

Smarte Sektorenkopplung, Digitalisierung und Distributed Ledger Technologien



Diskussionspapier

27.08.2019

Autoren:

Bernhard Strohmayer
Referent für Energiemärkte und Mobilität
Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.
bernhard.strohmayer@bee-ev.de

Fabian Reetz
Experte für Energiewende
und Digitalisierung (Extern)
linkedin.com/in/fabianreetz

Projektkoordination und Unterstützung

Sebastian Jasim
Leiter nationale & internationale Projekte
Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.
sebastian.jasim@bee-ev.de

Mathias Böswetter
Referent Digitalisierung
Bundesverband Solarwirtschaft e.V.
boeswetter@bsw-solar.de

Zusammenfassung	1
Smarte Sektorenkopplung, Digitalisierung und Distributed Ledger Technologien	2
1. Der größere Kontext: Erneuerbare Energien prägen das gekoppelte Energiesystem.	2
2. Der spezielle Kontext: Ohne Digitalisierung keine optimierte Energiewende	4
3. Die Herausforderung: Netzinfrastruktur stellt ein begrenztes Gut dar	7
4. Der smarte Ansatz: Sektorenkopplung optimiert sich zusammen mit Infrastrukturen ...	9
5. Die kollaborative Optimierung: Prozesse nutzen auch Infrastrukturinformationen	12
Distributed Ledger Technologien	15
A: Distributed Ledger Technologien und die Energiewirtschaft passen zusammen.....	17
B: Innovative und wertebasierte Technologiegestaltung	22
Einladung zur Diskussion	25

Aus Gründen der Lesbarkeit wurde in diesem Text die männliche Form gewählt, nichtsdestoweniger beziehen sich die Angaben auf Angehörige beider Geschlechter.

Zusammenfassung

Dieses Papier soll dazu beitragen, eine Diskussion über das Auslastungsmanagement im Verteilungsnetz im Rahmen der Sektorenkopplung zu vertiefen. Dabei sollen die Möglichkeiten der digitalen Vernetzung und kollaborativen Optimierung von Erneuerbare Energien-Anlagen, Sektorenkopplungsanwendungen, Speichern und dem Netz diskutiert werden.

- Ein auf Erneuerbaren Energien und Sektorenkopplung basierendes Energiesystem hat grundsätzlich dezentralen Charakter. Auch Optimierungsstrategien im Rahmen der Sektorenkopplung müssen diese Dezentralität abbilden können.
- Nahezu alle sektorenkoppelnden Prozesse werden im künftigen Energiesystem auf die Nutzung des Stromverteilungsnetzes als Infrastruktur angewiesen sein.
- Vernetzte Erneuerbare Energien-Anlagen und Sektorenkopplungstechnologien können dabei helfen, innerhalb der gegebenen physikalischen Grenzen im Verteilungsnetz die bestehende Infrastruktur optimal ausnutzen. Dies kann Netzausbaubedarf reduzieren.
- Individuelle Optimierungsstrategien von Sektorenkopplungsprozessen sollen zugelassen sein, dürfen jedoch nicht zu lokalen oder globalen Überlastungen der Netzinfrastruktur führen. Hierzu bietet eine zusätzliche kollaborative Optimierung potenziell Vorteile.
- Werden verschiedene Prozesse miteinander verknüpft, so kann durch die Interaktion untereinander die Auslastung der Infrastruktur verbessert werden, ohne diese zu überlasten. Hierfür sind auch Informationen zum Zustand der Infrastruktur nötig.

Im Fokus des Gesetzes zur Digitalisierung der Energiewende stand, neben der Neuorganisation des Messstellenbetriebs, vor allem der Faktor Sicherheit der Daten – nicht aber deren Verwendung in datengetriebenen Geschäftsmodellen. Durch die restriktive Architektur des SMGW und Einschränkungen hinsichtlich des Aufbaus leistungsfähiger Kommunikationskanäle werden neue Geschäftsmodelle heute und in Zukunft gehemmt.

- Deutschland hat eine Strategie zur Digitalisierung energiewirtschaftlicher Prozesse, die viel zu zaghafte umgesetzt wird, Lücken hinsichtlich der Leistungsfähigkeit aufweist und in der Praxis Fragen hinsichtlich der Kompatibilität zwischen dem Smart-Meter-Gateway und eingesetzten Systemen in Erneuerbare Energien-Kraftwerken aufwirft.
- Mit klaren Rahmenbedingungen für die Digitalisierung im Energiesektor, aber auch mit dem Zulassen von neuen Ansätzen, kann die gegenwärtig selbst hemmende Digitalisierung der Energiewende in eine digitale Transformation übersetzt werden.
- Viele Akteure in der Erneuerbare-Energien-Branche sind technisch längst weiter als der energiewirtschaftliche Rahmen und könnten mit vernetzten Energieanlagen und Verbrauchern wirkungsvoll auch regionale und netzdienliche Flexibilität bereitstellen.
- Mit neuen Verbrauchern wie zum Beispiel der Elektromobilität kommen zudem neue Stakeholder, neue Herausforderungen, aber auch neue Lösungsoptionen auf den Plan.
- Neue Digitalisierungsansätze, wie z.B. Blockchain- und Distributed Ledger Technologien können grundsätzlich das Potenzial haben, die Digitalisierungsstrategie in der Energiewirtschaft sicher und resilient zu ergänzen. Sie können als zusätzliche Ebene digitaler Infrastruktur innerhalb der energiewirtschaftlichen Kommunikation wirken, müssen jedoch auch Qualitätskriterien genügen, wie zum Beispiel einem geringen Energiebedarf.

1. Der größere Kontext: Erneuerbare Energien prägen das gekoppelte Energiesystem

Erneuerbare Energien sind heute bereits die günstigste Möglichkeit, neue Kraftwerke zu errichten. Durch Windkraft- und Photovoltaikanlagen sowie der Nutzung von Biomasse und Wasserkraft erhöht sich der Anteil Erneuerbarer Energien besonders im Stromsektor stetig, auch weil die direkte Nutzung von Erneuerbaren Energien hier einfach umgesetzt werden kann. In den Energiesektoren Industrie und Wärme, aber vor allem im Verkehrssektor ist hingegen die direkte Nutzung von Erneuerbaren Energien nicht immer möglich, oft teurer oder technisch schwierig umsetzbar. Eine logische und notwendige Konsequenz ist daher die Sektorenkopplung, die es ermöglicht, mit günstigem erneuerbarem Strom über die Grenzen der Energiesektoren hinweg fossile Kraft- und Brennstoffe zu verdrängen oder zu ersetzen. Damit der Strom in die Sektoren Wärme und Verkehr integriert werden und die Energiesektoren untereinander interagieren können, sind Sektorenkopplungstechnologien nötig. Dies sind zum Beispiel elektrische Wärmeerzeuger und Wärmepumpen, Elektrolyseure zur Wasserstoffproduktion oder Elektrofahrzeuge. Sektorenkopplung bietet aber auch Vorteile für den Stromsektor selbst. Die sektorenübergreifende Energieumwandlung stellt eine wichtige Flexibilitätsoption für ein künftiges Energiesystem dar, dessen Hauptquellen wetterabhängige Einspeisung aus Erneuerbaren Energien sein werden. Im Rahmen der Sektorenkopplung ermöglichen flexibel einsetzbare Biomassekraftwerke und Kurzzeit-Energiespeicher, z. B. Batterien, den Ausgleich wetter- und tageszeitabhängiger Einspeisung aus Erneuerbaren Energien. Um auch in Zeiten von geringem Angebot aus Wind- und Photovoltaikanlagen die Versorgung mit elektrischer Energie, aber auch mit Wärme und Kraftstoffen sicherzustellen, werden zunehmend auch Langzeitspeicher benötigt. Das sind z. B. saisonal gespeicherte Biomasse und biogene Kraftstoffe oder auch Power-to-Gas-Technologien, die zur Speicherung chemische Energieträger nutzen (Wasserstoff, strombasierte Brenn- und Kraftstoffe) oder große Pufferspeicher in Wärmenetzen. Da viele der sektorenkoppelnden Prozesse auf kurzen Zeitskalen entweder flexibel Stromerzeugung aufnehmen oder flexibel auf Stromnachfrage und Strompreissignale reagieren, ist ein leistungsfähiges Stromnetz im Rahmen der Sektorenkopplung essenziell – im Besonderen das Verteilungsnetz.

Nahezu alle sektorenkoppelnden Prozesse im künftigen Energiesystem sind auf die Nutzung des Stromverteilungsnetzes als Infrastruktur angewiesen.

Das Verteilungsnetz hat die Aufgabe, Strom regional zu verteilen und besteht aus verschiedenen Spannungsebenen¹.

¹ Das Verteilungsnetz besteht aus der Hochspannung (HS, Spannungen zwischen 72,5 kV und 125 kV; i.d.R. 110 kV), der Mittelspannung (MS, mit Spannungen zwischen 1 kV und 72,5 kV; i.d.R. 20 kV) und der Niederspannung (NS, Spannungen kleiner 1 kV; i.d.R. 0,4 kV). Das Übertragungsnetz, welches nicht im Fokus dieses Papiers steht, besteht aus der Höchstspannung (HöS, Spannungen über 125 kV; i.d.R. 220 oder 380 kV).

Besonders leistungsfähige Erzeuger und Verbraucher (z. B. große Windparks oder industrielle Großverbraucher) sind oft direkt an das Hochspannungsnetz (HS) angeschlossen. In Mittelspannungsnetzen (MS) sind ebenfalls Industriebetriebe sowie viele Windparks, große Photovoltaikanlagen und Biomassekraftwerke mit dem Stromnetz verknüpft. In Zukunft werden dort auch zunehmend Sektorkopplungstechnologien wie Großwärmepumpen und Power-to-Heat-Anlagen für Wärmenetze, Schnelllade-Hubs für Elektrofahrzeuge und verschiedene Arten von leistungsfähigen Speichern angeschlossen. Mit der Mittelspannungsebene sind außerdem über die sogenannten Ortsnetzstationen die Niederspannungsnetze (NS) verbunden. Niederspannungsnetze bestehen aus den Stromleitungen, etwa innerhalb von Ortschaften. In diesen Netzen sind Gebäude mit oder ohne dezentralen Erzeugungsanlagen und Speichern (z. B. Photovoltaikanlagen auf Dächern, ggf. kombiniert mit Batteriespeichern), weiteren kleineren Sektorkopplungsanlagen (Normal-Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge, Wärmepumpen) und auch unflexible Verbraucher in das Stromnetz eingebunden. Eine auf Erneuerbaren Energien basierende Energieversorgung wird unweigerlich dezentraler organisiert sein, wie folgende Abbildung verdeutlicht.

