Energiewirtschaft spricht hier von Bilanzierung. Teilweise wird Strom auch ohne Anmeldung und Messung „wild“ in das Netz eingespeist. Der Prosument besitzt den vollständigen finanziellen Vorteil der Eigenstromerzeugung. Dabei nutzt er weiterhin in vollständigem Maße die Netzinfrastruktur mit geringerem Finanzierungsanteil.

Es stellt sich aber mit den Vorschlägen die Frage, ob neue Formen der Wertschöpfung und der Kapitalbildung bei Prosumenten zur Integration in bisher existierende Systemstrukturen geeignet sind. Lassen sich Erneuerbare Energien in alte Strukturen des Energiesystems integrieren oder sollte nicht stattdessen ein neuer Rahmen für ein Energiesystem auf Basis Erneuerbarer Energien geschaffen werden.

6.1.12 Fakten aus dem Reallabor einer Wohneigentümergeinschaft

Zur Bewertung der Vorschläge wird folgendes System einer Wohneigentümergeinschaft aus mehreren Reihenhäusern betrachtet, die genau einen gemeinsamen Netzanschluss besitzen.

Hier lebt die Gemeinschaft Partizipation in Verbindung mit einem gemeinsamen Stromvertrag. Die Gemeinschaftsmessung ergab 24.000 Kilowattstunden Energieeinsatz im ersten Jahr nach Einzug. Die Wärmeversorgung der Gebäude basiert auf einer Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlage (KWK), die im zweiten Jahr 3.000 Kilowattstunden (kWh) erzeugte. Dabei wurden 500 kWh in das externe Stromnetz eingespeist und 2.500 kWh in den Gebäuden genutzt. Somit sank der externe Bezug auf 21.500 kWh. Schlussendlich führte die Installation einer Photovoltaik-Anlage auf dem Dach eines der Häuser im dritten Jahr zu einer zusätzlichen Erzeugung elektrischer Energie in Höhe von 5500 kWh, wobei 1000 kWh in das Netz eingespeist und 4500 kWh innerhalb der Gebäude genutzt wurden. Diese hohe Quote der Eigennutzung konnte durch die zusätzliche Installation eines Batteriespeichers erreicht werden.

Die Anlagen erhalten keine EEG-Vergütung und sind für den Eigenverbrauch optimiert.

Somit steht folgende beispielhafte Berechnungsgrundlage zur Verfügung:

- **24.000 kWh Gesamtnutzung** elektrischer Energie pro Jahr im Gebäudeverbund
- **8.500 kWh Gesamterzeugung** elektrischer Energie
- **1.500 kWh Einspeisung** elektrischer Energie in das Netz
- **7.000 kWh Eigenverbrauch** aus 8.500 minus 1.500 kWh
- **17.000 kWh verbleibender Bezug** elektrischer Energie aus dem Netz

- **2.250 Euro Geldrückflüsse** zur Anlageninvestition durch Minderbezug von 7.000 kWh aus dem Netz (bei 30 Cent/kWh folgen 2.100 Euro Ersparnis) zuzüglich Überschusseinspeisung von 1.500 kWh (bei 10 Cent/kWh folgen 150 € Vergütung)
- **20.000 Euro Investitionssumme** für die PV-Anlage, den inselfähigen Wechselrichter, den die Gastherme ergänzenden Stirling-Motor der KWK-Anlage sowie das Energiemanagementsystem
- **300 Euro Betriebskosten** pro Jahr für die PV-Anlage

Somit fließen nach 10 Jahren 22.500 Euro bezüglich Investition und Betriebskosten in Höhe von 23.000 Euro zur Anlagenamortisation zurück. Weiter sinkende PV-Modul- und Batteriepreise machen diese Investitionen zukünftig zunehmend wirtschaftlicher.

6.1.13 Bewertung der Netzbetreiber-Option

Die erzeugte elektrische Energie wird gemessen und vollständig als Einspeisung ohne Eigenverbrauch gewertet. Außerdem erfolgt die Messung der kompletten, im Gebäude benötigten Energie, die als über das Netz gelieferter Strom bewertet und an den Prosumenten zum Marktpreis berechnet wird.

Der Netzbetreiber vergütet einen Wertersatz für die gesamte gewonnene und eingespeiste elektrische Energie mit 10 Cent je kWh. Dies ergibt im Beispiel für 8.500 kWh Erzeugung einen Betrag von 850 Euro.

Der bisherige Betriebsmodus ergab für 7.000 kWh Eigenverbrauch eine Einsparung von 2.100 Euro aufgrund des Minderbezuges sowie 150 Euro für eingespeisten Überschussstrom.

Dieser Betrag geht mit der Netzbetreiber-Option verloren. Dafür erhält der Prosument 850 Euro Wertersatz für die gesamte erzeugte elektrische Energie, womit sich der Geldrückfluss von 2.250 Euro auf 850 Euro pro Jahr verringert.

Der verbleibende Geldrückfluss überschreitet erst nach 37 Jahren mit 31.450 Euro die bis dahin summierten Investitionen und Betriebskosten in Höhe von 31.100 Euro. Die Amortisationszeit verlängert sich von 10 Jahren auf 37 Jahre!

Die Logik der Netzbetreiber-Option basiert auf der Ansicht, dass in Gebäuden erzeugte elektrische Energie vollständig im Netz ankommt. Dies ist physikalisch nur teilweise korrekt. Ausschließlich die elektromagnetischen Wellen breiten sich mit Lichtgeschwindigkeit über das gesamte Netz aus.

Der Strom fließt entsprechend den Kirchhoffschen Gesetzen den Weg des geringsten Widerstandes. Anstatt des längeren Weges über die Netze bevorzugt er die Abkürzung zu den lokalen Verbrauchern. Dies bestätigt das Beispiel mit 8.500 kWh Erzeugung und 7.000 kWh lokaler Nutzung.

Dem Nutzen dieser Option für den Netzbetreiber steht ein Verlust beim Prosumenten gegenüber. Lösen lässt sich das Dilemma, wenn die Bilanzierung im Netz mit neuen Standardlastprofilen für Prosumer und die Teilnahme an der Frequenzregelung organisiert werden, ohne dass der komplette marktbezogene Überbau auf den Eigenverbrauch angewendet wird. Der zelluläre Ansatz bietet die Möglichkeit über einen digitalen Netzanschluss nur die differentielle Betrachtung von Bezug und Einspeisung zu führen.

6.1.14 Bewertung der Lieferanten-Option

Die gesamte erzeugte elektrische Energie wird gemessen und mit 10 Cent je Kilowattstunde vergütet, aber nun nicht als vollständige Einspeisung gewertet.

Zusätzlich wird für den Prosumenten ein **monatliches Leistungsgeld** an den Netzbetreiber in Höhe von 14,60 Euro je Kilowatt Leistung der Erzeugungsanlagen fällig. Dies beträgt im Beispiel für 6,5 Kilowatt Spitzenleistung 95 Euro monatlich und somit 1.140 Euro pro Jahr.

Die Nutzung der erzeugten elektrischen Energie erfolgt jedoch physikalisch innerhalb der Gebäude. Zu messen ist die gegenüber der Erzeugung zusätzlich benötigte sowie auch die eventuell gegenüber dem Bedarf zusätzliche Energie (Zweirichtungsmessung). Im aufgeführten Beispiel ändert sich also am Restbezug aus dem Netz mit 17.000 kWh nichts. Die eingespeiste Überschussenergie von 1.500 kWh wird mit symmetrischen Preisen für Bezug und Einspeisung zu 30 Cent je kWh vergütet.

In der Summe ergibt sich im besten Falle ein Geldrückfluss mit 2.260 Euro pro Jahr aus:

- 2.100 Euro Ersparnis durch 7000 kWh Minderbezug bei 30 Cent / kWh
- 450 Euro aus der Vergütung von 1.500 kWh eingespeister Überschussenergie
- 850 Euro Wertersatz für 8.500 kWh erzeugte elektrische Energie
- abzüglich 1.140 Euro zusätzliche Netzkosten

Insofern erscheint der Geldrückfluss in analoger Höhe zur Ausgangssituation zu bestehen. Der Amortisationszeitraum kann wiederum 10 Jahre betragen.

Dies wäre der beste Fall, denn die Vergütung zur generierten Energie erhält nicht der Prosument direkt, sondern der die Prozesse abwickelnde Lieferant. Der Lieferant kann die Vertragsbeziehungen mit dem Prosumenten frei gestalten und für die Abwicklung sowie die Risikoübernahme aufgrund der Nutzung von Standardlastprofilen nur einen Teil des Betrages weitergeben. Gehen wir in erster Näherung von einer Verteilung zu jeweils 50 Prozent aus, verringert sich der Geldrückfluss auf 1835 Euro. Somit würde sich die Amortisationszeit auf 13 Jahre erhöhen (23.855 Euro Rückflüsse sowie 23.900 Euro Investition und Betriebskosten in 13 Jahren).

6.1.15 Bewertung der Markt-Option

Diese Variante basiert auf der viertelstündigen Messung von Erzeugung und Verbrauch in Gebäuden sowie der Bilanzierung im Energiemarkt auf Grundlage von gemessenen Leistungsprofilen. Die Nutzung elektrischer Energie in den Gebäuden wird als sogenannter privilegierter Eigenverbrauch bewertet.

Für den Netzbetreiber besitzt diese Option den Vorteil der Bilanzierung auf Basis von Viertelstunden-Werten und damit der besseren Planbarkeit.

Für den Prosumenten folgt eine zur Lieferanten-Option ähnliche Betrachtung. Die Berechnung für das Beispiel kann aber nicht korrekt erfolgen, da keine historischen Viertelstunden-Messungen vorliegen.

In erster Annäherung verbleibt für den Energiebezug die Differenz von vollständigem Bedarf mit 24.000 kWh gegenüber der vom Netz bezogenen Energie von 17.000 kWh. Die 7.000 kWh Minderbezug von Energie aus dem Netz führen mit 30 Cent je kWh wiederum zu einer Ersparnis von 2.100 Euro.

Dieser Ersparnis stehen aber bezogen auf kleine Erzeugungsanlagen bis 30 kW hohe Kosten der Viertelstunden-Messung mit in der Industrie üblichen Messgeräten für die Bilanzierung nach Leistungsprofilen gegenüber, geschätzt mindestens auf 500 Euro jährlich. Hinzu kommen bürokratische Berichtspflichten, die für Lieferanten und die Direktvermarktung von Windanlagen geschaffen wurden. Diese Pflichten entsprechen aber nicht den Möglichkeiten der Prosumenten mit kleinen Solaranlagen bis 30 kW Leistung. Eine Übernahme dieser Berichtspflichten durch den Direktvermarkter würde zu weiteren Kosten des Anlagenbetriebes in der Markt-Option führen.

Die Vermarktung des eingespeisten Überschussstromes bei Marktprämien bis maximal 10 Cent / kWh erbringt bei 1.500 kWh Erträge von 150 Euro.

Den Gesamterträgen von 2.250 Euro stehen also mindestens 500 Euro Kosten gegenüber. Mit dem Geldrückfluss von 1.750 Euro werden nach 14 Jahren 24.500 Euro Erträge bei 24.200 Euro Investitionen und Betriebskosten erreicht. Die Amortisationszeit erhöht sich von 10 Jahren im aktuellen Betrieb auf 14 Jahre, wobei dies der beste Fall ist. Weitere Kosten beim Anlagenbetreiber für die Risikoübernahme durch den Direktvermarkter sowie die Berichtspflichten werden hier nicht betrachtet.

6.1.16 Problemlage

Das für Anlagen ab 100 kW eingeführte Verfahren mit ¼-Stundenmessung der Leistungsverläufe, der Bilanzierung auf Basis von gemessenen Lastprofilen, Vermarktung über beauftragte Direktvermarkter mit Prognoserisiko, der Abrechnung über energiewirtschaftliche Systeme sowie vielfältige Berichtspflichten gestalten die aktuelle Direktvermarktung als teuer und sperrig. Es stellt sich die Frage, ob der bisherige energiewirtschaftliche Überbau derartig auf die Vermarktung sowie den direkten Energieaustausch kleiner Mengen in Energiegemeinschaften oder bei gemeinschaftlichen Energieverbrauch aufgesetzt werden sollte.

Kapitalisierung und Wertschöpfung des Rohstoffes Energie werden auf diesem Wege wiederum vom Prosumenten zu externen Akteuren verlagert. Der Nutzen stiftende Inhalt von Partizipation im Rahmen eines dezentralen Energiesystems und den sich damit eröffnenden neuen Wertschöpfungschancen geht verloren.

Das mit dem vorliegenden Vorschlag der Bundesnetzagentur verbundene Anliegen, das aktuell auf Basis von Standardlastprofilen bestehende Problem der Doppelvermarktung zu beseitigen, lässt sich auch abseits eines energiewirtschaftlichen Überbaus im Rahmen neuer Standard-Prosumentenprofile und zugehöriger öffentlicher Prognosedienste lösen (IIS-Komponente).

Die geführte Betrachtung zur Bewertung der vorgestellten Optionen bezüglich finanzieller Aspekte zum Weiterbetrieb von PV-Anlagen erhebt natürlich keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die Abschätzungen wurden ausschließlich aus Sicht eines Prosumenten und anhand eines Beispiels vorgenommen. Ein induktiver Schluss auf jede Art von Anlagen ist nicht zulässig.

Aber die Betrachtung ist ein Indiz dafür, warum die Vorschläge sehr kontrovers diskutiert werden und die Zielrichtung der EU-Richtlinie zur Stärkung Erneuerbarer Energien und der Prosumenten nicht erfüllen.

6.1.17 Empfehlung

Im klassischen Energiesystem sind Bilanzierung, Vermarktung und Lieferung der Energiemengen im Gesamtsystem streng gekoppelt. Daraus resultieren Vorschläge, auch Eigenverbräuche im Gesamtsystem zu vermarkten und damit einen nicht benötigten energiewirtschaftlichen Overhead zu erzeugen, der letztendlich vom Prosumenten bezahlt wird.

Dagegen stehen Vorschläge für ein zelluläres Energiesystem. Zur Integration Erneuerbarer Energien in Verbindung mit zellulären Lösungen von Prosumten zur Partizipation an den Chancen der Transformation des Energiesystems ist der bisherige Rahmen nicht geeignet.

Eine Neugestaltung scheint notwendig. Dabei sind Wertschöpfungsmöglichkeiten und Kapitalbildungsprozesse und damit nachhaltiges Wachstum auf Grundlage des Rohstoffes Energie für die Vielfalt der Gesellschaft mit Prosumenten zu ermöglichen. Dies ist der Kern der EU-Richtlinie zu Erneuerbaren Energien bezüglich der Stärkung der Rolle des Prosumenten.

Es wird empfohlen für ein zelluläres Energiesystem auf Basis der Gestaltung autonomer Energiekreisläufe und der Optimierung des Eigenverbrauches bei gleichzeitiger Systemdienlichkeit folgenden Rahmen zu gestalten:

- **Bilanzierung der Gesamtmengen von Energiegewinnung und -nutzung zur Sicherung des Mengenausgleiches im Gesamtsystem, zur netzdienlichen Frequenzregelung und Systemdienstleistung mit Standard-Prosumentenprofilen (SPP), bereitgestellt durch IIS-Prognosekomponente (Infrastruktur-Basisdienst)**
- **ausschließliche externe Vermittlung des zusätzlichen Bezugs und der überschüssigen Einspeisung auf Grundlage der Zweirichtungsmessung statt der in der Zelle benötigten oder erzeugten Gesamtenergie bei unsymmetrischer Bepreisung**

- Digitalisierung mit standardisierten und automatisierten Anlagenprozessen auf Basis einer IIS-Plattform für aktive Energiemarktteilnehmer mit Koordination der steuernden Zugriffe sowie Leistungssteuerung am Netzanschluss durch Netzbetreiber mit dem Kommunikationsstandard IEC 61850, „Smart-Grid-Readiness-Schnittstelle“
- Digitaler Netzanschluss zur Leistungssteuerung am Netzanschluss mit Smart Meter Gateway und digitaler Steuerbox in Verbindung mit autonomen Energiemanagementsystem auf Basis eines lokalen Energiemanagement-Gateways sowie Mapping von IEC 61850 auf Smart Home-Standards (z.B. EE-Bus, KNX)
- Moderne Messeinrichtungen für Bezug und Erzeugung mit Bezug zu Standardlastprofilen (SLP) bei Anlagen kleiner 30 kW, statt kostentreibender Lastprofilmessgeräte (RLM), mit Fähigkeit zu hochaufgelösten Messungen für Energiedienste und weitere Mehrwertdienste bei zukünftiger Freigabe entsprechender Tarifregister
- Aggregation von Energiemengen und von Flexibilität am Netz Verbindungspunkt durch autonomes Energiemanagementsystem der Energiezelle statt der Steuerung von Einzelanlagen

Einführung neuer Prozesse mit unbürokratischer Direktvermarktung entsprechend EU-Richtlinie zu Erneuerbaren Energien für Anlagen kleiner 30 kW (Verringerung bürokratischer Hürden für Prosumenten, Eigenverbrauch, Energiegemeinschaften).

6.1.18 Berechnungsbeispiel für eine Option 4

Auf dieser Basis benötigt der Gebäudeverbund weiterhin nur einen Netzanschluss, unabhängig von der Anzahl der Erzeugungs- und Verbrauchsanlagen sowie Speicher.

Ein digitaler Netzanschluss begrenzt die maximale Leistungsaufnahme und ermöglicht die Leistungsbegrenzung bei Netzengpässen.

Ein Energiemanagementsystem aggregiert und steuert Energieflüsse und Flexibilität sowie liefert in Verbindung mit dem Infrastruktur-Informationssystem Prognosen.

Der externe Lieferant stellt im Beispiel weiterhin nur die benötigte Restmenge mit 17.000 kWh bereit. Der Eigenverbrauch von 7.000 kWh wird bei der Bilanzierung berücksichtigt, aber nicht vermarktet. Somit bleibt der bisherige finanzielle Vorteil bei 30 Cent / kWh mit 2.100 Euro erhalten.

Die gesamte Erzeugungsmenge in Höhe von 8.500 kWh wird bei der Bilanzierung berücksichtigt, aber nicht vermarktet. In Vermarktungsprozesse wird der in das Netz eingespeiste Erzeugungsüberschuss mit 1.500 kWh einbezogen. Dies erbringt bei Marktprämien bis maximal 10 Cent / kWh sowie 1.500 kWh Erträge von 150 Euro. Somit fließen nach 10 Jahren 22.500 Euro bezüglich der Investition und den Betriebskosten in Höhe von 23.000 Euro zur Anlagenamortisation zurück. Zusätzliche Kosten entstehen mit der Einführung von Smart Meter Gateways, modernen Messeinrichtungen und von Steuerboxen, deren Einsatz aber gesetzlich reguliert und bezüglich der Kosten gegenüber der aktuellen Direktvermarktung gedeckelt ist. Die Notwendigkeit des Bürokratieabbaus bezüglich der Berichtspflichten eines Lieferanten bleibt für Kleinanlagen unter 30 kW davon unberührt.

6.1.19 Schlussfolgerung

Energie entwickelte sich im 19. Und 20. Jahrhundert zu einem der bedeutendsten Wertschöpfungselemente. Dabei fand Wertschöpfung aber zunehmend zentral und durch wenige Unternehmen mit wachsender Monopolstellung statt.

Seit Ende der 1990er Jahre schufen Liberalisierung, Entflechtung von Markt und Netz sowie letztendlich die Transformation des Energiesystems zu Erneuerbaren Energien die Grundlage zur Wertschöpfung bei Prosumenten.

Zusätzlich zur Kapitalbildung mittels Energieanlagen und Energienetzen ergibt sich nun auch die Möglichkeit zur Kapitalbildung durch virtuelle Energiekonten. Energie wird analog zum Rohstoff Information zu Kapital in der Bewertungsbilanz. Grundlage dafür sind Energiespeicher auf Basis verschiedener Energieträger und die Sektorenkopplung Strom, Wärme, Gas und Mobilität bis in die Gebäude. Dabei entwickelt sich die Flexibilität der Energieflüsse auf Basis von lokalen Energiemanagementsystemen ebenso zum unterstützenden Element. Dies eröffnet die Möglichkeiten zum nachhaltigen Wachstum im Rahmen des Green New Deals auch für Prosumenten und damit für die Vielfalt der Gesellschaft.

Im Gegensatz zu den bei der Beschreibung der Optionen aufgestellten Hypothesen scheinen die Vorschläge der Bundesnetzagentur nicht geeignet, diese Zielstellungen zu befördern.

Besonders die Netzbetreiber-Option stellt sich als wirtschaftlich völlig unattraktiv dar.

Dagegen eröffnen Lieferanten- und Marktoption zwar einen finanziellen Nutzen, der aber deutlich unter dem Nutzen des heute real existierenden Lösungsbeispiels liegt sowie damit die getätigte Investition entwertet und die Amortisationszeit verlängert. Anliegen der EU zur Stärkung des Prosumenten, zur Kostenentlastung und zum Abbau des bürokratischen Überbaus bei Förderung des Eigenverbrauches, von Energiegemeinschaften sowie von Projekten zum zellulären Energiesystem wird dabei nicht entsprochen.

Die Thematik ist komplex und kann an dieser Stelle nicht umfassend beleuchtet werden. Deshalb wird mit folgender Forderung geschlossen.

Die Diskussion ist eröffnet und sollte umfassend im Hinblick auf die Gestaltung eines bürgernahen, zellulären und hoch partizipativen Energiesystems geführt werden. Hier ist die Politik gefordert, die bisherigen Ansätze kritisch zu prüfen, um die Motivation zur Energiewende in der Breite der Gesellschaft zu erhalten.

