

böll.brief

GRÜNE ORDNUNGSPOLITIK #9

Februar 2019

Alte Energiewelt – Neue Energiewelt

Trends und Akteure in
einem zunehmend digitalen
Energiesystem

**CHRISTINE LUCHA
LISA MEINECKE**

 **HEINRICH BÖLL STIFTUNG**

Das **böll.brief – Grüne Ordnungspolitik** bietet Analysen, Hintergründe und programmatische Impulse für eine sozial-ökologische Transformation. Der Fokus liegt auf den Politikfeldern Energie, Klimaschutz, Stadtentwicklung sowie arbeits- und wirtschaftspolitische Maßnahmen zum nachhaltigen Umbau der Industriegesellschaft.

Das **böll.brief** der Abteilung Politische Bildung Inland der Heinrich-Böll-Stiftung erscheint als E-Paper im Wechsel zu den Themen «Teilhabegesellschaft», «Grüne Ordnungspolitik» und «Demokratie & Gesellschaft».

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	4
1 Anliegen der Studie	5
1.1 Gegenstand, Zielstellung und Aufbau	5
1.2 Grenzen der vorliegenden Studie	6
2 Einführung	8
2.1 Ausgangslage	8
2.2 Von der Alten Energiewelt zur Neuen Energiewelt	9
2.3 Gesetzliche Rahmenbedingungen und energiepolitische Ziele	10
3 Die Ambivalenz der Digitalisierung: Datenschutz und ökologische Bilanz	12
3.1 Datenschutz	12
3.2 Ökologische Bilanz	14
4 Ausgewählte digitale Technologien und ihre Potenziale	16
5 Aktuelle Trends und Akteurskonstellationen	17
5.1 Trends im Energiesystem	17
5.2 Akteursmapping: Die Transitionsphase	24
6 Akteure in der Neuen Energiewelt	28
6.1 Mögliche Auswirkungen eines digitalisierten Energiesystems	28
6.2 Akteursmapping: Die Neue Energiewelt	32

7	Fazit	34
7.1	Schlussbetrachtungen	34
7.2	Offene Fragen	35
	Literaturverzeichnis	37
	Glossar I: Begriffe der Energiewirtschaft	41
	Glossar II: Regulatorischer Rahmen der Energiewende	47
	Die Autorinnen	49
	Impressum	49

Zusammenfassung

Welche Trends und Entwicklungen prägen das Energiesystem? Wie verändern digitale Technologien und datenbasierte Geschäftsmodelle den Energiemarkt? Wie verändert sich die gesamte Landkarte der Energieversorgung?

Diesen Fragen widmet sich die vorliegende Kurzstudie. Sie dient dem besseren Verständnis des zunehmend digitalisierten Energiesystems als Grundlage für Politikgestaltung. Sie beschreibt die drei Phasen «Alte Energiewelt», «Transition» und «Neue Energiewelt» und behandelt auch, welche Herausforderungen und Optionen sich daraus für die beteiligten Akteure – etwa Erzeuger, Prosumer oder Energieversorgungsunternehmen – ergeben.

Derzeit befinden wir uns in der Phase der Transition. Sie ist von einem zunehmenden Anteil Erneuerbarer Energien und der fortschreitenden Digitalisierung geprägt. In der Neuen Energiewelt werden sich die Strukturen von einem linearen hin zu einem vernetzten, zirkulären System verschieben, das verstärkt auf bündelnde Akteure angewiesen sein wird. Die Rollen der verschiedenen Akteure werden weniger klar definiert sein, sondern sich mehr und mehr überschneiden. Prosumer und Konsument/innen werden einerseits steigenden Einfluss haben, andererseits aber von datenverarbeitenden Unternehmen abhängen.

Politik kann die Entwicklung der Neuen Energiewelt proaktiv gestalten und nach den Prämissen von ökologischer Nachhaltigkeit, Dezentralität und Datenschutz ausrichten. Politikgestaltung für die digitale Energiewende geht über reine Energiepolitik hinaus und müsste unter anderem Ansätze und Ansichten von Expert/innen aus angrenzenden Politikfeldern integrieren.

1 Anliegen der Studie

1.1 Gegenstand, Zielstellung und Aufbau

Die Relevanz von Daten und deren Verwertung im Energieerzeugungs- und -versorgungssystem (im Folgenden: Energiesystem) Deutschlands steigt stetig. Dies beeinflusst alle hier beteiligten Akteure. Deren Rollen, Aktivitäten, Interessen, Bedürfnisse und Einflüsse können sich mit zunehmendem Anteil Erneuerbarer Energien und mit zunehmender Digitalisierung des Energiesystems massiv verändern. Die vorliegende Studie analysiert und erörtert die Dynamiken, denen diese Akteure unterliegen. Sie will ein Verständnis dafür schaffen, wie diese Prozesse sowie das System an sich zielorientiert gestaltet werden können.

Das Energiesystem ist ein höchst komplexes Funktionssystem. In Deutschland gibt es rund 80 Strategien, Gesetze und Verordnungen dazu. Strom wird an unterschiedlichen, teilweise regulierten Teilmärkten gehandelt. Private Haushalte, Prosumer und verschiedene Industrien werden als Verbraucher unterschiedlich qualifiziert. Die Digitalisierung krempelt das Energiesystem und damit auch die Energiewirtschaft massiv um.

Digitalisierung und Energieversorgung sind das Terrain hochspezialisierter Profis. Wenn beides im Sinne des Allgemeinwohls gestaltet werden soll, dann ergeben sich u.a. folgende Fragen: Welche Rahmen müssen gesetzt werden, damit die Digitalisierung möglichst sozial gerecht, inklusiv und ökologisch nachhaltig passiert? Was kann und will Politik hier gestalten und entscheiden? Solche Fragen sind hoch relevant, weil eine unzureichend gesteuerte Digitalisierung in sozialer und ökologischer Hinsicht ambivalent wirken kann.

Die vorliegende Kurzstudie soll einen Beitrag dazu leisten, sich diesen Fragen informierter nähern zu können. Sie beschreibt Istzustand und Veränderungen schematisch und erörtert Trends, Rahmenbedingungen und Akteursoptionen des aktuellen und eines zunehmend digitalisierten Energiesystems.

Teil der Studie ist eine akteurszentrierte Analyse dreier sich überschneidender Phasen der Veränderung des Energiesystems, die hier vereinfachend «Alte Energiewelt», «Transition» und «Neue Energiewelt» genannt werden. Die beschreibende Analyse will Verständnis und Übersichtlichkeit schaffen, um Politik gestalten zu können. Interessierte Lesende aus Politik, Wissenschaft und Verbänden sollen besser verstehen, wie Digitalisierung wirkt – und wirken kann, wenn jeweilige politische Rahmenbedingungen angepasst werden. Die Studie beschreibt und extrapoliert mögliche Entwicklungen im Energiesystem. Sie will darlegen, wo entlang bestimmter normativer Orientierungen (ökologische, soziale und datenschutzrechtliche) ordnungspolitisches Handeln erforderlich wäre. Die Studie verzichtet gleichwohl auf Handlungsempfehlungen. Ihre Ergebnisse bilden eine Grundlage,

aus der in einem weiteren Schritt politische Handlungsempfehlungen entwickelt werden können.

In Kapitel 2 werden Rahmenbedingungen und Status quo des Energiesystems dargelegt. Kapitel 3 widmet sich der Digitalisierung und rekapituliert Daten-(schutz-)erwägungen sowie Chancen und Risiken. Beispiele digitaler Technologien werden in Kapitel 4 aufgelistet und kurz erklärt. In Kapitel 5 werden die Trends, die den Übergang in die Neue Energiewelt prägen, beschrieben und ihre Auswirkungen auf die Akteure des Energiesystems systematisiert. Ausgewählte Akteure und ihre Verortung im Energiesystem werden in einem Mapping visualisiert. Kapitel 6 widmet sich den Veränderungen, die im Hinblick auf die Neue Energiewelt zu erwarten sind und stellt diese mit Fokus auf die Akteure in einem weiteren Mapping dar. In Kapitel 7 werden Schlussbetrachtungen angestellt und offene Anschlussfragen aufgeworfen. Das Glossar I im Anhang gibt Aufschluss über die wichtigsten Begriffe der Energiewirtschaft. Die im Text kursiv und blau markierten Begriffe werden dort kurz erklärt. Einen Überblick über die wichtigsten deutschen Gesetze in der Energiewirtschaft gibt Glossar II.

1.2 Grenzen der vorliegenden Studie

Auswirkungen auf Energiemärkte

Die vorliegende Studie will deutlich machen, welche Dynamiken im Energiesystem aufgrund von Digitalisierung, Dezentralisierung und dem Ausbau Erneuerbarer Energien bereits beobachtbar und noch zu erwarten sind. Im Fokus stehen die Akteure des Energiesystems; eine detaillierte Auseinandersetzung mit den Auswirkungen der Digitalisierung auf Energiemärkte und deren Prozesse erfolgt nicht (vgl. hierzu etwa Reetz 2017).

Datenschutz

Digitalisierung und Datenschutzfragen gehen in politischen Debatten regelmäßig miteinander einher. Personen geben in vielen Kontexten unzählige, teils sensible Informationen von sich preis. Die Gesellschaft will missbräuchliche Datenverarbeitung verhindern und die Privatsphäre schützen. Der Staat soll deshalb Unternehmen (darunter viele monopolartige Konzerne) regulieren, wenn sie Daten für ihre Geschäftsmodelle in großem Maßstab verarbeiten und z.B. Bewegungsprofile von privaten Nutzern erstellen. Datenschutz gewinnt vor diesem Hintergrund eine der physischen Sicherheit vergleichbare Wichtigkeit (vgl. BNEF 2017: 10, 13).

Diese Kurzstudie geht auf die grundlegenden rechtlichen Rahmenbedingungen des Datenschutzes ein, behandelt ihn jedoch nicht vertieft. Außer Betracht bleiben Besonderheiten hinsichtlich Datenschutz und Datenschutzrecht im Energiesystem. Ausgeklammert werden außerdem Fragen, die unter den Stichworten der Datensparsamkeit und der

Datensoeveränität diskutiert werden: Sowohl aus ökologischen als auch aus Datenschutzgründen scheint es sinnvoll, nur so viele Daten wie nötig und so wenige wie möglich zu erheben und zu verarbeiten (vgl. Santarius 2018: 151 ff.). Entsprechende Anschlussfragen werden im Abschlusskapitel (Kapitel 7.2) aufgeworfen.

Ökologische Bilanz der Digitalisierung

Im Hinblick auf die Auswirkungen der Digitalisierung sind zudem Fragen zur ökologischen Bilanz von digitalen Technologien relevant. Klärungsbedürftig sind etwa der Stromverbrauch der Digitalisierung und die erforderlichen Rahmenbedingungen zur energetischen Amortisation. In diesem Zusammenhang stehen auch rechtliche und politische Regelungen zum Verhindern von Rebound-Effekten digitaler Technologien, also einer Erhöhung des Gesamtverbrauchs trotz bzw. aufgrund höherer Effektivität (vgl. Sühlmann-Faul et al. 2018: Teil 4). Die vorliegende Kurzstudie tippt diese Fragen an. Eine erschöpfende Analyse der ökologischen Bilanz des digitalisierten Energiesystems kann hier nicht geleistet werden.

Handlungsempfehlungen

Eckpunkte für politische Aktionen, die die Digitalisierung auf den Wunsch nach Datensoeveränität und positiver ökologischer Bilanz ausrichten, werden in dieser Studie angeführt. Damit schafft die vorliegende Studie eine informierte Diskussionsgrundlage und ebnet den Weg für weitere Studien. Eine Anschlussstudie, die politische Handlungsempfehlungen expliziert, ist von der Herausgeberin geplant.

2 Einführung

2.1 Ausgangslage

Am 8. Oktober 2018 wurde ein Sonderbericht des Intergovernmental Panels on Climate Change (IPCC) über die Folgen einer globalen Erwärmung um 1,5°C gegenüber vorindustriellem Niveau vorgestellt. Der Bericht kommt zu dem Schluss, dass die Begrenzung der Erderhitzung auf 1,5 statt 2,0°C die klimabedingten Risiken für Mensch und Natur erheblich reduzieren kann – allerdings erfordert dies weitreichende Umstellungen unter anderem im Energiesystem (vgl. IPCC 2018: 24).

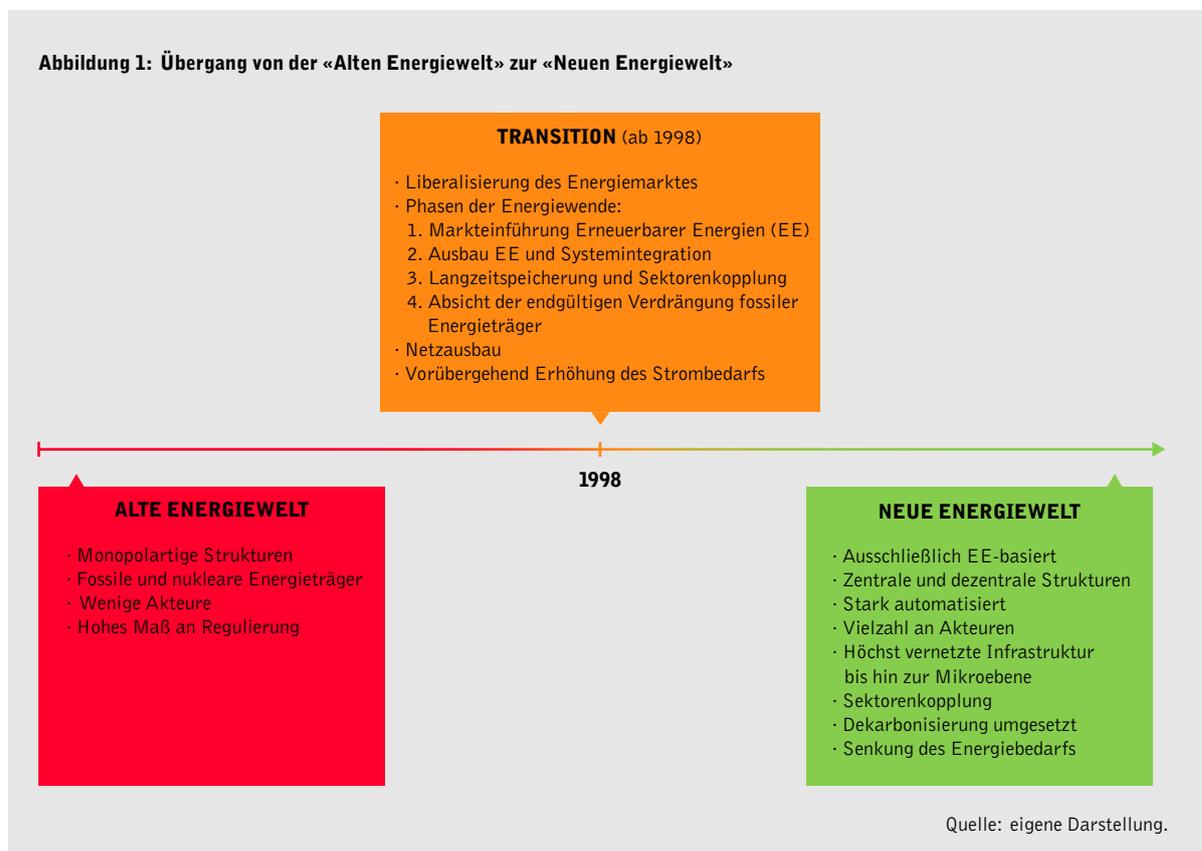
Das Zieldreieck einer zuverlässigen, bezahlbaren sowie umweltschonenden *Energieversorgung* ist seit Jahren Richtschnur der Energiepolitik in Deutschland und u.a. im Energiewirtschaftsgesetz verankert (§ 1 Abs. 1 EnWG; vgl. auch CDU/CSU/SPD 2018: Zeilen 3229 ff.). Die Umweltfreundlichkeit unserer *Energieversorgung* ist damit einer von drei gleichwertigen Pfeilern. Deutschland wird sein Klimaschutzziel für das Jahr 2020 deutlich verfehlen, plant jedoch die gesetzliche Festschreibung der Ziele für das Jahr 2030 (vgl. CDU/CSU/SPD 2018: Zeilen 6741 ff.). Die Notwendigkeit einer umfassenden Dekarbonisierung der *Energieversorgung* steht somit auch nationalpolitisch außer Frage.