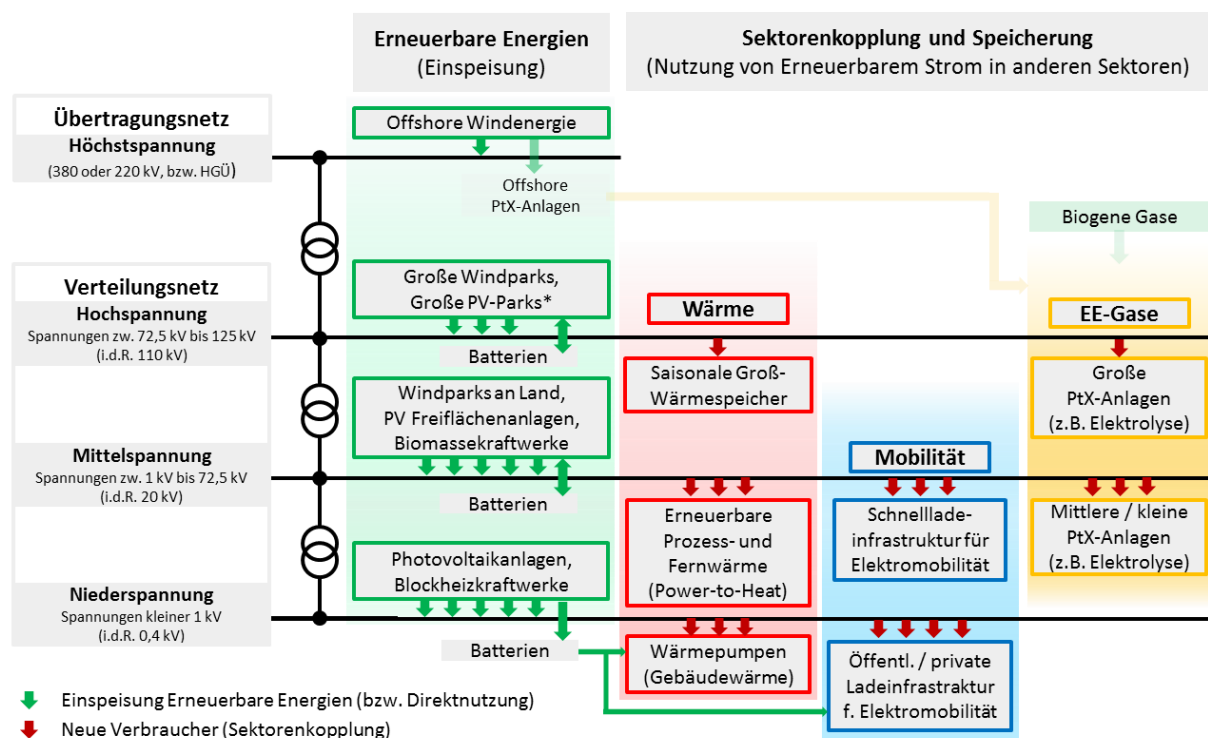


Abbildung 1: In den Netzebenen des Verteilungsnetzes (Hoch-, Mittel- und Niederspannung) wird sowohl der Großteil der Einspeisung aus Erneuerbaren Energien aufgenommen als auch der Großteil sektorenkoppelnder Prozesse versorgt.

Fast 95 Prozent der heute installierten Leistung von EEG-Anlagen ist mit den verschiedenen Netzebenen des Verteilungsnetzes verknüpft.² Es ist zu erwarten, dass auch ein erheblicher Anteil an sektorenkoppelnden Prozessen in diesen Netzen stattfinden wird. Dies wird am Beispiel der Elektromobilität besonders deutlich: Schnellladeinfrastruktur mit hohen Leistungen wird oft aus den Mittelspannungsnetzen versorgt. Andere Ladepunkte im öffentlichen Raum oder die private Ladeinfrastruktur wird hauptsächlich aus den Niederspannungsnetzen versorgt. Im Wärmesektor ergibt sich beispielsweise für Power-to-Heat-Prozesse zur Bereitstellung von Prozesswärme und Wärmepumpen im Gebäudebereich ein ähnliches Bild. Sektorkopplung

² BDEW | 07/2017 | [Erneuerbare Energien und das EEG: Zahlen, Fakten, Grafiken \(2017\)](#)

hat daher, wie auch die Nutzung von Erneuerbaren Energien, ebenfalls einen grundsätzlich dezentralen Charakter, denn Mobilitäts- und Wärmebedarfe sind inhärent lokal und können nicht ohne weiteres über weite Distanzen transportiert werden.

Ein auf Erneuerbaren Energien und Sektorenkopplung basierendes Energiesystem hat grundsätzlich dezentralen Charakter. Auch Optimierungsstrategien im Rahmen der Sektorenkopplung müssen diese Dezentralität abbilden können.

2. Der spezielle Kontext: Ohne Digitalisierung keine optimierte Energiewende

Der Erfolg der Energiewende hängt auch vom Gelingen der digitalen Verknüpfung ihrer Komponenten ab. Weil die Erzeugung, der Verbrauch, die Speicherung und auch der Betrieb von Energienetzen zusammen ein resilientes und effizientes System bilden müssen, wird zunehmend die digitale Vernetzung aller Komponenten nötig. So kann die zunehmende Komplexität von Netz- und Marktprozessen, die durch dezentral erzeugten Strom aus Erneuerbarer Energie und die Sektorenkopplung weiter zunehmen wird, auch bewältigt werden.

Sektorenkopplung ist die nächste Phase der Energiewende und smarte Digitalisierung ein Kernelement, diese geschickt umzusetzen. Die Ausgestaltung eines zukunftsweisenden und praxisgerechten energierechtlichen Rahmens für die Sektorenkopplung muss daher als Aufgabe für Gesetzgeber und die Regulierungsbehörden verstanden und angenommen werden.

Das stetig steigende Energiedatenaufkommen sinnstiftend zu nutzen, wird die Energiesysteme und schließlich auch datengetriebene Energiemärkte der Zukunft prägen. In einem Energiesystem mit sukzessive durch Erneuerbare Energien-Anlagen weiter sinkender Stromgestehungskosten wird zunehmend die Wertschöpfung auch entlang der Energiedatenverwertung und der darauf aufsetzenden Optimierung im Rahmen von Energievermarktung und Sektorenkopplung stattfinden. Allerdings ist eine stringente Strategie zur sektorenübergreifenden Digitalisierung der Energiewende kaum erkennbar. Dies gilt insbesondere für die praktische Nutzbarkeit von intelligenten Messsystemen (iMSys) und des Smart-Meter-Gateways (SMGW). Im Fokus des Gesetzes zur Digitalisierung der Energiewende stand, neben der Neuorganisation des Messstellenbetriebs, vor allem der Faktor Sicherheit der Daten – nicht aber deren Verwendung in datengetriebenen Geschäftsmodellen. Durch die restriktive Architektur des SMGW und Einschränkungen hinsichtlich des Aufbaus leistungsfähiger Kommunikationskanäle werden neue Geschäftsmodelle heute und in Zukunft gehemmt.

Viele Akteure in der Erneuerbare Energien-Branche sind technisch längst weiter als der energiewirtschaftliche Rahmen und könnten mit vernetzten Energieanlagen und Verbrauchern wirkungsvoll auch regionale und netzdienliche Flexibilität bereitstellen. Derartige Ansätze lassen sich in der Regel nur in Projektregionen oder einzelnen Pilotprojekten umsetzen. Die heutige Ausgestaltung von Energiemärkten und die Strategie zur Digitalisierung der Energiewende setzen hier keine wirkungsvollen Anreize und bieten zu geringe Planungssicherheit.

Indem aber neue Geschäftsmodelle durch die gegenwärtige SMGW-Architektur unattraktiv werden, bremst die dadurch vollzogene Schein-Digitalisierung der Energiewirtschaft eine umfassende digitale Transformation des Energiesystems aus bzw. verzögert diese. Andererseits gelangen schon jetzt große Tech-Unternehmen z. B. mittels einer Reihe von Smart-Home-Anwendungen gewissermaßen unreguliert und „durch die Hintertür“ an die Energiedaten von Endkunden, ohne den Umweg über das regulierte SMGW zu nehmen. Dadurch geraten diese Unternehmen zunehmend in einen Wettbewerbsvorteil gegenüber den etablierten energiewirtschaftlichen Akteuren. Ihre rein datengetriebenen Produkte und Angebote bilden Parallelstrukturen, ermöglichen einen unregulierten Informationsvorsprung und drohen energiewirtschaftliche Praxis und Regulierung vor vollendete Tatsachen zu stellen. Schleichend entstehende Quasi-Standards könnten entstehen, die wiederum immer mehr definieren, was ein Energiedienstleistungsunternehmen in Zukunft ausmacht.

Deutschland hat eine Strategie zur Digitalisierung energiewirtschaftlicher Prozesse, die aber viel zu zaghafte umgesetzt wird, Lücken hinsichtlich der Leistungsfähigkeit aufweist und in der Praxis Fragen hinsichtlich der Kompatibilität zwischen dem Smart-Meter-Gateway und heute eingesetzten Systemen aufwirft.

In der Strategie zur Digitalisierung energiewirtschaftlicher Prozesse³ werden technische und regulatorische Möglichkeiten eher beschränkt, als dass sie es erlauben, zeitnah effizient digitalisierte Prozesse im Rahmen der Energiewende umsetzen zu können oder zu dürfen. Auch für die Steuerung von Erneuerbare Energien-Anlagen über die SMGW-Infrastruktur fehlen noch technisch zukunftsichere Vorgaben. Aktuell herrscht noch große Verunsicherung bei den betroffenen Branchen bezüglich des Gesetzes zur Digitalisierung der Energiewende und Aussagen, dass das Smart Meter Gateway zur zentralen und einzigen Kommunikationsschnittstelle für die Kommunikation mit relevanten Erzeugern und Verbrauchern werden soll. Akteure der Energiewende sind mit ihren Lösungen bereits heute leistungsfähiger, können sich aber nicht sicher sein, ob sie ihre Hardware für die Anlagensteuerung auch in Zukunft mit der gleichen Qualität einsetzen können.

Die Kommunikation und die effektive Steuerung von Erneuerbare-Energien-Anlagen müssen auch weiterhin sichergestellt sein. Es muss zudem sichergestellt werden, dass die notwendige Flexibilität für die zukünftige Umsetzung von Innovationen mit neuen Kommunikationsanforderungen und die technische Kompatibilität im internationalen Umfeld erhalten bleibt.

Außerdem wird die praktische Anwendung von ergänzenden Digitalisierungsansätzen, wie z. B. Blockchain und Distributed Ledger Technologien (DLT), im Energiebereich gegenwärtig gehemmt, obwohl in der Energiewirtschaft zahlreiche potenziell vorteilhafte Anwendungsfelder gegeben sind und Deutschland noch einen technischen Wettbewerbsvorteil in der Entwicklung dieser Digitalisierungsansätze genießt. Auch diesen Wettbewerbsvorteil, der sich in den Aktivitäten in Start-ups und Projekten etablierter Player zeigt, gilt es zügig auszuspielen.

³ BMWi, BSI | 01/2019 | Standardisierungsstrategie zur sektorübergreifenden Digitalisierung nach dem GDEW | https://www.clearingstelle-eeg-kwkg.de/files/Roadmap_Standardisierungsstrategie_190129.pdf

Mit klaren Rahmenbedingungen für die Digitalisierung im Energiesektor, aber auch mit dem Zulassen von neuen Ansätzen, kann die gegenwärtig selbst hemmende Digitalisierung der Energiewende in eine digitale Transformation übersetzt werden.

Durch moderne Digitalisierungsansätze kann die teilweise fehlende Leistungsfähigkeit des aktuellen Digitalisierungskonzepts im Energiebereich ggf. ausgeglichen werden. Darüber hinaus kann drohenden ungewollten Oligopolen ein dezentrales, transparentes und zugleich sicheres Energiedatenmanagement entgegengehalten werden⁴.

