

30/2016

## BLOCKCHAIN IN DER ENERGIE- WIRTSCHAFT

Schöne neue (digitale) Energiewelt  
für Verbraucher\_innen und Prosumer?

### AUF EINEN BLICK

**Die Blockchain-Technologie könnte der Schlüssel für die „Energiewende 2.0“ sein. Die kostengünstige Abwicklung von Energielieferungen zwischen selbst kleinsten Erzeugern und Verbraucher\_innen ohne Intermediäre, die sichere und eindeutige Dokumentation von Transaktionen und Herkunftsnachweisen sowie eine erhöhte Transparenz und Flexibilität versprechen, die Dezentralisierung und Demokratisierung des Energiesystems zu fördern und Verbraucher\_innen und Prosumern zu stärken. Doch die technischen und regulatorischen Herausforderungen sind groß.**

Die Blockchain-Technologie als innovatives Verfahren der Datenspeicherung und -validierung „elektrisiert“ nun auch die Energiewelt, nachdem sie im Finanzbereich mit Kryptowährungen wie „Bitcoin“ und „Ethereum“ bereits einen beachtlichen Reifegrad erreicht hat. Ihr wird das Potenzial zugeschrieben, das traditionell mehrstufige Energielieferungs- und Transaktionssystem über Intermediäre wie Energieversorger und Banken durch ein dezentrales System direkt zwischen Erzeuger und Verbraucher\_in zu ersetzen. Damit könnte die Blockchain-Technologie der Schlüssel für die nächste Stufe der Energiewende sein und den durch Energiewende und Digitalisierung eingeleiteten Strukturwandel in der Energiebranche weiter befeuern. Wegen dieses „disruptiven“ Potenzials sowie angesichts erster Blockchain-basierter Anwendungen auch in Deutschland sollten die Chancen und Risiken der Blockchain-Technologie frühzeitig abgewogen werden. Damit kann der Entwicklungsprozess begleitet und gegebenenfalls rechtzeitig (regulatorisch) mitgestaltet werden.

### (1) FUNKTIONSWEISE DER BLOCKCHAIN

„Blockchain“ steht für die digitalisierte dezentrale Durchführung und Abrechnung von Transaktionen direkt zwischen einem Anbieter und einem Nachfrager („Peer-to-Peer“) im Rahmen eines Computer-Netzwerks mit vielen anderen Teil-

nehmenden. Wesentliches Merkmal ist das Fehlen einer zentralen Instanz.

Zunächst einigen sich Anbieter und Nachfrager\_in über die Transaktionsdetails wie Menge und Preis. Die Informationen dieser einzelnen Transaktion werden mit anderen Transaktionen anderer Teilnehmer\_innen aus demselben Zeitraum zu einem Datenblock zusammengefasst und verschlüsselt auf allen am Netzwerk beteiligten Rechnern lokal gespeichert. Dadurch bestätigen die Mitglieder des Netzwerks automatisch die Transaktion (sog. Validierung). Der einzelne Datenblock wird mit früheren Datenblöcken zu einer Blockkette (Blockchain) verknüpft. Diese Blockkette wird fortlaufend durch neue Datenblöcke verlängert. Damit sind alle beteiligten Nutzer\_innen „Zeug\_innen und Hüter\_innen“ jeder einzelnen Transaktion sowie der gesamten Blockchain.

Durch die dezentrale Speicherung der Blockchain ist eine nachträgliche Manipulation offenbar sehr schwierig bis nahezu unmöglich. Denn im Rahmen der Validierung neuer Transaktionen überprüft der Schwarm der Rechner sich selbst. Ein Abgleich mit der gespeicherten Blockchain würde eine Abweichung erkennen und die Transaktion nicht validieren. Die Blockchain-Technologie ermöglicht damit potenziell eine sichere Dokumentation von Transaktionen ohne eine zentrale Stelle wie etwa ein Geldinstitut, das die Richtigkeit der Daten verbürgen müsste.