Die Energiewende ist der zentrale Pfad, um die umfassende Dekarbonisierung des Energiesystems zu erreichen. Sie betrifft die Sektoren Strom, Wärme und Verkehr. Sie machen ca. 80 Prozent des Gesamtenergieverbrauchs in Deutschland aus. Im Stromsektor wurde der Ausbau der *Erneuerbaren Energien* in den letzten Jahren stetig vorangetrieben (vgl. BMWi 2018: 29), in den übrigen Sektoren stagniert er jedoch. Die Stromwende muss durch eine Wärme- bzw. Kälte- und Verkehrswende komplettiert werden (vgl. Agora Energiewende 2017a: 9; Fishedick et al. 2018: 13). Auch der Industriesektor mit seinem enormen Energieverbrauch sollte hierin einbezogen werden. Mittels der *Sektorenkopplung* soll die Erreichung der Klimaschutzziele optimiert werden.

Hierbei wird der Digitalisierung ein besonders großes Potenzial zugestanden. Digitalisierung kann definiert werden als der Prozess der Verbindung von Geräten durch digitale Kommunikation sowie das Sammeln, Teilen und Analysieren von Daten, um Anlagenbetriebe zu verbessern (vgl. BNEF 2017: 3). Fraglich ist jedoch, ob und wie die Digitalisierung genutzt werden kann, um eine stärker ökologisch orientierte, verbraucherfreundliche sowie (kosten-)effiziente *Energieversorgung* zu erreichen. Denn unter Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit ist die Digitalisierung ein zweiseitiges Schwert: Ihrem potenziellen Beitrag zu Effizienzsteigerungen steht ein erheblicher Energiebedarf (beispielsweise für den Einsatz von Technologien wie *Blockchain*) gegenüber (vgl. hierzu ausführlich Lange et al. 2018: Kapitel 3).

2.2 Von der Alten Energiewelt zur Neuen Energiewelt

Das Energiesystem entwickelt sich ständig weiter. Wenn als Bezugspunkt der Zustand vor der *Liberalisierung des Energiesektors* gewählt wird, lässt sich die Entwicklung des Energiesystems in drei Zeitabschnitte aufteilen. Der erste beschreibt die **«Alte Energiewelt»** vor der Liberalisierung des Energiesektors. Der zweite stellt den Istzustand, eine Transitionsphase, dar. Der dritte bezeichnet die **«Neue Energiewelt»**, ein nachhaltig und digital geprägtes Energiesystem. Bislang fehlt in der Politik ein allumfassendes und detailliertes *Big Picture* für diese Neue Energiewelt (vgl. Reetz 2017: 5). Statt der bewussten Gestaltung der Rahmenbedingungen zur Erreichung eines Zielzustandes sind eher kleinschrittige Regelanpassungen zu beobachten. Nichtsdestotrotz lassen sich feststehende Eckpunkte für die Neue Energiewelt ausmachen (vgl. beispielsweise Fishedick et al. 2018). Die folgende Abbildung stellt die Entwicklung im Überblick dar:



2.3 Gesetzliche Rahmenbedingungen und energiepolitische Ziele

Die Entwicklung des Energiesystems wird durch eine Vielzahl von Zielsetzungen auf nationaler und europäischer Ebene geprägt, wie in folgender Tabelle dargestellt.

Tabelle 1: Energiepolitische Ziele Deutschlands und der EU

	Nationale Ziele bis				Europäische Ziele bis			
	2020	2030	2035	2050	2020	2030	2040	2050
Reduktion der Treibhausgasemissionen	mind. 40 %	mind. 55 %		80–95 % ^[1]	20 %		40 %	80–95 % ^[2]
Anteil der Erneuerbaren Energien			55–60 %	mind. 80 % ^[3]		32 % ^{[4],[5]}		
Energieeffizienz: Reduktion des Primärenergieverbrauchs	20 %			50 % ^[6]		30 % ^[7]		

Quelle: Eigene Darstellung.

Auch der Kohle- und Atomausstieg prägen die deutsche Politik: Im Koalitionsvertrag zur 19. Legislaturperiode wurde der Einsatz der Kommission «Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung» («Kohlekommission») beschlossen, die bis Februar 2019 einen Plan zur schrittweisen Reduzierung und Beendigung der Kohleverstromung erarbeiten soll (Deutscher Bundestag 2018a: 2). Im Atomausstiegsplan wurde u.a. anlässlich der nuklearen Folgen der Erdbebenkatastrophe in Japan 2011 festgelegt, die Nutzung der Atomenergie gestaffelt bis zum 31. Dezember 2022 zu beenden (Deutscher Bundestag 2011).

- 1 Deutscher Bundestag 2018b: 16.
- 2 Gegenüber 1990; Europäische Kommission (2018b).
- 3 § 1 Abs. 2 Erneuerbare-Energien-Gesetz.
- 4 Des Bruttoendenergieverbrauchs.
- 5 Art. 3 Abs. 1 Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources, 2016/0382 (COD), www.aib-net.org/documents/103816/5909180/Final+text+of+RED+II+post-trilogue/fac12256-fb7c-6248-b2e8-b50dcd333715
- 6 Gegenüber 2008; BMWi 2014: 8.
- 7 Gegenüber 2007; Art. 1 Nr. 1 Vorschlag für eine Richtlinie zur Änderung der Richtlinie 2012/27/EU zur Energieeffizienz, COM (2016) 761 final, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:52016PC0761&from=EN>

Auf europäischer Ebene wird die Entwicklung derzeit vor allem durch das sogenannte Clean-Energy-Package der Europäischen Kommission geprägt. Es soll u.a. die Klimaschutzverpflichtungen der EU aufgrund des Pariser Klimaübereinkommens umsetzen und umfasst vier Richtlinien- und vier Verordnungsvorschläge, deren Texte teilweise noch verhandelt werden (vgl. Europäische Kommission 2018a).

3 Die Ambivalenz der Digitalisierung: Datenschutz und ökologische Bilanz

Daten können definiert werden als «Gebilde aus Zeichen oder kontinuierlichen Funktionen, die aufgrund bekannter oder unterstellter Abmachungen Informationen darstellen, vorrangig zum Zwecke der Verarbeitung oder als deren Ergebnis» (Arbeitsgruppe «Digitaler Neustart» 2017: 29). Daten werden oft als das Öl des 21. Jahrhunderts bezeichnet. Sie werden bei zunehmender Digitalisierung des Energiesystems in immer größerem Umfang erhoben und spielen eine immer wichtigere Rolle. Dies verdeutlicht ein simples Beispiel: Herkömmliche Stromzähler werden einmal jährlich manuell abgelesen und geben lediglich Aufschluss über die verbrauchte Strommenge seit dem letzten Ablesedatum. Mit dem Einsatz von *Smart Metern* und entsprechender Software hingegen können Messerhebungen in Echtzeit durchgeführt werden. Sie können zudem genau aufschlüsseln, welches Gerät zu welcher Zeit wie viel Strom verbraucht.

Im Kern sind es drei Faktoren, die die Digitalisierung des Energiesystems vorantreiben: die schwankende Erzeugung von Solar- und Windenergie, die Sektorenkopplung zwischen den Energiebereichen sowie das Verhalten der Akteur/innen auf Erzeugungs- und Verbrauchsseite. Diese drei Treiber werden weiter unten ausführlicher erörtert. Dreh- und Angelpunkt der Digitalisierung sind Daten, Datenauswertung und zunehmende Konnektivität. Im Folgenden werden zwei Bereiche beleuchtet, in denen sich die Ambivalenz der Digitalisierung des Energiesystems herauskristallisiert.

3.1 Datenschutz

Im Rahmen eines digitalisierten Energiesystems sind insbesondere Stromerzeugungs- und Stromverbrauchsdaten von Interesse. Hier stellt sich zwangsläufig die Frage, wie mit den gesammelten Daten verfahren wird und wer sie nutzen darf. Die derzeitige Rechtslage in Deutschland zu Verfügungsrechten an persönlichen Daten ist ein «Flickenteppich» (Jentzsch 2018: 2). Klassisches Eigentum existiert nach derzeitiger Rechtslage nicht; die maßgebliche Frage ist, wer über die Nutzungsbefugnis an den Daten verfügt (Arbeitsgruppe «Digitaler Neustart» 2017: 34 f.).

Grundsätzlich ist nach der Art der Daten zu unterscheiden:

- **Anonyme Informationen:** Informationen, die sich *nicht* auf eine identifizierte oder identifizierbare natürliche Person beziehen, Art. 4 Nr. 5 DSGVO.
- **Pseudonymisierte Daten:** Informationen, die ohne Hinzuziehung zusätzlicher Informationen nicht mehr einer spezifischen Person zugeordnet werden können, Art. 4 Nr. 5 DSGVO.
- **Personenbezogene Daten:** Informationen, die sich auf eine identifizierte oder identifizierbare natürliche Person beziehen, Art. 4 Nr. 1 DSGVO.

Die Datenschutzgrundverordnung (DSGVO, Verordnung [EU] 2016/679), die seit dem 25. Mai 2018 verbindlich gilt, setzt lediglich der Verarbeitung personenbezogener Daten Grenzen, Art. 2 Abs. 1 DSGVO. Diese ist hauptsächlich dann zulässig, wenn ein Einverständnis der Person, auf die sich die Daten beziehen, vorliegt, (Art. 6 Abs. 1 lit. a) DSGVO; für weitere Zulässigkeitsvoraussetzungen siehe Art. 6 DSGVO).

Ergänzt werden soll die DSGVO demnächst durch die ePrivacy-Verordnung, die die Verarbeitung elektronischer Kommunikationsdaten nur unter strengen Voraussetzungen erlaubt.^[8] Verbände befürchten, dass dies eine Vielzahl energiewirtschaftlicher Geschäftsmodelle gefährdet.^[9] Beispielsweise erfordern Smart-Home-Anwendungen die Verarbeitung von Verbrauchs- und Messdaten. Müsste hierfür jeweils ein Einverständnis des Endnutzers eingeholt werden, halten die o. a. Verbände die Anwendung für nicht praktikabel.

Eine Spezialvorschrift besteht hinsichtlich der von Smart Metern erhobenen Daten. Gemäß § 49 Abs. 1 und 2 Messstellenbetriebsgesetz (MsbG) dürfen personenbezogene Daten ausschließlich von den dort aufgeführten berechtigten Stellen (Messstellenbetreibern, Netzbetreibern, Bilanzkoordinatoren, *Bilanzkreisverantwortlichen*, Direktvermarktungsunternehmen nach dem EEG^[10], Energielieferanten und Stellen, die über eine Einwilligung des Anschlussnutzers verfügen) erhoben, verarbeitet und genutzt werden.

- 8** Art. 8 Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council concerning the respect for private life and the protection of personal data in electronic communications and repealing Directive 2002/58/EC, https://iapp.org/media/pdf/resource_center/ePrivacyReg-2018-09-20-draft.pdf.
- 9** Siehe hierzu das Verbändeschreiben an verschiedene Bundesminister /innen vom 1. Juni 2018, www.bvdw.org/fileadmin/bvdw/upload/dokumente/recht/e_privacy_verordnung/Verbaendeschreiben_zur_ePrivacy-Verordnung_vom_01.06.2018.pdf.
- 10** Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 21. Juni 2018 (BGBl. I S. 862) geändert worden ist.

Die Energie-Datenerhebung erfolgt in gewissen Messperioden. So schreibt § 55 Abs. 1 MsbG vor, dass die Messerhebung von Smart Metern bei Letztverbrauchern im Viertelstundentakt erfolgen muss, vgl. auch § 2 Nr. 27 MsbG. Technisch ist eine Erhebung bereits in deutlich kürzeren Zeitabständen bzw. in Echtzeit möglich.

Eine gewisse Datenfülle ist notwendig, um in einem zunehmend erneuerbaren Energiesystem Flexibilitäten, Verbrauch und Erzeugung aufeinander abzustimmen. Das Energiesystem wandelt sich von einem Grundlast-System mit einigen hundert fossilen und nuklearen Großkraftwerken zu einem distributiven-dezentralen System mit vielen tausend Erneuerbaren-Anlagen. Das Verhalten der Akteur/innen auf Erzeugungs- und Verbrauchsseite und die Möglichkeiten der Digitalisierung wirken wechselseitig aufeinander ein. Zum Beispiel wird das Verteilnetz durch die erwartete Zunahme von Elektrofahrzeugen und Ladeinfrastruktur vor neue Herausforderungen gestellt. Damit das Netz in den erwarteten Spitzenlast-Zeiten am Abend nicht zusammenbricht, wird an entsprechenden Smart Grids und Anreizen für gesteuertes, zeitversetztes Laden geforscht. Smart Meter in Verbindung mit dynamischen Stromtarifen können Verbraucher/innen helfen, Geld und Strom zu sparen.

Datenschutzüberlegungen führen bei der Nutzung digitaler Technologien regelmäßig zu einer Abwägung zwischen Komfort und Privatsphäre. Smart Home-Anwendungen z.B. versprechen Komfort, Energie- und Kosteneinsparungen gekoppelt mit mehr Sicherheit vor Einbruch. Gleichzeitig ermöglichen die erhobenen detaillierten Energieverbrauchsflüsse Rückschlüsse auf die private Lebensgestaltung.

Welche Berechtigungen an den eigenen (personenbezogenen wie anonymen) Daten abgegeben wird und welche Konsequenzen und Langzeitfolgen sich daraus ergeben, ist für Laien sowohl in technischer als auch in rechtlicher Hinsicht kaum abschätzbar. Auch wenn es zu zivilgesellschaftlichem Widerstand datenschutzbewusster Verbraucher/innen kommen mag, so darf bezweifelt werden, dass dadurch die Ausdehnung digitaler Technologien im Energiesystem begrenzt werden kann.

3.2 Ökologische Bilanz

Sowohl unter Umwelt- als auch Datenschutzgesichtspunkten bringen digitale Technologien weitreichende Chancen wie auch Gefahren mit sich. Es ist nicht möglich, ein oder zwei allgemein gültige, einfache Urteile abzugeben, etwa «Digitalisierung ist ökologisch gut, aber datenschutzbezogen schlecht». Stattdessen müssen auch und gerade mittels geeigneter politischer Rahmenbedingungen negative Folgen minimiert und positive Folgen maximiert werden.

Einerseits sind Ressourcen- und Energieverbrauch digitaler Infrastrukturen aus ökologischer Sicht problematisch. Andererseits haben smarte Infrastrukturen und IKT

insgesamt – wenn sie gut gesteuert werden – durchaus Potenzial, die Ressourceneffizienz zu steigern, das Energiesystem zu transformieren und zu einer «Dematerialisierung» der Wirtschaft beizutragen (vgl. hierzu ausführlich Lange, Santarius 2018: Kapitel 5).