6.1.20 Der Green New Deal und die Zukunft der EU

Zitat: FAZ vom 13. Oktober 2019, Gastbeitrag von Franziska Brantner und Robert Habeck

„Wer heute als deutscher Grüner nach Frankreich und Italien reist, wird nicht in Ruhe gelassen und kommt selbst nicht zur Ruhe. In Paris bekommt man in fast jedem Gespräch eine geballte Ladung Enttäuschung über die große Koalition zu spüren. Und in Rom hört man in jedem Gespräch die Sorge heraus, dass auch die neue Regierung nicht den Beistand aus Berlin und Paris bekommen wird, den sie dringend benötigt. Beides ist beunruhigend. Heute politisch denken heißt europäisch denken. Wie können wir also mit Franzosen und Italienern endlich wieder an einem Strang ziehen?“

Die Würfel sind noch nicht gefallen. Aus den Sorgen in Paris und Rom spricht die Hoffnung, dass sich die Probleme mit einem starken, solidarischen Deutschland anpacken lassen. Heute werben sowohl Frankreich wie Italien für einen neuen Green Deal für Europa, wie ihn auch die designierte EU-Kommissionspräsidentin Ursula von der Leyen dem Europaparlament vorgeschlagen hat. Das ist auch für Deutschland eine riesige Chance. Paris und Rom geht es nicht darum, dass Deutschland für andere zahlt. Sie verlangen, dass Deutschland für seine Zukunft innerhalb Europas investiert. Sie wollen aus dem Green Deal ein Zukunftsprojekt machen, das dem Klimawandel gerecht wird und Europa wieder zusammenschweißt.

Es wird auch Zeit, denn nicht nur Deutschland, die EU als Ganzes hält ihre Klimaziele nicht ein. Gleichzeitig müssen wir gemeinsam der wirtschaftlichen Rezession begegnen. Wir können zwei Fliegen mit einer Klappe schlagen: Investieren, um eine neue CO₂-freie Infrastruktur aufzubauen. Der Wirtschaftskrise den Umbau der Wirtschaft entgegensetzen. Es geht nun darum, den Green Deal nicht nur zu verkünden, sondern ihn mit Konzepten, Programmen und Maßnahmen bis ins Detail zu planen und umzusetzen. Dabei müssen sich alle einbringen, und jeder soll mit seinen Stärken vorangehen.“

6.2 Legislative Detailregeln versus Standardisierung im Kontext des intelligenten Messsystems

6.2.1 Smart Metering im europäischen Kontext

Im Bereich der Geschäftskunden werden sogenannte intelligente Zähler (Smart Meter) als digital verarbeitende und fernauslesbare Messeinrichtungen seit den 1990-er Jahren eingesetzt. Überlegungen zur Nutzung dieser Geräte im Masseneinsatz bei Privatkunden führten im europäischen Umfeld mit Beginn des neuen Jahrtausends zu verschiedenen geförderten Forschungs- und Entwicklungsprogrammen.

Erste Mitgliedsländer beschlossen einen schnellen, großflächigen Einsatz dieser Messgeräte. Beispielsweise führte Schweden die intelligenten Zähler schon zwischen 2003 und 2009 verpflichtend für alle Haushalte ein.

Auf Grundlage der ersten Erfahrungen reifte die Erkenntnis, dass Smart Metering nicht nur zur Kosteneinsparung im Rahmen der Verbrauchsablesung und -abrechnung beiträgt. Verschiedene Projekte und Studien zeigten signifikante Energiekosteneinsparungen beim Privatkunden als auch Möglichkeiten zur Erhöhung der Energieeffizienz auf Grundlage neuer Dienstleistungen.

Auf Basis dieser Erfahrungen beschloss die Europäische Union in der Richtlinie 2006/32/EG über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen vom 5. April 2006, dass in allen Mitgliedsstaaten, soweit technisch machbar, finanziell vertretbar und im Vergleich zu den potentiellen Energieeinsparungen angemessen, alle Endkunden in den Bereichen Strom, Erdgas, Fernheizung und/oder -kühlung und Warmbrauchwasser individuelle Zähler zu wettbewerbsorientierten Preisen erhalten sollen, die den tatsächlichen Energieverbrauch des Endkunden und die tatsächliche Nutzungszeit anzeigen.

Eine der Grundlagen für Smart Metering ist dabei der Artikel 13 der Richtlinie 2006/32/EG („Die Abrechnung auf der Grundlage des tatsächlichen Verbrauchs wird so häufig durchgeführt, dass die Kunden in der Lage sind, ihren eigenen Energieverbrauch zu steuern“ [EU Richtlinie 2006/32/EG. (05/2006)]).

Die Richtlinie zielte auf die Förderung des Einsatzes von bidirektionalen elektronischen Messeinrichtungen. Die Einbeziehung aller Beteiligten bei der Energieerzeugung, der Übertragung und des Verbrauchs soll eine optimale Nutzung der vorhandenen Ressourcen fördern. Ein weiteres Ziel war, den Verbrauchern zumindest vierteljährliche Energieverbrauchsdaten zur Verfügung stellen zu können, damit diese zeitnäher erfahren, wie hoch ihr Verbrauch war [Intelligente Zähler (08.2020)].

In diesem Kontext begannen international agierende Unternehmen schnell mit der Entwicklung und Umsetzung der notwendigen informationstechnischen Infrastruktur.

Dazu gehören sowohl die Einrichtungen im Feld, d.h.

- Mess- und Kommunikationseinrichtungen bei den Kunden
- Datenkonzentratoren und Kopfstationen (HES: Headends) zum Übergang zwischen Nah- und Fernkommunikation sowie zur Anbindung von zentralen Systemen in den Unternehmen

Dazu gehört auch eine erweiterte informationstechnische Infrastruktur in den Unternehmen der Energiewirtschaft mit

- Advanced Metering Infrastructure (AMI) zur Verarbeitung von Messdaten und Meldungen, zur Überprüfung und Durchführung von Korrekturen sowie zur Weiterleitung der Daten an andere Dienste
- Meter Data Management (MDM) zur Verwaltung einer neuen Größenordnung von Messdaten sowie zur Bereitstellung für die Abrechnung und den Netzbetrieb
- Billing Center und Kundencenter zur Neuorganisation der Abrechnung sowie zur Sicherung der Kundenbeziehungen im Umfeld neuer technischer Lösungen
- Netzwerk Operation Center zur Überwachung und Sicherung der Kommunikationsnetze sowie zur Überwachung der Messungen

Die Verbindung von HES, AMI und MDM ist auch als Advanced Meter Management – AMM – bekannt.

Entsprechende einsatzfähige Lösungen erreichten den Markt zunehmend in den Jahren 2008 bis 2009. Im Rahmen einer Studie fasste PriceWaterhouseCoopers im Jahre 2008 den Stand zusammen und prognostizierte dazu die Veränderungen in der IT bezogen auf Deutschland [PWC. (11/2008)].

Im Rahmen des europäischen Binnenmarktpaketes wurde die Richtlinie von 2006 detailliert sowie mit der Europäischen Energiebinnenmarktrichtlinie 2009/72/EG der Aufbau von Infrastrukturen für Smart Metering Infrastrukturen in den Mitgliedstaaten vorgesehen.

Die Richtlinie gibt folgende Zielstellung vor:

„Die Mitgliedstaaten gewährleisten, dass intelligente Messsysteme eingeführt werden, durch die die aktive Beteiligung der Verbraucher am Stromversorgungsmarkt unterstützt wird. Die Einführung dieser Messsysteme kann einer wirtschaftlichen Bewertung unterliegen, bei der alle langfristigen Kosten und Vorteile für den Markt und die einzelnen Verbraucher geprüft werden sowie untersucht wird, welche Art des intelligenten Messens wirtschaftlich vertretbar und kostengünstig ist und in welchem zeitlichen Rahmen die Einführung praktisch möglich ist. [...] Wird die Einführung intelligenter Zähler positiv bewertet, so werden mindestens 80 % der Verbraucher bis 2020 mit intelligenten Messsystemen ausgestattet.“ [EU Richtlinie 2009/72/EG. (07/2009)]

Ein im Juni 2014 veröffentlichter Bericht der EU-Kommission zum Stand der Arbeiten beim Aufbau von Smart-Meter-Infrastrukturen in Europa, zeigte, dass sich 16 Mitgliedstaaten auf Basis von Kosten-/Nutzen-Analysen für einen Rollout von 80 % intelligenten Zählern bis 2020 entschieden hatten. Deutschland verpflichtete sich zu diesem Zeitpunkt nur für einen Rollout von 15 % bis zum Jahre 2029 [EC SWD/0189 final (2014)].

Das Ergebnis dieser unterschiedlichen Vorgehensweisen dokumentierte im Jahre 2018 folgende Grafik.

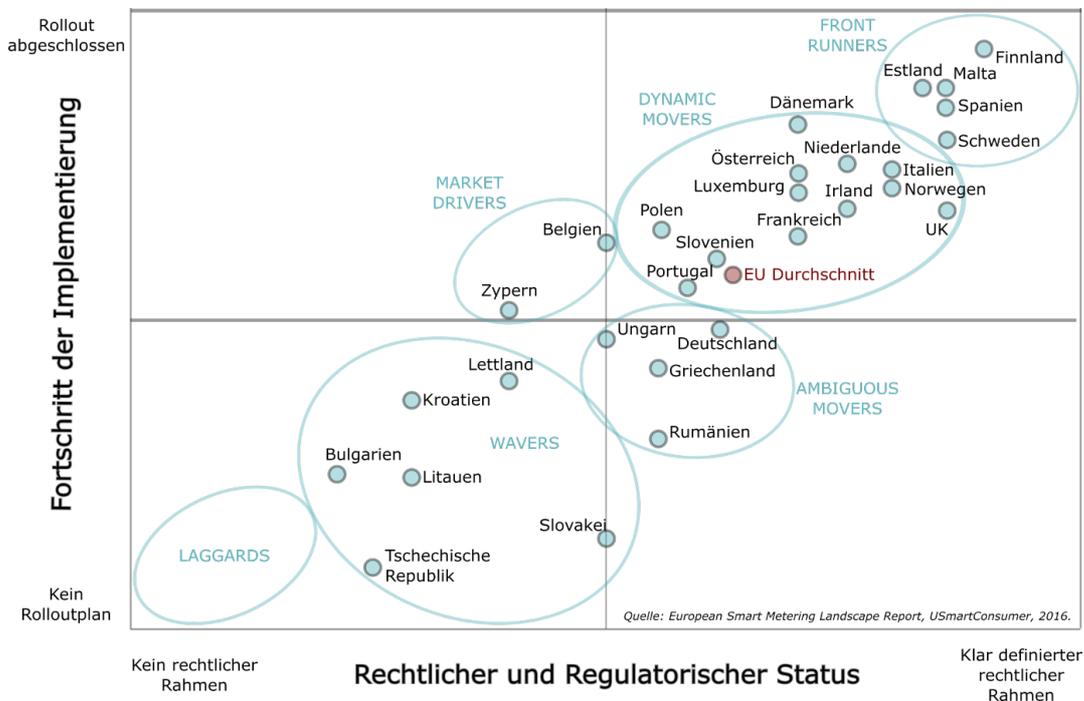


Abb. 5: Status der EU-Mitgliedsstaaten bei Smart Metering [EU SM Report. (2016)]

Deutschland befindet sich im Übergangsbereich zwischen dem „schwankenden“ Akteur in der Phase der Gestaltung des rechtlichen Rahmens sowie dem Übergang zum Rollout.

Inwiefern ein Rollout von intelligenten Messsystemen bis 2020 zwischen den Quoten von 0 % bis 80 % in den verschiedenen Mitgliedsstaaten Sinn macht, lässt sich in der Tat kontrovers diskutieren. Smart Metering ordnet sich aber in den Gesamtkontext der Transformation des Energiesystems zu Erneuerbaren Energien ein. Hierbei ist eine Vielzahl von Veränderungen an Einzelkomponenten des Gesamtsystems festzustellen. Da es keine Blaupause für diesen Umbau gibt, wird eine große Flexibilität im Zusammenspiel der Systemkomponenten benötigt. Insofern sind modulare Lösungen zu bevorzugen.

Aber gerade diese Modularität geht verloren, wenn das Thema Smart Metering und die dafür notwendige sichere Kommunikation von Beginn an mit der umfassenden Kommunikation im zukünftigen intelligenten Energiesystem verbunden wird.

Auf Grundlage dieser Erkenntnis, verbunden mit der Zielstellung der Beförderung des Wettbewerbes beim Aufbau und Betrieb des zukünftigen Energiesystems, forderte die EU-Kommission die Trennung der Anwendungsdomänen entsprechend nachfolgender Abbildung.

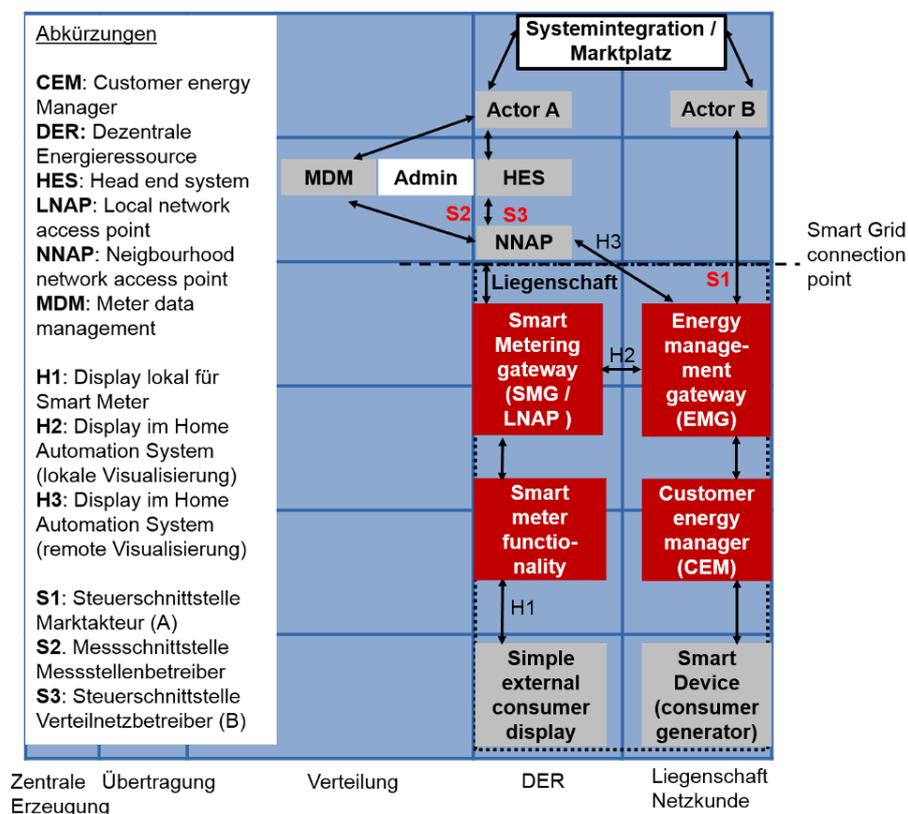


Abb. 6: Schnittstellen Smart Metering (angepasste Darstellung), EU-Standardisierungsmandat M/441 [M490SP12. (11/2012)], [SGCGTF14. (06/2014)]

Die Zielstellung der EU besteht darin, den wettbewerblichen Ansatz bei der Transformation des Energiesystems zu stärken, insbesondere den Endkunden (zukünftig als Prosument – Produzent und Konsument) in das Zentrum der Betrachtungen zu stellen, sowie regulierte Bereiche von Innovationsbereichen des Marktes klar zu trennen. Insofern wurden drei Schnittstellen definiert, wobei für den Messstellenbetrieb und den regulierten Netzbetrieb das Smart Meter Gateway und für Handlungen im Markt das Energiemanagement Gateway zur Verfügung stehen. Der deutsche Vorschlag, diese beiden Zugangswege zu vereinen, wurde von der Kommission aufgrund von Wettbewerbsbedenken im Rahmen des Standardisierungsmandats M/441 zu Smart Metering abgelehnt.

Im Ergebnis kann die Lösungsentwicklung auf europäischer Ebene mittels Gestaltungs- und Innovationskraft der Gesellschaft, unterstützt durch internationale Standardisierungsgremien, weitgehend unabhängig von

regulierten oder legislativ geordneten Bereichen erfolgen. Dies ermöglicht unterschiedliche Umsetzungsgeschwindigkeiten verschiedener Handlungsstränge im internationalen Kontext.

6.2.2 Smart Metering im nationalen Umfeld Deutschlands

Auf der anderen Seite ist der Weg Deutschlands beim Thema Smart Metering von nationalen Sonderlösungen geprägt.

Die Definition des legislativen Rahmens für intelligente Zähler begann im Jahre 2007. Vorgesehen war mit einer Novelle des Energiewirtschaftsgesetzes die Einführung einer digitalen und fernauslesbaren Messeinrichtung. Aber nach Einspruch des Bundesrates aufgrund von Bedenken in Bezug auf den Datenschutz wurde im Kompromiss-Verfahren der Zusatz „fernauslesbar“ gestrichen. Damit gingen entscheidende Nutzenaspekte eines intelligenten Zählers wieder verloren.

Das Ergebnis war die EnWG-Novelle als Gesetz zur Öffnung des Messwesens bei Strom und Gas am 9. September 2008 [BGBl 1790/40 (09/2008)].

Im Jahre 2009 bezogen sich die Projekte im Rahmen des vom Bundeswirtschaftsministerium (BMWi) und Bundesumweltministerium (BMU) geförderten Programmes E-Energy auf die ursprüngliche Zielstellung fernauslesbarer Messeinrichtungen im Zusammenhang mit der Einführung variabler ¼-Stunden-Tarife, um Lastverschiebung zu ermöglichen und zu motivieren.

Es folgte der Einspruch von Datenschutzbeauftragten einzelner Bundesländer. Daraufhin erhielt das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) im Jahr 2010 vom BMWi den Auftrag, zwei Schutzprofile und eine Technische Richtlinie für die Kommunikationseinheit eines intelligenten Messsystems zu erarbeiten, um die Anforderungen an die sichere Kommunikation schützenswerter, privater Daten festzulegen.

In der Folge entstand Unsicherheit im Markt im Hinblick auf laufende Entwicklungen intelligenter Messeinrichtungen sowie zugehöriger zentraler IT-Systeme. Teilweise stellten Unternehmen der Energiewirtschaft ihre nicht abgeschlossenen Entwicklungen ein und schrieben die Projekte in den Bilanzen ab.

Um den Prozess zur Spezifikation von Anforderungen zur Gewährleistung des Datenschutzes zu beschleunigen, schlugen verschiedene Vertreter der E-Energy-Projekte, der Hersteller sowie verschiedener technischer Verbände (z.B. DKE zur Standardisierung) vor, dass das BSI nur grundsätzliche Anforderungen an die Gewährleistung des Datenschutzes im Umfeld von Smart Metering definiert. Die Ausgestaltung dieser Anforderungen durch entsprechende Maßnahmen im Rahmen neuen Geräteentwicklungen sollte der Innovationskraft der Wirtschaft sowie zugehörigen technischen Verbänden und Standardisierungsgremien im internationalen Kontext überlassen werden.

Seitens BMWi und BSI wurden diese Vorschläge nicht mitgetragen. Stattdessen wurde auf Basis des Schutzprofiles in der Technischen Richtlinie ein umfangreicher, detaillierter Maßnahmenkatalog bis auf Ebene der technischen Detailspezifikation, der Prozesse, der Kommunikationsprofile und Datenmodelle spezifiziert.

Im ursprünglichen Zeitplan war der weitgehende Fortschritt von Schutzprofil und Technischer Richtlinie derart geplant, dass im Jahre 2013 der Entwurf für das neue Messstellenbetriebsgesetz veröffentlicht werden sollte. Zusätzlich bestand der Plan, im Rahmen der regulierten Laststeuerung für Bedarfe der Verteilnetze im Jahre 2014 den §14a des Energiewirtschaftsgesetzes neu zu regeln.

Die Komplexität der legislativ organisierten technischen Detailregulierung bezüglich der Kommunikationseinheit des intelligenten Messsystems führte dazu, dass das neue Messstellenbetriebsgesetz stattdessen erst im Jahre 2016 verabschiedet wurde [BGBl 2034 (09/2016)] und die Neuregelung von §14a nun für das Jahr 2021 vorgesehen ist.

Dieser Zeitraum führte zu weiterer Unsicherheit im Markt. So stellte der Stadtwerkeverbund Trianel, der den Geschäftsbereich Smart Metering seit 2012 vorangetrieben hatte, aufgrund des lange verschleppten

Digitalisierungsgesetzes und der verzögerten Zertifizierung der Smart-Meter-Gateways die entsprechenden Aktivitäten ein.

Im Jahre 2020 war es dann nach 10 Jahren seit Auftragserteilung durch das BMWi soweit. Auf Grundlage von drei zertifizierten Smart Meter Gateways erfolgte die Markterklärung und der Rollout konnte starten.

Der Rollout beginnt aber nicht mit der vollständigen vorgesehenen Funktionalität, so dass der Nutzen durch Mehrwertdienste für Endkunden noch nicht vollständig adressiert werden kann.

Gleichzeitig ergeben Umfragen, dass der Informationsstand der Bevölkerung zum intelligenten Zähler noch nicht ausreichend ist. Die in den energiepolitischen Positionen ausgeführten Ergebnisse von C/sells zum Thema Partizipation [C/sells – EPOS. (09/2020)] ergeben aber, dass Grundvoraussetzung für eine funktionierende Energiewende eine gut informierte Bevölkerung ist, die die Energiewende trägt und im Alltag umsetzt. Eine der wichtigen Veränderungen, welche den Endkunden unmittelbar betrifft, ist der derzeit Austausch der alten analogen Stromzähler durch „Smart Meter“.

Die noch weitgehende Unwissenheit bei einem Großteil der zukünftig betroffenen Endkunden birgt die Gefahr, dass die Bereitschaft, aktiv an der Energiewende teilzunehmen, sinkt. In C/sells kann dieses mangelnde Engagement bereits in mehreren Zellen beobachtet werden.