Blockchains oder Distributed Ledger Technologien (DLT) können die Digitalisierungsstrategie in der Energiewirtschaft ergänzen und als zusätzliche Ebene digitaler Infrastruktur innerhalb der energiewirtschaftlichen Kommunikation verstanden werden.

Hinweis: Hintergrundkapitel zu Blockchain / DLT ab Seite 15

Die Energiewende war und ist immer auch ein zivilgesellschaftlicher Prozess. Das sollte im gleichen Maße für ihre Digitalisierung gelten. Es bedarf eines von neutraler Seite moderierten Prozesses, um durch moderne Regulierung die Potenziale der Digitalisierungsstrategie der Energiewirtschaft, aber auch von Blockchains und DLT für die Energiewende zu heben. Dabei sollten zunächst die sich entwickelnden Digitalisierungskonzepte als wichtige Infrastruktur verstanden werden. Außerdem gilt es auch Pfadabhängigkeiten zu vermeiden, wie z. B. die Gefahr, dass ein zu starker Fokus auf hierarchische IT-Sicherheitsprinzipien die praktisch nutzbare Leistungsfähigkeit der Digitalisierungsstrategie einschränkt. Daneben müssen neue Ansätze wie Blockchains und DLT den Qualitätskriterien einer modernen Wirtschaft und damit dem klimaverträglichen Umgang mit Ressourcen genügen.

Distributed Ledger Technologien müssen dabei nicht nur leistungsfähig, skalierbar und sicher sein, sie müssen auch weiteren Qualitätskriterien genügen, wie zum Beispiel einem geringen Energiebedarf.

Die Digitalisierung der Energiewirtschaft und die damit verbundene staatliche Strategie sollte jedoch auch keinen Selbstzweck darstellen. Sie soll dazu beitragen, Antworten auf absehbare Herausforderungen bei der Transformation unserer Energiesysteme zu liefern. Dies wird im Folgenden anhand der Komplexität von Sektorenkopplungsprozessen und der Netzinfrastruktur beispielhaft dargestellt.

⁴ SNV | 04/2019 | Wettbewerb um Daten. Über Datenpools zu Innovationen | <https://www.stiftung-nv.de/de/publikation/wettbewerb-um-daten-ueber-datenpools-zu-innovationen>

3. Die Herausforderung: Netzinfrastruktur stellt ein begrenztes Gut dar

Das Verteilungsnetz stellt voraussichtlich eine dauerhaft begrenzt verfügbare Infrastruktur dar, denn es müssen zu jeder Zeit physikalischen Grenzen eingehalten werden. Dies ist nötig, um Überlastungssituationen im Netz, aber auch Unter- oder Überspannungssituationen und deren Rückwirkung auf Energieverbraucher zu verhindern. Das Verteilungsnetz für sektorenkoppelnde Prozesse immer weiter auszubauen, wäre zwar möglich, ist aber mit hohen Kosten verbunden. In der Tat ist in vielen Zeiträumen nur eine moderate Netzauslastung zu erwarten, womit die vorhandene Infrastruktur im Normalfall höher ausgelastet werden kann, ohne dass physikalische Grenzen übertreten werden. Jedoch verbleiben trotzdem Zeiträume, in denen tatsächlich Netzüberlastungen oder die Verletzung von Spannungsgrenzwerten drohen. Ein wesentlicher Teil einer volkswirtschaftlich günstigen Lösung ist daher ein smartes Auslastungsmanagement der gegebenen Infrastruktur.

Smarte sektorenkoppelnde Prozesse sollten sich zusammen mit der Netzinfrastruktur optimieren können. Bestehen keine Restriktionen hinsichtlich der Auslastung der Infrastruktur, können sie sich kostenoptimiert verhalten.

Auf Situationen, in denen die Verteilungsnetzinfrastruktur an physikalische Grenzen stößt, könnten digital vernetzte Einspeiser, Speicher und Erzeuger ebenfalls im Rahmen der vorgegebenen physikalischen Grenzen dezentral reagieren. Dabei soll eine Gesamtoptimierung auf lokaler bzw. regionaler Ebene angestrebt werden, um die begrenzte Infrastruktur so gut es geht zu nutzen. Dies kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass Akteure ihre Bezugs- oder Einspeiseleistung zugunsten anderer Prozesse verändern und sich dafür gegebenenfalls auch untereinander finanziell entschädigen, sofern es sich um unterschiedliche Akteure handelt. Dies kann beispielsweise über regionale Flexibilitätsmärkte und -anreize organisiert werden und kann in einer digitalisierten Welt grundsätzlich auch sehr kleinteilig organisiert sein.

Werden durch eine gemeinsame Optimierung verschiedene Prozesse miteinander verknüpft, so kann durch die Interaktion untereinander die Auslastung der Infrastruktur verbessert werden, ohne diese zu überlasten.

Verschieben oder verändern flexible Verbraucher anhand von Prognosen zur Infrastrukturauslastung ihren Leistungsbezug, so steht den Verbrauchern, die nicht flexibel reagieren können, die Infrastruktur zur Verfügung. Auch für Sektorenkopplungstechnologien, die aus einem bestimmten Grund (etwa gegebene Wärmebedarfe) oder bis zu einem bestimmten Preis (etwa Komfortvorgaben zum Laden von Elektrofahrzeugen) nicht flexibel agieren wollen, sollten in Auslastungsprognosen berücksichtigt werden können. Dies ermöglicht Optimierung zwischen einzelnen Flexibilitäten und gibt Anreize für vorausschauenden Betrieb. Im Rahmen der Optimierung untereinander entstehen so dezentrale Preissignale, die direkt zwischen den Flexibilitäten wirken können.

Je nach der Zahlungsbereitschaft untereinander können diese Preissignale stärkere Anreize zu flexiblem Verhalten hervorrufen, als dies vorgegebene Preiskomponenten tun, da deren Anreize meist breitenwirksam angelegt sind (z. B. Netznutzungsentgelte in einem Verteilungsnetz, auch wenn diese zeitvariabel sind). Gelingt die dezentrale Optimierung von Prozessen nicht in dem Maß, in dem lokale Netzüberlastungen effektiv verhindert werden können, z. B. weil die Zahlungsbereitschaft zwischen den Flexibilitäten untereinander nicht gegeben ist, so muss der Netzbetreiber im Rahmen seiner Möglichkeiten eingreifen können, um zum Beispiel über die gezielte und situative Vorgabe von maximal zulässigen Einspeise- oder Bezugsleistungen die Überlastungssituationen zu verhindern. Damit solche Begrenzungen auf ein möglichst geringes Maß reduziert werden, aber auch, damit Begrenzungen im Bedarfsfall überhaupt umgesetzt werden können, sind auch neue Ansätze geboten.

Ziel der Regulierung von Elektrizitäts- und Gasversorgungsnetze ist die Sicherstellung eines wirksamen und unverfälschten Wettbewerbs bei der Versorgung mit Elektrizität und Gas. Dies ist klar in §1 (2) des Energiewirtschaftsgesetzes festgeschrieben. Netzbetreiber betreiben das Netz mit all seinen Betriebsmitteln, aber nicht die daran angeschlossenen am Markt agierenden Erzeuger, Verbraucher und Speicher. Damit diese Einheiten, die i.d.R. außerhalb der Zugriffsrechte der Netzbetreiber stehen, sich zum einen an den Energiemärkten optimieren, zum anderen aber auf Restriktionen der Netzphysik oder auf Vorgaben von Netzbetreibern reagieren können, ist wirksame und transparente Kommunikation nötig. Daher sollten auch Informationen zum Netzzustand, zur Prognose der Netzauslastung oder zu Reaktionsanweisungen in Zukunft möglichst unmittelbar und einfach abrufbar bereitgestellt werden. Diese Informationen werden grundsätzlich auch für die unteren Spannungsebenen des Verteilungsnetzes benötigt. Neben der hohen Granularität der Daten ist hierbei eine besondere Herausforderung, diese für eine große Anzahl von Akteuren und Anwendungen bereitzustellen. Als Ergänzung zu klassischen Datenbanksystemen können Distributed Ledger Technologien Informationen für Optimierungsprozesse bereitstellen. Heutige Digitalisierungsansätze im Energiesystem ließen sich damit leistungsfähig und manipulationssicher erweitern.

Mit Hilfe der Digitalisierung kann der Einsatz von Flexibilitäten und das Auslastungsmanagement von Verteilungsnetzen wesentlich verbessert werden.

Heute sind Verteilungsnetze nicht smart. Damit das Management der Verteilungsnetze heute funktioniert, werden in der Netzplanung und -auslegung verhältnismäßig hohe Sicherheitsmargen hinsichtlich des Abstandes zu physikalischen Grenzwerten, aber auch hinsichtlich der Gleichzeitigkeitseffekte von Einspeisung und Verbrauch vorgesehen. Mit neu hinzukommenden dezentralen Einspeisern und Speichern, aber vor allem mit steuerbaren sektorenkoppelnden Verbrauchern mit hohen Leistungen wie Elektrofahrzeugen oder Wärmepumpen wird sich die Netzauslastung deutlich ändern. Bei der ursprünglichen Planung der Verteilungsnetze waren diese Anwendungen in der Regel nicht vorgesehen. Es sollte diskutiert werden, wie Preis- oder Steuerungssignale für im Netz verteilte Einheiten so zur Verfügung gestellt werden, dass sie die netzverträgliche Optimierung zulassen oder anreizen. Gelingt diese nicht, würden Netzbetreiber eintretende Überlastungssituationen wohl nur „mit der Gießkanne“ klären können. Als Konsequenz ergäbe sich eine unscharfe „digitalisierte Rundsteuerung“, die vermutlich auch mit umfangreichen Restriktionsvorgaben seitens der Netzbetreiber einherginge (z. B. Zeitfenster mit dem Verbot zum Leistungsbezug).

Diese Maßnahmen sollten nach Möglichkeit vermieden werden, da diese weder Innovation fördern noch für Netznutzer eine attraktive Lösung darstellen.

Netzbetreiber haben gerade in den einzelnen Niederspannungsnetzen heute weder die Informationen über den genauen Netzzustand noch die Handhabe, steuernd einzugreifen oder wirksame Anreize für netzverträgliche Optimierung zu geben. Daher sind in diesen Netzen, aber auch in Mittelspannungsnetzen, die Sicherheitsmargen bezüglich der zulässigen Einspeisung, dem Bezug oder der Gleichzeitigkeit großzügig bemessen. Würden die vorhandenen Sicherheitsmargen der Netzauslegung auch smart durch die flexible Netznutzer bewirtschaftet, kann dieses grundsätzlich genutzt werden, um schnell mehr Erneuerbare Energien, aber auch eine große Anzahl an Elektrofahrzeugen, Wärmepumpen, Wärme- und Stromspeichern und anderen sektorenkoppelnden Systemen integrieren zu können. Deren aktive Teilnahme an der besseren Auslastung der Netzinfrastuktur verringert den notwendigen Netzausbaubedarf.

Smarte, dezentrale und miteinander interagierende Sektorenkopplungsprozesse können helfen, mit den physikalischen Restriktionen der Netzinfrastuktur umzugehen.