### (2) ÖFFENTLICHE UND PRIVATE BLOCKCHAINS

Es ist zwischen öffentlichen und privaten Blockchains zu unterscheiden. Vereinfacht dargestellt sind sie vergleichbar mit Computer-Betriebssystemen. Öffentliche Blockchains entsprechen Open Source-Betriebssystemen wie „Linux“:

>

Sie sind offen für alle, es gibt keine zentrale Organisation, die den Zugang kontrolliert. Private Blockchains entsprechen proprietären Betriebssystemen wie „Windows“: Der Zugang ist nicht frei, sondern muss z. B. durch eine Gebühr oder den Kauf entsprechender Soft- oder Hardware bezahlt werden. Daraus ergibt sich ein weiterer wichtiger Unterschied: In einer öffentlichen Blockchain ist die Identität der Teilnehmer\_innen anonym. In einer privaten Blockchain werden die Teilnehmer\_innen vorab identifiziert und sind damit bekannt. Letztlich entsprechen private Blockchains nicht mehr der ursprünglichen Beschreibung einer Blockchain. Sie ähneln eher konventionellen Cloud-Anbietern.

### (3) SMART CONTRACTS

Die Ausführung einer Transaktion kann von den beteiligten Parteien vom Eintritt bestimmter Bedingungen abhängig gemacht werden. Auch für die Abwicklung und Überprüfung der Transaktion können Bedingungen hinterlegt werden. Diese Bedingungen können mittels spezieller Programmiersprachen „digital“ formuliert werden. Innerhalb der Transaktion werden diese „smarten“ Bedingungen dann automatisiert ausgeführt. Eine schriftliche Fixierung des Vertrags wird damit unter Umständen überflüssig. Solche Computerprotokolle, die Verträge abbilden oder überprüfen oder die Verhandlung oder Abwicklung eines Vertrags technisch unterstützen, werden Smart Contracts genannt.

So könnten z. B. ein Energieproduzent und ein Verbraucher oder eine Verbraucherin einen Smart Contract aufsetzen, der die Versorgung und Bezahlung voll automatisch und gesichert regelt. Kommt der/die Verbraucher\_in seiner/ihrer Zahlung nicht nach, würde der Smart Contract, wenn sich die Parteien vorher hierauf geeinigt haben, die Stromversorgung automatisch einstellen, bis die Zahlung nachträglich geleistet worden ist.

Die Verbindung einer öffentlichen Blockchain mit Smart Contracts ist Grundlage des Ethereum-Projekts (Ethereum 2016), das bei etablierten Unternehmen wie Microsoft, Samsung oder RWE Beachtung findet. Ethereum wird zugetraut, ein internationales, einheitliches und automatisiertes Bezahlungssystem zu errichten.

### (4) POTENZIAL DER BLOCKCHAIN IM ENERGIEBEREICH

Mehrere Studien, u. a. der Verbraucherzentrale Nordrhein-Westfalen (PricewaterhouseCoopers International 2016) und der dena (Deutsche Energie-Agentur 2016) bescheinigen der Blockchain-Technologie im Energiebereich – theoretisch – vielfältige Anwendungsmöglichkeiten: Der klassische Strom-, Gas- und Fernwärmevertrieb, der Handel erneuerbarer Energie, Transaktionen rund um die Netze, Messdienstleistungen, Ables- und Abrechnungsverfahren, die Dokumentation von Eigentumsverhältnissen und Anlagenzuständen sowie der Handel von Herkunftsnachweisen, CO<sub>2</sub>- und Ökostromzertifikaten könnten in Teilen oder vollständig über eine Blockchain abgebildet werden.