Um das komplexe Thema „Smart Meter“ für die breite Bevölkerung verständlich zu machen, sind die vielfältigen Chancen und Gestaltungsmöglichkeiten, die durch diese Geräte entstehen, in Form einer umfassenden Image- und Partizipationskampagne endkundengerecht aufzuarbeiten. Nur durch eine solche informative Begleitung des technischen Geräte-Rollouts mit einer Werbekampagne werden Smart Meter zum Erfolg.

Entsprechende Empfehlungen des C/sells-Projektes können dem Dokument zu energiepolitischen Positionen entnommen werden [C/sells – EPOS. (09/2020)].

Zu diesem Partizipations- und Marketingansatz gehört aber auch, dass der Nutzen intelligenter Messeinrichtungen ohne zu hohe Hürden erschlossen werden kann. Mit dieser Einrichtung aus intelligentem Zähler und gesicherter Kommunikationseinheit steht ein Mittel zur Verfügung, dessen Nutzung nicht durch eine weitere technische Detailregulierung behindert werden darf.

Dabei ist unbestritten, dass das Energiesystem als Lebensgrundlage eine unverzichtbare Infrastruktur darstellt. Diese Infrastruktur erlebt durch die wertschöpfende und im erneuerbaren, dezentralem Energiesystem notwendige Digitalisierung zunehmende Gefährdungen und Angriffe. Deshalb ist ein geeigneter legislativer und regulatorischer Rahmen unverzichtbar. Dieser Rahmen darf aber nicht dazu führen, dass eine übertriebene technische Detailregulierung Innovation, Wettbewerbsfähigkeit und internationale Zusammenarbeit gefährdet.

Auf dieser Basis wird das weitere Vorgehen von BMWi und BSI mit dem Stufenmodell und den Detailspezifikationen der BMWi/BSI-Task Force Smart Grid / Smart Metering / Smart Mobility kritisch bewertet [BMW/BSI – Stufenmodell (08/2020)]. Die vorgeschlagenen Anpassungen sind von einer äußerst detaillierten technischen Regulierung bis hin zu einzelnen Anlagen und Geräten in den Gebäuden sowie verschiedensten Anwendungsfällen in verschiedenen Anwendungsdomänen geprägt. Hinzu kommt die Gefahr, dass weitere Jahre technischer Detailspezifikation Innovationen bezüglich der Ausprägung des zukünftigen Energiesystems auf Grundlage der Digitalisierung behindern und die Wettbewerbsfähigkeit der nationalen Wirtschaft im internationalen Umfeld einschränken. Dies wird beispielsweise in der aktuellen Diskussion um den zügigen Aufbau der Ladeinfrastruktur mit eventuellem Einsatz des Smart Meter Gateways deutlich.

Die Bearbeitung eines Detailthemas der Energiewende über einen Zeitraum von 20 Jahren erscheint nicht angemessen und behindert heute schon Geschäftsmodelle.



Im Jahre 2007 wurde das erste iPhone der Öffentlichkeit vorgestellt. Seitdem veränderte sich eine gesamte Medien- und Kommunikationswelt. Elon Musk gründete 2002 SpaceX, 2004 Tesla und 2006 SolarCity und veränderte seitdem die Raumfahrt und die Automobilindustrie.

Mit nationalen Sonderwegen für Smart Metering setzt sich Deutschland der Gefahr aus, bei diesem Thema international in Rückstand zu geraten und die Wettbewerbsfähigkeit der nationalen Industrie zu gefährden. Smart Metering dann als Erfolgsbeispiel für „Made in Germany“ zu loben, scheint nicht angemessen.

<https://twitter.com/Energiesystem/status/1297184325595729920>

Aus diesem Grunde erarbeitete C/sells eine gemeinsame Position zum Stufenmodell [BMWi/BSI – Stufenmodell (08/2020)], die im Kapitel 5.6 ausgeführt ist.

6.3 Resilienz, Vielfalt und Architekturentscheidung in C/sells

6.3.1 Zelluläre Architektur als Mittel der Gestaltungsvielfalt und Innovationen

Die Zielstellung für ein erneuerbares Energiesystem mit dezentralen als auch zentralen Strukturen hat sowohl sozio-ökologische als auch sozio-ökonomische Gründe. Damit verbunden ist aber auch die Herausforderung zur Beherrschung wachsender Komplexität im volatilen, dezentralen, erneuerbaren Energiesystem. Mittel der Komplexitätsbeherrschung werden zunehmend Komponenten und Funktionen der Digitalisierung. Damit wachsen aber auch die Gefahren von Störungen oder Angriffen. Deshalb ist die Gewährleistung einer hohen Widerstandsfähigkeit (Resilienz) des Energiesystems gegenüber diesen Risiken ein wichtiges Kriterium der Architekturentscheidungen. Genannte Ziele und Herausforderungen führten im SINTEG-Schaufenster C/sells zur Entscheidung für eine zelluläre Architektur des Gesamtsystems. Dieser Architekturansatz bildet wiederum die Grundlage neuer Handlungsmöglichkeiten für eine Vielfalt von Akteuren in den Kommunen sowie ihrer Bürger und Unternehmen als auch in den ländlichen Regionen.

Damit ergeben sich neue planerische Aufgaben. Energie wird nicht mehr ausschließlich über große Kraftwerke bereitgestellt, sondern Energiekreisläufe sind auch subsidiär in Gebäuden, Stadtquartieren auf Arealen und in Regionen zu planen. Verwaltungen stehen mit der Aufstellung von Energiekonzepten vor neuen Herausforderungen. Gebäude- und Landschaftsarchitekten haben die Aufgabe, Gebäude- und Landschaftsdesign mit der Spezifikation von Energiekreisläufen sowie von dazu notwendigen Digitalisierungsmaßnahmen zu verbinden. Aber auch die Einbettung in die umgebende Infrastruktur ist zu planen, um die Widerstandsfähigkeit der eigenen Lösung gegen digitale Angriffe einer vernetzten Welt und im Katastrophenfall zu erhöhen.

Daraus ergeben sich drei planerische Bereiche, deren zukünftige Möglichkeiten zuerst in Reallaboren abzubilden sind:

- autonome Energie- und Lebenswelten (SMARTES ENERGIESYSTEM) mit hohem Freiraum gesellschaftlicher und individueller Gestaltung von Gebäuden, Landschaften und Mobilität → AUTONOMIELABS
- verbindende Infrastrukturen (SMART GRIDS) als gemeinsame gesellschaftliche Basis zur Vernetzung von autonomen als auch verbundenen Energie- und Lebenswelten → GRIDLABS
- Bewältigung der ersten beiden Handlungsfelder durch Beteiligung aller gesellschaftlichen Kräfte zur Entfaltung von Motivation, Inspiration und Innovation für den notwendigen Wandel → SYSTEMWENDE.

Die Komplexität dieser Planungsprozesse zeigt, dass der Versuch die Funktionen der Kommunikation im zukünftigen Energiesystem zentral auf Basis legislativer und regulierter Prozesse im technischen Detail zu regeln, zum Scheitern verurteilt sein muss.

Dabei wird aufgrund der Vielfalt der Akteure eine gemeinsame Sprache zur Beschreibung des zellulären Energiesystems benötigt. Weiterhin sind gemeinsame Regeln der flexiblen Interaktion und des Anschlusses an das gemeinsame Verbundsystem genauso notwendig wie gemeinsame Sicherheits- und Datenschutzerfordernungen. Hierzu gilt es, einen verbindenden Rahmen auf Basis von grundlegenden Anforderungen für Systemsicherheit, Flexibilität, Marktregeln sowie Datenschutz und Informationssicherheit zu definieren, aber die Ausgestaltung der Gestaltungs- und Innovationskraft von Gesellschaft und Wirtschaft sowohl im subsidiären als auch im globalen Zusammenwirken zu überlassen.

6.3.2 Sprache des zellulären Energiesystems

Zur Umsetzung eines intelligenten Energiesystems einerseits als autonomes System und gleichzeitig als Teil einer verbundenen Struktur wird für diese Entität der Begriff **Energiezelle** oder zu Verallgemeinerung einer zellulären Infrastruktur auch der Begriff der **Infrastrukturzelle** eingeführt.

Dazu wird nachfolgend zuerst die Definition des Begriffes Energiezelle eingeführt [C/sells – IOP Teil D. (06/2020)].

Begriff: Infrastrukturzelle, Energiezelle, Zelle

Definition: von der Umgebung abgegrenztes und gleichzeitig über Schnittstellen verbundenes System aus Komponenten einer Energieinfrastruktur¹⁾ verschiedener Energieformen²⁾ sowie auch weiterer Infrastrukturen der Kommunikation und Logistik, deren Funktionen ein autonomes Zellenmanagement³⁾ mit Optimierung von Angebot und Nachfrage im System über alle vorhandenen Energieformen in Verbindung mit dem Austausch von Produkten und Dienstleistungen über bidirektionale Flüsse von Energie, Stoffen und Information zu physikalischen Nachbarzellen sowie zu nicht lokal definierten virtuellen Marktzellen⁴⁾ ermöglichen

*Quelle: C/sells, von VDE ETG/ITG AK Energieversorgung 4.0 abgeleitete und erweiterte Definition
english glossary: infrastructure cell, energy cell, cell*

Bemerkung:

¹⁾ z.B. zur Energieinfrastruktur zählen alle Komponenten (Assets: Schicht A), die zur Wandlung von Energie, zu Transport und Verteilung sowie zur Speicherung eingesetzt werden.

²⁾ Energieformen umfassen u.a. Elektrizität, Gas, Wärme und Energieträger für Mobilität.

³⁾ Zum Zellenmanagement zählen Anwendungskomponenten der Systemnutzer (Schicht D), Betriebsführung- und Leittechnikkomponenten (Schicht C) sowie Digitalisierungskomponenten (Schicht B) mit Informations- und Unterstützungsfunktionen (Basiskomponenten), Mess- und Steuereinrichtungen (Zugriffskomponenten) sowie gesicherte Kommunikationskomponenten

⁴⁾ Infrastrukturzellen können zu umfassenderen Infrastrukturzellen verbunden werden. Es gibt somit Zellen auf der gleichen Stufe sowie auf überlagerten und unterlagerten Stufen.

Die Spezifikation des Energiesystems in einer realen Umgebung erfolgt dabei aus verschiedenen Blickwinkeln, die jeweils eine innere und äußere Sicht beinhalten.

Ausgangspunkt ist in der Regel der Blick auf das eigene Objekt mit dem Ziel der Konzipierung eines Energiesystems auf Basis eigener Erzeugungs- und Speicherkapazitäten in Verbindung mit einem Energiemanagementsystem. Die Zielstellung besteht in der Erhöhung des Autonomiegrades in Wohngebäuden, im gewerblichen und öffentlichen Objekten, auf Industriearealen, aber auch in Städten und ländlichen Regionen, um wirtschaftliche Vorteile zu erzielen, Eigengestaltung zu übernehmen, aber auch einen höheren Grad an Versorgungssicherheit im Falle von externen Stromausfällen zu erreichen.

Gleichzeitig wird Versorgungssicherheit auch durch den Verbund mit der Umgebung gewährleistet. Energiegemeinschaften bilden Mittel zur Beförderung des Ausbaues Erneuerbarer Energien, zur Erhöhung von Wirtschaftlichkeit und zur Solidarität in der Gemeinschaft. Dies kann wiederum auf verschiedenen Ebenen lokalen, regionalen, nationalen und globalen Handelns geschehen.

Auf Basis dieser zwei Ansätze verbinden sich lokales und globales Handeln auf verschiedenen Wirkungsebenen. Zur Abgrenzung zwischen eigenem Wirkungsbereich und der Umgebung ist jeweils eine Systemgrenze sowie das Wirken über diese Grenze zu definieren. Als Abbildungsmittel für den eigenen Wirkungsbereich in Abgrenzung zur Umgebung wird nachfolgend der Begriff der Zelle benutzt. Das vertikale Zusammenwirken der Zellen visualisiert nachfolgende Abbildung beispielhaft.

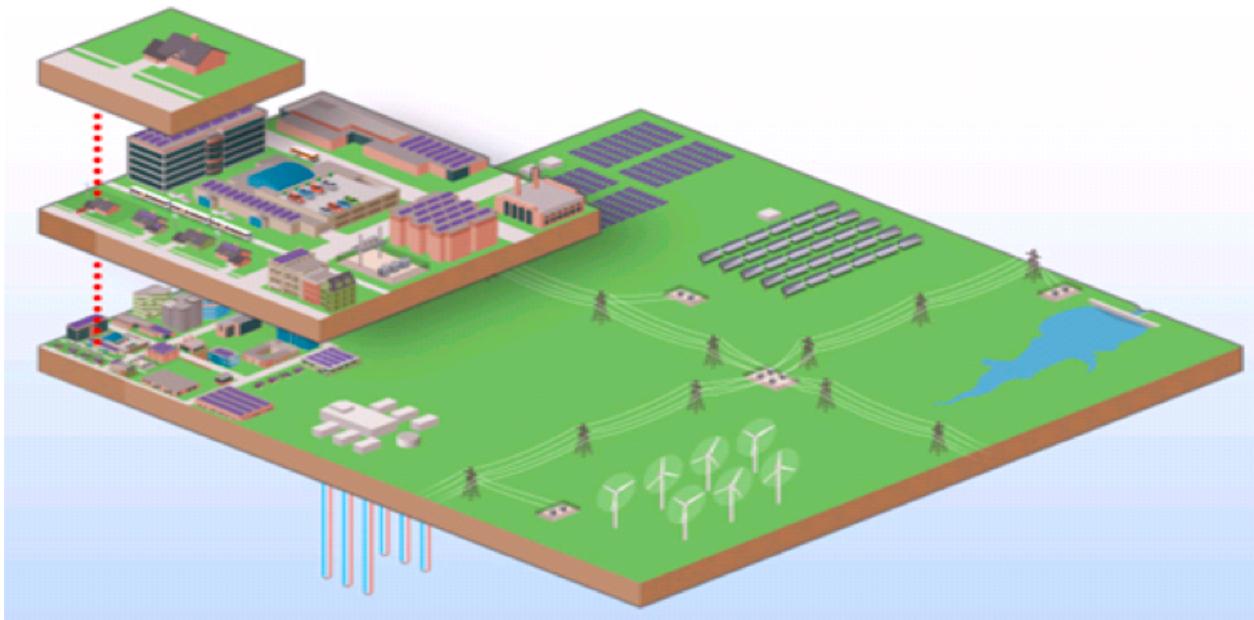


Abb. 7: Beispieltypen von Energiezellen und ihr Zusammenwirken

Zellen werden hier gestaltet im Rahmen privater oder politischer Strukturen als

- Einzelgebäude (Wohnhäuser und kommerzielle Gebäude)
- Stadtquartiere
- Areale der Industrie oder auch von öffentlichen Flächen wie Flughäfen
- ländliche Regionen

Die Spezifikation von Energiesystemen lässt sich ebenso an vorhandenen, abgegrenzten Strukturen der Stromnetze planen, wie zum Beispiel in

- Verteilnetzbereichen
- Verteilnetzen
- Regionalnetzen
- Regelzonen der Übertragungsnetzbetreiber

Schlussendlich wirken über diese physikalisch abgrenzbaren Zellen hinweg virtuelle, also nicht räumlich definierte Marktstrukturen, wie

- Bilanzkreise von Energielieferanten, die in verschiedene der genannten Gebiete liefern
- Virtuelle Kraftwerke, die Energiemengen oder Flexibilität von beliebigen Stromerzeugern in den Gebieten zusammenfassen und gemeinsam vermarkten
- Energie-Gemeinschaften, die Stromangebote, Speichermöglichkeiten oder Stromverbrauch gebietsübergreifend gemeinsam organisieren und dabei auch neue Methoden der Digitalisierung einsetzen

Diese gemeinschaftlichen, virtuellen Strukturen können auch als virtuelle Energiezellen betrachtet werden und die über ihre Grenzen hinaus mit den physikalischen Zellen interagieren. Damit ergibt sich eine Struktur horizontaler Interaktionen (z.B. zwischen Wohngebäuden, Quartieren, Regionen) als auch vertikaler Interaktionen zwischen verschiedenen politischen und Netzebenen, aber drittens auch zwischen diesen physikalischen Strukturen und virtuellen Marktgebieten.

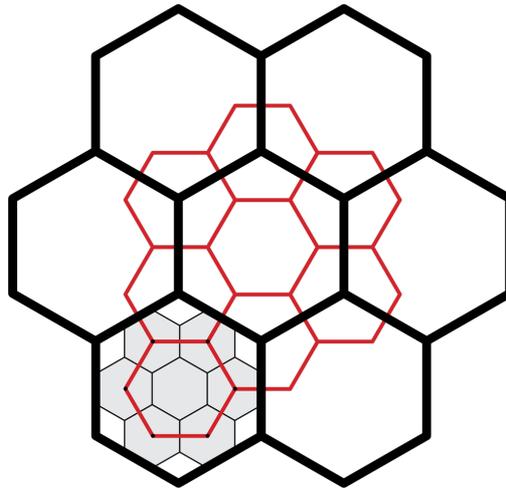


Abb. 8: Horizontale, vertikale und überlappende Organisation von Energiezellen

Bei Betrachtung dieser verschiedenen Zelltypen kann als gemeinsamer Ausgangspunkt einer Planung ein gemeinsames Modell einer Energiezelle genutzt werden, das in C/sells eingeführt wurde [C/sells – IOP Teil E. (05/2020)].

Dabei werden die Komponenten einer Energiezelle jeweils folgenden vier Komponentenkategorien zugeordnet:

- D: Interaktionskomponenten für Marktfunktionen und Austausch von **Produkten / Dienstleistungen**
- C: Betriebs- und Managementkomponenten (Betrieb, Station, Feld) als **Zell-Manager**
- B: **Digitalisierungskomponenten**
 - B3: Basiskomponenten (Plattformen mit informations- und kommunikationstechnischen Unterstützungsfunktionen)
 - B2: Kommunikationskomponenten (Umsetzung und Sicherung des Informationstransportes)
 - B1: Zugriffe auf Infrastrukturkomponenten über Sensorik (Messeinrichtungen) und Aktorik (Steuereinrichtungen)
- A: Infrastrukturkomponenten (**Assets** wie z.B. Endenergieerzeuger, -wandler, -speicher, -nutzer, -netze)

7 Innovation, Standardisierung und Regeln in der Praxis

Es gilt die richtige Balance zwischen der Vielfalt an Handlungsmöglichkeiten zur selbstbestimmten Gestaltung sowie in beliebigen Gemeinschaftsformen als auch der notwendigen Regeln im solidarischen Gesamtverbund des Energiesystems zu finden.

Um Innovations- und Gestaltungskraft der Gesellschaft zu entfalten, sollten technische Detailregulierungen und Bürokratie auf Grundlage von wirtschaftlichen, technischen und Sicherheitsanforderungen auf ein Mindestmaß reduziert werden. Hierzu schlägt C/sells mit dem zellulären Architekturkonzept, innerhalb der eigenen Handlungshoheit (Zellen), bei der Bildung von Energiegemeinschaften sowie bei der Bildung regionaler Marktstrukturen ein hohes Maß an Gestaltungsfreiheit zuzulassen (z.B. Wirken als Prosumenten), aber grundlegende Anforderungen und Regeln für die Prozesse an den Schnittstellen zwischen Zellen festzulegen. Die technische Detailumsetzung der entsprechenden Anforderungen sollte wiederum den entsprechenden Akteuren der Wirtschaft im Rahmen von Innovationsmanagement und Standardisierung überlassen werden.

Um dies am Beispiel zu konkretisieren, wird nachfolgend auf den Vorschlag aus dem AutonomieLab Leimen Bezug genommen.

7.1 Gestaltungsbeispiel im Gebäudeverbund „AutonomieLab Leimen“

7.1.1 Motivation

Motivation für Gebäude-, Quartiers- und Arealbetreiber

Dezentrale Energiekreisläufe, zellulare Systemkonzepte und Digitalisierung bieten neue Möglichkeiten zur Sicherstellung der Versorgungssicherheit in Gebäuden, Stadtquartieren sowie gewerblichen Arealen und Industriegebieten. In Gebäuden mit erneuerbaren Energieanlagen und Energiespeichern sowie mit Netzersatzanlagen und Gebäudeenergiemanagementsystemen kann bei externen Netzausfällen die Abtrennung des Gebäudes vom Netz aktiv durch das Gebäude selbst erfolgen.

In der Folge wird autark im Gebäude die korrekte Frequenz und Spannung aufrechterhalten sowie der Energiefluss zwischen lokalen Erzeugern, Speichern und Verbrauchern gesteuert. Bei nicht ausreichendem Energie- und Leistungsangebot von Erzeugung und Speichern kann im Gebäude ein Notbetrieb für die wichtigsten Verbraucher umgesetzt werden, wobei nicht zwingend benötigte größere Verbraucher von der Versorgung getrennt werden können.

Wenn der Energiefluss im externen Netz wieder zur Verfügung steht, erfolgt durch die Netzersatzanlage des Gebäudes wieder die Zuschaltung und die Wiedersynchronisierung zum umgebenden Netz. Dabei erhält das Gebäude über einen zur Sicherstellung von Datenschutz und Informationssicherheit geschützten Kommunikationskanal – CLS-Kanal des Smart Meter Gateways und FNN-Steuerbox - die Meldung, dass das Niederspannungsnetz wieder zur Verfügung steht.

Im Rahmen eines ersten Demonstrationsobjektes als Nachbarschaftsverbund aus zwei Reihenhäusern in Leimen auf der Rudolf-Diesel-Straße bei den Familien Andreas Kießling und Marc Berghaus wurde dieses Verfahren am 22. Mai beim Lab Noir vorgestellt.

Das Thema betrifft jedoch alle Wohnquartiere, gewerbliche Areale, Infrastrukturbetriebe als auch Flughäfen oder Industriegebiete.