4. Der smarte Ansatz: Sektorenkopplung optimiert sich zusammen mit Infrastrukturen

Um smarte Sektorenkopplungsprozesse abzubilden, wird es zunehmend erforderlich, auch Infrastrukturinformationen in relativer Echtzeit zu erheben, in Prognosen zu verarbeiten, diese für Optimierungsprozesse bereitzustellen und das Ergebnis der dezentralen Optimierung ebenfalls in relativer Echtzeit zu überwachen. Eines der Probleme heute: Es stehen im Verteilungsnetz kaum Messgeräte zur Bewertung der Netzauslastung zur Verfügung. Zwar wird mit dem Rollout von intelligenten Stromzählern (Smart-Metern bzw. intelligenten Messsystemen) die Datenlage grundsätzlich verbessert und bestimmte energiewirtschaftliche Prozesse (z. B. Ablesen von Zählerständen oder Tarifierung) vereinfacht, jedoch wird dieser Rollout in Deutschland verhältnismäßig lange dauern. Ob die aktuelle Digitalisierungsstrategie die kleinteilige Netzinfrastuktur des Niederspannungsnetzes abbilden kann, geschweige denn infrastrukturverträgliche und kollaborative Optimierungsprozesse effektiv zulässt, sollte aus heutiger Perspektive hinterfragt werden.

Diese Situation wird sich auch im Zuge des Smart-Meter-Rollouts nur langsam verbessern. Besonders die Elektromobilität wird die Lastsituation in vielen Niederspannungsnetzen jedoch schneller und sehr deutlich verändern. Der Hochlauf der Elektromobilität wird weder auf den umfassenden Smart-Meter-Rollout, noch auch einen vollumfänglichen Netzausbau warten. Der Hochlauf der Elektromobilität wird durch andere Treiber ausgelöst, dazu zählen die Verfügbarkeit attraktiver Modelle und die abnehmende Technologieangst von Nutzern. Nach dem Plan für den Smart-Meter-Rollout sollen spätestens im Jahr 2032 flächendeckend moderne Messeinrichtungen (= digitale Stromzähler ohne Kommunikationsschnittstelle) und intelligente Messsysteme (= digitale Stromzähler mit Kommunikationsschnittstelle) eingesetzt werden. Mit

diesen Vorgaben werden zahlreiche Elektrofahrzeuge nicht regulär in die energiewirtschaftliche Kommunikation eingebunden werden können, wenn sie z. B. an Netzanschlüssen geladen werden, die nur über eine moderne Messeinrichtung ohne Kommunikationseinheit verfügen oder die sogenannten Messlokationen noch nicht digital ausgerüstet wurden. Daneben werden weitere Speicher- und Sektorenkopplungstechnologien (Wärmepumpen, Blockheizkraftwerke, Batterien u.a.) und Erzeugungsanlagen weiter ausgebaut, wobei hier ebenfalls nicht sichergestellt ist, dass energiewirtschaftliche Kommunikationswege in jedem Fall gegeben sind, sofern die Rollout-Vorgaben dies nicht erfordern. Obwohl es gute Gründe dafür gibt, nicht an allen Netzanschlüssen kommunikationsfähige Smart-Meter vorzusehen (z. B. Datenschutz, Kosten), sollten Strategien entwickelt werden, die auch in diesen Fällen die Teilhabe an der Systemoptimierung zu gewährleisten. Gerade für die Elektromobilität als neuen und zudem mobilen Energieverbraucher ist dies geboten.

Da physikalische Begrenzungen der Netzinfrastruktur gegeben sind, kann eine smarte Bewirtschaftung nötig werden, wozu folgende Fragen beantwortet werden sollen:

- Wie stellt man es sicher, dass verschiedene Optimierungsstrategien (z. B. Prei-
soptimierung, Komfortoptimierung, Eigenverbrauchsoptimierung u.a.) von klassi-
schen Verbrauchern und von Sektorenkopplungsanwendungen in ihrer Wechsel-
wirkung nicht zu lokalen Netzüberlastungen führen?
- Wie stellt man den Informationsfluss zwischen Energiemarkt-, Infrastruktur- und
Optimierungsprozessen sicher? Wie entsteht dabei eine sichere, resiliente und für
alle beteiligten Akteure gemeinsam nutzbare Datengrundlage?
- Wie wird eine gemeinsame Informationsbasis für kollaborative Optimierung praxis-
tauglich realisiert (z. B. Erfassung und Zugriff von/auf Infrastrukturdaten)?
- Wie kann erreicht werden, dass eine kollaborative Optimierung netzausbauredu-
zierend wirkt (Auslastungsmanagement im Verteilungsnetz)?
- Welche Maßnahmen sollten, dürfen oder müssen ergriffen werden, wenn viele
Elektrofahrzeuge gleichzeitig laden wollen und lokale Überlastungen von
Leitungen oder von Transformatoren drohen?
- Kann die aktuelle Digitalisierungsstrategie der Energiewirtschaft hinsichtlich der
Geschwindigkeit und der Leistungsfähigkeit mit den Herausforderungen eines
schnellen Hochlaufs der Elektromobilität nutzerfreundlich Schritt halten?
- Sind die Möglichkeiten, die der Rollout von modernen Messeinrichtungen und
intelligenten Messsystemen bietet wirklich ausreichend, um die Komplexität abzu-
bilden?
- Welche Lösung können und sollen Distributed Ledger Technologien hier anbieten
(z. B. als Ergänzung/Erweiterung der Digitalisierungsstrategie der Energiewirt-
schaft)?

Die Diskussion dieser Herausforderungen soll zu Lösungen führen, die im Sinne der Nutzen-
freundlichkeit so wenig wie möglich auf administrativ vorgegeben Restriktionen, sondern auf
einer smarten Sektorenkopplung basieren.

Eine zentral organisierte Überwachung oder Steuerung kann die Komplexität smarter Sektorenkopplungsprozesse voraussichtlich nicht effektiv genug abbilden, da viele Akteure gleichzeitig verschiedene Optimierungsstrategien anwenden werden.

Sowohl dezentrale Erzeuger als auch Speicher und steuerbare Lasten sollen sich auch infrastrukturverträglich optimieren können und sollten dazu auch untereinander transaktionsbasiert agieren können. Dies kann die fehlende Handhabe der Netzbetreiber hinsichtlich des Netzauslastungsmanagements bereitstellen, die gerade in den Niederspannungsnetzen nicht gegeben ist.

Die Vielfältigkeit von zukünftigen Optimierungsstrategien im Rahmen der Sektorenkopplung erhöht die Komplexität stark. Hoher Komplexität ist mit hoher Transparenz zu begegnen. Transparenz ist der Schlüssel für Innovation in der Sektorenkopplung und die Grundlage für smarte Lösungen.

Ein künftiges Energiedatenmanagement sollte es daher leisten können, Daten sicher zu erfassen und zu speichern. Es sollte resilient sein gegen Angriffe und Manipulationen. Es sollte für alle beteiligten Akteure nach ihren individuellen Zugriffsrechten die Informationen bereitstellen, die für die jeweiligen Aufgaben im Energiesystem benötigt werden. Bestimmte Daten werden dabei von vielen unterschiedlichen Akteuren benötigt, die zudem nicht zwingend im selben Energiesektor agieren müssen. Dabei kann eine Mischform aus zentralen und dezentralen Ansätzen Vorteile bieten, gerade wenn es sich um Daten für Optimierungsprozesse in relativer Echtzeit, um Prognosen oder um Infrastrukturauslastungsdaten handelt. Kollaborative Ansätze benötigen dabei Vertrauen auf eine gemeinsame Datenbasis. Diese sollte einfach abrufbar und kontrollierbar sein und auch zusätzlichen und neuartigen Akteuren nicht verschlossen bleiben. Als Ergänzung zur energiewirtschaftlichen Datenerhebung mit Smart Metern und zur Kommunikation der Akteure untereinander könnten dabei moderne digitale Ansätze, darunter auch Distributed Ledger Technologien (DLT), diese Transparenz verlässlich realisieren und heutige Digitalisierungsstrategien leistungsfähig, skalierbar und mit modernen Sicherheitsarchitekturen ergänzen. Hierzu sollten Rahmenbedingungen und Qualitätskriterien diskutiert werden.

Der Einsatz von Distributed Ledger Technologien (DLT) muss mit den Zielen des Pariser Klimaschutzabkommens vereinbar sein. Grundsätzlich kann eine Regulierung nicht nur Rechtssicherheit für den Einsatz von DLT schaffen, sondern auch Anreize hinsichtlich der klimaverträglichen Nutzung dieser Technologien geben.

Distributed Ledger Technologien sind neue Methoden der Datenverwaltung, die es erlauben, digitale Informationen und Transaktionen in einem Netzwerk gemeinschaftlich zu verifizieren und zu verwalten. In Distributed Ledger eingetragene Daten können nicht bzw. nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand manipuliert werden, womit es keinen „Single Point of Failure“ (wie bei klassischen Datenbanksystemen) gibt. Die Integrität der Daten wird durch einen gemeinschaftlichen Konsens sichergestellt. Da die Daten dezentral und nicht manipulierbar gespeichert werden, entsteht so eine transparente und resiliente gemeinsame Datenbasis, auf die unterschiedliche Akteure verhältnismäßig einfach zugreifen können, sofern sie über die Berechtigung verfügen.

Die digitalisierte Energiewende und das zugehörige zukünftige intelligente Netz (Smart Grid) stehen für die Vernetzung von zentralen und dezentralen Systemen, wie Energieerzeugungsanlagen, Speicher- und Verbrauchseinrichtungen und anderen digitalen Systemlösungen der Energieversorgung. Damit der Aufbau eines solchen intelligenten Netzes gelingt, müssen zugängliche, nachvollziehbare und transparente Systeme zum Austausch von Infrastruktur- und Marktdaten geschaffen werden.

5. Die kollaborative Optimierung: Prozesse nutzen auch Infrastrukturinformationen

In einer Welt mit vernetzten Energieerzeugern, Energieverbrauchern und Speichern werden vielfältige Optimierungsstrategien angewendet, die auf einer physikalisch begrenzten Infrastruktur ablaufen – dem Stromnetz. Damit das Stromnetz an keiner Stelle überlastet wird und die Grenzwerte für die Netzspannung jederzeit eingehalten werden, benötigen die Optimierungsprozesse innerhalb der Sektorenkopplung Informationen über den Zustand der jeweiligen Infrastruktur, die sie verwenden.

Individuelle Optimierungsstrategien dürfen nicht zu lokalen oder globalen Überlastungen der Netzinfrastrukturen führen. Vielmehr sollten vernetzte Sektorenkopplungstechnologien innerhalb der gegebenen physikalischen Grenzen die bestehende Infrastruktur optimal ausnutzen.

Damit dies gelingen kann, müssen allen Parteien sicher auf Infrastrukturinformationen zugreifen, denen sie vertrauen können. Mit den Möglichkeiten der Digitalisierung kann dies effektiv umgesetzt werden. Der Zustand der Auslastung des Netzes hat nicht nur die Ausprägungen „alles ok“, „bald gibt es möglicherweise Probleme“ und „akute Probleme bedürfen einer sofortigen Lösung“. Fortschrittliche Digitalisierung ermöglicht es, Schattierungen zwischen diesen Zuständen einzunehmen und Zusatzinformationen für Prozesse zu geben. Dies kann grundsätzlich auch automatisiert erfolgen, da die einzuhaltenden physikalischen Grenzwerte im Verteilungsnetz (z. B. die zulässige Bezugs- oder Einspeiseleistung am Transformator oder die zulässige Abweichung von der Netznennspannung) klar definiert sind und daher die noch gegebenen Spielräume beziffern können.