Die folgende Tabelle stellt mögliche Nutzen und Risiken der Digitalisierung im Hinblick auf Umweltschutzgesichtspunkte im Überblick dar:

Tabelle 2: Überblick über mögliche Nutzen und Risiken der Digitalisierung in der Energieversorgung

Digitalisierung	
Nutzen	Risiken
<p>– Effizientere Nutzung vorhandener Infrastruktur Digitale Vernetzung erlaubt erheblichen Zubau <i>Erneuerbarer Energien</i> ohne Netzausbau. Beispielsweise können Big Data und Smart Data Analysen (siehe hierzu Tabelle 3 in Kapitel 4) Prognosen zu Stromerzeugung und -verbrauch optimieren. Auch kann die Nachfrage an das Stromangebot angepasst werden, anstatt die Erzeugung etwa durch Beschaffung von Regenergie der Nachfrage anzupassen.</p> <p>– Komplexitätsmanagement durch Automatisierung Die drastische Zunahme der Komplexität des Energiesystems ist ohne die durch digitale Technologien geleistete Automatisierung kaum denkbar (vgl. Fischedick et al. 2018: 15). Durch dieses «Komplexitätsmanagement» ergeben sich weitere Chancen zu Dezentralisierungs- und Partizipationsprozessen, beispielsweise indem zelluläre Ansätze intensiviert werden (als Beispiel siehe Smart Grids Plattform 2018).</p>	<p>– Rebound-Effekte sind möglich Effizienzsteigerungen können zu erhöhter Nutzung und damit zu Mehrverbräuchen führen, die das Einsparpotenzial übersteigen.</p> <p>– Enormer Energiebedarf vieler digitaler Technologien Beispiel <i>Blockchain</i>-Technologie: Eine Transaktion mit der Digitalwährung Bitcoin verbraucht rund 10.000 Mal mehr Energie als eine Buchung per Kreditkarte (Santarius 2018).</p> <p>– Hardware sehr ressourcenintensiv Beispiel <i>Smart Meter</i>: Sie enthalten Konfliktrohstoffe und ihre Produktion ist so stromintensiv, dass fraglich ist, wann sie sich energetisch amortisieren wird (vgl. hierzu ausführlich Lange et al. 2018: Kapitel 3; siehe auch Groll 2018).</p>

Quelle: Eigene Darstellung.

4 Ausgewählte digitale Technologien und ihre Potenziale

Die Energiewende ist auf digitale Technologien angewiesen: Die drastische Zunahme der Komplexität des Energiesystems ist ohne Automatisierung kaum zu bewerkstelligen. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht, welche Technologien bedeutend für die Digitalisierung des Energiesystems sind und welches Transformationspotenzial sie entfalten können (vgl. auch die Übersicht in BNEF 2017: Appendix A, 12 f., 19, 22 f.).

Tabelle 3: Überblick digitaler Technologien und ihrer Potenziale

Digitale Technologien	Transformationspotenzial
Behind the Meter-Generation	Energieerzeugung zur Vor-Ort-Nutzung, die sich buchstäblich hinter dem Zähler auf dem Grundstück des Eigentümers befindet. Unterstützt durch Home Energy Management-Systeme können <i>Prosumer</i> damit einen höheren Grad an Autonomie und Unabhängigkeit von Energieversorgungsunternehmen und Netzen erreichen. Beispielsweise kann der mittels Solaranlagen produzierte Strom auch von Privathaushalten vermarktet bzw. gehandelt werden.
<i>Blockchain, Smart Contracts</i>	<i>Prosumer</i> können sich untereinander stärker mittels Kleinstnetzen (Microgrids) und gleichrangigem Handel («peer-to-peer») vernetzen. Diese dezentrale Form des Energiehandels kann ohne Energieversorgungsunternehmen oder Märkte stattfinden. Als zentraler digitaler Wegbereiter bietet sich die <i>Blockchain</i> -Technologie an. Über <i>Smart Contracts</i> kann der Stromhandel automatisch abgewickelt werden. Die Technologien können <i>Prosumern</i> außerdem ermöglichen, sich Strom an Märkten zu verschaffen oder produzierten Strom zu vermarkten. Dies könnte in Form von «Smart Clients» organisiert werden, die als Software auf dem <i>Smart Meter</i> installiert sind und individuelles <i>Portfoliomanagement</i> betreiben (vgl. Reetz 2017: 13 f.).
Home Energy Management-Systeme, Smart Home-Anwendungen, Internet der Dinge	Produkte, die Energieflüsse im Haus überwachen, kontrollieren oder analysieren, beispielsweise intelligente Stromzähler und Thermostate in Kombination mit entsprechender Software. Durch Kommunikation smarterer Geräte untereinander – das Internet der Dinge – ermöglichen sie eine Aufschlüsselung und effiziente Steuerung des Energieverbrauchs.
Maschinelernen, Künstliche Intelligenz	Maschinelernen und Künstliche Intelligenz können Prozesse und Planungen optimieren. Lernalgorithmen können beispielsweise Wetter- und Kraftwerksdaten verarbeiten und Vorhersagen akkurater machen.
Big Data, Smart Data	Die intelligente Aufbereitung von Daten verbessert die Erzeugungs- und Verbrauchsprognosen . Das Netzmanagement kann so mittels zuverlässigerer Planungen optimiert werden. Assoziationsanalysen z.B. werten Daten hinsichtlich der Frage aus, welche Ereignisse in der Regel zusammen bzw. nacheinander auftreten. Dies ermöglicht eine vorausschauende Auslastung und auch Wartung der Netze.
Smart Grid	Smart Grids sollen der dezentralen und volatilen EE-Einspeisung gerecht werden; entscheidend ist hierfür u.a. die Flexibilisierung des Netzes. Für eine effektive Flexibilisierung bedarf es der Erhöhung der Netzkapazität sowie Möglichkeiten zur Stromspeicherung (z.B. Power-to-X sowie Speichertechnologien). Zudem soll die Abstimmung von Angebot und Nachfrage automatisiert durch die zeitgleiche Auswertung der entsprechenden Daten an Netzknotenpunkten koordiniert werden. Diese Funktionen soll das Smart Grid mittels Ausstattungen zur Messung, Kontrolle und Optimierung von Stromflüssen erbringen können.

Quelle: Eigene Darstellung.

5 Aktuelle Trends und Akteurskonstellationen

5.1 Trends im Energiesystem

Wir befinden uns mitten in der Transition zwischen Alter und Neuer Energiewelt. Dabei hat die Energiewende eine Phase erreicht, die durch einen stetig zunehmenden **Anteil der Erneuerbaren Energien**, insbesondere an der Stromproduktion, geprägt ist. Diese müssen einerseits in die vorhandene Infrastruktur integriert werden, andererseits muss die Infrastruktur angepasst werden.

Weiterhin ist die **Digitalisierung** aller Lebensbereiche in vollem Gange. In der Energiewertschöpfungskette wird bereits eine Vielzahl digitaler Technologien eingesetzt; fast täglich kommen neue Technologien bzw. Konzepte hinzu.

5.1.1 Höherer Anteil an Erneuerbaren Energien

Die Anlagen zur Stromerzeugung aus *Erneuerbaren Energien* haben andere Grundvoraussetzungen und Strukturen als Kraftwerke, die fossile oder atomare Energieträger einsetzen. Daher impliziert dieser Trend weitere Entwicklungstendenzen:

Dezentralisierung

- Das Energiesystem war dafür ausgelegt, Elektrizität von wenigen zentralen Großkraftwerken zu Verbrauchern zu transportieren. Weil Solar- und Windenergie weniger konzentriert gewonnen werden können als Energie aus fossilen Energieträgern, ist die Anzahl der Energieerzeugungsanlagen exponentiell angestiegen und die Komplexität des Systems somit sehr viel größer (BNEF 2017: 7).
- Potenziell kann sich das Energiesystem über eine Vielzahl an kleinen Zellen organisieren. In Energiezellen findet Erzeugung, Speicherung und Verbrauch auf einem kleinen, räumlich begrenzten Gebiet statt, sodass sie bis zu einem gewissen Grad selbstversorgend sind. Dies erfordert allerdings einen erhöhten Grad an kleinteiliger Vernetzung und Koordinierung und daher gewisse Rahmenbedingungen. Die Dezentralisierung allein wird nicht automatisch zu einem zellulär organisierten Energiesystem führen. Ein solch zellulärer Ansatz wird beispielsweise im SINTEG-Projekt C/sells erprobt: Der lokale Energieausgleich von Erzeugung und Verbrauch erfolgt in einer Energiezelle durch die sektorenübergreifende Vernetzung aller Entitäten unter Nutzung von Speichern. So soll u.a. Prosumern größtmögliche Teilhabe gewährleistet werden (Smart Grids-Plattform Baden-Württemberg e.V. 2018).
- Teilweise schließen sich kleinmaßstäbige Energieproduzenten als *Virtuelle Kraftwerke* zu größeren Funktionseinheiten zusammen, die über ein gemeinsames Leitsystem koordiniert werden. So können sie ihre Erzeugung bündeln und als stärkerer Akteur an den Strommärkten teilnehmen.

- Insbesondere die Verteilernetze wurden bereits stark ausgebaut, um die steigenden Anteile dezentraler EE-Einspeisung aufzunehmen. Daneben bedarf es auch des Ausbaus der Übertragungsnetze, um hohe Strommengen vor allem aus Großwindparks besser zu Lastzentren bringen zu können. Abhängig vom jeweiligen Szenario kann hier z.B. der Transport aus Offshore-Windparks zu Lastzentren in südlichen Bundesländern gemeint sein.
- Die Strominfrastrukturen müssen zudem an die Erzeugungscharakteristika angepasst sowie engmaschiger und reaktiver werden. Sie müssen außerdem stärker auf bidirektionalen Lastfluss eingestellt werden, d.h. Energieflüsse können auch von Akteuren erfolgen, die in der Alten Energiewelt reine Konsumenten waren. Entsprechende Datenverarbeitungssysteme sind notwendig.

Partizipation

- *Erneuerbare Energien* erlauben es Privatpersonen zunehmend, Strom für den Eigenverbrauch oder auch für Verbraucher/innen in der Umgebung zu produzieren – sie werden zu *Prosumern*. Dies kann ökologische und wirtschaftliche Vorteile mit sich bringen. Lokale Unternehmen und (*Bürger-)Energiegesellschaften* stärken die Wertschöpfung vor Ort (für Beispiele siehe Hoppe et al. 2015). Zudem kann die Identifikation der lokalen Bevölkerung mit dem Ausbau der Erneuerbaren Energien erhöht werden.^[11] Im Erneuerbare-Energien-Gesetz wurde im Jahr 2017 das Fördermodell weitestgehend von festen Einspeisevergütungen (Preissteuerung) auf ein Ausschreibungssystem (Mengensteuerung) umgestellt. Statt feste Einspeisevergütungen zu garantieren, schreibt nun die Regierung gewisse Leistungsmengen aus. Die Bieter, die am wenigsten Förderung benötigen, erhalten den Zuschlag. Da nur Projekte teilnahmefähig sind, für die bereits eine immissionsschutzrechtliche Genehmigung vorliegt, besteht die Befürchtung, dass große Anbieter bevorzugt werden. Denn kleinere Akteure wie Energiegenossenschaften tragen ein hohes finanzielles Risiko, wenn sie in ein Projekt investieren und eine Genehmigung beantragen, dann aber keinen Zuschlag erhalten. Dies könnte die Investitionsneigung in solche Projekte mindern. Aus diesem Grund enthielt das EEG 2017 gewisse Privilegierungen für Bürgerenergieprojekte. Diese wurden jedoch Mitte 2018 befristet außer Kraft gesetzt. Die Auswirkungen bleiben abzuwarten.
- *Prosumer* und *Bürgerenergiegesellschaften* fordern auch Mitspracherechte ein, weil sie die Energieversorgung mitgestalten (Agora 2017a: 18; Fishedick et al. 2018: 12). Die Positionen der *Prosumer* sowie der *Bürgerenergiegesellschaften*

11 Grundsätzlich ist in der Bevölkerung eine ambivalente Haltung zur Energiewende zu beobachten. Einer hohen Zustimmung zu ihren grundsätzlichen Zielen steht erheblicher Widerstand gegen einzelne Infrastrukturprojekte gegenüber, zum Beispiel was den Hochspannungsleitungsausbau oder Windenergieanlagen an Land betrifft (vgl. Agora 2018: 11f.).

werden durch die Bestimmungen im EU-Clean-Energy-Paket erheblich gestärkt; es bleibt abzuwarten, wie diese Bestimmungen auf nationaler Ebene umgesetzt werden.

Flexibilität

- Strom ist ein leitungsgebundenes Produkt, das nach heutigem Stand der Speichersysteme nicht in größerem Umfang und kosteneffizient gespeichert werden kann. Es muss zeitgleich erzeugt und verbraucht werden (vgl. Wawer 2007: 8). *Flexibilität* bezeichnet in diesem Zusammenhang die Veränderung von Einspeisung oder Entnahme in Reaktion auf externe Notwendigkeiten, etwa zur Sicherung der Netzstabilität. Die Veränderung kann durch netz- oder marktseitige Maßnahmen erbracht werden (vgl. Bundesnetzagentur 2017: 6, dort mit Verweis auf Eurelectric: 2014). Dazu zählen für den zeitlichen Ausgleich flexible Erzeuger, flexible Verbraucher (zu- und abschaltbare sowie zeitlich verschiebbare Lasten) sowie Speicher. Für den räumlichen Ausgleich werden die Stromnetze genutzt.
- Viele heutige Vorstellungen des Strommarkts bauen auf einer Fiktion auf: einem Stromnetz ohne Restriktionen, in das nach Belieben Strom eingespeist oder daraus entnommen werden kann. In der Realität aber muss stets eine Balance zwischen Einspeisungen und Entnahmen hergestellt werden, da das Stromnetz sonst zusammenbricht. Es sind Maßnahmen wie *Redispatch* und *Einspeisemanagement* zum Ausgleich von Netzengpässen und -schwankungen erforderlich, deren Kosten über die Netzentgelte auf alle Verbraucher/innen verteilt werden.
- Derzeit trägt die Verbrauchsseite, und hier insbesondere die Haushalte, kaum zur Flexibilisierung des Energiesystems bei. Es bestehen kaum Anreize, etwa im Hinblick der Strompreisgestaltung, den Verbrauch dem Angebot anzupassen (vgl. Agora 2017a: 60).
- In der Politik besteht angesichts der vorhandenen Überkapazitäten im Stromsektor derzeit keine Einigkeit darüber, ob in den nächsten Jahren der Bedarf insbesondere an kurzfristiger Flexibilität zunehmen wird bzw. wenn ja, wie hoch er sein wird.
- Da der Netzausbau derzeit nur stockend vorankommt und die Redispatch-Kosten stark steigen (vgl. Agora 2017: 58; BCG 2018: 15), wird darauf hingewiesen, dass Speicher-Technologien bereits heutzutage wichtig seien, um den Strom zu nutzen, anstatt abzuregeln. Hierfür sind innovative Geschäftsmodelle von Bedeutung (siehe hierzu Ionescu; Kalny 2012).

Volatilität

- Die Stromerzeugung der Erneuerbare Energien hängt teilweise von Wetter- und Klimabedingungen ab. Zeitraum und Menge der Energieerzeugung sind daher schwieriger steuer- und vorhersehbar als bei herkömmlichen fossilen oder atomaren Großkraftwerken (BNEF 2017: 7). Es braucht daher auch auf der Erzeugungsseite Maßnahmen zur Gewährleistung der Netzstabilität.