Ablauf beim Netzbetreiber Stadtwerke Schwäbisch Hall

Im simulierten Netzbetrieb ging am 22. Mai gegen 18 Uhr über das Awareness-System Baden-Württemberg (ASBW) in der Verbundleitwarte der Stadtwerke Schwäbisch Hall die Meldung über einen Netzausfall in allen 22 angeschlossenen Verteilnetzen ein. Die im Netzsimulator für den Netzwiederaufbau geschulten Techniker und Schaltungstechniker der Stadtwerke Schwäbisch Hall griffen daraufhin auf den Ablauf „Inselnetzaufbau“ zurück. Das

Führungskraftwerk nahm den Betrieb auf. Sukzessive wurden ebenso die weiteren Kraftwerke und Abnehmer versorgt. Das Netz Schwäbisch Hall lief in der Folge stabil als Inselnetz, während das Reihenhaus in Leimen über die im Gebäude eingebaute Batterieanlage versorgt wurde.

Im Szenario erfolgte anschließend der Wiederaufbau des Verbundnetzes, woraufhin der Dispatcher über das ASBW die Meldung erhielt, die Leistung zu erhöhen und alle verfügbaren Reserveaggregate hochzufahren. Parallel wurde das Netz wieder synchronisiert.

Durch den Versand eines Signales an die FNN-Steuerbox erfolgte die Meldung, dass das Niederspannungsnetz wieder zur Verfügung steht, womit das Gebäude für den Prozess der Wiedersynchronisierung mit der Umgebung wieder freigegeben wurde.

Bei einem breiten Einsatz eines solchen Netzersatzbetriebs mit einer Wiedersynchronisation auf das Netz könnte der Netzwiederaufbau nach einer größeren Netzstörung wesentlich erschwert werden. Wenn die Wiedersynchronisation unkoordiniert abläuft, sind die Lastflüsse im Netz, das sich noch in der Stabilisierungsphase befindet, kaum vorhersehbar. Im Rahmen des Lab Noir wurde die Wiedersynchronisation durch den Verteilungsnetzbetreiber gesteuert. Auf diese Weise wandelte sich der Netzersatzbetrieb von einem potenziellen Störfaktor zu einer entscheidenden Unterstützung des Netzwiederaufbaus.

Im Rahmen des Projekts C/sells wird dieser Zustand zur Führung des Energiesystems in einer begrenzten Energiezelle bei Ausfall der Elektrizitätsversorgung in der Umgebung „Schwarz-/Blauphase“, in Abgrenzung zu den drei Ampelphasen bei Bestehen des Gesamtsystems, genannt.

Motivation für Anbieter von Solaranlagen und Energiemanagementsystemen

Für Anbieter von Solaranlagen ist eine funktionierende Inselnetzfähigkeit insbesondere vor dem Hintergrund der Optimierung des Eigenverbrauches erzeugten Solarstromes interessant. Nach Auslaufen der EEG-Förderung wird die Bedeutung der Gestaltung von Autonomie und Eigenverbrauch in Gebäuden, Quartieren und Arealen als Energiezellen wachsen. Gleichzeitig autonome und verbundene Energiezellen können die Versorgungssicherheit erhöhen sowie neue Handlungsmöglichkeiten in der Energie-Community hervorbringen. Das zusätzliche Angebot zur Autarkie im externen Störfall verstärkt das Leistungsangebot der Anbieter von Solaranlagen und Energiemanagementsystemen.

Nach Herstellerangaben wird inzwischen mehr als jede vierte PV-Anlage mit einem inselnetzfähigen Wechselrichter installiert. Somit werden Produkte bereitgestellt, die sowohl den zeitweiligen, autarken Betrieb und den schrittweisen Wiederaufbau des Verbundnetzes unterstützen als auch den Betreibern von Liegenschaften und Anlagen neue Chancen beim Einsatz des Solarstromes in Gebäuden sowie bei der Interaktion mit Energiemärkten und Energienetzen bieten.

Im Rahmen der Demonstration Lab Noir wurde die begrenzte Autarkie bei externem Spannungsausfall durch jeweils ein Energiemanagementsystem pro verbundenes Gebäude ermöglicht. Dabei übernahm der integrierte Batteriespeicher, der über die auf dem Hausdach installierte PV- Anlage gespeist wird, die Versorgung beider Reihenhäuser.

Ziel war es, in der Übergangsphase des Netzausfalles möglichst lange die Versorgung in beiden Gebäuden zu gewährleisten. Deshalb wurden an den im Gebäude benötigten Verbrauchern Sensoren eingebaut, die den Leistungsbedarf sekundlich erfassten und diese Information den Energiemanagementsystemen zur Begrenzung und Priorisierung des Leistungsbedarfes bereitstellten. Somit wurde die zeitliche Staffelung der Gerätenutzung unter den Bedingungen einer Leistungsgrenze im Notfallbetrieb ermöglicht.

Der Geräteeinsatz, die bezogenen Leistungen und der Speicherstand wurden durch das Energiemanagementsystem auf smarten Endgeräten (Computer, Tablett, Smartphone) dargestellt. Der Nutzer erhielt hiermit die Möglichkeit, die Priorisierung der Gerätenutzung zu beeinflussen. Mittels der Sensoren konnte das Energiemanagementsystem ebenso Beginn und Ende des externen Ausfalles erkennen und somit die Phase des Notbetriebes starten und auch wieder beenden.

Eine Integration eines solchen speziellen Energiemanagementsystems für den Inselnetzbetrieb im Rahmen einer Lösung für die Eigenstromoptimierung im Smart Home kann der Schlüssel für ein effizientes und attraktives Angebot einer solchen Lösung auch für kleinere Gebäude und Privathaushalte sein. Das prioritätenbasierte Energiemanagement und die modulare Realisierung im Open Source-Framework OGEMA stellen somit eine wesentliche Weiterentwicklung gegenüber bestehenden Lösungen dar.

Folgende **Zelltypen und Zellgrenzen** werden mit dem Vorhaben Lab Noir und in der zugehörigen Weiterentwicklung zum AutonomieLab Leimen adressiert.

- Gebäudezellen mit informationstechnischen Schnittstellen zu Energiemanagementsystemen und intelligenten Messsystemen
- Gebäudeverbund mit gemeinsamem Netzanschluss und informationstechnischer Schnittstelle zum Netzbetreiber
- Verteilnetz mit intelligenten Messsystemen, Gateway-Administrations-Systemen und einer Plattform für aktive Energiemarktteilnehmer als Bestandteile des Infrastruktur-Informationssystems
- Regelzone TransnetBW für vertikale Einbindung in Abstimmungskaskade

Die drei in **Abb. 9** genannten **Dimensionen der Verbindung von Energiezellen** werden entsprechend nachfolgender Abbildung umgesetzt.

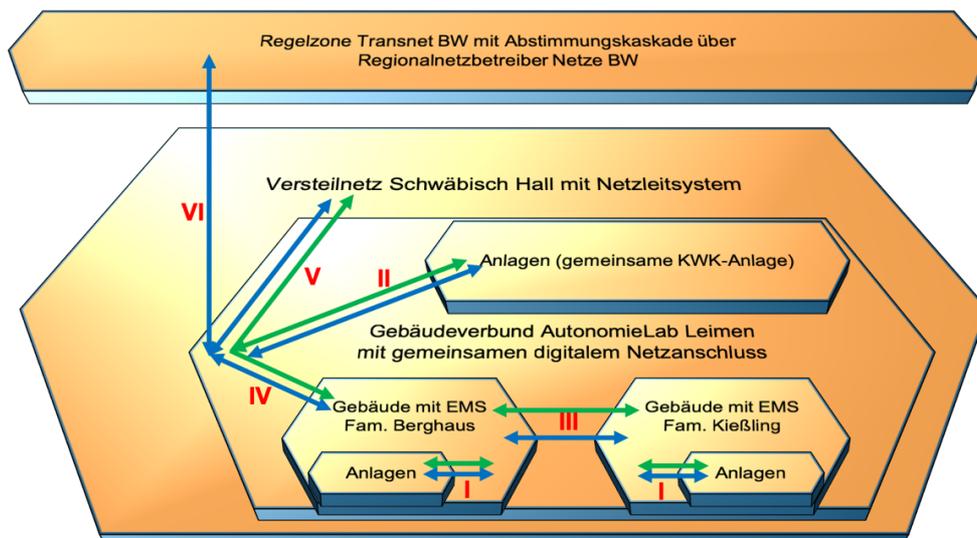


Abb. 9: Zelltypen und Integration im AutonomieLab Leimen

Dabei sind folgende energietechnischen Schnittstellen (grüne Pfeile) und informationstechnischen Schnittstellen (blaue Pfeile) auszuprägen.

- I - horizontale Integration von Anlagen / Geräten in Gebäudezellen
- II - horizontale Integration von Anlagen in Gebäudeverbund
- III - horizontale Integration von Gebäudezellen über Energiemanagementsysteme zum Austausch von Flexibilität
- IV - vertikale Integration von Gebäudezellen und Gebäudeverbund zur gemeinsamen Nutzung einer KWK-Anlage und eines gemeinsamen Netzanschlusses
- V - vertikale Integration von Netzanschluss des Gebäudeverbundes in Verteilnetz
- VI - vertikale Verbindung zur Regelzone über Regionalnetzbetreiber zur Einbindung in Abstimmungskaskade

7.1.2 Zielstellung und Systemaufbau

Die Komponentenarchitektur entsprechend nachfolgender Abbildung wird im AutonomieLab Leimen umgesetzt. Dazu gehören insbesondere

- ein autonomes, lokales Energiemanagementsystem als Grundlage von Eigenverbrauch als auch von Energiegemeinschaften mit der Funktion, den Eigenverbrauch zu optimieren sowie Energieüberschüsse und Flexibilität von Einzelanlagen und -geräten für die Außenwelt zu aggregieren;
- ein geschützter Kommunikationszugang als „digitaler Netzanschluss“ mit Smart Meter Gateway, digitaler Steuerbox und Netztrenneinrichtung zum Leitungsmanagement am Netzanschluss der Liegenschaft für den Messstellenbetrieb und die Steuerung netzdienlicher Anwendungen als Schnittstelle zum Energiemanagementsystem;
- eine Digitalisierungsinfrastruktur zur Sicherung und Koordinierung von Energiemarktteilnehmern sowie Standard-Prosumentenprofile für Gebäudenetzanschlüsse mit öffentlicher Bereitstellung in Informationskomponenten;
- Plattformen für Energiegemeinschaften zur Verbindung von Eigenverbrauchslösungen sowie Gestaltung von Rahmenbedingungen für eine vereinfachte Direktvermarktung unter Abbau von Bürokratie, Berichtspflichten und Umlagen für Anlagen kleiner 30 kW.

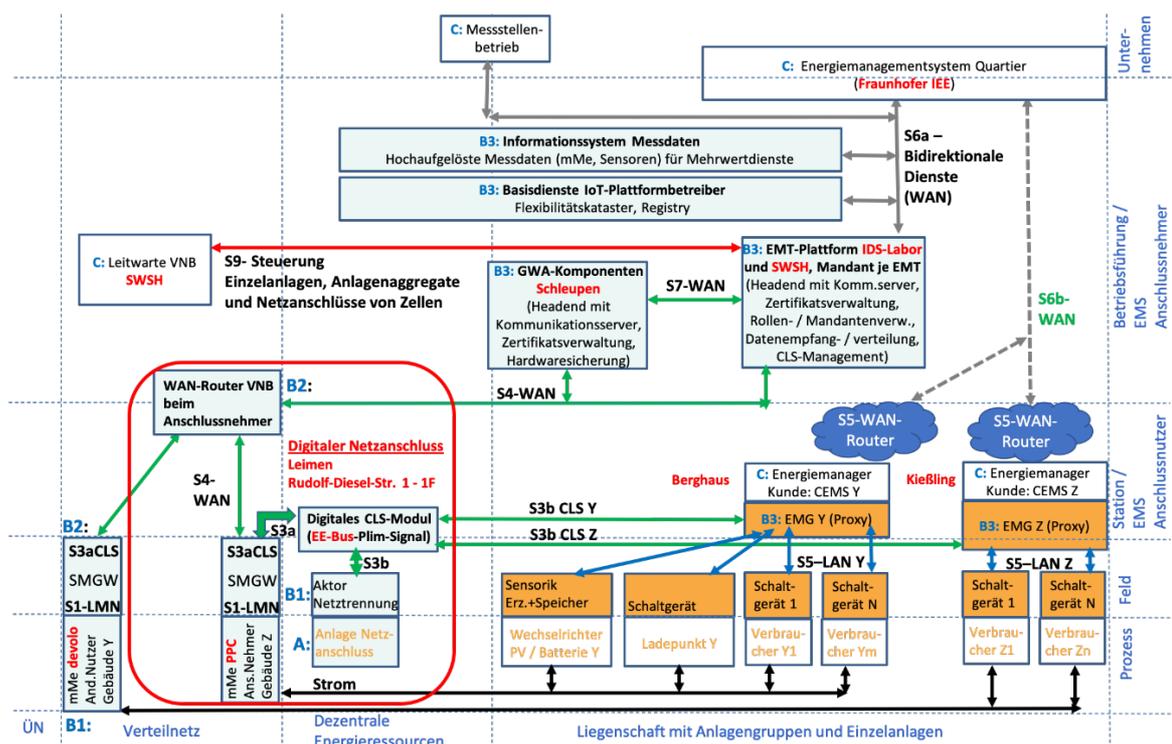


Abb. 10: Komponentenmodell in der Energiezelle des AutonomieLab Leimen

Im Falle des C/sells-Vorhabens zur AutonomieZelle Leimen sind die Gemeinschaftsanlagen der sieben Gebäude (z.B. KWK-Anlage), die einem Netzanschluss zugeordnet sind, außerhalb der Zielstellung des Vorhabens. Das Vorhaben betrachtet die Organisation der Energieflüsse innerhalb einzelner Gebäude mit jeweiligem Energiemanagementsystem auf Basis eines gemeinsamen Leistungsbegrenzungssignales am gemeinsamen Netzanschluss.

Zielstellung ist insbesondere, auf Basis eines digitalen Netzanschlusses eines Verbundes von sieben Reihenhäusern sowohl das Leistungsmanagement durch den Verteilnetzbetreiber am gemeinsamen Netzanschluss als auch das autonome Energiemanagement in den Einzelhäusern zu ermöglichen. Dies verwirklicht das zelluläre Konzept im Verhältnis von Autonomie und Systemdienlichkeit.

Es werden innerhalb des Gebäudeverbundes insbesondere betrachtet (Komponentenkategorien siehe Kap. 6.3.2):

- zur Komponentenkategorie **A** das System aus Photovoltaik-Erzeugung (**PV**) und Batteriespeicher, der Ladepunkt sowie die Verbraucher im Haus Berghaus (Y) als auch die Verbraucher im Haus Kießling (Z)
- zur Komponentenkategorie **B2** der WLAN-Router in Zuständigkeit des VNB beim Anschlussnehmer
- zur Komponentenkategorie **B** intelligente Messsysteme, bestehend je Gebäude Y und Z aus SMGW (**B2**) und moderner Messeinrichtung (**B1**), wobei Gebäude Z einen Zweirichtungs-Messeinrichtung für Messung von Einspeisung und Bezug benötigt sowie SMGW Haus Z als Bestandteil der Strecke WLAN-Router, SMGW, digitale CLS-Steuerbox beim Anschlussnehmer dient und weitere SMGWs den Anschlussnutzern zugeordnet sind
- zur Komponentenkategorie **B2** die digitale Steuerbox (CLS-Modul) des Anschlussnehmers zu Entgegennahme des Leistungsbegrenzungssignales über die CLS-Schnittstelle des SMGW des Anschlussnehmers
- zur Komponentenkategorie **B1** Aktorik des Netzbetreibers zur Abtrennung und Wiedereinschaltung des Netzanschlusses als Teil des digitalen Netzanschlusses
- zur Komponentenkategorie **B1** weitere Sensorik im Wechselrichter von PV und Batterie zum Monitoring von Erzeugung, Speicherung und Speichernutzung als auch Sensorik und Schaltgeräten zur Bestimmung der Leistungsaufnahme der einzelnen Verbraucher sowie die im Schaltgerät integrierte Aktorik zur Zu- und Abschaltung von Einzelgeräten jeweils im Haus Y und im Haus Z
- zur Komponentenkategorie **B3** Energiemanagement-Gateways der Anschlussnutzer als Proxy zwischen CLS-Netz und LAN der Gebäude jeweils in Haus Y und Haus Z
- zur Komponentenkategorie **B3** Plattform für aktive Energiemarktteilnehmer und GWA bei Verteilnetzbetreiber (in C/sells auch im Labor IDS)
- zur Komponentenkategorie **C** Energiemanagementsysteme jeweils im Haus Y und Haus Z, installiert auf Energiemanagement-Gateways
- zur Komponentenkategorie **C** Energiemanagementsystem des Quartiers zur Abstimmung zwischen den Gebäuden zur Einhaltung der vorgegebenen Leistungsgrenze am Netzanschluss des Anschlussnehmers
- zur Komponentenkategorie **C** Leitwarte des VNB zur Übergabe von Leistungsbegrenzungen über die aktiven EMT-Plattform an den digitalen Netzanschluss des Anschlussnehmers

Diese Architektur der Gebäudezelle erlaubt die Einordnung in die gesamte C/sells-Prozesslandschaft auf folgende Weise:

- Arbeitspaket 4.2: Abstimmungskaskade wirkt im Rahmen vertikal überlagernder Zelltypen von der Regelzone des ÜNB (hier TransnetBW) über den Regionalnetzbetreiber NetzeBW bis zum Verteilnetzbetreiber Schwäbisch Hall. Von dort können Anforderungen zur Leistungsbegrenzung am Netzanschluss von Liegenschaften weitergegeben werden, ohne eine Vielfalt von Einzelanlagen adressieren zu müssen.
- Arbeitspaket 4.3: Im Rahmen automatisierter Prozesse im Verteilnetz werden Anforderungen aus der Abstimmungskaskade über den Gateway-Administrator und die Plattform zur Koordinierung aktiver Energiemarktteilnehmer als standardisierte Signale an die digitalen Netzanschlüsse der Liegenschaften versendet

- Arbeitspaket 4.4: Die Integration der Liegenschaftszellen und ihrer Geräte erfolgt über die Kombination von SMGW sowie Steuerbox im Rahmen des digitalen Netzanschlusses mit Mapping der Kommunikationsstandards des Netzes auf Standards im Gebäude über den EEBus
- Arbeitspaket 3.2: Gateway-Administration und die Plattform für Energiemarktteilnehmer bilden grundlegende Komponenten des Infrastruktur-Informationssystems zur Interaktion im Messstellenbetrieb und netzdienlichen Steuerung
- Arbeitspaket 3.3: intelligente Messsysteme mit Messeinrichtungen und SMGW bilden am digitalen Netzanschluss des Gebäudes die sichere und geschützte Grundlage zur Datenerfassung und Kommunikation als Feldebene des Infrastruktur-Informationssystems
- Arbeitspaket 3.4: Prognosen als Infrastrukturdienste ermöglichen mit einer erweiterten Datengrundlage die Bildung neuer Standardprognosen für Prosumenten in verschiedenen Gebäudetypen sowie mit verschiedenen Ausstattungen an Anlagentypen
- Arbeitspaket 5.2: Marktplattformen mit innovativen Formen der Interaktion von Prosumenten erlauben Direktbeziehungen zweier Partner zwischen Angebot und Nachfrage, z.B. über Blockchain oder andere Technologien regionaler Marktplattformen, auch andere private Zugangswege
- Arbeitspaket 5.3: Die bidirektionalen Schnittstellen zum Gebäude für Energie und weitere Anwendungsdomänen verlangt zur Gewährleistung hoher Innovationsgeschwindigkeiten ein gesichertes und interoperables Interface in die Außenwelt auf Grundlage von Standardisierungsprozessen im internationalen Umfeld
- Arbeitspaket 5.4: Energiemanagement im Gebäude oder im Quartier sowie auf Arealen ermöglicht autonomes Handeln in einer Zelle, die Aggregation der lokalen Ressourcen ohne Notwendigkeit des externen Zugriffes auf Einzelanlagen sowie Flexibilität für Dienstleistungen zum externen Netz und Markt.
- Arbeitspaket 5.5: Die sichere Geräteintegration erfolgt auf Grundlage lokaler Kommunikationsstandards in Verbindung mit dem Energiemanagementsystem, benötigt also keine externe technische Detailregulierung, die nur bis zum digitalen Netzanschluss reichen sollte.

In diesem Umfeld ist die Abwägung zwischen marktgetriebenen, innovativen Lösungen und zugehörigen internationalen Standardisierungsprozessen sowie der Festlegung von Regeln für Marktprozesse, technische Anschlüsse und Gewährleistung von Sicherheit zu treffen.

Dabei ist auch dort, wo Regeln notwendig sind, von legislativer Seite nur die Festlegung allgemeiner Anforderungen zu treffen und sollte die Umsetzung technischen Lösungen der Wirtschaft überlassen werden. Ein zu hoher Grad der Bürokratisierung ist sowohl eine Gefahr für den Erfolg der Energiewende als auch für die internationale Wettbewerbsfähigkeit nationaler Unternehmen.

Bevor im Kapitel 9 ein Überblick über die Einordnung von C/sells-Themen in Regelungs- und Standardisierungsaktivitäten gegeben wird, werden auf Grundlage der Erfahrungen im AutonomieLab Leimen auch im Kontext der Vorschläge der Bundesnetzagentur Empfehlungen für Regeln bezüglich einer autonomen Prosumenzelle gegeben (Kap. 5.5 / Kap. 7.1.1). Sie bilden einen motivierenden Rahmen für den weiteren lokalen Ausbau von Erneuerbaren Energien auf Grundlage eines hohen Beteiligungsgrades.

7.1.1 Empfehlung zur Gestaltung von Prosumenzellen

Entsprechend der Komponentenarchitektur zum Autonomielab Leimen aus obigem Kapitel werden folgende Empfehlungen für die Funktionen einer Prosumenzelle sowie des zugehörigen digitalen Netzanschlusses gegeben.