Illustrative Beispiele für mögliche Zusatzinformationen für Optimierungsprozesse:

„Alles ist ok. An diesem Ortsnetztransformator kann noch 50% mehr Leistung, d.h. 300 kVA, abgerufen werden“ ist für Sektorenkopplungsprozesse auf der untersten Netzebene eine wertvolle dynamische Zusatzinformation, etwa hinsichtlich des Ladesäulenmanagements. Da Prozesse für sich bewerten können, dass durch eine Erhöhung ihrer Bezugsleistung keine Überlastung zu erwarten ist, können z. B. Preissignale des Energiemarkts frei genutzt werden, ohne das Netz zu überlasten.

„Achtung. Der Ortsnetztransformator ist zu 90% ausgelastet. Aktuell gibt es Rückspeisung in das vorgelagerte Netz. Es wird weiter steigende Einspeisung prognostiziert“ kann der Anstoß sein, dass Sektorenkopplungsanwendungen und Speicher die Bezugsleistung hinter dem *Mess- bzw. Informationspunkt* erhöhen. Transaktionsbasiert könnte so eine direkte Optimierung zwischen Erzeugern und Verbrauchern durchgeführt werden, z. B. angereizt durch reduzierte Netznutzungsentgelte.

„Halt. In der Istzustand-Bewertung wird die maximal zulässige abrufbare Leistung am Transformator erreicht. Die kumulierte abgerufene Leistung von steuerbaren Verbrauchern an diesem Mess- und Informationspunkt muss um x% reduziert werden, wobei Nichteinhaltung innerhalb von x Minuten zu Schaltanweisungen führt“ kann ein automatisch generiertes Signal des Verteilungsnetzbetreibers für einen bestimmten Netzabschnitt sein. So kann eine Überlastungssituation verhindert und schnell Leistungsreserve für nicht-steuerbare Verbraucher geschaffen werden.

Steuerbare Verbraucher (Ladesäulen und Wallboxen für Elektromobilität, Wärmepumpen und Heizanwendungen, verschiedenartige Internet-of-Things-Geräte), aber auch Einspeiser und dezentrale Speicher erhalten in den genannten illustrativen Beispielen wirksame Anreize, die Situation entweder schnell untereinander zu klären und sich gegenseitig etwa mit Hilfe von DLT zu entschädigen oder eben auf Leistungsbezug zu verzichten bzw. diesen zu verschieben, um Netzentgeltanreize zu nutzen oder Pönalen zu vermeiden.

Im Optimalfall bildet die Strukturierung der Informationen die tatsächliche Netztopologie eines Verteilungsnetzes möglichst gut ab. Abgänge von Transformatoren, an denen die einzelnen Netzstränge angeschlossen sind, wären z. B. geeignete Punkte für solche Informationsknoten.

Verbraucher, Sektorenkopplungsanlagen, verteilte Speicher und Erzeugungsanlagen, die „hinter“ diesen Informationsknoten liegen, könnten für ihre Optimierungsstrategien die gesichert vorliegenden Informationen abrufen bzw. einfach „abonnieren“. Ob diese Daten über zentrale Datenbanken z. B. der Netzbetreiber bereitgestellt werden oder ob sie dezentral verifiziert über DLT bereitgestellt werden, bedarf weiterer Untersuchungen. Da Netzbetreiber eben das Netz betreiben und im Normalfall nicht die daran angeschlossenen Verbraucher, Erzeuger und Speicher steuern, kann eine dezentrale und transparente Datenerhebung und Signalbereitstellung Vorteile bieten sowie deren Optimierungsprozesse hinsichtlich der Infrastrukturnutzung positiv zu beeinflussen. Distributed Ledger Technologien (DLT) können solche Informationen sicher bereitstellen und bieten gegenüber klassischen Datenbanken möglicherweise große Vorteile.

Die Vorteile eines solchen Ansatzes können anhand eines möglichen Zukunftsbildes für Sektorenkopplung in den Niederspannungsnetzen aufgezeigt werden.

Ein DLT-fähiges Messgerät an einem Informationsknoten (z. B. dem Transformator) misst Spannung und Strom, ermittelt daraus die Leistung und ggf. auch die Blindleistung. Diese Informationen werden periodisch als neuer nicht manipulierbaren Datenpunkt in den betreffenden digitalen Informationsknoten übermittelt. Über die DLT kann sichergestellt werden, dass nur dieses Messgerät verschlüsselt und manipulationssicher Daten übermitteln kann. So wird ein authentifizierter Informationsfluss dezentral für die Verknüpfungspunkte von z. B. Mittel- und Niederspannungsnetz (Ortsnetzstationen) bereitgestellt, der ggf. mit weiteren Informationen seitens des Netzbetreibers (z. B. Prognosen, variablen Netzentgelten für bestimmte Anwendungen) ergänzt werden können. Erzeugungsanlagen, steuerbare Verbraucher und Speicher können diese Informations-Streams „abonnieren“ und für ihre Optimierung nutzen. Das Rechte- und Zugriffsmanagement übernimmt dabei der Distributed Ledger.

Mit diesem Ansatz wird es möglich, individuelle Optimierungsstrategien zuzulassen, solange keine Netzprobleme bestehen. Bei drohenden Engpasssituationen kann mithilfe der verbundenen Anlagen im lokalen Netz transaktionsbasiertes Auslastungsmanagement angereizt werden. Im Fall von tatsächlichen Überlastungen der lokalen Infrastruktur können dezentrale Anweisungen gegeben oder Restriktionen verhängt werden. Dabei bietet der transaktionsbasierte Ansatz wesentliche Vorteile, denn Teilnehmer können sich so auch untereinander bilateral für ihre Flexibilität vergüten.

Ein Beispiel für kollaborative Optimierung: Wenn die Prognose der Netzauslastung am Informationsknoten zeigt, dass in den Abendstunden eine kritisch hohe Netzauslastung durch Ladevorgänge von Elektrofahrzeugen vorliegen kann, können Wärmeanwendungen oder Batteriespeicher ihre Speicherstände über den Tag so einstellen, dass sie auf den Strombezug in kritischen Stunden verzichten. Batteriespeicher in Prosumer-Systemen können zum aus Systemsicht geeigneten Zeitpunkt die Lasten des Prosumer-Systems selbst versorgen oder gar zusätzliche Leistung im konkreten Niederspannungsnetz bereitstellen. Elektrofahrzeuge, die ihren Ladevorgang um einige Stunden verlagern könnten, weil etwa deren Ladezustand ohnehin hoch ist, können sich ebenfalls für ihren Ladeverzicht von anderen Elektrofahrzeugen vergüten lassen, die nicht willig sind, ihren Ladevorgang zu verschieben und daher eine höhere Zahlungsbereitschaft aufweisen. All diese Informationen können in relativer Echtzeit mit der Prognose für die Auslastung des lokalen Netzes wechselwirken.

In dem Fall, in dem kein zufriedenstellendes Ergebnis im Netzauslastungsmanagement durch Erzeuger, steuerbare Verbraucher und Speicher gefunden werden kann – sprich das Niederspannungsnetz tatsächlich überlastet würde – besteht ein Anreiz für kollaborative und infrastrukturverträgliche Optimierung. Auch für nicht-steuerbare Verbraucher kann so ausreichend Spielraum geschaffen, deren Versorgung sicherzustellen.

Mit dezentralen Informationsknoten und einer transaktionsbasierten, kollaborativen und infrastrukturverträglichen Optimierung von Prozessen werden neue Dienstleistungen und auch neue Ansätze für die Infrastrukturfinanzierung denkbar.

Weltbildern aufweist. Allerdings war die Kryptowährung außerhalb der Hacker- bzw. Cypherpunk-Szenen lange Zeit weitestgehend unbekannt.

Die große Bekanntheit, die die Technologie heute genießt, erhielt sie vor allem durch eine entscheidende Weiterentwicklung, die 2015 mit der Ethereum Blockchain etabliert wurde: Die Möglichkeit, statt nur wie bei Bitcoin Geldbeträge zu übertragen, nun auch selbstausführenden Computercodes – sogenannte Smart Contracts – an eine Transaktion zu heften. Damit wurde das Funktionsspektrum der Technologie entscheidend erweitert und auch zunehmend für die Energiewirtschaft spannend. Häufig wird im Zusammenhang mit Ethereum auch von Blockchain 2.0 oder der zweiten Generation von Blockchains gesprochen.

Zwar ist Blockchain – die lineare Kette – als Datenstruktur wie bei Bitcoin, Ethereum, Monero oder Ripple die am weitesten verbreitete, aber nicht die einzige Möglichkeit die Daten eines distributed Ledgers zu organisieren. Nicht-lineare Datenstrukturen – sogenannte Directed Acyclic Graphs, kurz DAGs – werden in vielen der aktuellen Entwicklungen im DLT-Bereich verwendet. Dazu zählen unter anderem die in Berlin ansässigen IOTA, Hedera Hashgraph oder das Avalanche Protokoll. Als größter Vorteil von DAGs gegenüber Blockchains wird zu- meist die höhere Transaktionsrate angeführt, wodurch sie sich theoretisch besser für Mikrotransaktionen wie zum Beispiel zwischen vielen autonomen Maschinen eignen.

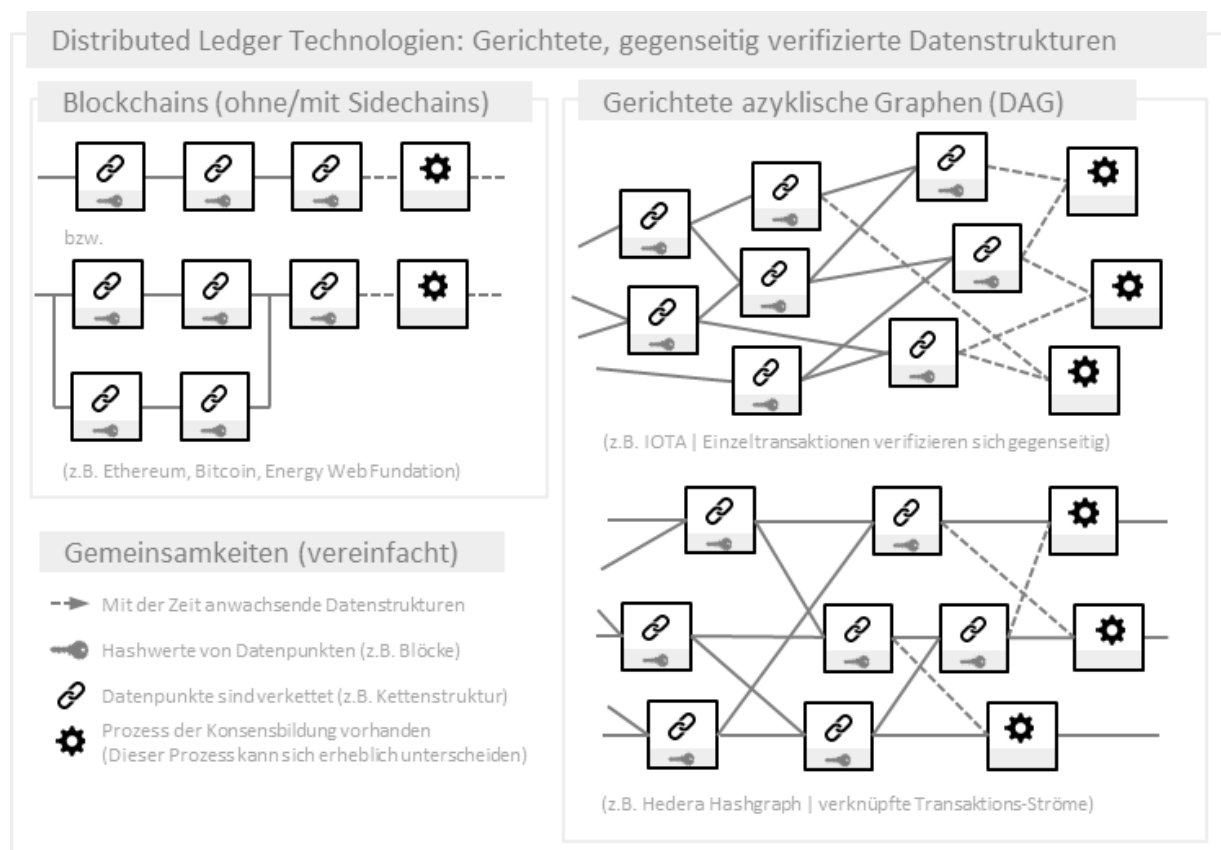


Abbildung 3: Distributed Ledger Technologien sind über die Zeit anwachsende und gegenseitig verifizierte Datenstrukturen, wobei es zahlreiche Ausprägungen gibt. Blockchains als eine Ausprägung von DTL sind in der Regel linear organisiert, können aber auch z. B. durch ebenfalls lineare Sidechains ergänzt sein. Daneben gibt es auch nicht-lineare Datenstrukturen, in der nicht eine Kette, sondern eine gerichtete („directed“) azyklische Datenstruktur entsteht.