- Damit geht eine Volatilität des Strompreises einher, die etwaige Netzengpässe sowie Höhen und Tiefen der Stromproduktion abbildet. Hier gewinnt der *Merit-Order-Effekt* an Bedeutung: Als Merit Order wird die Einsatzreihenfolge der stromproduzierenden Kraftwerke auf einer Stromhandelsplattform bezeichnet, um eine wirtschaftlich optimale Versorgung zu erreichen. Diese orientiert sich an den niedrigsten Grenzkosten, also der Kosten, die bei einer Stromerzeugungsanlage für die letzte produzierte Megawattstunde anfallen. Erneuerbare-Energien-Anlagen haben geringe Grenzkosten, d.h. sobald eine Anlage errichtet und finanziert ist, fallen kaum noch Kosten pro produzierter Einheit Strom an. Herkömmliche Kraftwerke haben hingegen hohe Grenzkosten, sodass sie durch Erneuerbare-Energien-Anlagen in der Merit Order nach hinten verschoben werden (vgl. Next Kraftwerke 2018a). Allerdings ist die Merit Order keine Vorgabe, mit der der Kraftwerkseinsatz koordiniert wird, sondern **ein** mögliches Erklärungsmodell dafür, wie die Preisbildung auf dem Strommarkt funktioniert.

Mögliche Auswirkungen der vorgenannten Trends auf ausgewählte Akteure werden in der folgenden Tabelle dargestellt:

Tabelle 4: Auswirkungen der Trends im Zusammenhang mit einem höheren Anteil Erneuerbarer Energien auf ausgewählte Akteure

ausgew. Akteure	Dezentralisierung	Partizipation	Flexibilität	Volatilität
Markt- und Handelsteilnehmer	– Mehr Akteure – mehr Handelsaktivitäten	– Anpassung der Bedingungen, unter denen eine Markt-/Handelsteilnahme möglich ist (Präqualifikationsbedingungen)	– Mehr Transaktionen notwendig – Bedarf an neuen Märkten und Handelsplattformen	– Mehr Transaktionen notwendig – Stärker schwankender Strompreis
Prosumer, Endverbraucher	– Erleichterte Teilnahmebedingungen (an Märkten und am Handel)	– Höhere Anzahl, höherer Einfluss – Teilhabemöglichkeiten – Gefahr der Entsolidarisierung (Partizipierende/ Nicht-Partizipierende)	– Neue Betätigungsfelder	– Zuwachs an Risiken etwa durch flexible Stromtarife
Energieerzeuger	– Wachsender Bedarf an EE – Sinkender Bedarf an konventionell erzeugter Energie	– Neue Betätigungsfelder – Höherer Konkurrenzdruck	– Steigende Anforderungen an EE-Anlagen (Vermarktung und Beitrag zur Netzstabilität) – Neue Betätigungsfelder	– Weiter steigende Anforderungen an Steuerbarkeit der EE-Anlagen – Umgang mit Schwankungen und Merit-Order-Effekt (und auch mit negativen Strompreisen)

ausgew. Akteure	Dezentralisierung	Partizipation	Flexibilität	Volatilität
Energieverteiler	<ul style="list-style-type: none"> – Kleinmaschigere Netze – Zunehmende Bedeutung der Verteilnetzbetreiber mit wachsenden Anforderungen – Umstellen auf bidirektionalen Lastfluss – Weiterer Netzausbau auf Verteil- und Übertragungsnetzebene 	<ul style="list-style-type: none"> – Umgang mit zunehmender Anzahl an Akteuren 	<ul style="list-style-type: none"> – Höherer Aufwand bei Netzsteuerung (abhängig vom Automatisierungsgrad) – Systemdienste benötigt/ Flex-Nachfrager – Transparente Netzzustandsbestimmung wird gefordert 	<ul style="list-style-type: none"> – Höherer Aufwand für Abgleich Fahrpläne Bilanzkreisverantwortliche – Lastflussberechnungen (abhängig vom Automatisierungsgrad)
Energieversorgungsunternehmen	<ul style="list-style-type: none"> – Zunehmende Nachfrage von Servicedienstleistungen (neue Geschäftsfelder) – Hierbei: Konkurrenz durch Digitalunternehmen 	<ul style="list-style-type: none"> – Konkurrenz durch Prosumer bzw. durch Unternehmen, die diese bündeln 	<ul style="list-style-type: none"> – Neue Betätigungsfelder 	<ul style="list-style-type: none"> – Umgang mit Schwankungen und Merit-Order-Effekt (und auch mit negativen Strompreisen)
Intermediäre, u.a. Aggregatoren	<ul style="list-style-type: none"> – Neue Betätigungsfelder (kleinere Akteure bündeln; virtuelle Kraftwerke; etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> – Neue Betätigungsfelder (Bündelung Akteure; Direktvermarktung, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> – Neue Betätigungsfelder (Bündelung Akteure, Angebot Portfolio-management, Direktvermarktung, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> – Umgang mit Schwankungen und Merit-Order-Effekt (und auch mit negativen Strompreisen)

Rot = Hoher Veränderungsdruck und Risiken; Grün = Geringerer Veränderungsdruck und Chancen;
Orange = Neutral

Quelle: Eigene Darstellung.

5.1.2 Automatisierung

Digitalisierung ermöglicht im Energiesystem einen erhöhten Grad an Automatisierung. Sie kann dazu beitragen, dass Kosten und Aufwand von Transaktionen, vor allem im Hinblick auf den Handel von Stromprodukten, sinken, sodass sie häufiger durchgeführt werden können. Dies betrifft insbesondere Stromverbraucher, Stromverteiler und Stromversorger.

Stromverbraucher

Die Übermittlung des Stromverbrauchs wird zunehmend automatisiert. Herkömmliche Stromzähler, die einmal im Jahr manuell abgelesen werden, können durch *Smart Meter* ersetzt werden, die Stromerzeugungs- und -verbrauchswerte jederzeit an den Verbraucher und den Messstellenbetreiber senden können.

In Deutschland wurde diesbezüglich das Messstellenbetriebsgesetz^[12] als Kernstück des «Gesetzes zur Digitalisierung der Energiewende» erlassen, das eine flächendeckende Ausstattung von Energieversorgungs-Messstellen mit *modernen Messeinrichtungen* zum Ziel hat. Einige Messstellen müssen darüber hinaus mit intelligenten Messsystemen ausgestattet werden, die mit einer Kommunikationseinrichtung ausgestattet sind (*Smart Meter*). Diese Messstellen können den tatsächlichen Energieverbrauch in einem Haushalt nachvollziehbar machen und Nutzer/innen mittels entsprechender Software etwa ermöglichen, «Stromfresser» zu identifizieren. Zudem können sie, etwa beim Betrieb einer Solaranlage auf dem Hausdach, einen Überblick über Produktion und Einspeiseleistung in Echtzeit bekommen. Hieraus können wiederum Rückschlüsse auf den Wirkungsgrad der Anlage gezogen und eventuell Optimierungsmöglichkeiten gefunden werden.

Der Rollout, also der gestaffelte Einbau von *Smart Metern*, wird erst verpflichtend, sobald mindestens drei voneinander unabhängige Unternehmen intelligente Messsysteme am Markt anbieten (§ 29 Abs. 1 in Verbindung mit § 30 Satz 1 MsbG). Hierfür ist eine Zertifizierung der Geräte durch das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik erforderlich (§ 24 MsbG). Bislang hat noch kein Gerätehersteller einen *Smart Meter* zertifizieren lassen, sodass unklar ist, wann der Rollout abgeschlossen sein wird.

In einem flexiblen Stromnetz können Vernetzungstechnologien den Stromverbrauch hochfahren, sobald Strompreise wegen erhöhter Produktion niedrig sind. Das Aufladen von Elektrofahrzeugen oder anderen Batterien kann beispielsweise auf solche Zeitpunkte gelegt werden.

In Privathaushalten werden diese Vernetzungsverfahren durch Technologien wie Home Energy Management-Systeme ermöglicht. Sie können verschiedenen Zielen dienen. Für manche erschöpft sich der Zweck im Lifestyle-Effekt und Komfort, für andere bringen sie finanzielle Ersparnisse, beispielsweise in Kombination mit einem flexiblen Stromvertrag. Bei einem flexiblen Stromvertrag wird der tatsächliche Börsenstrompreis an den Endkunden weitergegeben. Er kann seinen Verbrauch anpassen, indem er beispielsweise vermehrt elektronische Geräte zu Tageszeiten nutzt, an denen der Strompreis niedrig ist.

Auch der Industrie- und Gewerbesektor profitieren von der Automatisierung – einerseits zur effizienteren Steuerung des Energiebezugs und -verbrauchs (und damit eventuell zur Senkung der Energiekosten) und andererseits zum Einsatz der Lastverschiebung bzw. des *Demand-Side-Managements*. Perspektivisch können die steuerbaren Lasten in größerem Maß etwa unter Nutzung virtueller Kraftwerke als Regelenergie vermarktet werden.

12 Gesetz über den Messstellenbetrieb und die Datenkommunikation in intelligenten Energienetzen vom 29. August 2016 (BGBl. I S. 2034), das durch Artikel 15 des Gesetzes vom 22. Dezember 2016 (BGBl. I S. 3106) geändert worden ist. Online: www.gesetze-im-internet.de/messbg/MsbG.pdf

Stromverteiler

Auf der Verteilnetzebene sind viele Prozesse noch zeitaufwändig, weil sie manuell durchgeführt werden. Sensoren und Einheiten zur Phasenmessung z.B. können die Auslastung der Netze messen und melden. Anpassungsfähige, smarte Netze können darauf reagieren, indem sie z.B. in Zeiten hoher Stromproduktion Speicher ansteuern und in Zeiten niedriger Stromproduktion zusätzliche Erzeugungsanlagen aktivieren. Hier gewinnen optimierte Prognosen an Bedeutung: Durch automatisierte Datenauswertung und Maschinelernen lassen sich Prognosen zu Energieerzeugung und -verbrauch so verbessern, dass sie als Grundlage für das Netzmanagement dienen können.

Stromversorger

Diese Ebene umfasst *Energieversorgungsunternehmen*, *Grundversorger* und *Stadtwerke*. Diesen Unternehmen wird im Zusammenhang mit dem Smart Meter Rollout in der Regel die Aufgabe des *Messstellenbetreibers* zufallen. Dies beinhaltet den Einbau und den Betrieb moderner bzw. intelligenter Messeinrichtungen. Damit verfügen sie auch über die Nutzungsbefugnis an den gemessenen Daten. Dies eröffnet neue Betätigungsfelder und Geschäftsmodelle wie Energiemanagementsoftware oder individualisierte Stromtarifverträge. Gleichzeitig erfordert dies eine Bereitstellung des entsprechenden technischen Know-hows. So muss Personal für diese Aufgaben qualifiziert werden, was beispielsweise kleinere Stadtwerke finanziell überfordern könnte. Im Übrigen sind Technologien zur Prognoseoptimierung auch für Stromversorger von Bedeutung, etwa wenn sie den Verbrauch ihrer zu beliefernden Kunden kalkulieren.

Mögliche Auswirkungen dieses Trends auf ausgewählte Akteure werden in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Tabelle 5: Auswirkung des Trends der Automatisierung auf ausgewählte Akteure

Automatisierung	
Markt- und Handelsteilnehmer	<ul style="list-style-type: none"> – Transaktionen finden automatisch und kostengünstiger statt – Sinken der Transaktionskosten
Prosumer, Endverbraucher	<ul style="list-style-type: none"> – Können eigenständige Marktakteure mit individuellem Portfoliomanagement werden – Sinken der Transaktionskosten
Energieerzeuger	<ul style="list-style-type: none"> – Erhöhung der Steuerbarkeit der EE-Anlagen – Teilnahme an Märkten erleichtert – Sinken der Transaktionskosten
Energieverteiler	<ul style="list-style-type: none"> – Übertragungsnetze: Lastenausgleich und Flexibilisierung finden automatisiert statt – Perspektivisch Reduktion eines weiteren Netzausbaubedarfs – Aufgabenbereiche fallen weg
Energieversorgungsunternehmen	<ul style="list-style-type: none"> – Neue Betätigungsfelder – Allerdings Vorgaben zur Entflechtung der Netzbereiche (<i>Unbundling</i>) – Konkurrenzdruck durch Digitalunternehmen
Intermediäre, u.a. Aggregatoren, Messstellenbetreiber, etc.	<ul style="list-style-type: none"> – Erleichterung Bündelung kleinerer Akteure, Vermarktung/Handel und Portfoliomanagement – Erhebung von Stromverbrauchsdaten, die detailliert aufgeschlüsselt werden können – Nutzung dieser Daten – Konkurrenz durch Digitalunternehmen

Rot = Hoher Veränderungsdruck und Risiken; Grün = Geringerer Veränderungsdruck und Chancen;

Orange = Neutral

Quelle: Eigene Darstellung.

5.2 Akteursmapping: Die Transitionsphase

Die dargestellten Trends und ihre Konsequenzen prägen bereits das derzeitige Energiemarktdesign. Abbildung 2 stellt die Verortungen ausgewählter Akteure innerhalb des Energiesystems sowie deren Verbindungen dar und konzentriert sich auf den Stromsektor. Die ansatzweise bestehenden Verbindungen zu den Sektoren Wärme und Verkehr sowie zum Industriesektor werden angedeutet. Das Mapping erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und bildet nur eine Auswahl an Akteuren ab, um die Übersichtlichkeit zu wahren.

Die Akteure der Energiewirtschaft lassen sich grob folgenden Kategorien zuordnen, wobei diese sich teilweise überschneiden (sogenannte Intermediäre erbringen beispielsweise Koordinations- und Vermittlungsleistungen zwischen den unterschiedlichen Akteuren):

Tabelle 6: Kategorien der Akteure der Energiewirtschaft

Energieerzeuger	Energieverbraucher und Prosumer
Energieverteiler	Staat/Governance
Energieversorger	Wirtschaft und Gesellschaft

Quelle: Eigene Darstellung.

Auf der Ebene der Energieerzeuger wird die derzeitige Wertschöpfungskette der Energieversorgung deutlich. Derzeit verläuft sie noch weitgehend linear von der Erzeugung über die Verteilung bis hin zur Versorgung der verbrauchenden Einheiten. Bei der Erzeugung spielen Erneuerbare Energien bereits eine maßgebliche Rolle. Die Refinanzierung der entsprechenden Anlagen läuft derzeit weitestgehend über das Ausschreibungsmodell nach dem EEG.

Die Energieverteiler lassen sich einteilen in die vier *Übertragungsnetzbetreiber* 50Hertz Transmission, Amprion, Tennet TSO, transnetBW sowie zahlreiche *Verteilnetzbetreiber*. Das Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) legt die Aufgaben dieser Netzbetreiber fest (§§ 11 ff.). Dazu gehört der diskriminierungsfreie Betrieb eines sicheren, zuverlässigen und leistungsfähigen Netzes inklusive seiner Wartung und seines Ausbaus. Neuen Anlagen muss diskriminierungsfrei Netzzugang gewährt werden.

Die Energieversorgung wird vorrangig durch die *Grundversorger* gewährleistet. Grundversorger ist nach § 36 Abs. 1 Satz 1 EnWG dasjenige Energieversorgungsunternehmen in einem Netzgebiet, welches die Mehrzahl der Haushaltskunden versorgt. In der Regel fällt dies den *Stadtwerken* zu, die die Daseinsvorsorge ihrer Bürger/innen unter anderem im Energiebereich zu decken haben.

Die Endverbraucher/innen haben jedoch das Recht, ihren Stromversorger frei zu wählen, sodass die *Grundversorger* im Wettbewerb mit anderen Energieversorgungsunternehmen stehen. Im Jahr 2016 lag die Quote von Verbrauchern, die ihren Stromanbieter wechseln, etwa bei 45 Prozent (Verbraucherzentrale Bundesverband 2017).

Für die Energiewirtschaft gelten die Vorschriften des EnWG zur Entflechtung (*Unbundling*). Die Tätigkeitsbereiche von Energieversorgungsunternehmen und von Betreibern der Netze, welche natürliche Monopole darstellen, sind getrennt, um zur Liberalisierung beizutragen.