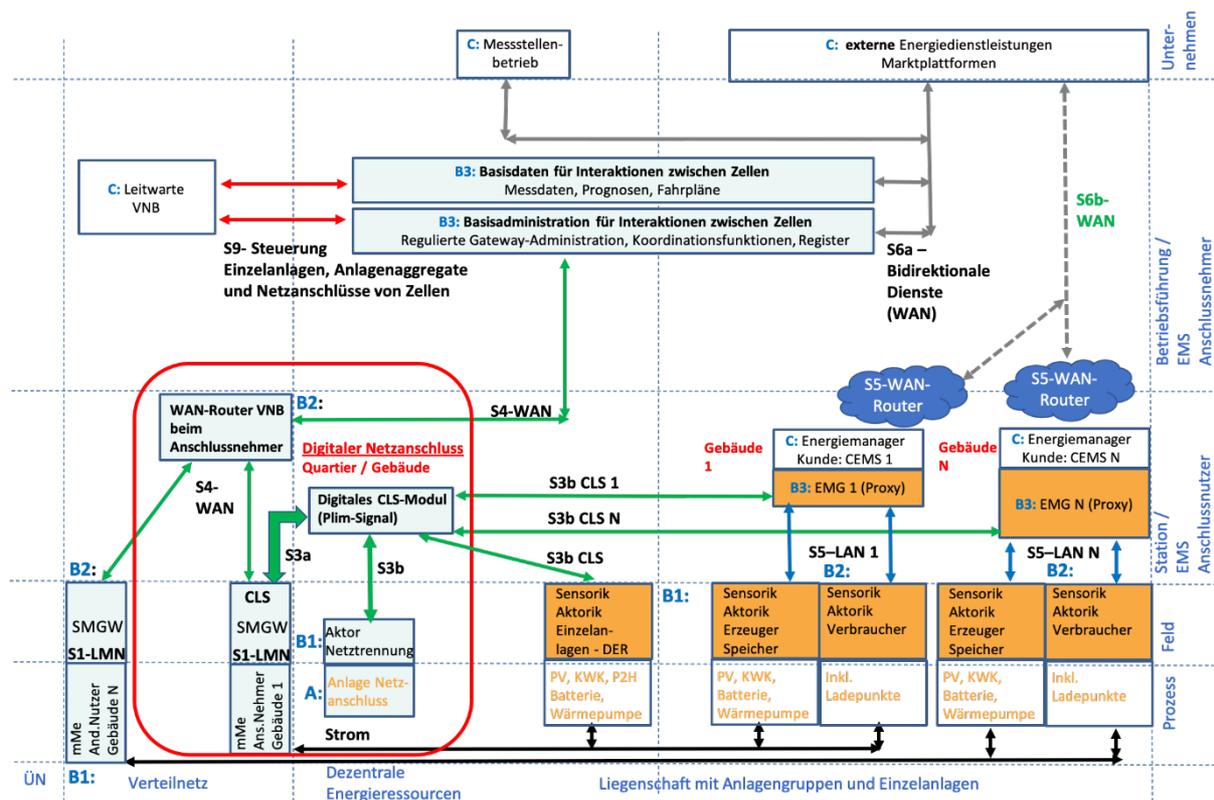


Abb. 11: Komponentenmodell für den digitalen Netzanschluss

Bilanzierung mit neuen Standard-Prosumentenprofilen

Es wird empfohlen, die Förderung von Eigenverbrauch sowie von gemeinschaftlichem Eigenverbrauch mit der Notwendigkeit des Ausgleiches von Erzeugung und Energienutzung im Gesamtsystem auf Basis folgender Vorschläge zu verbinden:

- **Bilanzierung** der Einspeisung und Restbezüge an Energie am Netzanschluss auf Grundlage neuer **Standard-Prosumentenprofile (SPP) bei Anlagen kleiner 30 kW** mittels einer IIS-Prognosekomponente (B3-Komponente in der Abbildung) als Infrastruktur-Basisdienst
- **Einführung neuer Prozesse mit unbürokratischer Direktvermarktung** entsprechend der EU-Richtlinie zu Erneuerbaren Energien für Anlagen kleiner 30 kW, wobei die bürokratischen Hürden für Eigenverbrauch und Energiegemeinschaften zu verringern sind, insbesondere Eigenverbrauch und gemeinschaftlicher Eigenverbrauch auch ohne unmittelbaren räumlichen Zusammenhang und ohne Personenidentität zu ermöglichen sind
- **Messung von Restbezug und Überschusseinspeisung** bei Anschlussnehmern und Anschlussnutzern eines Netzanschlusses mittels moderner Messeinrichtungen mit Fähigkeit zu hochaufgelösten Messungen für Energiedienste sowie keine Messsystempflicht für Einzelanlagen unter 7 kW und die Möglichkeit mehrere Anlagen einem aggregierenden Messsystem bei Vorhandensein eines lokalen Energiemanagementsystems an Netzanschlüssen zuzuordnen

- externe **Marktprozesse nur für zusätzlichen Bezug und überschüssige Einspeisung** auf Grundlage einer Zweirichtungsmessung statt der in der Zelle benötigten oder erzeugten Gesamtenergie
- **Digitalisierung mit standardisierten und automatisierten Anlagenprozessen** auf Basis der Komponenten des Infrastruktur-Informationssystems (B1 bis B3-Komponenten in Abbildung oben) zur Bereitstellung einer gemeinsamen Infrastruktur für die vielfältigen Markt- und Netzakteure sowie Prosumenzellen als auch Leistungssteuerung am Netzanschluss durch den VNB mit standardisierter Schnittstelle, „Smart-Grid-Readiness-Schnittstelle“
- auf Basis einer standardisierten Schnittstelle **Einführung eines digitalen Netzanschlusses** mit Smart Meter Gateway, digitaler Steuerbox und Netztrenneinrichtung in Verbindung mit autonomen Energiemanagementsystem in den Prosumenzellen

Digitaler Netzanschluss

Eine Prosumenzelle als Gebäudezelle sowie als privates Wohnquartier oder gewerbliches Areal, die jeweils einen gemeinsamen Netzanschluss an der Grenze zum privaten Hoheitsbereich besitzt, soll mit einem digitalen Netzanschluss auf Basis folgender Komponenten ausgestattet werden:

- in konkreter Umgebung der Zelle geeigneter Kommunikationszugang des Netzbetreibers für Fernkommunikation (**S4-WAN**: DSL, Glasfaser, Funk, Powerline, ...)
- Smart Meter Gateway (SMGW) des Anschlussnehmers (Inhaber des Netzanschlusses), betrieben durch den grundzuständigen Messstellenbetreiber des VNB
- Weitere SMGWs der Anschlussnutzer (Mieter und Eigentümer innerhalb des Anschlussobjektes)
- über den CLS-Anschluss des SMGW (**S3a**) Verbindung mit einer digitalen Steuerbox für den Netzanschluss des Anschlussnehmers, betrieben durch den VNB, entsprechend durch den FNN zu gestaltender Anschlussbedingungen
- Moderne Messeinrichtung des Anschlussnehmers am LMN-Anschluss des SMGW (**S1**) zur Messung von allgemeinem, auf das Gesamtobjekt der Zelle bezogenen Energienutzung und Einspeisung am Netzanschluss
- Moderne Messeinrichtungen der Anschlussnutzer an den LMN-Anschlüssen der SMGWs (**S1**) zur Messung von individuellen Energiebezügen und Einspeisungen der Mieter und Eigentümer im Anschlussobjekt
- über die digitale Steuerbox Anschluss (**S3b**) einer Netztrenneinrichtung des Anschlussnehmers für Abschaltungen im Notfall sowie gezielte Wiedereinspeisung nach Netzstörungen und Inselbetrieb in der Prosumenzelle
- über die digitale Steuerbox Anschluss (**S3b**) der individuellen Energiemanagementsysteme der Anschlussnutzer in der Prosumenzelle mit Aggregationsfunktion für mehrere Anlagen hinter einem intelligenten Messsystem

Lokale Energiemanagementsysteme (EMS) in Prosumenzellen

Die Abgrenzung zwischen Leistungssteuerung am Netzanschluss sowie lokaler Autonomie erfolgt durch ein Energiemanagementsystem mit nachfolgendem Umfeld:

- autonomes Energiemanagement in den Prosumenzellen mit der Funktion, Energieüberschüsse und Flexibilität von Einzelanlagen und -geräten intern zu nutzen sowie Bedarfe, Überschüsse und Flexibilität für die Außenwelt zu aggregieren
- einheitlicher Kommunikationsabschluss (**S3b**) zwischen digitaler Steuerbox und steuerbaren Systemen, wie Schalteinrichtung am Netzanschluss, bei Bedarf auch zu Einzelanlagen in Prosumenzelle als auch

zu lokalen Plattformen für Energiemanagementsysteme (Proxy: Übergang in lokale Kommunikationsnetze)

- Verbindung von Geräten und Anlagen in der Prosumentezelle sowie zugehöriger Sensorik und Aktorik vom EMS über verschiedene private Kommunikationsnetze (S5-LAN) und entsprechende Kommunikationsprotokolle
- Private Weitverkehrsverbindungen (S6b) für weitere Dienste zwischen Smart Building und dem externen Internet der Dinge

Grundsätzlich sollte die Komplexität der beschriebenen Gestaltungsprozesse dadurch beherrscht werden, dass legislative Prozesse und Regulierung nur den notwendigen Rahmen definieren und Bürokratie abbauen sowie die technische Detailausgestaltung der Innovationskraft von Gesellschaft und Wirtschaft auch in Verbindung mit dem internationalen Standardisierungsumfeld überlassen wird.

Die vielfältigen Aktivitäten im Zusammenhang mit diesen Empfehlungen werden im folgenden Kapitel mit der Gegenüberstellung von Projektzielstellungen sowie den im Projekt bearbeiteten Themen unter Zuordnung von entsprechenden technischen und energiewirtschaftlichen Gremien als auch Standardisierungsinstitutionen zusammengefasst.

8 C/sells-Beiträge zu gemeinsamen Normen, Standards und Regeln

8.1 Ausgangssituation

Die Erneuerbaren Energien bieten Chancen zur vielfältigen Partizipation an der Energiewende mit Eigengestaltung sowie mit lokaler und regionaler Wertschöpfung. Unverzichtbar ist auch die integrierte Betrachtung von Energieflüssen bezüglich der Angebote für Strom, Wärme, Gas und Mobilität. Als Mittel zur Beherrschung der daraus resultierenden Komplexität dienen Autonomie und Flexibilität mit zellulären Systemen, Interoperabilität und gemeinsame Regeln, Digitalisierung sowie Informationssicherheit.

Die entstehende Vielfalt kann nur dann massenfähig und wirtschaftlich betrieben werden, wenn für grundlegende gemeinsame Abläufe gewisse Verabredungen zur Sprache und zum Aufbau des notwendigen Informationsaustausches, aber auch zur Sicherheit der gemeinsamen Schnittstellen getroffen werden.

Um dem Kernthema der Energiewende, der Gestaltung eines flexibleren Systems gerecht zu werden, widmete sich C/sells insbesondere im Rahmen der Umsetzung des zellulären Ansatzes der Spezifikation gemeinsamer Methoden zur Beschreibung zellulärer Systeme. Dazu gehörten die Beschreibung von Anwendungsfällen, die Ableitung von Anforderungen an Schnittstellen sowie gemeinsame Sicherheits- und Flexibilitätsmodelle, aber auch die Abgrenzung vom Rechtssystem zur normativen Basis.

Dazu waren folgende Teilaufgaben (TA) und Arbeitsschritte (AS) zu bearbeiten.

TA 2.8.1: Koordination Projektaktivitäten zu Standardisierung und Regeln

Arbeitsschritte (AS):

AS 2.8.1.1: Koordination C/sells-Partner zur Ableitung von konsolidierten Projektergebnissen für Begleitforschung sowie für nationale und internationale Gremien

AS 2.8.1.2: Sicherstellung der Verknüpfung zu nationalen, europäischen und internationalen Normungsgremien sowie zur Regelsetzung in Verbänden

TA 2.8.2: Spezifikation des Projektvorgehens zu Standardisierung und Regeln sowie Ergebnisbewertung

Arbeitsschritte (AS):

AS 2.8.2.1: Koordination und Beiträge zur Erarbeitung eines gemeinsamen Standardisierungskonzeptes im Gesamtkonsortium, insbesondere zur Normung von Kommunikations- und Sicherheitslösungen mit gemeinsamen Smart Grid-Verbindungspunkt von Liegenschaften und Quartieren unter Einbeziehung von Schutzprofil und Smart Grid Architekturmodell (SGAM)

AS 2.8.2.2: Einführung und Einsatzbegleitung der Use-Case-Methodik aus EU-Standardisierungsmandat M/490 in das Konsortium als gemeinsame Methodik zur Entwicklung von Funktionalitäten

AS 2.8.2.3: Erstellung und Pflege eines Glossars für die einheitliche Verwendung von Begriffen

AS 2.8.2.4: In Zusammenwirken mit AP 2.5 „Regularien und Energierecht“ Koordination zur Erarbeitung von Methoden zur Sicherung des technischen Wissens - zum Beispiel mit Patenten - in Abgrenzung zu gemeinsamen Regelsetzungen

AS 2.8.2.5: Koordination und Beiträge zur Zusammenführung der Ergebnisse aus vielfältigen Lösungen in den Zellen zur Ableitung von Standardisierungsbedarfen als Bestandteil der Projektevaluation

Diese Aktivitäten waren durch folgende Meilensteine und Ergebnisse zu dokumentieren.

Ergebnisse:

[E 2.8.1] Standardisierungskonzept ist erstellt

[E 2.8.2] Standardisierungskonzept ist im Gesamtprojekt implementiert

[E 2.8.3] Die Ergebnisse aus C/sells werden in Standardisierungsgremien aufgegriffen und finden erste Anwendung über das Projekt hinaus

[E 2.8.4] Glossar ist erstellt und wird laufend aktualisiert

Meilensteine:

MS	Kurzbezeichnung	Kurzbeschreibung	Datum
2.006	Standardisierungskonzept I	Standardisierungskonzept erstellt	07.2017
2.019	Standardisierungskonzept II	Standardisierungskonzept implementiert	07.2018

8.2 Lösungsansatz und durchgeführte Arbeiten

Zur Erfüllung der beschriebenen Zielstellungen war geplant, ein gemeinsamen Standardisierungskonzept zu erstellen, die Umsetzung und Anpassung des Konzeptes im Projektverlauf in den Demonstrationszellen voranzutreiben, eine Musterlösung zur Steuerung von Gebäudezellen mit dem EEBus zu erarbeiten sowie C/sells-Methoden und standardisierte Vorgehensweisen in Gremien und Aktivitäten außerhalb des Projektes zu tragen.

Im Arbeitspaket 2.8 waren 10 Projektpartner beteiligt (Fraunhofer ISE mit Unterauftragnehmer Andreas Kießling – energy design, IDS, PPC, Schleupen, Smart Grids BW, Transnet BW, MVV, HSU, Next Kraftwerke, devolo). Um im Rahmen dieser eher koordinierenden Gruppe eine Wirkung auf die Aktivitäten des Gesamtprojektes unter dem Gesichtswinkel der Standardisierung zu erreichen, wurde eine Fachgruppe Standardisierung, die über Teilprojekte hinweg reichte, gegründet. Weiterhin entstanden Arbeitsgruppen zu spezifischen Themen (Smart Meter Gateway, Flexibilitätsmodell, Nutzung CLS-Kanal mit EEBus, Digitaler Netzanschluss zur Prosumerintegration).

Diese Aufgaben zur Koordinierung der C/sells-Partner zur Ableitung von konsolidierten Projektergebnissen für die Begleitforschung sowie für nationale und internationale Gremien waren Bestandteil des Arbeitsschrittes 2.8.1.1.

Auf Basis der beschriebenen Zielstellungen wurde im ersten Projektjahr im Rahmen des Arbeitsschrittes 2.8.2.1 ein Standardisierungskonzept mit dem Ziel erstellt, ein koordiniertes Vorgehen der Partner im zellulär organisierten Projekt zu erreichen (Ergebnis [E 2.8.1] und Meilenstein 2.006 mit Dokument **[C/sells – IOP Teil A. (03/2020)]**).

Nachfolgend galt es, das Standardisierungskonzept im Gesamtprojekt zu implementieren, wobei der Schwerpunkt insbesondere auf gemeinsamen Methoden aus der europäischen Standardisierung lag. Die Motivation zur Schaffung einer gemeinsamen normativen Basis für das zukünftige Energiesystem ergibt sich aus dem Projektansätzen Vielfalt, Partizipation und Zellularität. Die damit verbundene Innovationsvielfalt benötigt aber im Gesamtverbund sowohl eine gemeinsame normative Basis als auch Regeln eines Rechtssystems **[C/sells – IOP Teil B+C. (03/2020)]**.

Somit entstand zuerst eine Sprache zur Beschreibung eines zellulären Energiesystems auf Basis der System- und Modellbegriffe. Das Begriffssystem umfasst die Kategorisierung von Komponenten (inklusive der IIS-Komponenten zur Digitalisierung) zur Beschreibung eines Energiesystems in einer Zelle sowie der zugehörigen Funktionen, Schnittstellen und Eigenschaften. Dazu erfolgte im Rahmen des Arbeitsschrittes 2.8.2.3 die Erstellung und Pflege eines Glossars für die einheitliche Verwendung von Begriffen (Ergebnis [E 2.8.4] – **[C/sells – IOP Teil D. (04/2020)]**).

spezifizierten Schutzmethodik eine vereinfachte Methodenbeschreibung erstellt. Mit Musterlösungen wurde deren Anwendung veranschaulicht [*C/sells – IOP Teil H. (04/2020)*]. Dabei war die Umsetzung informationstechnischer Schutzmechanismen außer der Einführung der gesicherten Infrastruktur intelligenter Messsysteme kein Projektschwerpunkt.

Mit der Einführung von Glossar, Use Case Methodik, Architekturmodell sowie der Schutzmethodik wurden im Projekt Beiträge für das gemeinsame Standardisierungskonzept im Gesamtprojekt geleistet [E 2.8.2],

Weitere Aktivitäten beziehen sich insbesondere auf den Arbeitsschritt 2.8.2.5 zur Koordination und von Beiträgen zur Zusammenführung der Ergebnisse aus vielfältigen Lösungen in den Zellen zur Ableitung von Standardisierungsbedarfen als Bestandteil der Projektevaluation. Dabei wurden nachfolgende Themenschwerpunkte bearbeitet.

Ein horizontal über alle Arbeitspakete reichender Arbeitskreis widmete sich der Aufgabe, Vorschläge für ein Flexibilitätsmodell, für Flexibilitätsnachrichten und für deren sichere Übertragung zu erarbeiten. Diese Beiträge zur Standardisierung von Flexibilitätsnachrichten bei der Vielfalt möglicher Flexibilitätsmechanismen im Markt und im Netz wurden durch die Ergebnisse der Fachgruppe Flexibilität zur Kategorisierung dieser Mechanismen möglich [*C/sells – FG Flexibilität. (12/2018)*], [*C/sells – IOP Teil I. (03/2020)*]. Hierbei spezifizierte ein durch das AP 2.8 organisierter Arbeitskreis ein gemeinsames Flexibilitätsmodell für das Flexibilitätskataster, auf dessen Basis weiterführende Standardisierungsaktivitäten in nationalen und internationalen Gremien vorgeschlagen werden.

Flexibilitätsnachrichten lassen sich mit diesen Vorschlägen und der digitalen Infrastruktur – dem IIS - massenfähig und sicher übertragen. Hierzu spezifizierten Projektpartner in den C/sells-Arbeitskreisen die Nutzung eines sicheren Weges über das intelligente Messsystem (CLS-Kanal) mittels eines standardisierten Infrastrukturdienst für Energiemarktteilnehmer. Die Umsetzung erfolgte mittels einer Pilotlösung im Rahmen der Demonstration der Inselfähigkeit eines Wohnhausverbundes in Leimen bei Heidelberg im Lab Noir.

Um diese Pilotlösung in C/sells zu verbreiten, wirkten Partner verschiedener Arbeitspakete der Teilprojekte 3 (IIS), 5 (intelligente Märkte und Liegenschaften) sowie 7 (Demonstration) im Rahmen des AutonomieLabs Leimen an der Spezifikation einer Musterlösung zur Kommunikation von Flexibilitätsnachrichten über einen sicheren Kanal mit. Hierbei wurde eine standardisierte Lösung für einen digitalen Netzanschluss erarbeitet, mittels dem die Leistung am Netzanschluss durch den Netzbetreiber beeinflusst werden kann. Hierzu arbeiteten die Arbeitspakete AP 2.8 zur Standardisierung, AP 3.2 zum IIS, AP 5.5 zur Geräteintegration sowie AP 7.5 zur Demonstration im AutonomieLab Leimen über verschiedene Teilprojekte hinweg eng zusammen [*C/sells – HLUCs G-H-I. (05/2020)*].

Hierzu beteiligten sich C/sells-Partner (z.B. EEBus-Initiative und Stadtwerke München) an der Spezifikation einer VDE-Anwendungsregel mit Use-Case-Beschreibungen [*VDE-AR-E 2829-6-1*] sowie der Beschreibung einer technischen Umsetzung auf Basis einer nationalen Standardisierungsinitiative (EEBus), [*VDE-AR-E 2829-6-2, 3, 4*].

Die Ergebnisse aus C/sells werden somit in Standardisierungsgremien aufgegriffen und finden erste Anwendung über das Projekt hinaus [E 2.8.3], Meilenstein 2.019.