Neben der Datenstruktur gibt es einen weiteren wichtigen Unterscheidungsfaktor zwischen verschiedenen DLTs: Die Frage, wer darf was innerhalb einer Blockchain bzw. einer DLT. Bei

öffentlichen Protokollen wie Bitcoin oder Ethereum dürfen alle Beteiligten ohne vorherige Registrierung oder Zugangskontrolle Transaktionen durchführen und sich am Verifizieren von Transaktionen bzw. Blöcken mittels Mining – also dem digitalen Schürfen der jeweiligen Kryptowährung – beteiligen. Das Protokoll sorgt durch aufwändige Sicherheitsmechanismen dafür, dass alle sich an die Regeln halten. Öffentliche Blockchains nutzen dafür häufig den sogenannten Proof of Work-Mechanismus. Da jeder sich als Miner betätigen darf, stehen diese im Wettbewerb um das Verlängern der Blockchain und die damit verbundene Belohnung zueinander. Hierbei müssen sie eine Vorabinvestition in Form von signifikanten Stromkosten erbringen. Die Ergebnisse dieses Minings werden von allen Beteiligten geprüft. Bei Betrug oder Fehlverhalten wird die Belohnung einbehalten. Die Sicherheit wird also über ökonomische Anreize gesichert. Öffentliche DLT-Lösungen haben weder Betreiber, noch eine Rechtsform oder einen Firmensitz.

Im Gegensatz dazu ist bei privaten oder konsortialen Blockchains der Zugang beschränkt. Insbesondere das Verifizieren von Transaktionen und damit das Anfügen neuer Blöcke an eine Blockchain wird bei privaten Lösungen durch eine, oder bei konsortialen Lösungen durch wenige, bekannte Akteure vorgenommen. Solche privaten und konsortialen Lösungen bieten den Vorteil, dass sie zentrale Ansprechpartner haben, die für Betrieb und Weiterentwicklung der Lösung sorgen und diese planbar machen. Außerdem sind sie durch den fehlenden Wettbewerb bei der Verifikation deutlich energieeffizienter, bieten potenziellen Angreifern aber auch ein klares Ziel.

Welche Art der DLT am besten geeignet ist, kommt maßgeblich auf die Anforderungen der jeweiligen Anwendung an und kann nicht pauschal beantwortet werden. Alle Varianten haben ihre Vor- und Nachteile. Im Energiebereich werden derzeit zum größten Teil konsortiale und private Blockchains angewendet. Eine Ausnahme bildet Ethereum als öffentliche Blockchain, die aufgrund ihrer fortgeschrittenen Funktionalität im Bereich der Smart Contracts noch viel verwendet wird.⁵ Auf die Energiewirtschaft spezialisierte Blockchains wie die Energy Web Foundation holen hier jedoch rasch auf.

A: Distributed Ledger Technologien und die Energiewirtschaft passen zusammen

Unsere Energiewirtschaft besteht aus einer Vielzahl von Märkten und Mechanismen, auf denen etliche Akteure tätig sind. Basierend auf Gesetzen und Regulierungen erfüllen alle diese Bestandteile der Energiewirtschaft eine bestimmte Aufgabe. So hat zum Beispiel der Energy Only Markt (also die Großhandelsplätze für Energie) die Aufgabe, Energiemengen möglichst (wirtschaftlich) effizient zu verteilen. Was all diese Einzelteile gemeinsam haben, ist, dass das jeweilige Geschehen durch wiederkehrende Prozesse beschrieben werden kann, durch die alle Akteure wissen, was sie zu tun haben.⁶

⁵ SolarPlaza (2017): Comprehensive Guide to Companies Involved in Blockchain & Energy, online unter: <https://www.solarplaza.com/channels/future-grid/11751/report-comprehensive-guide-companies-involved-blockchain-energy/>

⁶ Eine gute Übersicht der deutschen Prozesse in der Energiewirtschaft bietet zum Beispiel das Markrollenmodell des BDEW.

Zum allergrößten Teil sind Marktprozesse in der Energiewirtschaft heute digitalisiert. Allerdings haben sich die dafür verwendeten digitalen Standards im Vergleich zu anderen Branchen in den vergangenen Jahren kaum weiterentwickelt und stehen der Weiterentwicklung der Energiewirtschaft zum Teil im Wege. So wird zum Beispiel das in den 1970er Jahren entwickelte Datenformat EDIFACT noch heute als der Standard zur Marktkommunikation zwischen den verschiedenen Akteuren festgeschrieben.

Des Weiteren haben sich proprietäre Datensilos in Form von SAP- oder SCADA-Systemen gebildet. Das sind zwar bewährte Strukturen zur Verwaltung digitaler Daten, sie bergen aber auch Risiken und systemische Nachteile. Wenn zum Beispiel ein Netzbetreiber dafür verantwortlich ist und haftet, dass der Zugriff und die Integrität von Daten über die kritische Netzinfrastruktur gewährleistet ist, wird er viel daransetzen, dieses Daten zu schützen. Dieses sensible Rechtemanagement ging lange Zeit nur mit Hilfe ebensolcher zentraler Datenbanksysteme wie SAP. Dritten oder gar Konkurrenten möchte man die Verwaltung dieser sensiblen Daten und Zugänge nicht anvertrauen. Doch damit entstanden so genannte *Single Points of Failure*. Wenn ein solches zentrales System ausfällt, angegriffen oder kompromittiert wird, kann das weitreichende Folgen für kritische Infrastrukturen haben.

Außerdem werden wichtige akteursübergreifende Prozesse wie etwa der Wechsel des Stromlieferanten – auf den wir gleich noch näher eingehen – durch Inkompatibilitäten zwischen den IT-Systemen verschiedener Akteure verlangsamt. An den Übergängen von einem Silo zum nächsten werden häufig manuelle Eingriffe notwendig, wodurch solche Prozesse nicht durchgängig automatisiert werden können. Neuartige Geschäftsmodelle können dadurch behindert werden, da einige wenige Akteure als “Gatekeeper” für Informationen über öffentliche Güter wie das Stromnetz fungieren, was den Markteintritt für neue Player, die dringend benötigte Innovation in das Energiesystem bringen, enorm erschwert.

Was für die nächste Phase der Energiewende neben den beschriebenen Sicherheitsaspekten unverzichtbar ist, ist eine leistungsfähige digitale Infrastruktur, die in der Lage ist, die wachsende Komplexität unseres Energiesystems abzubilden, wozu vor allem Skalierbarkeit und Geschwindigkeit beitragen. In proprietären Silos stößt man hierbei sehr schnell an Grenzen.

Was es also braucht, ist eine Möglichkeit, die zentralen IT-Strukturen der Energiewirtschaft zu öffnen, ohne dabei die Sicherheit oder Integrität der Daten zu gefährden. Gleichzeitig muss einer solchen Infrastruktur von den Nutzern ebenso vertraut werden wie ihren bisherigen IT-Systemen. An dieser Stelle kommen Blockchain und DLT ins Spiel.

Wie oben beschrieben kann durch DLT das Vertrauen, das bisher bestimmten Akteuren zugesprochen wird, die als Treuhänder fungieren – wie ein Netzbetreiber – übertragen werden auf eine gemeinschaftliche Infrastruktur, deren Vertrauensbasis Transparenz und Kryptografie ist. Transaktionen zwischen Akteuren der hochkomplexen Stromwirtschaft, aber auch an den Grenzen zu anderen Energiesektoren wie Mobilität oder Wärmeversorgung könnten mit diesem neuen technologischen Ansatz die hohen Anforderungen der Energiewende an ihre Prozesse besser erfüllen. Silostrukturen könnten abgelöst werden durch Transparenz und gegenseitige Kontrolle. Welche Vorteile das konkret sein könnten, ist nachfolgend in einigen Beispielen dargestellt.

Beispiel 1: Wechsel des Stromlieferanten

Möchte man als Verbraucher den Stromlieferanten wechseln, wird im Hintergrund ein Prozess angestoßen, an dem mehrere energiewirtschaftliche Akteure beteiligt sind. Neben dem alten und dem neuen Lieferanten sind der Messstellenbetreiber und der Verteilnetzbetreiber involviert. Die genauen Abläufe sind in den GPKE – den Geschäftsprozessen zur Kundenbelieferung mit Elektrizität – beschrieben.