#### – Dezentrales Energielieferungs- und Transaktionssystem ohne Intermediär

Übertragen auf den Energiemarkt ermöglicht die Blockchain-Technologie theoretisch einen dezentralen Markt der Energieerzeugung und -belieferung, in dem die Rolle von Intermediären wie Energieversorger, Strombörsen, Stromhändler und Banken überflüssig wird. Verbraucher\_innen könnten Strom und Wärme über automatisierte Prozesse mittels Smart Contracts direkt bei Energieerzeugern beziehen. Umgekehrt könnten auch Betreiber kleinster Erzeugungsanlagen die selbst erzeugte Energie direkt an andere Verbraucher\_innen vermarkten.

In einer digitalisierten Energiewelt der Zukunft, in der jede kleinste Erzeugungsquelle und jedes kleinste Haushaltsgerät intelligent und über das „Internet der Dinge“ miteinander verbunden sind, verkauft die Balkon-Solaranlage eines/einer Wohnungsmieters/Wohnungsmieterin also echten Ökostrom an den Toaster des/der Mieters/Mieterin nebenan – vollautomatisch.

#### – Kostensenkungs- und Flexibilitätspotenziale

Treiber für die Entwicklung der Blockchain-Technologie ist ihr enormes Kostensenkungspotenzial. Davon könnten auch Verbraucher\_innen profitieren. Dies gilt umso mehr für den Energiebereich. Zum einen entfallen die bisher für jede Kilowattstunde eingepreisten Kosten und Margen der beteiligten Intermediäre wie Stromhändler, Strombörse, Energieversorger und Banken bei einer direkten Lieferung und Abwicklung zwischen Erzeuger und Nachfrager\_in. Zum anderen werden die verbleibenden Transaktionen einfacher und damit günstiger, etwa Dokumentenaustausch, Vertragsgestaltung und Bezahlprozesse. Und auch die Speicherung aller Daten in einer vernetzten, dezentralen Datenbank senkt potenziell die Transaktionskosten für all diese Vorgänge. Entscheidend ist allerdings, dass diese potenziellen Kostenvorteile auch tatsächlich bei dem/der Verbraucher\_in ankommen und nicht etwa in der Marge eines Blockchain-Betreibers hängen bleiben.

Wer sich als Verbraucher\_in aktiv mit seinem/ihrer Energiebezug auseinandersetzt, könnte über die genannten Vorteile hinaus bei einem Blockchain-Modell deutlich flexibler als bislang wechselnde Angebote und Anbieter wahrnehmen. Dadurch könnten weitere wirtschaftliche Vorteile entstehen.

Zudem könnte die Blockchain-Technologie mehr Transparenz für Energieverbraucher\_innen schaffen und damit z. B. die Schwächen der Stromkennzeichnung beseitigen. Denn die direkte Transaktion zwischen Erzeuger und Nachfrager\_in bzw. die direkte und eindeutige Zuordnung der gelieferten Energie verhindert die Entstehung von nicht mehr rückverfolgbarem „Graustrom“. Verbraucher\_innen könnten den gewünschten Strommix vorab mit einer Granularität spezifizieren, die bisher unmöglich war.

#### – Prosumer, Bürgerenergie

Die Blockchain-Technologie könnte die Rolle von Prosumern stärken. Geringe Transaktionskosten und einfache Abrechnungsprozesse machen die Vermarktung selbst kleiner und kleinster Strommengen z. B. aus kleinen Solaranlagen oder Mini-Blockheizkraftwerken leichter und profitabler. Das gilt gleichermaßen für Mieterstrommodelle und Bürgerenergieanlagen, in denen eine Vielzahl von Personen koordiniert werden müssen.

Da die Blockchain-Technologie die eindeutige Zuordnung von Erzeugung und Verbrauch ermöglicht, könnten Prosumer und Bürgerenergieanlagen auch von der steigenden Nachfrage nach lokal erzeugtem Ökostrom profitieren („Aus der Region für die Region“). Eine kleine, aber steigende Zahl von Pilotprojekten hat in den Medien für großes Aufsehen gesorgt, allen voran das Brooklyn Microgrid Projekt (Brooklyn Microgrid 2016). Dort wird erstmals der direkte Verkauf von lokal erzeugter Solarenergie an Nachbar\_innen über eine Blockchain getestet.