Die VDE-Anwendungsregel wird von der DKE verbreitet und als SINTEG-Blaupause vorgeschlagen. Dem Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) wird empfohlen, dass regulatorisch vorrangig Anforderungen gestellt, aber die technische Spezifikation von Modellen und Kommunikationsprofilen dem Markt überlassen wird, um die gesellschaftliche Innovationskraft im Umfeld der nationalen und internationalen Standardisierung zu nutzen.

Der Vorschlag zum digitalen Netzanschluss in Verbindung mit dem Wirken in Standardisierungsgremien ist ein Beispiel für das Wirken im Arbeitsschritt AS 2.8.1.2 zur Sicherstellung der Verknüpfung zu nationalen, europäischen und internationalen Normungsgremien sowie zur Regelsetzung in Verbänden. Dies erfolgt im nationalen Rahmen auch durch die Mitwirkung der Projektpartner VIVAVIS (früher IDS) und der PPC AG an der

Task Force Smart Metering, Smart Grid und Smart Mobility bei BMWi und BSI sowie der damit verbundenen Spiegelung der dortigen Aktivitäten im DKE Systemkomitee K901 durch den Unterauftragnehmer von Fraunhofer ISE (Andreas Kießling - Energy Design) sowie Vivavis, PPC und Stadtwerke München.

Die Erfahrungen aus der Nutzung der Use Case Methodik im Rahmen der zellulären Architekturkonzeptes werden auch in internationale Standardisierungsgremien (IEC TC 57, WG16) eingebracht (Stadtwerke München, FfE e.V.)

Eine umfassende Aufstellung der Verknüpfung zu Normungsgremien sowie technischen und energiewirtschaftlichen Verbänden im nationalen und internationalen Kontext ist dem Ergebnisdokument von AP 2.8 zu entnehmen **[C/sells – IOP Teil B+C. (11/2020)]**.

Die Bewertung der Bedeutung von Interoperabilität in C/sells auf Basis von wirtschaftlichen und technischen Regeln sowie von Standards und Normen für das zukünftige Energiesystem erfolgte auf Basis von Musterlösungen. Hieraus folgte auch die Bewertung des Verhältnisses von Regularien und Energierecht sowie der Notwendigkeit zur Beförderung von Innovationen in Verbindung mit der Sicherung des zugehörigen technischen Wissens. Die Gestaltungsebenen Regulierung im Sinne staatlich organisierter Regeln sowie Standardisierung und Innovationen sind entsprechend voneinander abzugrenzen. Die resultierenden Ergebnisse sind Bestandteil des Abschlussdokumentes in AP 2.8 **[C/sells – IOP Teil B+C. (11/2020)]** im Arbeitsschritt AS 2.8.2.4.

8.3 Bewertung und Musterlösungen

Im Abschlussdokument **[C/sells – IOP Teil B+C. (11/2020)]** erfolgte die Bewertung verschiedener politischer Initiativen im Rahmen des Rechtssystems, die in Deutschland den weiteren Ausbau Erneuerbarer Energien in Verbindung mit der Digitalisierung der Prozesse zwischen Markt, Netz und Liegenschaften befördern sollen, insbesondere in Bezug auf die Musterlösung AutonomieLab Leimen.

Dies betraf zuerst die notwendige Stärkung der Beteiligung aller Akteure der Gesellschaft an den Chancen der Transformation des Energiesystems entsprechend der EU-Richtlinie zu Erneuerbaren Energien auf Basis des C/sells-Ansatzes zur Gestaltung der Vielfalt, der Stärkung von Partizipation und der damit verbundenen Ausprägung des zellulären Energiesystems. Hierzu wurde die Anpassung des gesetzlichen Rahmens, insbesondere des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG), bewertet. Dies betrifft die notwendige Erhöhung der Freiheitsgrade zur autonomen Gestaltung auf Grundlage von Innovationen sowie eines normativen Rahmens der Wirtschaft in internationaler Zusammenarbeit.

Zur Ausgestaltung des EEG auf Grundlage der EU-Richtlinie gehört aber auch die Bewertung der Vorschläge der Bundesnetzagentur zur Einbindung des Prosumenten an der Schnittstelle zu den Liegenschaften. Für C/sells sind die autonomen Gestaltungsmöglichkeiten der Prosumenten in Verbindung mit systemdienlichen Verhalten die Grundlage von Partizipation, Vielfalt, zellulärem Denken und damit unverzichtbares Mittel für den Erfolg der Energiewende. Deshalb ergänzt das Projekt die Vorschläge der Bundesnetzagentur durch einen eigenen Vorschlag zur Beförderung von Eigenverbrauchslösungen und von Energiegemeinschaften. Erfolgsgrundlage des empfohlenen Lösungsweges sind Standardprofile für Prosumenten in Verbindung mit einer, allen Akteuren zur Verfügung stehenden Informationsinfrastruktur, ein digitaler Netzanschluss mit zugehörigem intelligenten Messsystem sowie autonome, lokale Energiemanagementsysteme in Gebäuden, Quartieren und privaten Arealen (z.B. Industrie, Flughäfen). Dazu gehört aber auch die Einführung neuer, innovativer Vermarktungsformen in Verbindung mit Bürokratie und übermäßigen Berichtspflichten **[C/sells – IOP Teil B+C. (11/2020)]**.



C/sells – IOP Teil H. (04/2020): Interoperabilität - Grundlagen der Massenfähigkeit Teil C. Schutzmethodik. SINTEG-Programm des BMWi. Projekt C/sells. Teilprojekt 2 / Arbeitspaket 2.8. 04/2020

C/sells – IOP Teil I. (03/2020): Interoperabilität - Grundlagen der Massenfähigkeit Teil C. Flexibilitätmethodik. SINTEG-Programm des BMWi. Projekt C/sells. Teilprojekt 2 / Arbeitspaket 2.8. 03/2020

Schnittstelle zu weiteren Ergebnisdokumenten:

C/sells – FG Flexibilität. (12/2018): SINTEG-Programm des BMWi. Projekt C/sells. FG Flexibilität – Ergebnisdokument Flexibilität. 12/2018.

C/sells – HLUCs G-H-I. (05/2020). SINTEG-Programm des BMWi. Projekt C/sells. Teilprojekt 5 / Arbeitspaket 5.5. Wirtschaftliche, interoperable und sichere Einbindung flexibler Energiewandler. 11/2020

9 C/sells-Standardisierungsthemen

Auf Basis der Projektstruktur mit Arbeitspaketen erfolgte zu Projektbeginn in Verbindung mit den Business Use Case ein Mapping von Schwerpunktthemen zu Regeln / Normen und Standards auf die Inhalte zugehöriger Arbeitsschritte.

9.1 Grobkonzept der Themenzuordnung zu Projektbeginn

9.1.1 Schwerpunkte in TP 3 inklusive Schutz und Sicherheit

Arbeitspakete	Teilaufgaben (TA) und Arbeitsschritte (AS)	Themen zu Regeln / Standards / Normen	Einordnung
AP 3.2	TA: IIS und Bausteine DAM (Data Access Point Manager) mit Registry, Kataster und Strukturinformationen	Standardisierung Zugriffsschnittstellen	Standards
AP 3.2	TA: Kommunikations- und Informationsebene im IIS: Informationssicherheit, Funktionssicherheit und -qualität sowie Datenschutz	Normen und Standards zu Schutz- und Sicherheit bei Kommunikation in Netzwerken, Trusted Computing, BSI-Regeln, SGIS-Toolbox M/490	Regeln / Standards / Normen
AP 3.2	TA: IKT-Plattform	Standards / Regeln zur Gewährleistung von Vertrauenswürdigkeit	Standards / Regeln
AP 3.2	TA: Pilotierung von Plattformen	Bezug zu Schutzprofil, Standards, BDEW-Whitepaper, Plattformstandardisierung in Initiativen (z.B. EE-Bus, OGEMA, Qivicon)	Standards / Regeln
AP 3.3	TA: Spezifikation einheitlicher Marktprozesse, Standardprofile und Tarifmodelle für Messdaten- und Tarifübertragung mittels iMSys im IIS in Abstimmung mit AP 4.6	Regeln zu Prozesse, Profilierung von Standards (Schnittstellen und Datenmodelle) im Markt (Prozesse mit Verbänden, Profilierung mit DKE)	Regeln / Standards
AP 3.3	TA: Infrastruktur-Verbindungsstelle des Messsystems/SMGW zur Einbettung von Energieanlagen/Dezentrale Energieerzeugungsanlagen (DER) und Liegenschaften/Flexibilitäten der Prosumenten in der Verteilnetzebene	Anschlussbedingungen, Regeln zu Prozesse, Profilierung von Standards (Schnittstellen und Datenmodelle) zwischen Netz und Liegenschaften (Anschlussbed. Mit FNN, Prozesse mit BnetA, Profilierung mit DKE)	Regeln / Standards
AP 3.3	TA: Gateway Administrator (GWA) System im IIS	Regeln zu Prozessen und zu Kommunikationsstandards mit BSI	Regeln / Standards
AP 3.3	TA: Entwicklung von angepassten SMGW, Steuerbox Hardware-Lösungen und CLS-Management	Konformität zu Schutzprofil und Technischer Richtlinie (BSI)	Regeln
AP 3.3	TA: Piloten zur Kopplung von SMGWs mit gesicherten Dienstplattformen in der Liegenschaft und Anbindung lokaler Flexibilitäten	Anwendungsschnittstellen oberhalb von HAN/CLS als standardisierte Normenprofile (DKE)	Standards
AP 3.4	AS: Schnittstellen zwischen Hochrechnung, Prognose, Netzbetriebsführung und Markt- bzw. Prosumenten-Systemen festlegen,	Anwendungsschnittstellen als standardisierte Normenprofile (DKE)	Standards

Arbeitspakete	Teilaufgaben (TA) und Arbeitsschritte (AS)	Themen zu Regeln / Standards / Normen	Einordnung
	ausgestalten und verteilte Echtzeit-Simulation ermöglichen		
AP 3.4	AS: Test der Prognose und Bilanzierungsalgorithmen an beispielhaften Teilsystemen des IIS	Tests der Anwendungsschnittstellen als standardisierte Normenprofile	Standards

9.1.2 Schwerpunkte in TP 4 inklusive Netz-/Marktkommunikation

Arbeitspakete	Teilaufgaben (TA) und Arbeitsschritte (AS)	Themen zu Regeln / Standards / Normen (inkl. Akteure und AP-Schnittstellen in C/sells)	Einordnung
AP 4.2	TA: Anforderungsanalyse zur Abstimmungskaskade und Ausgestaltungsdefinition	Vorschläge zu einem einheitlichen Energieinformationsnetz ÜNB / VNB als IIS-Komponente (Schnittstelle zu IIS zu TP3)	Regeln
AP 4.2	TA: CIM-Kaskadenprofil	Standardisiertes Normenprofil auf CIM-Basis (DKE)	Standards
AP 4.3	TA: Ausbildung einer Abstimmungskaskade innerhalb des Verteilernetzes	Gemeinsame Regeln zur Nutzung in allen Verteilnetzen (FNN)	Regeln
AP 4.3	TA: Kommunikationsbedarf im automatisierten Verteilernetz	Normenprofile für offene Standards zur Gewährleistung Interoperabilität (z.B. Projekt ESOSEG)	Standards
AP 4.3	TA: Implementierung der Schnittstellen für die Abstimmungskaskade	Anwendung von Normenprofilen in der Implementierung	Standards
AP 4.3	TA: Demo- und Pilotsystem	Tests von Normenprofilen bei Piloten	Standards
AP 4.4	TA: Schnittstellen zur Integration von Subnetzen und Anlagen in die Abstimmungskaskade	Anschlussbedingungen (FNN), Standards zur Gewährleistung Interoperabilität (z.B. Projekt ESOSEG)	Regeln / Standards
AP 4.4	TA: Umsetzung der Schnittstellen und Algorithmen	Anwendung von Anschlussbedingungen und Normenprofilen in der Implementierung	Regeln / Standards
AP 4.4	TA: Erprobung und Bewertung der Güte/Wirksamkeit der entwickelten Lösungsansätze	Tests von Anschlussbedingungen und Normenprofilen bei Piloten	Regeln / Standards
AP 4.5	TA: Erarbeitung von operativen Verfahren zur Kopplung zwischen Netz und Markt	Prozessspezifikation erweiterter Markt-/Netzkommunikation (BDEW, VKU, BnetzA) sowie Schaffung standardisierter Normenprofile (DKE, BnetzA)	Regeln / Standards
AP 4.5	TA: Implementierung in die Systeme der Netzbetreiber	Anwendung von Prozessen und Normenprofilen in der Implementierung	Regeln / Standards
AP 4.5	TA: Demonstration der Funktionalität	Tests der Prozesse und der standardisierten Normenprofile	Regeln / Standards

9.1.3 Schwerpunkte in TP 5 inklusive Markt- und Liegenschaftskommunikation

Arbeitspakete	Teilaufgaben (TA) und Arbeitsschritte (AS)	Themen zu Regeln / Standards / Normen	Einordnung
AP 5.2	TA: Anforderungen und techn. Optionen für den bidirektionalen Handel in Märkten	Ableitung Standardisierungsanforderungen	Standards
AP 5.2	TA: Virtuelle Plattform für den regionalen Handel – Umsetzung und Pilotbetrieb (zentrale und dezentral verteilte Plattformen sowie P2P-Umgebungen)	Standards / Regeln zur Gewährleistung von Vertrauenswürdigkeit; Standards für Technologiestacks zur Ableitung standardisierter, offener Infrastruktur	Regeln / Standards
AP 5.2	TA: Flexibilitätsplattform – Umsetzung und Pilotbetrieb	Tests von Plattformen und P2P-Umgebungen in Bezug auf Regeln und Standards	Regeln / Standards
AP 5.3	TA: Anforderungsanalyse für Bidirektionale Dienste von und für Prosumenten	Spezifikation Kernprozesse zwischen unterschiedlichen Liegenschaften, Märkten und den Netzen; Normenprofile für Kernprozesse	Regeln / Standards
AP 5.3	TA: Agentenbasierte Vernetzung von Prosumentenliegenschaften	Standards für Technologiestacks zur Ableitung standardisierter, offener Infrastruktur	Standards
AP 5.3	TA: Pilottest bidirektionaler Dienste von und für Prosumenten	Tests der Technologiestacks in unterschiedlichen Umgebungen bezüglich Standardisierung	Standards
AP 5.4	TA: Datenbereitstellung und Schnittstellen für das spartenübergreifende Energiemanagement	Spezifikation gemeinsamer Kernprozesse, Normenprofile sowie Plattformen für Interoperabilität innerhalb der Liegenschaft (Abstrahierung, z.B. EE-Bus, Plattforminitiativen)	Standards
AP 5.5	TA: Prozesse / Schnittstellen für Interoperabilität und wirtschaftliche Marktintegration dezentraler Erzeuger, Speicher, Lasten (inkl. Ladepunkte)	Spezifikation gemeinsamer Kernprozesse, Normenprofile sowie standardisierter P2P-Stacks innerhalb der Liegenschaft (Abstrahierung, z.B. EE-Bus, P2P-Konzepte)	Standards
AP 5.5	TA: Spezifikation zur Nutzung HAN/CLS-Schnittstelle aus TP 3	Mitwirkung Spezifikation HAN/CLS-Tunnel bis Anwendungsschnittstelle (BSI, DKE)	Regeln, Standards
AP 5.5	TA: Prototypische Pilotierung und Tests der Prozesse und Schnittstellen als Basis für TP7	Implementierung und Tests gemeinsamer Kernprozesse, Normenprofile und standardisierter P2P-Stacks sowie der HAN/CLS-Schnittstelle innerhalb der Liegenschaft	Regeln/ Standards

9.2 Standardisierung in der Praxis und Gremienzuordnung

9.2.1 Standardisierungsthemen in der Praxis aus TP 3

Arbeitspakete	Teilaufgaben (TA) und Arbeitsschritte (AS)	Partnerthemen in Verbindung mit Regeln für Prozesse und Anschlussbedingungen sowie Standards	Zuordnung von Gremien in Verbänden und Standardisierung
AP 3.2	TA: IIS und Bausteine DAM (Data Access Point Manager) mit Registry, Kataster und Strukturinformationen	Thema: Flexibilitätsmodell für IIS-Komponente Flexibilitätskataster C/sells-Aktivität und Partner: Fichtner IT, TH Ulm, PPC, ... Schnittstellen des SMGW (LMN, CLS, WAN) + Standards für CLS (Schnittstelle/Überschneidungen zu AP3.3)	Systemkomitee „Smart Energy“ DKE K901 FNN - PG „SMGW Funktionen und Prozesse“ - PG Steuerbox - PG Steuerungsschnittstellen
AP 3.2	TA: Kommunikations- und Informationsebene im IIS: Informationssicherheit, Funktionssicherheit und -qualität sowie Datenschutz	Entwicklung eines Netzwerkmanagementsystems als IIS Komponente IT-Sicherheit Koordinierungsfunktion KOF Leistungsübersicht Flex-Plattformen	DKE/AK 461.0.144 Netzwerkmanagement DKE AK 952.0.15 (IT-Sicherheit) FNN PG Steuerungsschnittstellen BSI-Task Forces Smart Grid DKE AK 901.0.1 Nelde
AP 3.2	TA: IKT-Plattform	Ausgestaltung hybrider Kommunikationsnetze (Mobilfunk/Powerline); Weiterentwicklung der Powerline-Technologie Koordinierungsfunktion KOF Leistungsübersicht Flex-Plattformen	ITU-T SG15 G.hn Access Standardisation DKE/UK 716.1: Systeme für die Kommunikation auf elektrischen Niederspannungsnetzen PRIME Alliance IEEE Activities Home FNN PG Steuerungsschnittstellen BSI-Task Forces Smart Grid DKE AK 901.0.1 Nelde
AP 3.2	TA: Pilotierung von Plattformen	Pilotierung des SMGWs als Kommunikationsplattform (Standardisierte	Bitkom AK Smart Grids

Arbeitspakete	Teilaufgaben (TA) und Arbeitsschritte (AS)	Partnerthemen in Verbindung mit Regeln für Prozesse und Anschlussbedingungen sowie Standards	Zuordnung von Gremien in Verbänden und Standardisierung
		Kommunikationsprofile und Dienstplattformen) Koordinierungsfunktion KOF Leistungsübersicht Flex-Plattformen Anbindung FNN-Steuerbox	DKE K 901 System Komitee Smart Energy FNN Projektgruppe Netzbetrieb mit Flexibilitäten BMWi / BSI Task Forces FNN PG Steuerungsschnittstellen BSI-TaskForces Smart Grid DKE AK 901.0.1 Nelde FNN-PG Steuerbox
AP 3.3	TA: Spezifikation einheitlicher Marktprozesse, Standardprofile und Tarifmodelle für Messdaten- und Tarifübertragung mittels iMSys im IIS in Abstimmung mit AP 4.6	Marktkommunikation Visualisierung von Daten für Endkunden Definition von erweiterten Tarifmodellen	FNN - PG „SMGW Funktionen und Prozesse“ - EN „Zukünftige Messsysteme“ - PG „Neue Chancen durch Digitalisierung“ DKE - DKE AK 461.0.142 - DKE K 461 - DKE AK 461.0.14 BSI - Branchen-Input-Prozess - TF Smart-/ Sub-Metering
AP 3.3	TA: Infrastruktur-Verbindungsstelle des Messsystems/SMGW zur Einbettung von Energieanlagen/Dezentrale Energieerzeugungsanlagen (DER) und Liegenschaften/Flexibilitäten der Prosumenten in der Verteilnetzebene	Standardisierte Kommunikationsprofile und Dienstplattformen Standards für CLS	FNN - PG „SMGW Funktionen und Prozesse“ - PG Steuerbox - PG KOF - PG „Netzbetrieb mit Flexibilität“ DKE - DKE AK 952.0.15 (IT-Sicherheit) - DKE AK 952.0.17 (DER-Anlagen) ZVEI: - FA Digitalisierung - TA Smart Metering BSI/BMWi:

Arbeitspakete	Teilaufgaben (TA) und Arbeitsschritte (AS)	Partnerthemen in Verbindung mit Regeln für Prozesse und Anschlussbedingungen sowie Standards	Zuordnung von Gremien in Verbänden und Standardisierung
			<ul style="list-style-type: none"> - AG InuZ - TF Smart Grid
AP 3.3	TA: Gateway Administrator (GWA) System im IIS	Standards der Marktkommunikation	MaKo 2020 FNN <ul style="list-style-type: none"> - PG Teststufenkonzept
AP 3.3	TA: Entwicklung von angepassten SMGW, Steuerbox Hardware-Lösungen und CLS-Management	Einführung von Standardprozessen zur Installation und zum Betrieb der iMSys	BSI/BMWi: <ul style="list-style-type: none"> - AG InuZ - AG GwS BSI Task Force Smart Grid BSI Task Force Smart Mobility
AP 3.3	TA: Piloten zur Kopplung von SMGWs mit gesicherten Dienstplattformen in der Liegen-schaft und Anbindung lokaler Flexibilitäten	Netzdienliche Einbindung des iMSys in die Netzführung	s.o.
AP 3.4	AS: Schnittstellen zwischen Hochrechnung, Prognose, Netzbetriebsführung und Markt- bzw. Prosumenten-Systemen festlegen, ausgestalten und verteilte Echtzeit-Simulation ermöglichen	Netz: Prognosen entwickeln sich zu Teilen von Netzbetriebsführungs-Tools und werden nicht „Stand-alone“ bezogen. Energiemarkt für den Energiehändler sind Prognosen „Alleinstellungsmerkmal“ und werden nicht nach Standard bezogen. Schnittstelle Netz / Markt: Für den Netzbetrieb müssen Einsatzverantwortliche Prognosen für die Erzeugungsprofile Ihrer Anlagen abliefern; es gelten Mindestanforderungen, sofern Prognosen vergütungsrelevant sind (siehe z.B. BDEW Leitfaden BDEW-Leitfaden zur Berechnung der Ausfallarbeit Redispatch 2.0).	<ul style="list-style-type: none"> · BDEW SK Sektorkopplung · BDEW Taskforce Rahmenkonzept zukünftiger Netzbetrieb – RD2.0 · FNN PG Netzbetriebliche Anforderungen an Kommunikations- und Steuerungsschnittstellen
AP 3.4	AS: Test der Prognose und Bilanzierungsalgorithmen an beispielhaften Teilsystemen des IIS	Thema 1: Bilanzierung der Leistungsflüsse im Verteilnetz (ZSW, SWS, IDS) -siehe auch AP 4.2 und AP 4.3.6) Thema 2: Prognosen für Flex-Plattformen (COMAX, Alf, Reflex) – siehe AP4.5	