Der Handel von Strom findet auf verschiedenen Teilmärkten und Plattformen statt. Grundsätzlich wird zwischen dem Terminmarkt als Handel mit längeren Vorlaufzeiten und dem *Spotmarkt* als kurzfristigem Handel unterschieden. Letzterer teilt sich in den *Day-Ahead-*

Markt, der einen Tag vor der Lieferung stattfindet, und den *Intraday-Markt* am Tag der Lieferung selbst. Diese Handelsformen finden in Deutschland an den Strombörsen *EEX* und *EPEX* statt. Daneben findet außerbörslicher Handel, sogenannter *Over-the-Counter-Handel* statt, bei dem die gehandelten Preise und Volumina nur den Vertragspartnern bekannt sind (vgl. Next Kraftwerke 2018b). Ab dem Zeitpunkt der «Gate Closure» wird der Handel geschlossen; ab dann ist der *Übertragungsnetzbetreiber* selbst für den reibungslosen Ablauf verantwortlich, den er gegebenenfalls durch die Bereitstellung von *Regelleistung* gewährleisten muss (vgl. Wawer 2007: 23 f.).

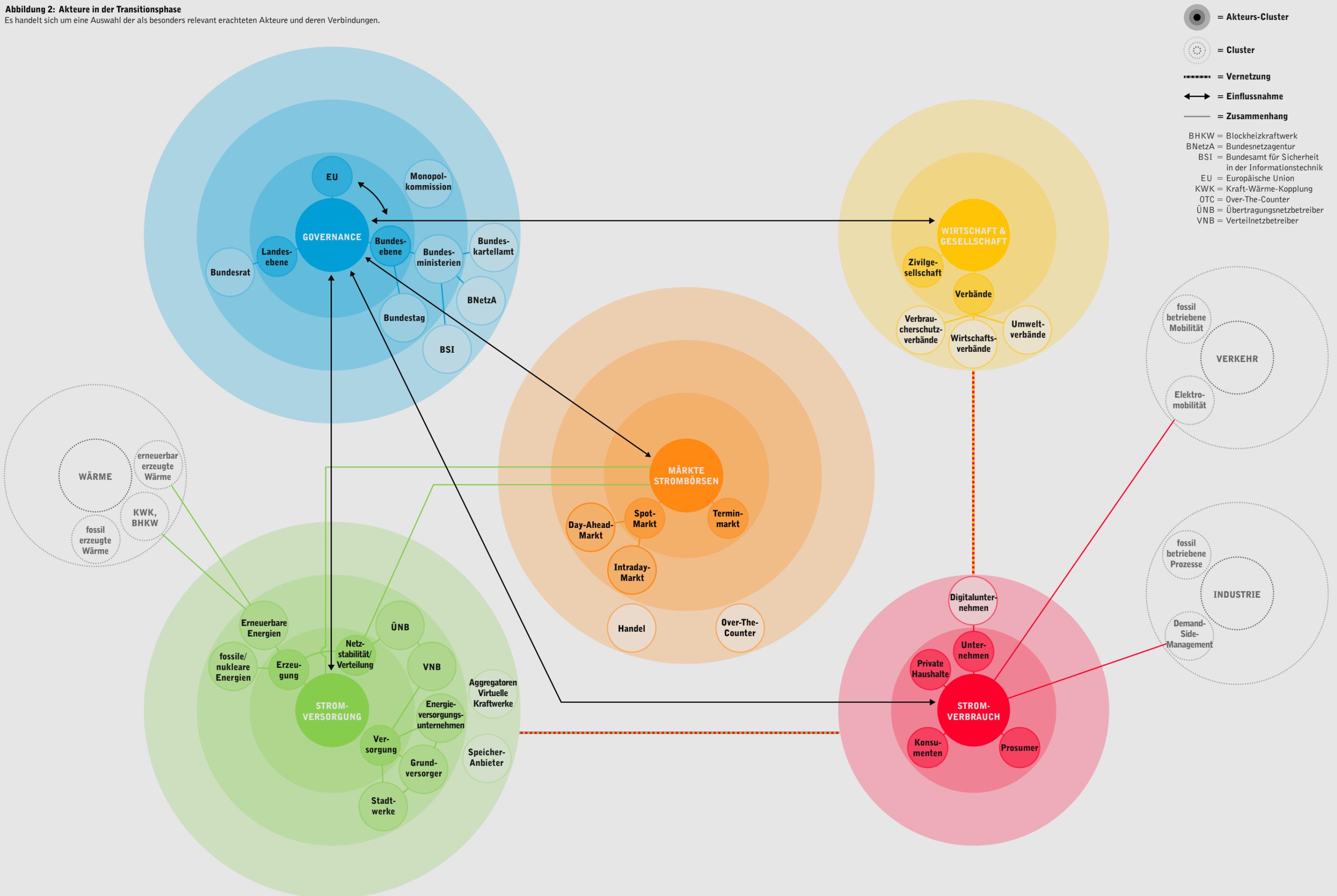
Zahlreiche unterstützende Entitäten oder Intermediäre schließen die Lücke an der Schnittstelle zwischen Energieerzeugung und -verbrauch. Dies sind vor allem *Aggregatoren*, Messstellenbetreiber und perspektivisch Speicheranbieter. Das recht neue Geschäftsmodell der *Aggregatoren* beruht auf dem Konzept, dass Informationen und Bereitsteller hinsichtlich eines bestimmten Guts an einer Stelle gesammelt bzw. gebündelt werden. Aus anderen Wirtschaftszweigen sind beispielsweise die Marken Uber für Taxen oder Airbnb für Hotels bekannt. Bezogen auf den Energiebereich besteht das Geschäftsmodell in der Bündelung dezentraler Erzeugungs- oder Lasteinheiten, um sie an Börsen und im Handel zu vermarkten. So sollen Erlöse aus den verschiedenen Teilmärkten optimiert werden. Meist geht hiermit eine Bündelung und Nutzung der entsprechenden Daten einher.

In der Gruppe der Stromverbraucher können zunächst Unternehmen und Private unterschieden werden. In beiden Gruppen können sich *Prosumer* ansiedeln, die Energie zum Eigenverbrauch produzieren, aber auch Überschüsse verkaufen.

Hier besteht auch eine Verbindung zur Industrie. Hierbei handelt es sich um keinen klassischen Sektor der Energiewirtschaft, allerdings um einen bedeutenden Akteur in der Transition des Energiesystems, da hier viele energieintensive Prozesse stattfinden. Hier kann in Zukunft vermehrt Lastverschiebung bzw. *Demand-Side-Management (DSM)* betrieben werden. Abschaltbare Lasten können etwa über virtuelle Kraftwerke als Regelenergie vermarktet werden. Auch ein Verkauf am Spotmarkt ist bei sinkenden Transaktionskosten sowie ansteigender Automatisierung denkbar (für Details vgl. dena 2016).

Abbildung 2: Akteure in der Transitionsphase

Es handelt sich um eine Auswahl der als besonders relevant erachteten Akteure und deren Verbindungen.



6 Akteure in der Neuen Energiewelt

6.1 Mögliche Auswirkungen eines digitalisierten Energiesystems

Fraglich ist, wie sich die Rollen, Verflechtungen, Machtverhältnisse und Interessen der Akteure in der Neuen Energiewelt verschieben werden. Als Veränderungstreiber sind zunächst die in Kapitel 2.3 erwähnten regulatorischen Zielvorgaben maßgeblich. Des Weiteren ist von einer Verstärkung der in Kapitel 5 aufgeführten Trends auszugehen. Damit ergibt sich für die Neue Energiewelt folgendes Bild, das durch eine hohe Komplexität des Gesamtsystems geprägt ist (vgl. auch Fishedick et al. 2018):

- Das Energiesystem wird zunehmend **vernetzt**, **zirkulär** und **integriert** sein. Infrastrukturen, technische Anlagen aus den unterschiedlichen Sektoren und Märkte werden aufeinander abgestimmt und in ein intelligentes Gesamtsystem überführt sein. Lokale, regionale und überregionale Ebene werden aufeinander abgestimmt und auch mit Hilfe der europaweiten Vernetzung ausbalanciert werden. Es werden sich neue Märkte und/oder Plattformen herausgebildet haben, die einen flexiblen Betrieb des Energiesystems erlauben und zur bestmöglichen Nutzung des Netzwerks sämtliche vorhandene Informationen und Koordinationsmöglichkeiten nutzen (vgl. Agora Energiewende 2017b: 46).
- Die **Erneuerbaren Energien** werden den Großteil – bis hin zur Gesamtheit – der Energieerzeugung ausmachen. Atom- und kohlebetriebene Kraftwerke werden eine geringe bis gar keine Rolle mehr spielen.
- Die **Automatisierung** wird so fortgeschritten sein, dass Stromerzeugung und -verbrauch flächendeckend durch *intelligente Messsysteme* erfasst und kommuniziert werden. Das ermöglicht Echtzeitwissen über Stromerzeugung, -nachfrage und -verbrauch. Verbraucher und Erzeuger werden über diese Messsysteme und andere Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) stärker vernetzt sein. Dadurch sinken Transaktions- und Prozesskosten, insbesondere im Hinblick auf einen Handel.
- Das ermöglicht automatisierte Strompreise, die jeweils Stromangebot, Netzzustand, etc. zonal abbilden. **Erzeugung und Verbrauch** können sich dank intelligenter Home-Management-Systeme (Haushalte) bzw. Energiemanagement-Systeme (Industrie und Gewerbe) und dynamischer Stromtarife teilweise danach ausrichten.
- Die **Kopplung der Sektoren Strom, Energie und Mobilität sowie des Industriesektors** wird unter der Zielvorgabe einer vollständigen Dekarbonisierung vollzogen sein. Dem mit der Sektorenkopplung einhergehenden steigenden Stromverbrauch wird durch **Reduzierung des Energieverbrauches und Steigerung der Energieeffizienz** in allen Sektoren entgegengewirkt.

- Im **Industriesektor** wird der gezielte Einsatz von Lasten bzw. deren Verschiebung weiter zunehmen. Unter anderem mittels *virtueller Kraftwerke* kann ein Handel bzw. eine Vermarktung dieser Produkte erfolgen. Zudem werden **neue Technologien und Produktionsverfahren** eingesetzt werden, die sowohl den Treibhausgasausstoß verringern als auch die Energieeffizienz steigern. So können neue, treibhausgasneutrale Produktionsverfahren, wie etwa die Wasserstoffelektrolyse für die Ammoniakproduktion, zu höherem Strombedarf führen. Dem wird durch eine **Reduktion des Energiebedarfs aufgrund von Effizienzsteigerungen** entgegengewirkt (vgl. dena 2018: 42 f.).
- Traditionelle Geschäftsmodelle werden um **datenbasierte Geschäftsmodelle** erweitert worden sein, bei denen insbesondere die aufbereiteten *Smart Meter*-Daten von Interesse sein werden. Beispielsweise wird es ein Angebot an Servicedienstleistungen und Produkten geben, die auf die **individuellen Bedürfnisse** der Energiekunden zugeschnitten sind.

Bezogen auf einzelne ausgewählte Akteure können die in der folgenden Tabelle dargestellten Entwicklungen erwartet werden. Die Beschreibungen sind rein deskriptiv und stellen keine Beurteilungen dar.^[13] Die Grundannahme ist, dass keine einflussreichen ordnungspolitischen oder regulierenden Eingriffe seitens des Gesetzgebers erfolgen.

Tabelle 7: Akteure mit erwarteter Einflusszunahme

Zunehmend wichtigere Akteure	
Intermediäre, mit den Untergruppen: Aggregatoren, Virtuelle Kraftwerksbetreiber, Grünstromvermarkter	<ul style="list-style-type: none"> – Die Wertschöpfungskette teilt sich in kleinere Elemente (vgl. Adam et al. 2018). – Intermediäre (z.B. <i>Aggregatoren</i>, <i>Virtuelle Kraftwerksbetreiber</i>) bündeln kleinere, meist dezentrale Erzeugungs- oder Lasteinheiten, um sie an Börsen und im Handel zu vermarkten. So sollen Erlöse aus den verschiedenen Teilmärkten optimiert werden. Meist geht hiermit eine Bündelung und Nutzung der entsprechenden Daten einher.
Neue Akteure, mit den Untergruppen: Erzeugungsmanager, Effizienzpartner, (Direkt-)Vermarkter	<ul style="list-style-type: none"> – Es werden neue Geschäftsfelder hinzukommen, um die sich ändernden Kundenbedürfnisse zu erfüllen. Zu diesen gehören u.a. (vgl. Ionescu; Kalny 2012): <ul style="list-style-type: none"> · Beratung zur Eigenerzeugung; Fördermöglichkeiten und Technologien; Begleitung und Unterstützung bei Ausstattung, Planung und Wartung; effizientes lokales Energiemanagement im Bereich des Aufbaus und Betriebs dezentraler Energieerzeugungsformen; · Beratung zu energiesparenden Geräten und Energiemanagementsystemen; Begleitung und Unterstützung bei Ausstattung, Planung und Umsetzung von Effizienzprojekten im Bereich der Energieeffizienzsteigerung; · Information zur Eigenerzeugung, Fördermöglichkeiten und Technologien und Vermarktung insbesondere von Strom aus Erneuerbaren Energien; · Portfoliomanagement als Service insbesondere für Prosumer (vgl. Reetz 2017: 15f.), die hochpräzise Fahrpläne benötigen, wenn sie selbst den von ihnen erzeugten sowie benötigten Strom an den betreffenden Märkten vermarkten oder beschaffen. – Wer diese neuen Geschäftsfelder besetzen wird, bleibt abzuwarten; in Betracht kommen u.a. die Energieversorgungsunternehmen, aber auch Start-ups oder Digitalunternehmen.

13 Bei der Einstufung sind erste Annahmen über Stärken und Schwächen der einzelnen Akteursgruppen eingeflossen, ohne dass dies den Anspruch einer SWOT-Analyse erhebt, die im Rahmen dieser Kurzstudie nicht möglich war.