#### – Elektromobilität

Die Blockchain-Technologie könnte auch eine entscheidende Rolle für die Entwicklung der Elektromobilität spielen. Denn eine der großen Herausforderungen für den Aufbau der notwendigen bundesweiten Ladestation-Infrastruktur ist ein einfaches Abrechnungsmodell, insbesondere an öffentlichen Orten. Blockchain könnte solche einfachen Abrechnungsmodelle unter Berücksichtigung sowohl des Strombezugs als auch der Stromspeicherung und -einspeisung als erbrachte Leistungen liefern. So testen RWE zusammen mit dem Ethereum-basierten Start Up „Slock.it“ in dem Joint Venture „Blockcharge“ ein solches Blockchain-basiertes Ladesystem für Elektroautos.

#### – Netzmanagement, Regelenergie und virtuelle Kraftwerke

Die Blockchain-Technologie könnte auch das Netzmanagement erheblich vereinfachen, insbesondere auch durch Anwendung von Smart Contracts. So könnten Smart Contracts dem System signalisieren, welche Transaktionen nach klar definierten Regeln für Energieflüsse und Speicherung zu welcher Zeit gemacht werden sollen, um Erzeugung und Nachfrage auszugleichen. Die Blockchain-Technologie könnte damit auch im Rahmen von virtuellen Kraftwerken zur Anwendung kommen. Die eindeutige Zuordnung von Erzeugung und eingespeister Energie zum Verbrauch könnte zudem das Clearing für Übertragungsnetzbetreiber vereinfachen. Das würde die Kosten der Netzbetreiber und damit des Regelenergiemarkts erheblich reduzieren.

#### – Belastbare, effiziente und nachhaltige Mikronetze (sog. Microgrids)

Die Blockchain-Technologie könnte auch eine wichtige Rolle bei der Entwicklung von so genannten Microgrids spielen, die von wachsender Bedeutung im Kontext von Netzmodernisierung, effizienter Netznutzung und Netzsicherheit sind. Denn der wachsende Anteil dezentraler fluktuierender Energieerzeuger ist insbesondere für die Verteilernetze eine große Herausforderung. Sie werden ineffizient und machen damit die Abschaltung z. B. von Windparks und Solarfarmen erforderlich. Mikronetze könnten die Netze belastbarer machen, weil alle Assets bei der Netzstabilität helfen. Und lokal erzeugter Ökostrom, der auch lokal verbraucht wird, ist deutlich effizienter und nachhaltiger als Strom, der über weite Distanz transportiert wird.

#### – Herkunftsnachweise, CO<sub>2</sub>-Zertifikat, Ökostrom-Siegel

Die sichere Dokumentation von Transaktionen sowie die eindeutige Zuordnung von erzeugter Energie könnten den Handel von (Ökostrom-) Herkunftsnachweisen und CO<sub>2</sub>-Zerti-

fikaten vereinfachen und verbessern. Teure Gütesiegel würde sie letztlich sogar überflüssig machen.

– **Smart devices, Internet of Things (IoT), Energy Internet**  
Milliarden von intelligenten Geräten könnten in einem „Internet der Dinge“ zukünftig miteinander kommunizieren, Daten speichern und teilen. Diese Geräte könnten möglicherweise sogar selbst Energie erzeugen und verkaufen bzw. kaufen. Die Blockchain-Technologie könnte die Basis für die Abwicklung und Speicherung der Transaktionen sein. Eine Kooperation zwischen Samsung, Canonical und Slock.it verfolgt diesen Ansatz. Samsung bietet u. a. intelligente Anwendungen für Smart Home und sogenanntes Personal Monitoring an. Canonical bietet Apps zur Steuerung solcher intelligenter Geräte an. Und Slock.it stellt eine sichere Blockchain-Technologie bereit.