9.2.2 Standardisierungsthemen in der Praxis aus TP 4

Arbeitspakete	Teilaufgaben (TA) und Arbeitsschritte (AS)	Partnerthemen in Verbindung mit Regeln für Prozesse und Anschlussbedingungen sowie Standards	Zuordnung von Gremien in Verbänden und Standardisierung
AP 4.2	TA: Anforderungsanalyse zur Abstimmungskaskade und Ausgestaltungsdefinition	<p><u>Thema 1:</u> Energieinformationsnetz ÜNB / VNB</p> <p><u>Thema 2:</u> Netzzustandsmonitor Mitgestaltung der FNN VDE-AR-N 4140; FNN VDE-AR-N 4141-1 (TransnetBW, TenneT)</p> <p><u>Thema 3:</u> Koordinierungsfunktion (VIVAVIS, TenneT, TransnetBW)</p>	<p>BDEW ?? (Prozessfestlegung)</p> <p>FNN AG Schnittstelle TSO-DSO FNN Workshop „Entwicklung Netzzustandsmonitor für transparenten Systemzustand“ FNN AG Netzampel HLM AG TSO-DSO 2.0</p> <p>FNN PG Steuerungsschnittstelle</p>
AP 4.2	TA: CIM-Kaskadenprofil	<p>Thema: Standardisiertes Normenprofil auf CIM-Basis für Kaskade zwischen ÜNB und VNB</p> <p>C/sells-Aktivität und Partner:</p>	<p>CIM in Verbindung mit IEC 61850: DKE K952 Netzleittechnik, IEC TC57 / WG17 DKE/AK 952.0.14 Operative Netzführung DKE/AK 952.0.17 Informationsmodelle / Kommunikation DKE/AK 952.0.15 Informationssicherheit</p>
AP 4.3.1 AP 4.3.2	TA: Definition und Spezifikation einer Abstimmungskaskade innerhalb des Verteilernetzes	Thema: Definition und Spezifikation (Devolo / ENM / IDS / SWS / TBW / Netze BW / HSU / IEH)	
AP 4.3.3	TA: Kommunikationsbedarf im automatisierten Verteilernetz	Thema: offene Standards zur Gewährleistung Interoperabilität: (PPC, Devolo, IDS, SWS)	<p>IEC 61850: DKE K952, IEC TC57 / WG17</p> <p>Offene Standards, z. B.: ESOSEG</p> <p>FNN:</p> <ul style="list-style-type: none"> - PG SMGW - PG Steuerbox - PG KOF - PGs Flexibilitäten <p>DKE:</p> <ul style="list-style-type: none"> - AK 461.0.142 Datemodelle SMGW - AK 901.0.4 EEBUS - K 952 IEC81850 <p>ZVEI:</p> <ul style="list-style-type: none"> - FA Digitalisierung - TA SmartMeterung <p>BSI/BMWi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - AG Inutz

Arbeitspakete	Teilaufgaben (TA) und Arbeitsschritte (AS)	Partnerthemen in Verbindung mit Regeln für Prozesse und Anschlussbedingungen sowie Standards	Zuordnung von Gremien in Verbänden und Standardisierung
			<ul style="list-style-type: none"> - AG GwS - TaskForce Metering - TaskForce SmartGrid
AP 4.3.4 AP 4.3.5	TA: Implementierung der Schnittstellen für die Abstimmungskaskade Verteilnetzautomation	Thema: Anwendung von Normenprofilen in der Implementierung C/sells-Aktivität und Partner: Implementation (IDS, DEV, PPC, IEE, HSU, IEH, SHA, NetzeBW, EnBW, SWU)	FNN: <ul style="list-style-type: none"> - Projektgruppe KOF - 2 Projektgruppen Flexibilitäten - Projektgruppe Steuerbox DKE: <ul style="list-style-type: none"> - AK 901.0.4 EEBUS - K 952 IEC81850 BSI/BMWi: <ul style="list-style-type: none"> - TaskForce Smart Grid
AP 4.3.6 AP 4.3.7	TA Simulation TA: Demo- und Pilotsystem TA: PQ-Monitoring	Thema: Simulation Abstimmungskaskade (IDS/ EnBW/ SHA / IEE) Thema: Simulation Netz und Abstimmungskaskade (SWU / HSU) Thema: Demonstratoren (SHA / IDS / PPC / Devolo) Thema: PQ-Monitoring (IEH / NGO)	DKE: <ul style="list-style-type: none"> - AK 901.0.1 NELDE
AP 4.4	TA: Schnittstellen zur Integration von Subnetzen und Anlagen in die Abstimmungskaskade	Thema 1: Anschlussbedingungen Steuerbox C/sells-Aktivität und Partner: Digitaler Netzanschluss (SWM, AutonomieLab Leimen) Thema 2: Steckerfertige PV-Anlagen C/sells-Aktivität und Partner: Handbuch von Partizipations-Team der Smart Grids BW sowie House of Energy e.V. Thema 3: Energiemanagement Gateway (EMG) in der Gebäudezelle	FNN: AK Steuerbox EE-Bus: Kommunikation zwischen aEMT, SMGW CLS, Steuerbox und EMS DKE AK952.0.17 – Integration dezentraler Erzeugungsanlagen DKE/UK 221.5: Zukunftsfähige Elektroinstallationen AK 716.0.1 EMG
	TA: Umsetzung der Schnittstellen und Algorithmen	Thema 1: Pilotierung der Kommunikationstrecke CLS (iMsys) und experimenteller Verteilnetzleitwarte C/sells-Aktivität und Partner: HS Ulm	VDE/DKE Flexibilitäten
AP 4.4	TA: Erprobung und Bewertung der Güte/Wirksamkeit der entwickelten Lösungsansätze	Thema 1: Tests von Anschlussbedingungen und Normenprofilen C/sells-Aktivität und Partner:	
AP 4.5	TA: Erarbeitung von operativen Verfahren zur Kopplung zwischen Netz und Markt	Thema 1: Einsatzkonzept hinsichtlich Flexibilitätsprozesse zwischen Netz und Markt über Flex.plattformen C/sells-Aktivität und Partner:	<ul style="list-style-type: none"> • DKE K901 Systemkomitee Smart Energy – AK Nelde – Flexibilitätsmodell • BDEW SK Sektorkopplung

Arbeitspakete	Teilaufgaben (TA) und Arbeitsschritte (AS)	Partnerthemen in Verbindung mit Regeln für Prozesse und Anschlussbedingungen sowie Standards	Zuordnung von Gremien in Verbänden und Standardisierung
		COMAX, Alf, Reflex, (Berücksichtigung externer Entwicklungen wie z.B. RD 2.0, Connect+, DA/RE)...	<ul style="list-style-type: none"> • BDEW Taskforce Rahmenkonzept zukünftiger Netzbetrieb – RD2.0 • FNN PG Netzbetriebliche Anforderungen an Kommunikations- und Steuerungsschnittstellen • ENTSO-E Steering Group for TSO-DSO interface
AP 4.5	TA: Implementierung in die Systeme der Netzbetreiber	Thema 1: Erweiterung Leitwarte C/sells-Aktivität und Partner: Kaskade SW SH	
AP 4.5	TA: Demonstration der Funktionalität	Thema 1: Erweiterung Leitwarte C/sells-Aktivität und Partner: Kaskade SW SH	

9.2.3 Standardisierungsthemen in der Praxis aus TP 5

Arbeitspakete	Teilaufgaben (TA) und Arbeitsschritte (AS)	Partnerthemen in Verbindung mit Regeln für Prozesse und Anschlussbedingungen sowie Standards	Zuordnung von Gremien in Verbänden und Standardisierung
AP 5.2	TA: Anforderungen und techn. Optionen für den bidirektionalen Handel in Märkten	siehe Teilaufgabe 2 und 3	siehe Teilaufgabe 2 und 3
AP 5.2	TA: Virtuelle Plattform für den regionalen Handel – Umsetzung und Pilotbetrieb (zentrale und dezentral verteilte Plattformen sowie P2P-Umgebungen)	Thema: Vermarktung auf parallel existierenden Märkten (Handelsplätze) C/sells-Aktivität und Partner: Plattformen comax, ReFlex und Alf Tennet, TransnetBW, FfE, ENM, Thema: Peer-to-Peer-Handel in Energiegemeinschaften C/sells-Aktivität und Partner: WIR-Community OLI Systems, WIRCON	CIM in Verbindung mit IEC 61850: DKE K952 DKE/AK 952.0.17 Informationsmodelle / Kommunikation DKE 901.0.1 – Lastmanagement und Dezentrale Energieerzeugung DKE 901.0.5 – Energy Blockchain
AP 5.2	TA: Flexibilitätsplattform – Umsetzung und Pilotbetrieb	Thema: Flexibilitätsmodell für bidirektionalen Handel auf verschiedenen Märkten und in P2P-Community C/sells-Aktivität und Partner: Meta-Flexkataster als Schnittstelle zwischen verschiedenen Handelsplätzen Fichtner IT, TH Ulm, PPC, ...	Systemkomitee „Smart Energy“ DKE K901 – AK Nelde – Flexibilitätsmodell
AP 5.3	TA: Anforderungsanalyse für Bidirektionale Dienste von und für Prosumenten	Ableitung Standardisierungsanforderungen für verschiedene Dienste	siehe Teilaufgabe 2 und 3
AP 5.3	TA: Agentenbasierte Vernetzung von Prosumentenliegenschaften	Thema: Schnittstellen zu Agenten und Energiemanagementsystemen in Liegenschaften C/sells-Aktivität und Partner: - OLI und THU: Erweiterung Blockchain-Sprache, Schnittstelle zwischen CLS-Steuerbox und OLI-Box - IEE: Einbindung von Prosumenten in Energiemanagement - FZI: Schnittstellen zum Gebäude-Energiemanagementsystem	IEA-Task 14, Subtask C Kommunikations- und Steuerungsthemen werden durch THU und IEE auf internationaler Ebene kommuniziert und in verschiedenen öffentlichen Berichten dokumentiert DKE 901.0.5 – Energy Blockchain
AP 5.3	TA: Pilottest bidirektionaler Dienste von und für Prosumenten	Thema: Schnittstellen zum Infrastruktur-Informationssystem	IEA-Task 14, Subtask C

Arbeitspakete	Teilaufgaben (TA) und Arbeitsschritte (AS)	Partnerthemen in Verbindung mit Regeln für Prozesse und Anschlussbedingungen sowie Standards	Zuordnung von Gremien in Verbänden und Standardisierung
		C/sells-Aktivität und Partner: <ul style="list-style-type: none"> - IEC-61850-Schnittstellen zur Netzdatenbereitstellung an VNB - Mehrwertdienste über die iMsys-Infrastruktur - Entwicklung API zum Flex-Kataster 	
AP 5.4	TA: Datenbereitstellung und Schnittstellen für das spartenübergreifende Energiemanagement	Thema: Plattformen für Energiemanagement in Gebäuden C/sells-Aktivität und Partner: <ul style="list-style-type: none"> - Energiemanagement Gateway (EMG), z.B. OGEMA - Fraunhofer IEE, OLI Box – OLI Systems - Energiemanagementsysteme, z.B. IEE (AutonomieLab Leimen und ISC in Hohentengen), KIT AIFB, IAI (Campus Karlsruhe), FZI, Flughafen Stuttgart 	AK 716.0.1 EMG DKE Normungsroadmap Smart Home (AG Energiemanagement)
AP 5.4	TA: Modellierung und Kategorisierung von Flexibilitäten (insbesondere für Campus-ähnliche Liegenschaften)	<ul style="list-style-type: none"> - Erarbeitung eines Flexibilitäts-/Anlagenbeschreibungsmodells auf Basis des IEC 61850 Standards (u.a. unter Berücksichtigung der Begriffsdefinition von Distributed Energy Resources (DER als zentrales Modellierungsinstrument) (KIT/IAI) Instrumentierung der Lösung mit einer eigenen leichtgewichtigen Transformation der Standardkonstrukte auf JSON-Schema für maschinelle Bearbeitung in IoT-Anwendungen (KIT/IAI)	Kontakte und inhaltlicher Austausch mit inhaltlich zugehörigen Standardisierungsgremien <ul style="list-style-type: none"> - IEC Gremien rund um den IEC 61850 Standard Deutsche Standardisierung rund um „Steuerboxen“
AP 5.4	TA: Realisierung einer generischen Kommunikationslösung zur generischen Ansteuerung energietechnischer Anlagen	<ul style="list-style-type: none"> - Erarbeitung eines generischen Kommunikationskonzeptes zur Ansteuerung energietechnischer Anlagen / Anlagenverbünde durch übergeordnete EMS Systeme (Aggregatoren) (KIT/IAI) - Technische Umsetzung als leichtgewichtige Lösung unter Nutzung von Internettechnologien (MQTT, REST-APIs, JSON) auf Basis des Flexibilitätsmodells auf Basis von IEC 61850-7-420 (siehe Eintrag oberhalb) (KIT/IAI) 	Kontaktake und inhaltlicher Austausch mit zugehörigen Standardisierungsgremien und Herstellern von Automatisierungsgeräten / Gateways <ul style="list-style-type: none"> - IEC Gremien rund um den IEC 51850 Standard - Deutsche Standardisierung „Steuerboxen“ - Gateway- und Feldgerätehersteller (z.B. HMC, Securemeters in Bezug auf kompatible) MQTT Schnittstellen
AP 5.5	TA: Prozesse / Schnittstellen für Interoperabilität und wirtschaftliche Marktintegration dezentraler	Auswahl geeigneter Protokolle zur Gerätesteuerung	<ul style="list-style-type: none"> - siehe Teilaufgabe 2 und 3

Arbeitspakete	Teilaufgaben (TA) und Arbeitsschritte (AS)	Partnerthemen in Verbindung mit Regeln für Prozesse und Anschlussbedingungen sowie Standards	Zuordnung von Gremien in Verbänden und Standardisierung
	Erzeuger, Speicher, Lasten (inkl. Ladepunkte)		
AP 5.5	TA: Spezifikation zur Nutzung HAN/CLS-Schnittstelle aus TP 3	<p>Auswahl geeigneter Protokolle zur Gerätesteuerung</p> <p>Thema: Schnittstellen zwischen Netz und Markt sowie Anlagen</p> <p>C/sells-Aktivität und Partner:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sicherheit für digitalen Netzanschluss (SMGW, Steuerbox) – PPC, Schleupen, devolo, Vivavis <p>Mapping Markt- und Netzkommunikation zu EMS und Anlagen – EEBus</p>	<p>FNN:</p> <ul style="list-style-type: none"> - PGs SMGW, KOF und Steuerbox <p>DKE/AK 952.0.15</p> <ul style="list-style-type: none"> - Informationssicherheit <p>BSI/BMWi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - TaskForce Smart Grid <p>DKE:</p> <ul style="list-style-type: none"> - AK 901.0.4 zu EEBUS - K 952 zu IEC 81850
AP 5.5	TA: Prototypische Pilotierung und Tests der Prozesse und Schnittstellen als Basis für TP7	<p>Test der ausgewählten Protokolle zur Gerätesteuerung</p> <p>Thema: Musterlösung für interoperablen, sicheren, aggregierenden, digitalen Netzanschluss</p> <p>C/sells-Aktivität und Partner:</p> <p>Autonomie Lab Leimen, Stadtquartiere FRANKLIN, Quartierszelle Hohentengen, Wärmезelle München</p>	<p>EE-Bus: Kommunikation zwischen aEMT, SMGW CLS, Steuerbox und EMS</p> <p>DKE</p> <ul style="list-style-type: none"> - AK 901.0.4 zu EEBUS - AK952.0.17 – Integration dezentraler Erzeugungsanlagen <p>AK 952.0.17 / IEC TC57 WG17</p>

10 Quellen

[Abrishambaf, Omid et. al. (11/2019)] Author: Omid Abrishambaf, Fernando Lezama, Pedro Faria, Zita Vale. Towards transactive energy systems - An analysis on current trends. Publication: Energy Strategy Reviews 26:1-15. Publisher: Elsevier. Date: <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.100418>. November 2019.

[Zhou, Yingya et. al. (07/2017)] Author: Yingya Zhou, Weidou Ni, and Zhao Zhu. Architecture of Energy Internet and Its Technologies in Application Reviewed. Publication: Journal of Clean Energy Technologies, Vol. 5, No. 4. Date: DOI: 10.18178/JOCET.2017.5.4.391. ISSN 1793-821X (Print). November 2019.

[Baraldi, Claudio (2011)] Claudio Baraldi. Glossar zu Niklas Luhmanns Theorie sozialer Systeme. Taschenbuch (Deutsch). Suhrkamp Verlag, 1. Edition (01.01.2011). ISBN-13 : 978-3518288269

[BDEW-07 08] Frein, Christina: Leitfaden – Marktzugang für neue Marktteilnehmer. Berlin: BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V., 2008.

[BDEW-103 16] Frein, Christina: Rollenmodell für die Marktkommunikation im deutschen Energiemarkt - Anwendungshilfen - Strom und Gas. Berlin: BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V., 2016.

[BDEW. (2013)] BDEW. BDEW-Roadmap – Realistische Schritte zur Umsetzung von Smart Grids in Deutschland. Berlin, 11. Februar 2013

[BGBl 1790/40 (09/2008)] Bundesgesetzblatt Jahrgang 2008 Teil I Nr 40. Gesetz zur Öffnung des Messwesens bei Strom und Gas für Wettbewerb. Ausgegeben zu Bonn am 08. September 2008.

[BGBl 2034 (09/2016)] Bundesgesetzblatt Jahrgang 2016 Teil I Nr 43. Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende. Gesetz über den Messstellenbetrieb und die Datenkommunikation in intelligenten Energienetzen (Messstellenbetriebsgesetz – MsbG). Ausgegeben zu Bonn am 1. September 2016.

[BMW/BSI – Stufenmodell (08/2020)] Herausgeber BMW/BSI. Stufenmodell zur Weiterentwicklung der Standards für die Digitalisierung der Energiewende. Diskussionsentwurf. Berlin, 08/2020.

[BNetzA (2018)] IT-Sicherheitskatalog gemäß § 11 Absatz 1b Energiewirtschaftsgesetz

[Bogensberger, Köppl, Kießling, Faller. (10/2018)] Kochrezept Use Case Methodik - Eine praktische Anwendungshilfe für alle C/sells-Partner. Leitfaden. München, Oktober 2018.

[BR COM (2020) 65 final] Bundesregierung. Stellungnahme der Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland zum Weißbuch zur künstlichen Intelligenz – ein europäisches Konzept für Exzellenz und Vertrauen. COM (2020) 65 final. Berlin.

[BSI WS PP] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) – Workshop Protection Profiles

[BSI Top10] Sicherheit von Industrial Control Systems (ICSs) – Top 10-Bedrohungen

[Buchholz, B., Kießling, A., & Nestle, D. (2009)] Individual customers influence on the operation of virtual power plants (Vol. PES '09). Calgary; 26-30 July; Power & Energy Society General Meeting. doi:Digital Object Identifier: 10.1109/PES.2009.5275401

[Bundestag 19/23482 EEG (10/2019)] Deutscher Bundestag, Drucksache 19/23482. Gesetzentwurf der Bundesregierung. Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes und weiterer energierechtlicher Vorschriften. Berlin, 19.10.2020

[CELL. (2011)] Energinet.dk. Cell Controller Pilot Project – Smart Grid Technology Demonstration in Denmark for Electric Power Systems with High Penetration of Distributed Energy Resources. Public Report, 2011. Dänemark. http://energynautics.com/content/uploads/2017/08/energynautics_energinetdk_report_cell_controller_pilot.pdf. Abgerufen: 24.08.2020

[Csells. (2015)] Smart Grids-Plattform Baden-Württemberg e.V. (Verbundkoordination): C/sells - Großflächiges Schaufenster im Solarbogen Süddeutschlands. Projektskizze im Rahmen der Förderinitiative „Schaufenster Intelligente Energie – Digitale Agenda für die Energiewende“ (SINTEG) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi). Stuttgart, Mai 2015

[C/sells – EPOS. (09/2020)] EPos - Energiewirtschaftliche Positionen als Ergebnis des C/sells-Projektes. Konsultationspapier der C/sells-Fachöffentlichkeit. Stuttgart, 09/2020.

[C/sells – FG Flexibilität. (12/2018)] SINTEG-Programm des BMWi. Projekt C/sells. FG Flexibilität – Ergebnisdokument Flexibilität. 12/2018.