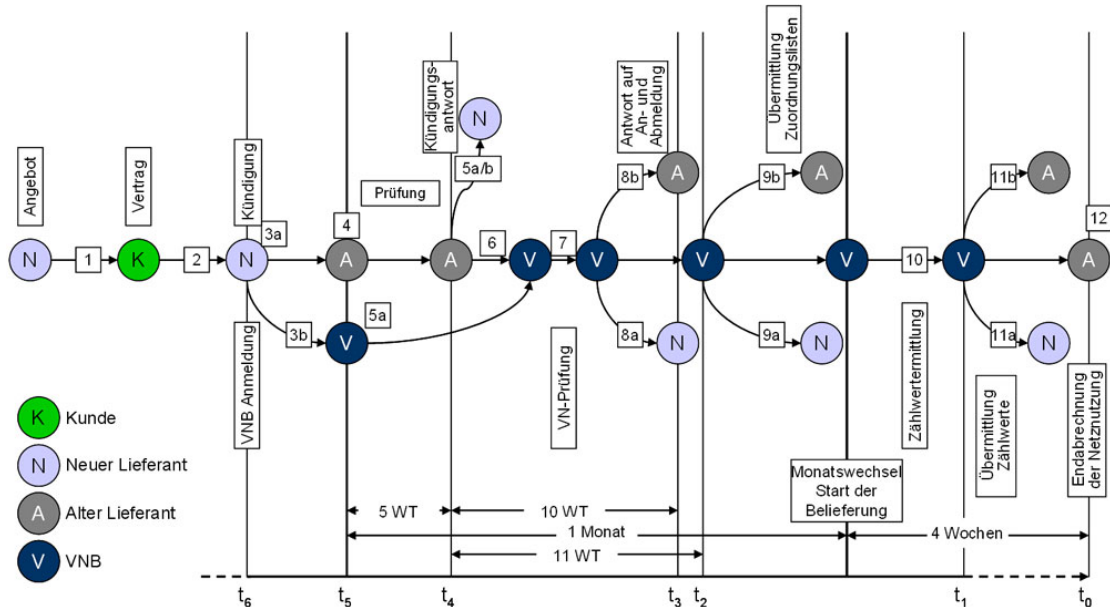


Abbildung 4: Schematische Darstellung des derzeitigen Lieferantenwechselprozesses

Dreh- und Angelpunkt dieses Prozesses ist letztendlich eine Zuordnung von Messstellen – also Stromkunden – zu einem bestimmten Versorger, die beim Netzbetreiber verwaltet wird. Hierbei müssen diverse Prüfungen und Bestätigungen zwischen den Akteuren ausgetauscht werden (siehe Grafik). Dafür wird das oben bereits erwähnte EDIFACT-Protokoll genutzt. Da sich dieser Prozess über verschiedene Akteure und IT-Systeme erstreckt, ist er nur begrenzt automatisierbar. Es kann bis zu zwei Monate dauern, einen Stromversorger zu wechseln. Für eine zukünftige Energiewirtschaft, in der Kleinsterzeuger und Verbraucher automatisiert Strom untereinander handeln wollen – was energierechtlich hochfrequenten Lieferantenwechseln gleichkommt – ist dieser Prozess offensichtlich nicht leistungsfähig genug.

Durch DLT könnte die oben beschriebene Zuordnung von Messstellen und Stromversorgern auf einer gemeinschaftlich genutzten Infrastruktur – einem Protokoll – aufgebaut werden, die anstelle des Netzbetreibers das Rechte- und Zugriffsmanagement übernimmt. Die Automatisierung – und damit Beschleunigung – des Prozesses müsste damit nicht unvollständig innerhalb einzelner IT-Systeme stattfinden, sondern könnte mithilfe von Smart Contracts auf einer DLT ausgeführt werden. DLT würde in diesem Anwendungsfall als Interoperabilitäts-Garant dienen. Was heute noch zwei Monate dauert, könnte in Sekunden erledigt sein.

Beispiel 2: Marktstammdatenregister

Das bei der Bundesnetzagentur (BNetzA) geführte Marktstammdatenregister (MaStR) erfasst die Daten aller Strom- und Gaserzeugungsanlagen in Deutschland. Dazu gehören Informationen zur installierten Leistung, der Art der Anlage, dem Vergütungsmodell, dem Inbetriebnahmedatum und vielen weiteren Punkten. Das MaStR ist damit eine wichtige Quelle für die Analyse unseres Energiesystems, die Entwicklung von neuen Geschäftsmodellen und die Interaktion mit den Anlagen bzw. ihren Betreibern. Wird eine Solaranlage beispielsweise von Einspeisung mit EEG-Vergütung auf Direktvermarktung umgestellt, muss diese Information hier eingetragen werden.

Entsprechend ist die Verifikation neuer Einträge – die auch als Transaktionen verstanden werden können – sowie die Integrität der gespeicherten Daten außerordentlich wichtig. Allerdings hält sich der Funktionsumfang des MaStR derzeit noch in Grenzen. So ist zum Beispiel eine automatisierte An- und Abmeldung von Geräten für verschiedene Dienstleistungen – zum Beispiel die Erbringung von Flexibilität oder Redispatch – je nach Bedarf des Systems heute noch nicht möglich. Solche An- und Ummeldungen werden derzeit noch manuell durchgeführt. Eine DLT-Lösung könnte hier einen deutlich höheren Automatisierungsgrad ermöglichen. So könnte zum Beispiel die spezialisierte Hardware des Smart Meter Gateways, das diese Anlagen ohnehin nutzen, zur digitalen Signierung solcher An- und Abmeldeprozesse genutzt werden, da sie von einer vertrauenswürdigen Instanz – in diesem Fall dem Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) – zertifiziert wurden.

Beispiel 3: Nachweise und Zertifikate

In der Energiewirtschaft gibt es unterschiedliche Arten von Zertifikaten. Zu ihnen zählen etwa Grünstromzertifikate, die es ermöglichen, Strom aus erneuerbaren Energiequellen zu handeln, oder die beim Umweltbundesamt registrierten Regionálnachweise, die es Stromversorgern ermöglichen, ihre Kunden gezielt mit Strom aus einer bestimmten Region zu beliefern. All diese Nachweise und Zertifikate haben eines gemeinsam: Sie bilden bestimmte Eigenschaften von eingespeisten Strommengen ab, die entlang der Wertschöpfungskette von Bedeutung sind.

Mithilfe von DLT in Kombination mit vertrauenswürdigen Orakeln – so nennt man die Geräte, die digitale Informationen in eine Blockchain einspeisen – wie dem Smart Meter Gateway könnte jedwede Eigenschaft einer Kilowattstunde kryptografisch signiert werden und transparent und fälschungssicher dokumentiert werden. Es ergäbe sich ein umfassendes Bild von Energie-Handelseinheiten – ein digitaler Fingerabdruck. Damit würde die Notwendigkeit für verschiedene koexistente Register entfallen, was einem enormen Effizienzgewinn darstellen würde.

Durch einen solchen digitalen Fingerabdruck ließen sich neuartige Geschäftsmodelle wie Peer to Peer Energy Trading oder energiewirtschaftliche Ausnahmeregelungen wie vermiedene Netzentgelte weitestgehend automatisieren. Smart Contracts könnten die

Eigenschaften einer jeden Kilowattstunde überprüfen und automatisiert entsprechende Aktionen – wie eine Vergütung zu verbuchen – ausführen.

Die redundante und fälschungssichere Speicherung solcher umfassenden Datensätze bedeutet außerdem, dass es für den unwahrscheinlichen Fall, dass einzelne Systeme korrumpiert werden, oder ein kritischer Systemfehler eintritt, einen *Fail-Safe* gibt. Man hätte damit einen „letzten Stand der Energiewirtschaft“ der bei der Wiederherstellung des Regelbetriebs von großem Wert wäre. Doch auch jenseits eines Blackouts oder Systemfehlers kann DLT helfen, die Transparenz im Energiesystem – wie etwa mit Live-Zustandsdaten von Netzbetriebsmitteln – zu verbessern. Dadurch könnten Ineffizienzen aufgedeckt, Prozesse automatisiert und Verursachergerechtigkeit besser verankert werden.

Beispiel 4: Interoperabilität

Die fortschreitende Sektorenkopplung bringt weitreichende Herausforderungen mit sich. Jeder Sektor – ob Strom, Verkehr oder Wärme – hat seine eigenen etablierten Kommunikations- und Datenstandards. Während in der Energiewirtschaft zum Beispiel MaBis, GPKE und EDIFACT das Geschehen bestimmen, sind im Verkehrsbereich CAN-Bus und Telemetriedaten gefragt. Es braucht also mittelfristig vertrauenswürdige Datenschnittstellen an den Übergängen zwischen den Sektoren.

Hier wird über kurz oder lang ein Machtkampf der etablierten Player bezüglich der Frage entstehen, wer in einem zunehmend vernetzten System die gemeinsamen und übergreifenden Standards setzt. DLT als gemeinsam betriebene und vertrauenswürdige Infrastruktur könnte dies auflösen, zumindest in den Bereichen, in denen durch die Sektorenkopplung neue oder zusätzliche Abstimmungsbedarfe entstehen. Damit könnten die bestehenden Strategien und Gesetze zur Digitalisierung der Energiewende (z. B. Smart Meter Rollout) hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit weiterentwickelt werden. DLT würde hierbei die Interoperabilität zwischen den verschiedenen Akteuren und Sektoren garantieren.

Bei all den Chancen, die DLT für die Energiewende bietet, muss auch eines klar sein: Die Technologie wird nicht alle Herausforderungen der Energiewirtschaft auflösen können. Vielmehr besteht eine gegenseitige Wechselwirkung mit Regulierung und Marktdesign. Es ist nicht die „Silver Bullet“, die politische Entscheidungsträger davon befreit, Stellung zu beziehen zu wichtigen Grundsatzfragen der Energiewende. Auch mit DLT müssen einige grundsätzliche Fragestellungen der Energiewende neu gestellt und beantwortet werden. Dazu gehören unter anderem eine Reform des Abgaben- und Umlagensystems, ein Preis auf den Ausstoß von Treibhausgasen oder die Senkung vieler Markteintrittsbarrieren. DLT können ein Enabler für die nächste Stufe der Energiewende sein, benötigen aber auch ein mutiges neues Marktdesign. Deutschland könnte hier mit einem internationalen Best Practice-Beispiel vorangehen. Was es dafür braucht, ist Veränderungsbereitschaft, Gestaltungswille und Experimentierfreude.

B: Innovative und wertebasierte Technologiegestaltung

Distributed Ledger Technologien und Blockchain haben den Punkt längst überschritten, bis zu dem man sie als bloßen Hype abtun konnte.

Weltweit sind Milliarden investiert worden, Lehrstühle an Universitäten geschaffen worden und Tausende von Entwicklern tätig. Auf die ein oder andere Art und Weise wird diese Technologie-Familie unsere digitale Zukunft mitprägen, auch wenn das "Buzzword" Blockchain möglicherweise an Prominenz verlieren wird. Wie jede technologische Entwicklung zuvor, kann auch DLT unterschiedlich eingesetzt oder gar – wie im Fall der unzähligen Betrugsfälle in der "Crypto-Szene" – missbraucht werden. Manche Implikationen von technologischem Wandel sind dagegen überhaupt nicht absehbar oder intendiert. So war FCKW als Kühlmittel in Kühlschränken zwar ein gut gemeinter technologischer Fortschritt, seine negativen Auswirkungen auf die Ozonschicht aber derart groß, dass es weltweit verboten werden musste. Auch die Weiterentwicklung der Blockchain-Technologie sollte daher möglichst in Bahnen gelenkt werden, die unserer Vorstellung von Gemeinwohl und Werten entsprechen. Dafür ist es essenziell, dass das Thema Regulierung positiv besetzt wird. Sie kann helfen, die Planungssicherheit und Risikoabschätzung vieler Akteure zu erleichtern und sollte als Hilfestellung für eine weitere Verbreitung der Technologie kommuniziert werden. Doch wie kann der Gesetzgeber das konkret tun?

Beim Thema DLT haben es Gesetzgeber und Regulierungsbehörden nicht leicht, denn die Technologielandchaft ist schon heute hochgradig komplex und entwickelt sich in einer atemberaubenden Geschwindigkeit.

Hinzu kommt, dass DLT auf zwei verschiedenen Ebenen zum Einsatz kommt, die vollkommen unterschiedliche regulative Ansprüche haben:

Auf der einen Seite wird die Technologie von privatwirtschaftlich agierenden Unternehmen – häufig Startups – eingesetzt, um Anwendungen zu kreieren, die Gewinne generieren sollen. Diese sollten allen gängigen Regularien unterliegen, die auch für nicht-Blockchain-Unternehmen gelten – zum Beispiel der Besteuerung von Gewinnen.