Zunehmend wichtigere Akteure	
<i>Digitalunternehmen</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Digitalunternehmen (wie etwa Google, Facebook, Amazon, etc.) haben durch ihre Geschäftsmodelle, Netzwerke und Daten zum Verhalten ihrer Kunden (erhoben etwa über mit Künstlicher Intelligenz ausgestatteten Home-Assistenten) die Möglichkeit, in Geschäftsfelder vorzudringen, die bislang Energieversorgungsunternehmen vorbehalten waren.
Marktteilnehmer	<ul style="list-style-type: none"> – Angesichts kleinmaßstäbiger und dezentraler Energieerzeuger und Netzbetreiber, die die volatile Energieerzeugung managen müssen, werden neue Markttypen und <i>Flexibilitätsplattformen</i> bedeutender. – Statt weniger zentraler Handelsplätze könnte es eine Vielzahl an verschiedenen, auch regionalen Märkten geben, die unterschiedliche Aufgaben erfüllen, z.B. die räumliche Allokation durch Bepreisung der Netzbelastung (vgl. Reetz 2017: 12).
<i>Prosumer</i>	<p>Mehrere Faktoren können zu einer Zunahme des Einflusses und der Marktmacht dieser Akteursgruppe führen:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Automatisierung energiewirtschaftlicher Transaktionen und dadurch sinkende Transaktionskosten; – Bündelung ihres Gewichts im Energiesystem mittels der durch <i>Aggregatoren</i> und <i>Virtuelle Kraftwerksbetreiber</i> erbrachten Bündelungsdienstleistungen.
Verbraucher	<ul style="list-style-type: none"> – Es ist zu beobachten, dass Endverbraucher eine immer aktivere Rolle einnehmen – selbst wenn sie nicht zu <i>Prosumern</i> werden. Sie können ihre Anforderungen einfacher einfordern. Das zeigt sich beispielsweise im Trend der steigenden Nachfrage nach Ökostrom durch Privatkunden (vgl. Fishedick et al. 2018: 13). Der Anteil der Verbraucher, die ihren Stromanbieter nach solchen Kriterien auswählen und ggf. wechseln, dürfte weiter steigen. – Die Kundenorientiertheit der Anbieter wird daher zunehmen. Dies wird durch die Verfügbarkeit der Verbrauchsdaten und die dadurch eröffneten Geschäftsmodelle (beispielsweise Dienstleistungen im Rahmen von Home-Management-Systemen, die auf die individuelle Bedürfnisse zugeschnitten sind) ermöglicht. Hier sind insbesondere die <i>Smart Meter</i>-Daten von Bedeutung (vgl. Fishedick et al. 2018: 14 f.). – Die Wichtigkeit von Datenschutz ist allseits bekannt und der zivilgesellschaftliche Widerstand gegen den «gläsernen Bürger» ist groß. Trotzdem, und ungeachtet eines lückenhaften Datenschutzrechts, verbreiten sich datenhungrige Technologien noch ungebremst. Wie viele Verbraucher/innen Datenschutz ihrem Komfort überordnen werden, bleibt abzuwarten.
Unternehmen und Gewerbe	<p>Es ergeben sich Chancen für neue Geschäftsmodelle:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Der Bedarf an innovativen Speicher-Lösungen wird insbesondere in den kommenden Phasen der Energiewende sehr zunehmen. – Diese Speicher erfordern einerseits Technologie für das eigentliche Speichern, andererseits für die Steuerung. – Viele digitale Technologien erfordern Hardwarekomponenten – so zum Beispiel <i>Smart Meter</i>, die produziert, verkauft, installiert, betrieben und gewartet werden müssen (vgl. Fishedick et al. 2018: 14). – Vorsicht ist geboten, da manche Geschäftsmodelle zur Monopolbildung einladen werden (ähnlich Facebook und Amazon, «<i>The winner takes it all</i>»). – Auch Handwerksbetriebe und Installateurfirmen können beispielsweise zusammen mit digital-versierten Start-ups neue Geschäftsmodelle etwa im Quartiersmanagement, bei Mieterstrom oder bei der Optimierung der Prosumeranwendungen entwickeln.

Quelle: Eigene Darstellung.

Tabelle 8: Akteure mit erwarteten großen Herausforderungen

Akteure mit großen Veränderungsherausforderungen	
Verbraucher/innen	<ul style="list-style-type: none"> – Die Zahl und der Umfang erhobener Daten zum Stromverbrauch werden exponentiell steigen. Gleichzeitig ist unklar, wie sich das Schutzniveau des Datenschutzrechts entwickelt. Verbraucher/innen werden daher oft vor die Wahl zwischen Komfort und finanziellen Anreizen einerseits und Privatsphäre andererseits gestellt werden. – Die Weitergabe der Strompreise in Echtzeit (beispielsweise durch flexible bzw. dynamische Stromtarife) birgt auch Risiken für Verbraucher/innen durch eine verminderte Vorhersehbarkeit der Höhe der monatlichen Stromrechnung.
Energieversorgungsunternehmen	<ul style="list-style-type: none"> – Da es in der Neuen Energiewelt nicht mehr um die reine Bereitstellung von Strom zu marktfähigen Preisen gehen wird, sondern um intelligente und individualisierte Produkte und Dienstleistungen für die verschiedenen Verbrauchergruppen, kann dies für die Energieversorger zu sinkenden Absätzen und Umsatzeinbußen im klassischen Versorgungsgeschäft führen (vgl. Ionescu; Kalny 2012). – Die Bedürfnisse der Versorger nach Kundenbindung und Profitabilität werden sich nicht ohne Anpassungen ihrer Geschäftstätigkeit erfüllen lassen. Es gilt hier unter Nutzung des Startvorteils der bestehenden Kundenbeziehung, das Kerngeschäft durch zusätzliche Aktivitäten zu ergänzen. – Unternehmen müssen Anpassungen an die Digitalisierung zeitnah vornehmen: Zwar erwarten mehr als 90 % der Energieversorgungsunternehmen (EVU) im Zuge der Digitalisierung eine notwendig werdende Anpassung ihrer Geschäftstätigkeit. Gleichzeitig spiegelt der Stand der Investitionen in neue Geschäftsmodelle diese Einschätzung nicht wider (vgl. Becker Büttner Held 2017: 3).
Stadtwerke	<ul style="list-style-type: none"> – Stadtwerke sind oft <i>Grundversorger</i> und können in finanzielle Schwierigkeiten kommen, da sie ihren Kundenstamm zu allgemeinen, vorgegebenen Preisen versorgen müssen. Im Gegensatz zu den Wettbewerbsstarifen, in denen Preissteigerungen oft eingebaut sind, passen digitale Tarife nicht zur Grundversorgung. Energieversorger können also mit der Grundversorgung keine großen Gewinne machen. – Die steigende Komplexität des Energiesystems könnte insbesondere kleine Stadtwerke aufgrund der geringeren Personalstärke überfordern. Sie stehen vor der primär kulturellen Herausforderung, sich vom Dienstleister in der Region zum Energiemanager für die Region zu wandeln (vgl. Adam et al. 2018). – Grundversorger, insbesondere kommunale Unternehmen, können jedoch durch gezieltes und automatisiertes Quartiersmanagement Energieeinsparungen erzielen. Durch die Beteiligung an Digitalunternehmen können gerade Stadtwerke im Bereich Energieeffizienz erfolgreiche Konzepte entwickeln. Allerdings könnten diese ggf. durch negative Entscheidungen der Kommunalaufsicht zu solchen Beteiligungsmodellen gefährdet werden.
<i>Übertragungsnetzbetreiber</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Effizientere Netznutzung und Netzausbau müssen weiterhin vorangetrieben werden, um den Erzeugungscharakteristika Erneuerbarer Energien gerecht zu werden. – Hiermit sowie mit dem zur Kompensation von bidirektionalen und volatilen Stromflüssen notwendigen Aufbau von Speicher- und Steuerungstechnologien ist ein hoher Investitionsbedarf verbunden
<i>Verteilnetzbetreiber</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Die zunehmende Anzahl an <i>Prosumern</i> und Akteuren insgesamt erfordert einen erhöhten Managementaufwand. – Die zunehmenden autarken <i>Prosumer</i> benötigen eine großräumige, aber engmaschige Verbindung untereinander, beispielsweise in Form von Microgrids. – Insbesondere die Verwaltung von Verteilnetzen erfordert erhöhten Managementaufwand, der womöglich nur geleistet werden kann, wenn er automatisiert stattfindet.

Quelle: Eigene Darstellung.

6.2 Akteursmapping: Die Neue Energiewelt

Vor diesem Hintergrund ergeben sich die im zweiten Akteursmapping dargestellten Verschiebungen in den Akteurskonstellationen. Insgesamt haben sich die Strukturen von einem linearen hin zu einem vernetzten, zirkulären und integrierten Energiesystem verschoben. Das äußert sich unter anderem darin, dass die Sektorenkopplung verwirklicht ist. Die Infrastrukturen und Prozesse sind daher nicht mehr strikt in Strom, Wärme und Verkehr unterteilt, sondern gehen ineinander über. Die Infrastrukturen sind an den daraus resultierenden erhöhten Strombedarf angepasst, was sich beispielsweise in der zentraleren Stellung von Speicher-Anbietern und Microgrids äußert.

Die Infrastrukturen haben das Konzept eines *Smart Grids* verwirklicht, sodass Messung, Kontrolle und Optimierung von Energieflüssen vernetzt und automatisiert erfolgt. Leistungsschwankungen können dadurch flexibel ausgeglichen werden.

Unterstützende Entitäten bzw. Intermediäre, wie *Aggregatoren*, *Virtuelle Kraftwerke* und *Microgrids* sind zentraler, denn sie sind in dem immer komplexer werdenden System unabdingbar. Wie oben erwähnt, kommen hier weitere Geschäftsfelder hinzu, bei denen noch nicht absehbar ist, von welchen Akteursgruppen diese besetzt werden.

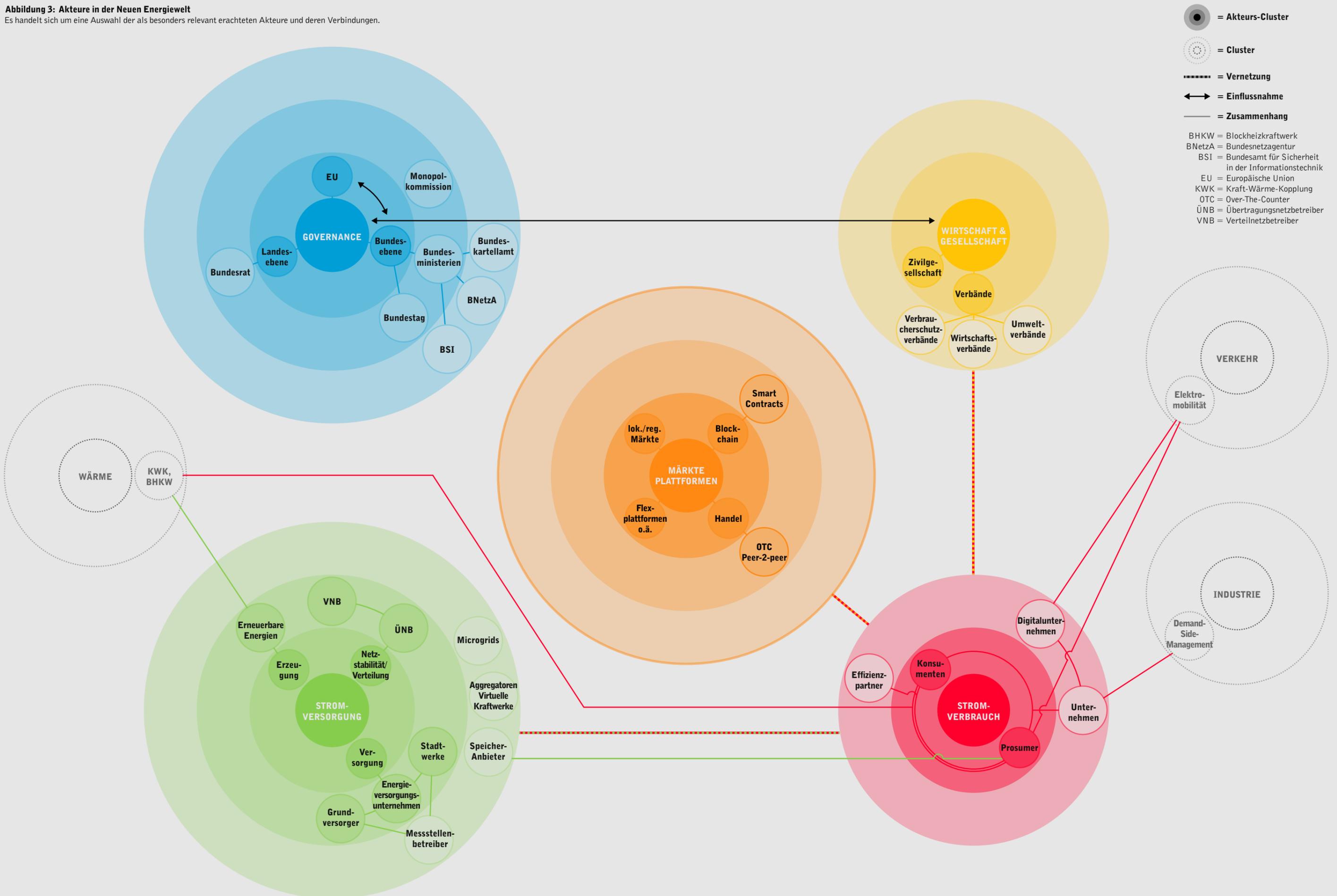
Akteure, die an Wichtigkeit gewinnen, nehmen eine zentralere Position innerhalb dieses zirkulären Systems ein. Den *Prosumern* kommt eine wesentlich wichtigere Stellung und Rolle zu. Gleichzeitig bleibt ein Teil der Verbraucher/innen aus verschiedenen Gründen in der reinen Konsumentenrolle – die Größe und das politische Gewicht dieser Gruppe bleiben abzuwarten.

Der Einsatz fossiler sowie atomarer Energieträger ist nicht mehr Bestandteil des Systems.

Insgesamt stellt das Mapping keine Prognose oder ein auf Daten berechnetes Szenario dar. Vielmehr geht es darum, wahrscheinliche Entwicklungen zu antizipieren und zu sortieren. Dies dient als Grundlage für die Erarbeitung gegenwärtigen Handlungsbedarfs.

Abbildung 3: Akteure in der Neuen Energiewelt

Es handelt sich um eine Auswahl der als besonders relevant erachteten Akteure und deren Verbindungen.



7 Fazit

Die Digitalisierung des Energiesystems ist bereits in vollem Gange, die Anwendung digitaler Technologien wird noch zunehmen. Wie in allen gesellschaftlichen Teilbereichen – sei es Bildung, Gesundheit oder Verwaltung – ist die Digitalisierung auch im Energiesystem ein ambivalentes Phänomen. Es bringt sowohl in ökologischer als auch in sozialer Hinsicht Chancen und Risiken mit sich. In welche Richtung das Pendel der Digitalisierung schlägt, hängt entscheidend von den politischen Rahmenbedingungen ab.

Digitalisierung ist kein Selbstläufer. Politisch-normative Vorgaben können daher wegweisend wirken. Die in der vorliegenden Studie beschriebenen Trends und Entwicklungen können einerseits regulierend «eingefangen» werden, andererseits regulierend herbeigeführt werden. Dies verdeutlicht das Beispiel der Dezentralisierung: Energieerzeugung erfolgt durch eine steigende Anzahl an kleinmaßstäbigen Anlagen. Dies beinhaltet die Möglichkeit, dass lokale kleine Anbieter die regionale Stromversorgung übernehmen, das geschieht aber nicht automatisch. Genauso gut kann sie in der Hand großer Konzerne verbleiben. Ist die Partizipation kleinerer Anbieter gewollt, sind entsprechende Rahmenbedingungen zu schaffen.

Die Energiewende in ihrer jetzigen Form kommt um Digitalisierung nicht herum. Gemeinwohlorientierte Politik hat daher ein Interesse an Rahmenbedingungen, die digitale Technologien befördern. Gleichzeitig sollen die Rahmenbedingungen klimapolitische Lenkungswirkung entfalten, um ein ökologisches Energiesystem sicherzustellen. Es muss ein regulatorisches Optimum gefunden werden, sodass innovative Konzepte ihr volles Potenzial entfalten können und gleichzeitig Treibhausgasemissionen und Ressourcenverbrauch verringert werden.

7.1 Schlussbetrachtungen

Es ergeben sich folgende Überlegungen:

- **Datenschutz:** Daten, die im Zusammenhang mit Energieerzeugung und -verbrauch erhoben werden, ermöglichen Rückschlüsse auf die private Lebensgestaltung. Es ist jeweils zu prüfen, inwieweit Eingriffe in Privathaushalte notwendig sind, wenn die Potenziale der größten Energieverbraucher, insbesondere in den energieintensiven Industrien, in Bezug auf das Demand-Side-Management noch gehoben werden können.
- **Klimapolitische Anreize:** Es müssen Instrumente diskutiert werden, die externe Kosten internalisieren und so finanzielle Anreize zu ökologischem Verhalten setzen. Denkbar ist etwa die Einführung einer Abgabe auf Treibhausgase (vgl. Reetz 2017: 18, 22).