- [C/sells – HLUCs G-H-I. (12/2020)]** SINTEG-Programm des BMWi. Projekt C/sells. Teilprojekt 5 / Arbeitspaket 5.5. Wirtschaftliche, interoperable und sichere Einbindung flexibler Energiewandler. 11/2020
- [C/sells – IOP Teil A. (06/2018)]** Interoperabilität - Grundlagen der Massenfähigkeit Teil A. Standardisierungskonzept AP 2.8. SINTEG-Programm des BMWi. Projekt C/sells. Teilprojekt 2 / Arbeitspaket 2.8. 06/2018
- [C/sells – IOP Teil B+C. (11/2020)]** Interoperabilität - Grundlagen der Massenfähigkeit Teil B+C. Ergebnisse zu Methoden, Modelle für Interoperabilität durch Regeln, Standards und Normen sowie Verhältnis von Innovation, Standardisierung und Regulierung. SINTEG-Programm des BMWi. Projekt C/sells. Teilprojekt 2 / Arbeitspaket 2.8. 11/2020
- [C/sells – IOP Teil D. (06/2020)]** Interoperabilität - Grundlagen der Massenfähigkeit Teil D. Glossar: Ergebnisdokument Terminologie Zelluläres Energiesystem. SINTEG-Programm des BMWi. Projekt C/sells. Teilprojekt 2 / Arbeitspaket 2.8. 04/2020
- [C/sells – IOP Teil E. (05/2020)]** Interoperabilität - Grundlagen der Massenfähigkeit Teil E. Planung von Energiezellen und Verbund – Herausforderungen / Architektur / Komponenten / Musterlösungen. SINTEG-Programm des BMWi. Projekt C/sells. Teilprojekt 2 / Arbeitspaket 2.8. 05/2020
- [C/sells – IOP Teil F. (03/2020)]** Interoperabilität - Grundlagen der Massenfähigkeit Teil F. Use Case Methodik. SINTEG-Programm des BMWi. Projekt C/sells. Teilprojekt 2 / Arbeitspaket 2.8. 03/2020
- [C/sells – IOP Teil G. (05/2020)]** Interoperabilität - Grundlagen der Massenfähigkeit Teil G. Use Case Musterbeschreibung: Einführung in das Use Case Template am Beispiel einer Musterlösung. SINTEG-Programm des BMWi. Projekt C/sells. Teilprojekt 2 / Arbeitspaket 2.8. 05/2020
- [C/sells – IOP Teil H. (04/2020)]** Interoperabilität - Grundlagen der Massenfähigkeit Teil C. Schutzmethodik. SINTEG-Programm des BMWi. Projekt C/sells. Teilprojekt 2 / Arbeitspaket 2.8. 04/2020
- [C/sells – IOP Teil I. (03/2020)]** Interoperabilität - Grundlagen der Massenfähigkeit Teil C. Flexibilitätmethodik. SINTEG-Programm des BMWi. Projekt C/sells. Teilprojekt 2 / Arbeitspaket 2.8. 03/2020
- [C/sells – QEMS FRANKLIN. (08/2019)]** SINTEG-Programm des BMWi. Projekt C/sells. Teilprojekt 7 / Arbeitspaket 7.8. Vernetztes und flexibles Energiemanagement im Quartier und Gebäudeverbund. 08/2019
- [C/sells – Use Cases IIS. (12/2020)]** SINTEG-Programm des BMWi. Projekt C/sells. Teilprojekt 3 / Arbeitspaket 3.3. High Level Use Case IIS: Geschützte Kommunikation mittels Infrastruktur GWA/EMT/SMGW/CLS-Modul. 03/2020
- [CLEN. (2018)]** Clean Energy for EU Islands - Inaugural Forum. <https://ec.europa.eu/energy/en/events/clean-energy-all-european-islands-inaugural-forum-geladen-am-27.03.2018>
- [Dawidczak, H., Höfer-Zygan, R., Kießling, A., & Tretter, R. (2014)]** Das Flexibilitätskonzept in der Stromversorgung – Integration dezentraler Energieressourcen (DER) im Smart Grid (Vols. Proceedings VDE-Kongress 2014 - Smart Cities. 20.10.2014 - 21.10.2014 in Frankfurt am Main). Frankfurt am Main, Deutschland: VDE Verlag. Retrieved from <https://www.vde-verlag.de/proceedings-de/453641045.html>
- [DENA-105 17]** Mischinger, Stefan et al.: dena-Innovationsreport Systemdienstleistungen - Aktueller Handlungsbedarf und Roadmap für einen stabilen Betrieb des Stromsystems bis 2030. Berlin: Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), 2017.
- [DIGGRID. (2018)]¹** What is the Digital Grid — The "Internet of Energy". <http://www.digitalgrid.org/en/> - geladen am 26.03.2018
- [DIN IEC/TS 62913-1]** Generische Anforderungen an Intelligente Elektrizitätsversorgungssysteme (Smart Grids) – Teil 1: Anwendung der Anwendungsfallmethodik speziell auf die Festlegung von generischen Anforderungen an Smart Grids nach dem IEC-Systemansatz (IEC SyCSmartEnergy/57/CD:2017)
- [DIN ISO/IEC 27002:2008]** DIN ISO/IEC 27002:2008 "Leitfaden für das Informationssicherheits-Management"
- [DIN ISO/IEC 27009]** DIN ISO/IEC 27009 - Umsetzungsanleitungen zur Realisierung von Informationssicherheits-Maßnahmen

¹ "The Digital Grid solution to these transmission grid control issues is to segment the grid into substantially self-sustaining regions or "cells", then control the flow of energy between those cells using controlled, scheduled energy flows." Prof. Abe, Japan

- [DIN SPEC 27072:2019]** DIN SPEC 27072 - Informationstechnik – IoT-fähige Geräte – Mindestanforderungen zur Informationssicherheit
- [DKE. (04/2010)]** Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE in Zusammenarbeit mit E-Energy: Die deutsche Normungsroadmap E-Energy / Smart Grid – Version 1.0. Frankfurt. April 2010
- [DKE. (Oktober 2012)]** Deutsche Normungsroadmap "E-Energy / Smart Grids 2.0. DKE in Zusammenarbeit mit E-Energy. Frankfurt am Main: DKE - Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE.
- [DKE-Glossar. (05/2017)]** Glossar zur Terminologie Smart Grids / E-Energy. <https://teamwork.dke.de/specials/7/Wiki-Seiten/Smart%20Grid.aspx>, abgerufen am 15.05.2017
- [DKE-IEV. (2017)]** Deutsche Online-Ausgabe des IEV. International Electrotechnical Vocabulary Frankfurt. DKE. <https://www2.dke.de/de/Online-Service/DKE-IEV>
- [EC (04/2010)]** European Technology Platform. Smart Grids. Strategic Deployment Document for Europe's Electricity Networks of the Future. Brüssel. April 2010
- [EC_TFSG_EG3. (04/2011)]** EC DG Energy – Task Force Smart Grid: Roles and Responsibilities of Actors involved in the Smart Grids Deployment. EG3 Deliverable – Final. Hrsg. von European Commission DG Energy – Task Force Smart Grid Expert Group 3. 04. April 2011
- [EC SWD/0189 final (2014)]** COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT. Cost-benefit analyses & state of play of smart metering deployment in the EU-27. Accompanying the document Report from the Commission Benchmarking smart metering deployment in the EU-27 with a focus on electricity. Bruxelles, 2014.
- [ENTSOE-03 17]** entsoe et al.: The Harmonised Electricity Market Role Model. Brüssel, Belgien: entso-e aisbl, 2017.
- [ETIP SNET. (09/2018)]** ETIP SNET: European Technology Platform – Digitalization of the electricity system and customer participation. Technical position paper – WG 4. Horizon 2020 Programme. 09/2018.
- [EU Mitteilung. (11/2018)]** Mitteilung der Kommission an das europäische Parlament, den Rat und den europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss (11/2018) zum Thema „Harmonisierte Normen: Verbesserte Transparenz und Rechtssicherheit für einen uneingeschränkt funktionierenden Binnenmarkt“. Brüssel, den 22.11.2018
- [EU Richtlinie 2006/32/EG (05/2006)]** Richtlinie 2006/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. April 2006 über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen und zur Aufhebung der Richtlinie 93/76/EWG des Rates. Brüssel, 17. Mai 2006.
- [EU Richtlinie 2019/944/EG (06/2019)]** Richtlinie (EU) 2019/944 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. Juni 2019 mit gemeinsamen Vorschriften für den Elektrizitätsbinnenmarkt und zur Änderung der Richtlinie 2012/27/EU (Neufassung). Brüssel, 5. Juni 2019.
- [EU Richtlinie 2018/2001 (12/2018)]** RICHTLINIE (EU) 2018/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen. Brüssel, 11.12.2018
- [EU Report. (04/2019)]** Ethics guidelines for trustworthy AI, Brüssel, 18.04.2019. ergänzt am 26.06.2019.
- [EU SM Report. (2016)]** European Smart Metering Landscape Report 2016 - "Utilities and Consumers". Madrid: Smart Consumer, 2016.
- [EU Weißbuch. (02/2019)]** Weißbuch zur künstlichen Intelligenz – ein europäisches Konzept für Exzellenz und Vertrauen, Brüssel, 19. Februar 2019.
- [Gerhardt, M.; Schuster, H. (01/1995)]** Das digitale Universum: Zelluläre Automaten als Modelle der Natur. Braunschweig/Wiesbaden. Vieweg+Teubner Verlag. Auflage: 1995 (1. Januar 1995). ISBN-10: 9783322850065. ISBN-13: 978-33228500
- [t Hooft, G. (09/2016)]** The Cellular Automaton Interpretation of Quantum Mechanics: Fundamental Theories of Physics, Band 185. Berlin/Heidelberg. Springer. Auflage: 1st ed. 2016 (13. September 2016). ISBN-10: 9783319412849. ISBN-13: 978-3319412849
- [IEC 62351-10/DTR (2011)]:** IEC 62351-10/DTR - SECURITY ARCHITECTURE GUIDELINES FOR TC 57 SYSTEMS (Critical Infrastructure Protection (CIP) Cyber Security Standards)
- [IEC_JPC2_39_CDV. 05/2013].** ISO/IEC 13273-2. Energy efficiency and renewable energy sources — Common international terminology — Part 2: Renewable Energy Sources. 25.04.2013

[ILO, A. 10/2019] Design of the Smart Grid Architecture According to Fractal Principles and the Basics of Corresponding Market Structure. *Energies* 2019, 12, 4153.

[Intelligente Zähler (08.2020)] In: Wikipedia, Die freie Enzyklopädie. Bearbeitungsstand: 30.06.2020, 10:32 UTC. URL: https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Intelligenter_Z%C3%A4hler&oldid=201438020 . Versions-ID der Seite: 201438020. Abgerufen: 24.08.2020, 08:35 UTC)

[ISO/IEC 27001] ISO/IEC 27001 - Information technology — Security techniques — Information security management systems — Requirements

[ISO/IEC 27002] ISO/IEC 27002 - Information technology — Security techniques — Code of practice for information security management ISO/IEC TR 27001

[Kauffman, S. (09/1998)] Der Öltropfen im Wasser. Chaos, Komplexität, Selbstorganisation in Natur und Gesellschaft. Piper Verlag GmbH. München, 09/29918. ISBN-10: 3492035493. ISBN-13: 978–3492035491

[Kießling, A., & Arndt, S. (2019)] SINTEG-Projekt C/sells / DKE/DIN GAK 111.0.5. Draft zu Public available specification (PAS) Terminologie „Zelluläres, intelligentes Energiesystem. Frankfurt, April 2019.

[Kießling, A., & Hartmann, G. (2019)] Kießling, Andreas (Hrsg.); Hartmann, Gunnar. Energie zyklisch denken. 136 S. 2. Auflage: Januar 2019. Paperback, ISBN: 978-3-7469-7427-9. Hardcover, ISBN: 978-3-7469-7428-6. E-Book, ISBN: 978-3-7469-7429-3. Hamburg, tredition GmbH. Autorenseite: <https://tredition.de/autoren/andreas-kiessling-24871/>

[Kießling, Andreas. Niemann, Michael. Schmitt, Frieder. (2013)] Why Smart Grids? it - Information Technology Methoden und innovative Anwendungen der Informatik und Informationstechnik. Band 55, Heft 2, Seiten 52–62, ISSN (Print) 1611-2776, DOI: 10.1524/itit.2013.0007. <http://www.oldenbourg-link.com/doi/abs/10.1524/itit.2013.0007>

[Kießling, Andreas; Khattabi, Mariam] Cellular system model for smart grids combining active distribution networks and smart buildings. *Energy-Efficient Computing and Networking. Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering* 2011. Volume 54, Part 5, 225-242, DOI: 10.1007/978-3-642-19322-4_24

[Khattabi, Mariam.; Kießling, Andreas; Ringelstein, Jan] A novel agent based system architecture for smart grids • including market and grid aspects; Power and Energy Society General Meeting, 2011; page(s): 1-8; Issue Date: 24-29 July 2011; Detroit; USA; ISSN: 1944-9925; E-ISBN: 978-1-4577-1001-8; Print ISBN: 978-1-4577-1000-1; Digital Object Identifier: 10.1109/PES.2011.6039421; Date of Current Version: 10 Oktober 2011; <http://ieeexplore.ieee.org/document/6039421/?arnumber=6039421>

[Lehmann, Nico; Huber, Julian; Kießling, Andreas (2019)] Flexibility in the context of a cellular system model. *Proceedings of the 16th International Conference on the European Energy Market (EEM)*. 18.9.2019 – 20.9.2019, Ljubljana, Slovenia.

[Luhmann, Niklas (2017)] Niklas Luhmann. Einführung in die Systemtheorie. Taschenbuch (Deutsch). Carl-Auer Verlag GmbH; 7. Auflage (1. Januar 2017). ISBN-13 : 978-3896708397

[Luhmann, Niklas (1987)] Niklas Luhmann. Soziale Systeme. Taschenbuch (Deutsch). Suhrkamp Verlag, 1. Edition (30. März 1987). ISBN-13 : 978-3518282663

[M490SE12. (07/2012)] European Commission M/490 Mandate Standardization Mandate for Smart Grid - Smart Grid Information Security working Group; Summary Report – DRAFT V0.6. ANNEX III - SGIS Risk Assessment Methodology; Brüssel; 19.07.2012

M490SP12. (11/2012) EC M/490 CEN-CENELEC-ETSI SGCG –SG-CG/M490 – WG sustainable processes. Report Version 1.0 Hrsg. von European Commission M/490 Mandate CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group – Sustainable processes working group. Brüssel. 11/2012

[Mauser, Ingo; Förderer, Kevin; Müller, Jan; Schmeck, Hartmut. (2017)] Definition, Modeling and Communication of Flexibility in Smart Buildings and Smart Grids. ETG Congress 2017. VDE-Verlag, 2017

[Müller, Schmeck, Ungerer (2011)] Herausgeber: Müller-Schloer, Christian, Schmeck, Hartmut, Ungerer, Theo (Eds.): *Organic Computing — A Paradigm Shift for Complex Systems*. Taschenbuch (Englisch). Birkhäuser (2011), Auflage 6. Mai 2011. ISBN-13: 978-3034801294

[MVV, C/sells AP 7.8, Lastenheft, (04/2020)] MVV. SINTEG-Projekt C/sells AP 7.8. Anforderungen an intelligentes Energiesystem der Quartierszelle Mannheim Franklin. Mannheim, 04/2020

[MVV; ABB, C/sells AP 7.8, EMS, (04/2020)] MVV und ABB. SINTEG-Projekt C/sells AP 7.8. Funktionelle Spezifikation EMS C/sells - FRANKLIN. Mannheim, 04/2020.

[Nelson, Richard R.; Winter, Sidney. (1982)] An evolutionary theory of economic change. The Belknap Press of University Harvard Press. Cambridge, Massachusetts, and London, England. ISBN: 0-674-27228-5

[NIST SP 800-30] NIST SP 800-30 rev.1: Guidance for conducting risk assessments of federal information systems and organizations, amplifying the guidance in Special Publication 800-39

[PEN. (2018)] PolyEnergyNet – Resiliente Polynetze zur sicheren Energieversorgung. <http://www.polyenergynet.de/> - geladen am 27.03.2018

[Prognos et. al. (2016)] Prognos, Energie Campus Nürnberg; Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg. (2016). Dezentralität und zellulare Optimierung – Auswirkungen auf den Netzausbaubedarf. Studie im Auftrag der N-ERGIE Aktiengesellschaft, Berlin und Nürnberg; 07.10.2016.

PWC. (11/2008): Herausgeber PriceWaterhouseCoopers. Smart Metering - Umsetzungsstand und strategische Implikationen für die Energiewirtschaft. Studie. Düsseldorf und München, November 2008.

[QGRID. (2018)] Quantum Grid – Das Energie Internet, <https://www.gip.com/de/quantum-grid.html> - geladen am 26.03.2018

Redeker. (08/2020): Rechtsanwältin Kathrin Dingemann und Rechtsanwalt Dr. Matthias Kottmann. Rechtsgutachten zum europäischen System der harmonisierten Normen. Erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi). Berlin, August 2020.

[Reiner Lemoine Institut. (2013)] Vergleich und Optimierung von zentral und dezentral orientierten Ausbaupfaden zu einer Stromversorgung aus Erneuerbaren Energien in Deutschland. Studie im Auftrag von Haleakala Stiftung, 100 Prozent Erneuerbar Stiftung, Bundesverband mittelständische Wirtschaft. Berlin. 21. Oktober 2013

[Rifkin, J. (2016)] Die Null-Grenzkosten-Gesellschaft (27. April 2016). FISCHER Taschenbuch. ISBN-13: 978-3596033676

[Schäfer, Daniel. Kießling, Andreas. Thomann Dr., Robert] Verfahren zur Verteilung von elektrischer Energie in einem Stromnetzwerk mit einer Vielzahl von Verteilungsnetzzellen <https://patents.google.com/patent/EP2533389A2/de>

[Sedlmeir, J. et. al. (05/2019)] Paul Schott, Johannes Sedlmeir, Nina Strobel, Thomas Weber, Gilbert Fridgen and Eberhard Abele. A Generic Data Model for Describing Flexibility in Power Markets. Energies - Open Access Journal. Veröffentlichung 18 Mai 2019.

[SEG-CG/CSP. (12/2016)] CEN-CENELEC-ETSI Smart Energy Grid Coordination Group | Smart Energy Coordination - Group Cyber Security & Privacy | SEG-CG/CSP- Report-V09.pdf | 12/2016

[SGCG, C.-C.-E. (2013)] Smart Grids Methodology and New Applications. CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group, WG Methodology. Brüssel: EU.

[SGCGTF14. (06/2014)] EC M/490 CEN-CENELEC-ETSI SGCG –SG-CG/M490. Technical analysis: Reply to EC Smart Grid Task Force Expert Group 1 ('Reference Group'). Brüssel. 06/2014

[SG-CG/M490/C. (11/2012)] SG-CG/M490/C_Smart Grid Reference Architecture. Report Version 3.0. Brüssel: European Commission M/490 Mandate CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group.

[SG-CG/M490/F. (11/2014)] SG-CG/ M490/F_ Overview of SG-CG Methodologies. Version 3.0. Brüssel: European Commission M/490 Mandate CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group.

[SG-CG/M490/F. (11/2014)] SG-CG/M490/F_Overwiev of SG-CG Methodologies, Version 3.0. Brüssel: EC M/490 CEN-CENELEC-ETSI SGCG – Smart Grid Coordination Group.

[SG-CG/M490/I. (04. 04 2016)] Methodologies to facilitate Smart Grid system interoperability through standardization, system design and testing. Retrieved from European Commission > Energy > Topics > Markets and consumers > Smart grids and meters > Smart grids task force: <http://ec.europa.eu/energy/en/topics/markets-and-consumers/smart-grids-and-meters/smart-grids-task-force>

[SG-CG/M490/K. (11/2014)] SG-CG/M490/K_ SGAM usage and examples. SGAM User Manual - Applying, testing & refining the Smart Grid Architecture Model (SGAM). Version 3.0. Brüssel: CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group.

[SGI: Kießling, A. (10/2015)] Projekt Smart Grid Integration. AP400: Strategien zum Lademanagement. Mannheim, 2015.

[SGP BW e.V. (2015)] Smart Grids-Plattform Baden-Württemberg e.V. (2015). C/sells - Großflächiges Schaufenster im Solarbogen Süddeutschlands. Projektskizze im Rahmen der Förderinitiative „Schaufenster Intelligente Energie – Digitale Agenda für die Energiewende“. Stuttgart.

[Stachowiak, H. (1973)] Stachowiak, Herbert. Allgemeine Modelltheorie. ISBN-13: 978-3211811061. Springer (5. Dezember 1973)

[VDE. (2012)] VDE – ITG-Fokusgruppe Energieinformationsnetze: Positionspapier - Energieinformationsnetze und –systeme, Teil A - Verteilungsnetzautomatisierung und Teil B – Geschäftsmodelle VNB. Hrsg. vom VDE-Verlag. Frankfurt 10/2012

[VDE-AR-E 2829-6-1, 2, 3, 4] VDE-Anwendungsregel. Technischer Informationsaustausch an der Schnittstelle zur Liegenschaft und den darin befindlichen Elementen von Kundenanlagen. VDE DKE. Frankfurt am Main. 12/2020

VDEITG FGEIS (10/2014). VDE ITG Fokusgruppe „Energieinformationsnetze“. VDE-Positionspapier "Energieinformationsnetze und -systeme – Smart Grid Security". Berlin, 10/2014

[VDE ETG. (2015)] Positionspapier - Der zellulare Ansatz, Grundlage einer erfolgreichen, regionenübergreifenden Energiewende. VDE ETG Task Force Grundsätzliche Auslegung neuer Netze. Frankfurt, Juni 2015: VDE Verlag.+

[VDE – ETG – Arbeitskreis Energieversorgung 4.0] Studie Zellulares Energiesystem – Ein Beitrag zur Konkretisierung des zellularen Ansatzes mit Handlungsempfehlungen. VDE ETG. Frankfurt am Main. Mai 2019

[VDE ITG. (2018)] Arbeitsstand VDE ETG ITG Arbeitskreis Energieversorgung 4.0

[Wolfram, S. (02/1994)]. Cellular Automata And Complexity: Collected Papers. Bolder, Colorado. Westview Press. Auflage: 1994 (21. Februar 1994). ISBN-10: 9780201626643. ISBN-13: 978-0201626643

[Zuse, K. (01/1969)] Rechnender Raum: Schriften zur Datenverarbeitung. Wiesbaden. Vieweg+Teubner Verlag. Auflage: 1969 (1. Januar 1969). ISBN-10: 366300810X. ISBN-13: 978-3663008101

[Zypries, B. (2017)] SINTEG - Schaufenster Intelligente Energie. Berlin: BMWi.