## (5) RISIKEN UND UNSICHERHEITEN

Diesen Potenzialen und Chancen stehen allerdings auch zahlreiche Unsicherheiten, Risiken und Herausforderungen gegenüber. So stellt sich bereits die grundsätzliche Frage, ob wirklich alle Verbraucher\_innen auf den Service ihres Energieversorgers verzichten und selbst am Markt agieren möchten. Denkbar ist, dass die Gewissheit, eine/n direkte/n, fachlich versierte/n Ansprechpartner\_in in Energiefragen zu haben, für eine große Gruppe von Verbraucher\_innen schwerer wiegt als der Zugewinn an Unabhängigkeit und eine gewisse Kostenersparnis.

#### – Haftung und Verbraucherrechte

Schon im Kernmerkmal der Blockchain, dem Fehlen einer zentralen, verantwortlichen Instanz, liegt ein mögliches Problem bei Fragen der Haftung und Gerichtsbarkeit. Wer ist verantwortlich für die korrekte Abwicklung der Transaktionen? Und sofern Kryptowährungen zur Anwendung kommen, besteht das Problem, dass sie keine offiziellen Währungen sind und damit auch keiner Einlagensicherung oder ähnlichem unterfallen. Unter diesem Aspekt wären also regulatorische Anpassungen notwendig, um das System sicher zu machen. Insbesondere „Smart Contracts“ bergen zudem die Gefahr, dass grundlegende Verbraucherrechte nicht angemessen berücksichtigt werden. So erscheint es aktuell unklar, wie Rücktritts-, Widerrufs-, Nachbesserungs-, Gewährleistungs- oder Informationsrechte in „smart contracts“ abgebildet werden können. Die Blockchain-Technologie darf also keinesfalls dazu führen, dass bestehende Verbraucherrechte unterlaufen werden.

#### – Versorgungssicherheit und Schutz kritischer Infrastruktur

Im Energiesektor spielt zudem die Versorgungssicherheit eine entscheidende Rolle. Wer soll in einem denkbaren Markt ohne die klassischen Versorgungsunternehmen die Verantwortung dafür übernehmen? Wie wird die kontinuierliche Verfügbarkeit der Energie sichergestellt?

Das Energiesystem ist zudem eine kritische Infrastruktur von herausragender Bedeutung für das Funktionieren eines Landes. Da möglicherweise jede Erzeugungs- und Verbrauchseinrichtung zukünftig über Smart Meter oder intelligente Geräte mit dem Smart Grid oder dem Internet der Dinge verbun-

den ist, stellt der Schutz dieser Infrastruktur eine enorme Herausforderung dar. Denn technisch ist jedes intelligente Gerät eine Schnittstelle und damit ein mögliches Angriffsziel. Die Auswirkungen eines Blockchain-basierten dezentralen Energielieferungs- und Transaktionssystems auf den Schutz kritischer Infrastrukturen müssen daher sorgfältig geprüft werden.

### – Datenschutz und Datenhoheit

Datenschutz und Datenhoheit sind von entscheidender Bedeutung für die Entwicklung von Blockchain-Lösungen. Denn in der Blockchain entsteht theoretisch ein zeitlich unbegrenzt gespeichertes Verbrauchs- und Transaktionsprotokoll jedes/jeder Beteiligten, also eine Art Blockchain-Biographie. Diese ist zwar nicht unmittelbar namentlich zuzuordnen, aber sie ist an sehr vielen Stellen abgelegt und damit von allen Beteiligten auslesbar. Und auch wenn die verschlüsselten und dezentral gespeicherten Daten schwer manipulierbar sind, gibt es keine generelle Immunität gegen kriminelle Zugriffe. Von einem erfolgreichen Hackerangriff auf eine Blockchain selbst wurde noch nicht berichtet, aber Blockchain-basierte Anwendungen wie Börsenplätze für Kryptowährungen waren bereits Ziel erfolgreicher Angriffe.