- Smart Meter Rollout: Ein zügiger Smart Meter Rollout ist unabdingbar. Fraglich bleibt, ob politische Vorgaben zur Begrenzung der Datenerhebung im Sinne der Datensparsamkeit machbar und sinnvoll sind.
- Stärkung von Prosumern und Bürgerenergiegesellschaften: Durch die jüngeren Änderungen im EEG (insbesondere die Umstellung auf Mengensteuerung) sind diese Akteursgruppen einem stärkeren Konkurrenzdruck ausgesetzt. Good Practice-Beispiele geben Orientierung, welche Rahmenbedingungen kleine Akteure stärken.
- Durch alle mit der Dezentralisierung einhergehenden Entwicklungen werden zunehmend energieautarke Zellen möglich. Interessant ist hier die Frage einer «Datenautarkie», bei der energierelevante Daten ein lokales Netz nicht verlassen müssen und so vor Zugriffen stärker geschützt sind.
- Die quantitative Entwicklung des Stromverbrauchs allgemein ist in vielerlei Hinsicht bedeutend, z.B.:
 - Der mit der Sektorenkopplung voraussichtlich einhergehende Anstieg des Strombedarfs muss u.a. im Rahmen des Netzausbaus einkalkuliert werden. Allerdings muss diesem auch mittels Effizienzsteigerungen entgegengewirkt werden.
 - Effizienzsteigerungen allein können eine völlige Dekarbonisierung der Energiewirtschaft voraussichtlich nicht stemmen; es bedarf einer absoluten Senkung des Energieverbrauchs. Hier gewinnen Suffizienzpolitiken und -geschäftsmodele an Bedeutung (vgl. Griese et al. 2016). Auch administrative Regelungen gegen Rebound-Effekte wären ggf. möglich.

7.2 Offene Fragen

Hieraus ergeben sich folgende offene Fragen, die in der politischen Diskussion oder in Anschlussstudien zu klären sind:

- Welche Datenflüsse sind für eine erfolgreiche Energiewende zwingend erforderlich? Welche nicht? Sind gesetzliche Vorgaben sinnvoll, die die Erhebung und Verarbeitung «überflüssiger» Daten verbieten? Sind zelluläre, datenautarke Systeme erstrebenswert, weil sie zuverlässigen Datenschutz bieten?
- Wie können Datennutzungsrechte gesetzlich ausgestaltet werden, sodass Verbraucher/innen größtmögliche Souveränität über ihre Daten im Zusammenhang mit Stromerzeugung und -verbrauch haben?
- Derzeit verfügt eine Stelle, die Daten erhebt, auch über die Nutzungsbefugnis an diesen Daten. Im Hinblick darauf, dass mit zunehmender Digitalisierung die Masse an erhobenen Daten exponentiell zunehmen dürfte, und diese oft die persönliche Lebensgestaltung betreffen, müssen die Fragen des Dateneigentums und der

Nutzungsbefugnis auch rechtlich geklärt und überdacht werden. Die Frage nach der Nutzungsbefugnis schließt die Frage mit ein, wer mit Daten Geld verdienen darf.

- In welcher Form können suffiziente Geschäftsmodelle den absoluten Energieverbrauch von Stromverbrauchern verringern und so zur echten Ökologisierung des Energiesystems beitragen? Wie lassen sich hier digitale Technologien nutzbar machen?
- Wie können ökologische Potenziale an der Schnittstelle verschiedener Sektoren gehoben werden? Ist es möglich, ein Angebot zu schaffen, welches beispielsweise Mobilität, Stromerzeugung und Effizienz (gerade auch in Bezug auf die Industrie, nicht nur Privathaushalte) bündelt? Hieraus ergäben sich Möglichkeiten für verschiedene Marktakteure, ihre Stärken auszuspielen.

Literaturverzeichnis

- Adam, Rolf; Einhellig, Ludwig; Herzig, Andreas (2018): Energiewirtschaft in der Energiewende: Können bestehende Geschäftsmodelle überleben? Energiewirtschaftliche Tagesfragen 10/2018. www.et-energie-online.de/AktuellesHeft/Topthema/tabid/70/NewsId/282/Energiewirtschaft-in-der-Energiewende-Können-bestehende-Geschäftsmodelle-überleben.aspx
- Agora Energiewende (2017a): Energiewende 2030 – The Big Picture. Berlin. www.agora-energie.de/fileadmin2/Projekte/2017/Big_Picture/Agora_Big-Picture_WEB.pdf
- Agora Energiewende (2017b): Smart-Market-Design in deutschen Verteilnetzen. Entwicklung und Bewertung von Smart Markets und Ableitung einer Regulatory Roadmap. www.agora-energie.de/fileadmin2/Projekte/2016/Smart_Markets/Agora_Smart-Market-Design_WEB.pdf
- Agora Energiewende (2018): Wie weiter mit dem Ausbau der Windenergie? Zwei Strategievorschläge zur Sicherung der Standortakzeptanz von Onshore Windenergie. www.agora-energie.de/fileadmin2/Projekte/2017/Akzeptanz_Windenergie/Agora_Akzeptanz_Onshore_Windenergie_WEB.pdf
- Arbeitsgruppe «Digitaler Neustart» der Konferenz der Justizministerinnen und Justizminister der Länder (2017): Bericht vom 15. Mai 2017. www.justiz.nrw/JM/schwerpunkte/digitaler_neustart/index.php
- Becker Büttner Held (2017): Studie zur Digitalisierung der Energiewirtschaft. München. www.beckerbuettnerheld.de/fileadmin/user_upload/documents/press/bbh_studie_digitalisierung_2017_ONLINE.pdf
- Bloomberg New Energy Finance (BNEF) (2017): Digitalization of Energy Systems. A white paper. Erstellt im Auftrag der Siemens AG.
- Boston Consulting Group; prognos (BCG) (2018): Klimapfade für Deutschland. www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Presse_und_Medien/Publikationen/2018/Januar/Klimapfade_fuer_Deutschland_BDI-Studie_/Klimapfade-fuer-Deutschland-BDI-Studie-12-01-2018.pdf
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)(2014): Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz. Berlin. www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/nationaler-aktionsplan-energieeffizienz-nape.pdf?__blob=publicationFile&v=10
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2017): Ergebnispapier Strom 2030. Langfristige Trends – Aufgaben für die kommenden Jahre. www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/strom-2030-ergebnispapier.pdf?__blob=publicationFile&v=32

- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2018): Sechster Monitoring-Bericht zur Energiewende. Berlin. www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/sechster-monitoring-bericht-zur-energiewende.pdf?__blob=publicationFile&v=27
- Bundesnetzagentur (2017): Flexibilität im Stromversorgungssystem. Bestandsaufnahme, Hemmnisse und Ansätze zur verbesserten Erschließung von Flexibilität. www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/NetzentwicklungUndSmartGrid/BNetzA_Flexibilitaet-spapier.pdf?__blob=publicationFile&v=1
- www.stiftung-nv.de/sites/default/files/nicola_jentzsch_dateneigentum.pdf
- CDU/CSU/SPD (2018): Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD. 19. Legislaturperiode. www.cdu.de/system/tdf/media/dokumente/koalitionsvertrag_2018.pdf?file=1
- Deutsche Energie-Agentur (dena) (2016): Roadmap Demand Side Management. Industrielles Lastmanagement für ein zukunftsfähiges Energiesystem. Schlussfolgerungen aus dem Pilotprojekt DSM Bayern. www.dsm-bayern.de/fileadmin/content/Downloads/Brosch%3%BCren/160616_Roadmap_Demand_Side_Management.pdf
- Deutsche Energie-Agentur (dena) (2018): dena-Leitstudie Integrierte Energiewende – Impulse für die Gestaltung des Energiesystems bis 2050, Ergebnisbericht und Handlungsempfehlungen. https://shop.dena.de/fileadmin/denashop/media/Downloads_Dateien/esd/9262_dena-Leitstudie_Integrierte_Energiewende_Ergebnisbericht.pdf
- Deutscher Bundestag (2011): Entwurf eines Dreizehnten Gesetzes zur Änderung des Atomgesetzes, Drucksache 17/6070. <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/17/060/1706070.pdf>
- Deutscher Bundestag (2018a): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Andrej Hunko, Lorenz Gösta Beutin, Dr. Gesine Löttsch, weiterer Abgeordneter und der Fraktion DIE LINKE – Drucksache 19/2575 –; Zukunft und Begünstigungen der Braunkohlewirtschaft in Deutschland, Drucksache 19/3074. <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/19/030/1903074.pdf>
- Deutscher Bundestag (2018b): Sachstand Aktuelle Klimaschutzziele auf internationaler, europäischer und nationaler Ebene, WD 8-3000-009/18. www.bundestag.de/blob/543798/743f401f49bea64a7af491c6d9a0b210/wd-8-009-18-pdf-data.pdf
- Europäische Kommission (2018a): Clean Energy for All Europeans. <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union/clean-energy-all-europeans>
- Europäische Kommission (2018b): Klimaschutz: Strategien und Ziele. https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies_de

- Fishedick, Manfred; Weigel, Paul (2018): Rolle der Digitalisierung in der soziotechnischen Transformation des Energiesystems. *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* 5/2018. https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/7120/file/7120_Weigel.pdf
- Germanwatch (2016): Zimmermann, Hendrik; Wolf, Verena: Sechs Thesen zur Digitalisierung der Energiewende: Chancen, Risiken und Entwicklungen. In Kooperation mit dem Global Climate Forum. www.germanwatch.org/de/12556
- Griese, Kai-Michael; Wawer, Tim; Böcher, R. (2016): Suffizienzorientierte Geschäftsmodelle am Beispiel von Stromspeichern. *Zeitschrift für Energiewirtschaft* 6/2016. www.researchgate.net/profile/Kai_Michael_Griese/publication/303798532_Suffizienzorientierte_Geschäftsmodelle_am_Beispiel_von_Stromspeichern_Zukunftsfähige-Ansätze_in_der_Energiewirtschaft/links/5a2e470645851552ae7f17a2/Suffizienzorientierte-Geschäftsmodelle-am-Beispiel-von-Stromspeichern-Zukunftsfähige-Ansätze-in-der-Energiewirtschaft.pdf?origin=publication_detail
- Groll, Stefanie (2018): Digitale Energiewende? Mit Werten aufladen! www.boell.de/de/2018/01/18/digitale-energiewende-mit-werten-aufladen
- Hoppe, Thomas; Graf, Antonia; Warbroek, Beau; Lammers, Imke; Lepping, Isabella (2015): Local Governments Supporting Local Energy Initiatives: Lessons from the Best Practices of Saerbeck (Germany) and Lochem (The Netherlands). *Sustainability* 2015 (7), 1900–1931. <https://ris.utwente.nl/ws/portalfiles/portal/6948050/sustainability-07-01900.pdf>
- Ionescu, Diana; Kalny, Gerald (2012): Geschäftsmodelle für die Energiemärkte von morgen. *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* 6/2012. www.et-energie-online.de/AktuellesHeft/Topthema/tabid/70/Year/2012/NewsModule/423/NewsId/199/Geschäftsmodelle-fur-die-Energiemarkte-von-morgen.aspx
- IPCC (2018): Global Warming of 1.5°C – Summary for Policymakers. http://report.ipcc.ch/sr15/pdf/sr15_spm_final.pdf
- Jentzsch, Nicola (2018): Dateneigentum – Eine gute Idee für die Datenökonomie? Stiftung Neue Verantwortung. Berlin.
- Lange, Steffen; Santarius, Tilman (2018): *Smarte Grüne Welt?* München: Oekom Verlag.
- Next Kraftwerke (2018a): Was bedeutet Merit-Order? www.next-kraftwerke.de/wissen/strommarkt/merit-order
- Next Kraftwerke (2018b): Was ist der OTC-Handel? www.next-kraftwerke.de/wissen/strommarkt/otc-handel
- Reetz, Fabian (2017): Welche Chancen ein digitales Energie-Marktdesign bietet. Erkenntnisse eines Foresight-Prozesses. Stiftung Neue Verantwortung. Berlin. www.stiftung-nv.de/sites/default/files/chancen_eines_digitalen_marktdesigns.pdf

- Santarius, Tilman (2018): «Der Stromhunger wächst», Interview in der ZEIT Nr. 6/2018. www.zeit.de/2018/06/digitalisierung-klimaschutz-nachhaltigkeit-strombedarf
- Smart Grids-Plattform Baden-Württemberg e.V. (2018): C/sells – Die Leitidee. www.csells.net/de/ueber-c-sells/leitidee
- Sühlmann-Faul, Felix; Rammler, Stephan (2018): Der blinde Fleck der Digitalisierung. München: Oekom Verlag.
- Verbraucherzentrale Bundesverband (2017): Umfrage: Nur wenige Verbraucher wechseln den Energieversorger. www.vzbv.de/pressemitteilung/umfrage-nur-wenige-verbraucher-wechseln-den-energieversorger
- Wawer, Tim (2007): Förderung erneuerbarer Energien im liberalisierten deutschen Strommarkt, Dissertation. https://repositorium.uni-muenster.de/document/miami/71a13c94-b0c6-4014-8412-59a6d928a3bb/diss_wawer.pdf

Glossar I: Begriffe der Energiewirtschaft

Aggregatoren

Als Aggregatoren werden Akteure bezeichnet, die Energie handeln und liefern ohne dabei eigene Bilanzkreise zu bewirtschaften. Ihr Geschäftsmodell besteht vor allem darin, Erzeugungsanlagen, flexible Verbraucher und Speichersysteme zu poolen und zu vermarkten. Sie skalieren damit kleine Anlagen auf ein handelbares Volumen.

Bilanzkreis

Der Bilanzkreis ist die kleinste Einheit des Energiemarktmodells und bezeichnet in der Energiewirtschaft ein virtuelles Energiemengenkonto. Dieses Konto dient als Instrument zum Ordnen des Strom- und Gasmarktes und wird von einem Bilanzkreisverantwortlichen geführt. Dieser hat für eine Ausgeglichenheit der Energieeinspeisungen und -ausspeisungen zu sorgen. Dies verhindert Über- sowie Unterproduktion weitestgehend und macht Energie effizient nutzbar. Das Ziel besteht also darin, den Bilanzkreis durch Fahrplanmanagement übereinstimmend zu saldieren, so dass die in das Netz eingespeiste Energiemenge der gleichzeitig aus dem Netz verbrauchten Energiemenge entspricht. Der Bilanzkreis ermöglicht zusätzlich die Abwicklung von Handelsgeschäften.

Blockchain

Digitale Technologie, mit deren Hilfe Transaktionen über dezentrale Netzwerke statt über eine zentrale Instanz (z.B. Banken, Provider) abgewickelt werden können. Hierzu werden verschlüsselte «Kassenbücher» bei allen Teilnehmenden geführt, die die Gültigkeit einer Transaktion bestätigen können. Blockchain kann so etwa die Ausführung von Smart Contracts in Peer-to-Peer-Netzwerken ermöglichen. Ihre grundlegenden Eigenschaften (unveränderlich, transparent und sicher) sollen die Automatisierung der Vertragsabwicklung erleichtern.

Bürgerenergiegesellschaft

Zusammenschluss von Bürger/innen, häufig mit dem Ziel der Errichtung und des Betriebs von Anlagen zur Gewinnung von Erneuerbaren Energien oder Blockheizkraftwerken.

Day-ahead-Markt

Der Handel von Strom für den folgenden Tag; auch als Auktionsmarkt bezeichnet. Findet an der [EEX](#) statt.