Auf der anderen Seite können zahlreiche Entwicklungen im DLT-Bereich als öffentliche, digitale Infrastrukturen verstanden werden, auf denen wiederum erstere ihre Anwendungen aufbauen können. Dies trifft insbesondere auf öffentliche DLT wie Ethereum oder IOTA zu. Einige Lösungen wie zum Beispiel Ethereum haben sich bereits heute zu Quasi-Standards entwickelt, auf denen viele Unternehmen ihre Applikationen aufbauen.

Die erste dieser Ebenen – die Applikationen – unterliegen dem Wettbewerb. Wer die bessere Lösung entwickelt, kann mehr Gewinn erzielen. In diesem Bereich ist insbesondere Finanzmarktregulierung gefragt, um klare und faire Rahmenbedingungen zu schaffen. Die Ebene der

Infrastruktur hingegen, auf der weitere gesellschaftliche Wohlfahrt aufgebaut werden soll, bedarf besonderer politischer bzw. regulatorischer Aufmerksamkeit. Auf diese Ebene von DLT beziehen sich die nachfolgenden Empfehlungen:

Öffentliche Infrastrukturen brauchen Legitimation

Wie oben beschrieben, kann ein Teil des Blockchain- und DLT-Bereichs als öffentliche, digitale Infrastruktur aufgefasst werden. Die meisten Infrastrukturen – vom Stromnetz über 5G-Netze bis zu Autobahnen – unterliegen einer staatlichen bzw. demokratischen Legitimation durch Regulierungs- und Aufsichtsbehörden, deren Aufgabe es unter anderem ist, Spannungsverhältnisse durch unterschiedliche Interessen abzuwägen.

Entsprechend sollte auch bei der Weiterentwicklung von DLT-Infrastrukturen durch eine von der jeweiligen Organisation unabhängige und interdisziplinäre Bewertung sichergestellt werden, dass diese gemeinwohlorientiert ist und im Einklang mit politischen Zielen, wie etwa den Klimazielen, steht. Solche weitreichenden Entscheidungen sollten nicht den Entwicklern allein überlassen werden, da sie nicht alle komplexen Auswirkungen ihrer Entscheidungen abschätzen können.

Facebook und Amazon haben gezeigt, wie schnell sich Quasi-Standards aus intransparenten und unregulierten Privatunternehmen entwickeln können, die faktisch Infrastrukturen für viele andere Organisationen zur Verfügung stellen. Intransparente Algorithmen, enorme Marktmacht und Einfluss auf Wahlen und gesellschaftliche Stimmungsbilder – an den derzeitigen Diskussionen zu solchen Plattformen kann man eindrucksvoll ablesen, was passiert, wenn man Anbieter digitaler Infrastruktur ausschließlich der Selbstregulierung überlässt.

Bei einem im Zuge der Ausarbeitung dieses Papiers durchgeführten Blockchain-Roundtable wurde sogar diskutiert, ob Teile von kritischen öffentlichen Infrastrukturen von der öffentlichen Hand zur Verfügung gestellt werden sollten, um sie vor eigennützigen Entscheidungen weniger Individuen zu schützen. Hier zeigt sich großer Diskussionsbedarf, den die Politik unbedingt aufnehmen und aktiv moderieren sollte. Ein geordneter Dialog mit Vertretern unterschiedlicher Sektoren und Disziplinen erscheint hierfür das geeignete Mittel zu sein.

Noch kommt ein großer Teil der technologischen Grundlagen – insbesondere für die Infrastrukturebene – aus Deutschland. Kommen diese allerdings nicht aus Europa, sondern aus den USA oder China, werden unsere Europäischen Werten zurückgedrängt. Man denke nur daran, welche immense Macht Facebook als privates Unternehmen auf den öffentlichen Diskurs, Wahlen und die Demokratie hat. Der Standort Deutschland sollte deshalb durch klare Rahmenbedingungen für die Entwickler-Community attraktiv gehalten werden, um nicht den bisherigen Vorsprung einzubüßen. Eine überlegene Technologie setzt schnell Quasi-Standards. Deutschland und Europa sollten daher bei der progressiven, wertebasierten Gestaltung und Regulierung von DLT und Blockchain eine Vorreiterrolle einnehmen. Auf diese Weise könnte der Technologiebereich auch seinem Versprechen, die Welt effizienter und gerechter zu machen, auch tatsächlich gerecht werden.

Mindestanforderungen statt Standardisierung

Standardisierung ist ein viel diskutiertes Thema im DLT Bereich. Eine Standardisierung könnte helfen, wichtige Schnittstellen – etwa mit Datenquellen außerhalb eines Distributed Ledgers – zu definieren und Planungssicherheit für Entwicklungsprozesse zu schaffen. Außerdem könnte ein Standard potenziellen Nutzern ein erhöhtes Vertrauen in die Technologie schenken und damit zu einer schnelleren Marktdurchdringung führen. Häufig dauern Standardisierungen aber sehr lange, sind von aufwändigen Abstimmungsprozessen geprägt und eignen sich eher für Bereiche, in denen davon auszugehen ist, dass ein bestimmter Status Quo lange erhalten bleibt. Doch dieser ändert sich bei DLT ständig.

Kaum ein Technologiebereich entwickelt sich so rasant wie DLT. Fast täglich werden neue Forschungsergebnisse, Projekte und Anwendungen vorgestellt. Der Status Quo sowie der Benchmark in vielen Sub-Bereichen der Technologie verändert sich daher permanent. Viele der Innovationen passieren darüber hinaus in Open-Source-Strukturen, die auf die verteilte Intelligenz der Entwickler-Community setzt. Der Versuch, DLT oder Blockchain zu standardisieren, würde in starkem Widerspruch zu diesen Eigenschaften stehen.

Nichts desto trotz kann und sollte die Politik ihrer Gestaltungsaufgabe nachkommen und im Dialog mit verschiedenen Disziplinen technologieoffene Mindestanforderungen für den Technologiebereich formulieren, die weitere Innovation begünstigen, sich adaptiv an den Stand der Technik anpassen, jedoch etwaige negative Implikationen eindämmen.

Dafür muss zunächst geklärt werden, welche Qualitätsmaßstäbe gemessen und verglichen werden sollten. Ein auf nationaler oder EU-Ebene entwickeltes Set an Indikatoren sowie ein Gütesiegel á la *made in Germany* würde der Technologie beim Hochlauf helfen und wäre Grundvoraussetzung für den Einsatz in kritischen Infrastrukturen. Zu diesen Mindestanforderungen könnte ein Mindestmaß an Energieeffizienz genauso gehören wie das Einhalten der Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) oder eine demokratische Gewaltenteilung bzw. Legitimation bei der Weiterentwicklung und Lenkung der jeweiligen Technologie. Anregungen für ein solches Gütesiegel bieten unter anderem Best Practice-Beispiele wie die Eco Design-Richtlinie oder die Sustainable Development Goals der Vereinten Nationen.

Energieeffizienz

Der Energieverbrauch bzw. die Energieeffizienz von DLT – insbesondere der einiger Blockchains – sorgt immer wieder für Kontroversen. Es verwundert nicht, dass insbesondere NGOs, Unternehmen und Verbände aus der Energiebranche diesen Diskurs anführen – sie haben eine natürliche Affinität zu energiebezogenen Fragestellungen. Ihre große Befürchtung ist ein Rebound-Effekt, der die große Innovationskraft von DLT durch den enormen Energieverbrauch zunichte macht und auf einer gesellschaftlichen und globalen Ebene mehr Schaden anrichtet als Positives bewirkt.

Für den hohen Energieverbrauch – etwa bei Bitcoin oder Ethereum – ist vor allem der Konsensmechanismus verantwortlich. Diesen gibt es in verschiedenen Ausprägungen, doch vor allem der so genannte Proof of Work ist energieintensiv.

Hier konkurrieren weltweit Miner – also digitale Goldschürfer – darum, mit immer mehr Rechenleistung ein Zufallsrätsel zu knacken, um dafür finanziell entlohnt zu werden. Das große Problem daran: Es finden viele Milliarden Rechenoperationen parallel statt, von denen letztendlich nur eine einzige zum Ergebnis führt. Doch sie alle verbrauchen Unmengen von Strom. Bei Bitcoin als der größten Kryptowährung liegt der Energieverbrauch des dort verwendeten Konsensmechanismus Proof of Work mittlerweile in der Größenordnung ganzer Nationen. Zwar gibt es mittlerweile einige Alternativen zum Proof of Work-Mechanismus, wie etwa Proof of Stake oder Proof of Authority, die deutlich weniger Energie verbrauchen, doch zumindest für Bestandsinfrastrukturen wie Ethereum bleibt das Problem bestehen. Hinzu kommt, dass es derzeit noch keine einheitliche Methodik gibt, um die Energieeffizienz verschiedener DLT zu vergleichen. Zwar sind PoW-Blockchains im Allgemeinen energieintensiver, als solche mit anderen Konsensmechanismen, aber es gibt auch Beispiele, die aufgrund weniger Miner oder wenig Wettbewerb (noch) verhältnismäßig wenig Energie verbrauchen. Es kann also weder über den Konsensmechanismus allein noch über die Anzahl der Transaktionen pro Sekunde oder das Alter der Blockchain bzw. DLT ein genauer Rückschluss auf die Energieeffizienz einer jeweiligen Lösung gezogen werden.⁷

Da die Vergleichbarkeit von Energieeffizienzen aber eine wichtige Grundvoraussetzung für politische und regulatorische Entscheidungen ist, sollte die Entwicklung einer einheitlichen Methodik zur Bewertung der Energieeffizienz von DLT-Lösungen einen hohen Stellenwert in der kommenden nationalen Blockchain-Strategie einnehmen.

Es ist es wichtig, dass sich die Entwicklung neuer vielversprechender Technologien wie DLT mit den Zielen der Energiewende deckt. Eine hohe Energieeffizienz ist daher ein Muss für den Einsatz im Energiebereich, aber auch darüber hinaus. So kann die Technologie zielgerichtet zu einem Enabler für die zukünftige Energiewende werden, ohne dabei deren Ziele zu gefährden.

Einladung zur Diskussion

Zusätzlich zum ambitionierten Ausbau von Erneuerbaren Energien ist Sektorenkopplung der nötige Schritt, um Klimaschutzziele in allen Energiesektoren zu erreichen. Dieses Papier soll dazu beitragen, die Diskussion um die Herausforderungen des Auslastungsmanagements im Verteilungsnetz im Rahmen der Sektorenkopplung zu vertiefen. Außerdem soll es helfen, die Stärken, Schwächen, Lücken und Ergänzungsbedarfe der Digitalisierung der Energiewende zu identifizieren und mögliche Lösungsoptionen zu finden. Das Papier ist als Einladung zu einer offenen und interdisziplinären Diskussion zu verstehen. Wir freuen uns auf Ihr Feedback.

⁷ Fabian Reetz (2019): Blockchain und das Klima, online unter: <https://www.stiftung-nv.de/de/publikation/blockchain-das-klima-warum-die-nationale-blockchain-strategie-innovations-und>



Als Dachverband der Erneuerbare-Energien-Branche bündelt der BEE die Interessen von 55 Verbänden und Unternehmen mit 30.000 Einzelmitgliedern, darunter mehr als 5.000 Unternehmen. Unser Ziel: 100 Prozent Erneuerbare Energie.

Berlin, August 2019

Kontakt:

Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.
030 275 81 70 - 00, info@bee-ev.de

Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.
Invalidenstraße 91
10115 Berlin

www.bee-ev.de