Demand-Side-Management (DSM)	DSM bezeichnet die gezielte Steuerung der Stromnachfrage; Industrie und Gewerbe können durch einen gezielten Einsatz von DSM Energiekosten senken sowie zusätzliche Erlöse erwirtschaften. Dies erfolgt beispielsweise durch eine zeitliche Verschiebung der Stromnachfrage, etwa Verschiebung des Verbrauchs in Zeiten hoher EE-Erzeugung, oder die gezielte Beeinflussung der Nachfragehöhe, etwa eine kurzfristige Änderung der Lastkurve zur Netzstabilisierung.
Digitalunternehmen	Unternehmen, die personenbezogene Informationen in großem Umfang auswerten oder an Dritte weitergeben und sich dabei digitaler Medien bedienen; zeichnen sich durch einen fortgeschrittenen Grad an Digitalisierung aus.
Einspeisemanagement	Instrument der Netzbetreiber zum Netzengpassmanagement. Hier werden Einspeise-Anlagen (z.B. Windräder) gedrosselt, um das Netz zu entlasten. Die Kosten für diese Maßnahmen (insbesondere Entschädigung der Anlagenbetreiber) werden mithilfe der Netzentgelte über alle Verbraucher verteilt.
Energieversorgung	Die Versorgung privater und gewerblicher Endkunden mit Energieträgern (Elektrizität/Strom, Ferngas, Flüssiggas, Fern- und Nahwärme). Dies erfolgt vorwiegend über Leitungsnetze unterschiedlicher Dimensionen.
Erneuerbare Energien	Energieträger, die sich im Gegensatz zu fossilen Energiequellen schnell erneuern oder unbegrenzt zur Verfügung stehen; z.B. Solarenergie, Windenergie, Bioenergie (Biomasse), Geothermie, Wasserkraft und Meeresenergie.
European Energy Exchange (EEX)	Strombörse für den <i>Terminmarkt</i> für derzeit 33 Länder mit Sitz in Leipzig, etabliert 2002.
European Power Exchange (EPEX)	Strombörse für den <i>Spotmarkt</i> in Deutschland, Frankreich, dem Vereinigten Königreich, den Niederlanden, Belgien, Österreich, der Schweiz und Luxemburg mit Sitz in Paris, etabliert 2008.
Flexibilität	Bezeichnet die Veränderung von Einspeisung oder Entnahme in Reaktion auf externe Notwendigkeiten, etwa zur Sicherung der Netzstabilität. Die Veränderung kann durch netz- oder marktseitige Maßnahmen erbracht werden. Dazu zählen für den zeitlichen Ausgleich flexible Erzeuger, flexible

Verbraucher (zu- und abschaltbare sowie zeitlich verschiebbare Lasten) sowie Speicher. Für den räumlichen Ausgleich werden die Stromnetze genutzt.

Grundversorger

Laut § 36 Abs. 1 Satz 1 EnWG dasjenige Energieversorgungsunternehmen in einem Netzgebiet, welches die Mehrzahl der Haushaltskunden versorgt (häufig *Stadtwerke*). Der Grundversorger ist verpflichtet, die Kunden gemäß den rechtlichen Bedingungen der Grundversorgung mit Elektrizität oder Gas zu versorgen.

Intraday-Markt

Der kontinuierlichen Kauf und Verkauf von Strom, der noch am gleichen Tag geliefert wird; auch als kurzfristiger Stromgroßhandel bezeichnet.

Liberalisierung des Energiesektors

Gesamteuropäische Entwicklung, die 1996 durch die erste EU-Richtlinie zur Elektrizitätsmarktliberalisierung (96/92/EG) in Gang gesetzt wurde. In Deutschland wurde der Strommarkt durch das EnWG 1998 liberalisiert. Seitdem sind die Funktionen der Stromerzeugungs- und -vertriebsunternehmen und die der Netzbetreiber getrennt. Dies ermöglicht Endkunden die freie Wahl ihres Stromversorgers, während die Belieferung in jedem Fall über das Netz des ortsansässigen Verteilnetzbetreibers erfolgt.

Marktdesign

Die Spielregeln und das Zusammenwirken aller Märkte und Mechanismen im Energiesystem, nach denen das Energiesystem als Ganzes gelenkt wird.

Merit-Order-Effekt

Die Einsatzreihenfolge der stromproduzierenden Kraftwerke auf einem Stromhandelsplatz, um die wirtschaftlich optimale Stromversorgung zu gewährleisten. Die Kraftwerke, die fortlaufend sehr preisgünstig Strom produzieren, werden als erstes zur Einspeisung zugeschaltet.

Messstellenbetreiber

Der Betreiber von Energieversorgungsnetzen, dem nach § 3 MsbG die Aufgabe zugewiesen wird, intelligente Messeinrichtungen einzubauen, zu betreiben und zu warten sowie die form- und fristgerechte Übertragung der gemessenen Daten zu gewährleisten.

Mieterstrom

Auch Quartierstrom genannt; lokal produzierter Strom, der Wohnungs- oder Gewerbeflächenmietern angeboten wird.

Weil er in räumlicher Nähe zum Mietobjekt produziert wird, muss er nicht über die öffentlichen Netze geleitet werden. Deshalb entfallen Netznutzungsentgelte und Konzessionsabgabe.

Moderne Messeinrichtung	Digitaler Stromzähler im Gegensatz zu den derzeit noch hauptsächlich genutzten mechanischen Stromzählern. Verfügt über keinen Kommunikationsadapter oder Datenfernübertragung. Wenn eine solche Kommunikationseinheit hinzugefügt wird, spricht man von einem <i>Smart Meter</i> .
Over-the-Counter-Handel	Der außerbörsliche Handel von Strom ohne zwischen-geschaltete Instanzen oder Clearingstellen. Im OTC-Handel müssen sich die Geschäftspartner kennen bzw. über Online-Handelsplattformen oder Broker Kontakt aufnehmen. Die Beteiligten vereinbaren die Stromhandelserträge individuell und bilateral.
Portfoliomanagement	Portfolio im Energiesystem bezeichnet einen Bestand an Verträgen für den Kauf von benötigter und den Verkauf von erzeugter Energie. Das Management bezeichnet die Zusammenstellung dieses Bestands mit Blick auf die erwarteten Marktentwicklungen. Mit fortschreitender Digitalisierung kann dies automatisiert erfolgen und sich so auch für kleine Akteure rechnen.
Prosumer	Privatpersonen und Unternehmen, die in kleinem Maßstab für den Eigenverbrauch produzieren, jedoch je nach Situation auch Energie beziehen oder abgeben können.
Redispatch	Eine Maßnahme der Netzbetreiber zum Ausgleich räumlicher Netzengpässe. Kraftwerke vor dem Engpass werden heruntergeregelt und Kraftwerke hinter dem Engpass hochgeregelt.
Regelleistung	Gewährleistet die Versorgung der Stromkunden mit genau der benötigten elektrischen Leistung bei unvorhergesehenen Ereignissen im Stromnetz, z.B. durch schnell anlaufender Kraftwerke.
Sektorenkopplung	Die Vernetzung der Sektoren Strom, Wärme und Verkehr sowie des Industriesektors, die in einem holistischen Ansatz optimiert werden sollen: Mit Erneuerbaren Energien soll

sämtlicher privater, gewerblicher und industrieller Energiekonsum dekarbonisiert werden.

Smart Contracts

Digitale Verträge, die auf der Blockchain-Technologie basieren und vollautomatisch und weitestgehend manipulations-sicher abgewickelt werden können. Sie ermöglichen eine Großzahl an Transaktionen ohne menschliche Intervention.

Smart Meter (auch: intelligentes Messsystem, iMSys)

Besteht aus zwei Komponenten: einer *modernen Messeinrichtung* und einer Kommunikationseinheit, dem sogenannten *Smart Meter Gateway*.

Smart-Meter-Gateway-Administrator

Ist entweder der Messstellenbetreiber (grundzuständig oder wettbewerblich) oder ein Unternehmen, das vom Messstellenbetreiber beauftragt wurde. Er ist für den sicheren technischen Betrieb des intelligenten Messsystems verantwortlich.

Spotmarkt

Handelsplatz für kurzfristig lieferbaren Strom im Gegensatz zum *Terminmarkt*. Teilt sich auf in:

- Day-ahead-Markt: Der Handel von Strom für den folgenden Tag; auch als Auktionsmarkt bezeichnet. Findet an der *EEX* statt.
- Intraday-Markt: Der kontinuierlichen Kauf und Verkauf von Strom, der noch am gleichen Tag geliefert wird; auch als kurzfristiger Stromgroßhandel bezeichnet.

Stadtwerke

Kommunale Unternehmen, die im öffentlichen Auftrag technische Dienstleistungen und Versorgungsleistungen, insbesondere im Bereich der Grundversorgung der Bevölkerung, erbringen.

Standardlastprofil

Das Lastprofil bezeichnet in der Energieversorgung den Verlauf der abgenommenen Leistung über eine zeitliche Periode. Diese sind für Energieversorgungsunternehmen und Netzbetreiber wichtig, da sie zu jeder Zeit genau die abgenommene Leistung liefern müssen. Sie verwenden unterschiedliche Arten von Lastprofile für Verbrauchsprognosen. Ein Standardlastprofil dient der Vorhersage des Verbrauchs von Kleinverbrauchern und legt den geschätzten Jahresverbrauch zugrunde. Der tatsächliche Verbrauch einzelner Abnehmer weicht oft erheblich vom Standardlastprofil ab.

Systemintegration	Prägende Herausforderung für die zweite Phase der Energiewende. Der wachsende Anteil an Erneuerbaren Energien muss in die bestehenden Infrastrukturen aufgenommen werden. Dazu gehört die Reaktion auf die volatile Stromerzeugung und die Entwicklung eines flexiblen Netzes.
Terminmarkt	Handelsplatz für langfristige Stromlieferverträge im Gegensatz zum <i>Spotmarkt</i> .
Übertragungsnetzbetreiber	Dienstleistungsunternehmen, die die überregionalen Stromnetze operativ betreiben und Stromlieferanten diskriminierungsfrei Zugang zu diesen Netzen gewähren müssen; sie übertragen Strom über große Entfernungen in Hoch- und Höchstspannungsnetzen. Im Bereich ihrer Regelzone sind sie für den sicheren Betrieb des Netzes verantwortlich.
Unbundling	Entflechtung; hat das Ziel, die Unabhängigkeit des Netzbetriebes von anderen Tätigkeitsbereichen der Energieversorgung sicherzustellen. In Deutschland im EnWG geregelt.
Verteilnetzbetreiber	Unternehmen, die Strom- bzw. Gasnetze zur Verteilung an Endverbraucher betreiben; die Stromnetze werden im Niederspannungs-, Mittelspannungs- und im Hochspannungsbereich zur regionalen Stromversorgung unterhalten; die Verteilnetzbetreiber sind somit den Übertragungsnetzbetreibern nachgelagert.
Virtuelles Kraftwerk	Kein Kraftwerk im Wortsinn, sondern ein Zusammenschluss von dezentralen produzierenden Einheiten im Stromnetz, die über ein gemeinsames Leitsystem koordiniert werden. Diese Funktion übernehmen etwa <i>Aggregatoren</i> . Zweck ist die gemeinsame Vermarktung von Strom und Flexibilitätsangeboten.

Glossar II: Regulatorischer Rahmen der Energiewende

Siehe auch SINTEG-Gesetzeskarte unter:

www.sinteg.de/fileadmin/media/Publikationen/SINTEG_Gesetzeskarte.pdf

BBPIG	Bundesbedarfsplangesetz; regelt seit 2013 den beschleunigten Ausbau von mehreren Höchstspannungsleitungen im Übertragungsnetz.
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz; regelt die bevorzugte Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Quellen ins Stromnetz und garantiert deren Erzeugern feste Einspeisevergütungen, um den Anteil Erneuerbarer Energien an der Stromversorgung bis zum Jahr 2025 auf 40 bis 45 % und bis 2035 auf 55 bis 60 % zu erhöhen. Das EEG 2017 stellt das Fördersystem von Einspeisevergütungen auf ein Ausschreibungssystem um, bei dem die Regierung eine feste Menge an Leistung ausschreibt und anschließend die günstigsten Gebote den Zuschlag bekommen.
EEWärmeG	Erneuerbare Energien-Wärmegesetz; betrifft den Ausbau Erneuerbarer Energien im Wärme- und Kältesektor bei der energetischen Gebäudeversorgung und bezweckt insgesamt die Weiterentwicklung von Technologien zur Erzeugung von Wärme und Kälte aus Erneuerbaren Energien.
EmoG	Elektromobilitätsgesetz; fördert die Nutzung elektrisch betriebener Fahrzeuge wie Batterieelektrofahrzeugen, Plug-in-Hybrid- oder Brennstoffzellenfahrzeugen.
EnLAG	Energieleitungsausbaugesetz; regelt seit 2009 den beschleunigten Ausbau von Höchstspannungs-Freileitungen im Übertragungsnetz.
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz; hat die «sichere, preisgünstige, verbraucherfreundliche, effiziente und umweltverträgliche» leitungsgebundene Versorgung der Allgemeinheit mit Strom und Gas zum Gegenstand; zentrales Gesetz zum Recht der leitungsgebundenen Energieversorgung; regelt auch

Eingriffsbefugnisse der BNetzA. Der Gesetzesinhalt wird in zahlreichen Verordnungen konkretisiert, z.B. in der *Stromnetzentgeltverordnung* und der *Anreizregulierungsverordnung*.

KWKG

Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz; regelt seit 2002 die Einspeisung und Vergütung des Stroms aus Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung; wie beim EEG wird die Förderung, die Betreiber von KWK-Anlagen erhalten, auf den gesamten Stromverbrauch umgelegt.

MsbG

Messstellenbetriebsgesetz; regelt die Ausstattung der leitungsgebundenen Energieversorgung mit modernen Messeinrichtungen und intelligenten Messsystemen; 2016 durch das Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende eingeführt.

NABEG

Netzausbaubeschleunigungsgesetz; dient der Förderung des Ausbaus der grenzüberschreitenden Höchstspannungsleitungen.

WindSeeG

Windenergie-auf-See-Gesetz; regelt die Förderung von Offshore-Windenergie-Anlagen, um die installierte Leistung dieser Anlagen auf 15 Gigawatt bis zum Jahr 2030 zu steigern; auch hier wird das Ausschreibungssystem genutzt.

Die Autorinnen

Christine Lucha arbeitet seit 2003 als Senior Fellow für Ecologic Legal am Ecologic Institut mit den Schwerpunkten internationale, europäische und nationale Energiepolitik, Recht der Erneuerbaren Energien und Partizipation. Sie interessiert sich insbesondere für die Beantwortung der rechtlichen, sozio-politischen, technischen und ökonomischen Fragen im Zusammenhang mit der Umsetzung der Energiewende in Deutschland.

Lisa Meinecke arbeitet als Junior Researcher für das Legal Team des Ecologic Instituts. Ihre Tätigkeitsschwerpunkte liegen im deutschen und europäischen Umwelt- und Verwaltungsrecht, wobei sie sich auch mit den rechtlichen und politischen Fragen der Energiewende befasst. Hier gilt ihr Interesse insbesondere der ökologisch nachhaltigen Digitalisierung sowie der Akzeptanz von Erneuerbaren Energien.

Impressum

Herausgeberin: Heinrich-Böll-Stiftung e.V., Schumannstraße 8, 10117 Berlin
Kontakt: Referat Ökologie und Nachhaltigkeit, Dr. Stefanie Groll **E** groll@boell.de

Erscheinungsort: www.boell.de
Erscheinungsdatum: Februar 2019
Lizenz: Creative Commons (CC BY-NC-ND 4.0)
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

Verfügbare Ausgaben unter: www.boell.de/de/boellbrief
Abonnement (per E-Mail) unter: boell.de/news

Die vorliegende Publikation spiegelt nicht notwendigerweise die Meinung der Heinrich-Böll-Stiftung wider.