Der/die legitime Nutzer\_in kann den Zugang zu all seinen/ihren Daten und gegebenenfalls Guthaben leicht unwiederbringlich verlieren, indem er oder sie seine/ihre Anmeldedaten vergisst. Ist einem/einer Nutzer\_in bei einer Transaktion ein Fehler unterlaufen, besteht außerdem – bedingt durch das technische Prinzip des sich fortschreibenden Datensatzes – keine Möglichkeit zur Korrektur. Das gilt auch für den Fall, dass die Zugangsdaten in falsche Hände geraten sind, etwa durch einen Hackerangriff, und danach für Transaktionen genutzt werden. Die Blockchain erfordert also gegenüber anderen Anwendungen eine erhöhte Sensibilität und Vorsicht des Nutzers bzw. der Nutzerin im Umgang mit dem System. Hierüber müssen die Anbieter transparent und offensiv aufklären.

### – Neue Marktrollen

Ein Blockchain-basiertes Energielieferungs- und Transaktionssystem würde viele Marktrollen verändern oder neu verteilen. So ergeben sich aus der direkten Belieferung eines/einer Energieverbrauchers/ Energieverbraucherin durch einen Energieerzeuger z. B. die folgenden Fragen: Wer ist Messstellenbetreiber? Wer ist Bilanzkreisverantwortlicher? Sind auch kleinste Prosumer Stromlieferant\_innen mit allen entsprechenden Pflichten? Die veränderten Marktrollen bedürfen der regulatorischen Regelung.

### – Hoher Zeit- und Energiebedarf

Eine weitere Herausforderung liegt für die Blockchain-Entwickler\_innen in der Reduzierung des derzeit noch enormen Zeit- und Energiebedarfs für den Betrieb der Infrastruktur. Denn jede Transaktion wird über das gesamte dezentrale Netzwerk validiert, abgewickelt und gespeichert.

## (6) ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Auch wenn Blockchain-basierte Anwendungen im Energiebereich noch in der Konzeptionsphase sind, ist ihr Potenzial vielversprechend. Die kostengünstige Abwicklung von Ener-

gielieferungen direkt zwischen Erzeuger und Verbraucher\_in ohne Intermediäre, die sichere und eindeutige Dokumentation von Transaktionen und Herkunftsnachweisen sowie die erhöhte Transparenz und Flexibilität bieten vielen alten und neuen Marktteilnehmer\_innen attraktive Chancen.

Dies gilt insbesondere für Verbraucher\_innen, Prosumer und Energiegemeinschaften. Sie könnten als emanzipierte Marktteilnehmer\_innen gestärkt und damit die notwendige Dezentralisierung und Demokratisierung des Energiesystems gefördert werden. Die Flexibilität und Personalisierung aller Teile des Energiekonsums und -verkaufs könnten letztlich der Schlüssel für eine erfolgreiche „Energiewende 2.0“ sein.

Dennoch ist nicht absehbar, ob die Blockchain wirklich das System der Wahl für den Energiemarkt sein wird oder sein sollte. In technischer Hinsicht besteht noch erheblicher Optimierungsbedarf. Regulatorische Fragen müssen beantwortet werden. Und Datenschutz, Versorgungssicherheit sowie der Schutz kritischer Infrastrukturen setzen die Messlatte sehr hoch.

### Autoren

**Udo Sieverding** leitet den Bereich Energie und ist Mitglied der Geschäftsleitung der Verbraucherzentrale NRW.

**Holger Schneidewind** ist Rechtsanwalt und Referent für Energierecht bei der Verbraucherzentrale Nordrhein-Westfalen.

### Literaturverzeichnis

Brooklyn Microgrid 2016: Homepage von Brooklyn Microgrid, <http://brooklynmicrogrid.com> (18.11.2016).

Deutsche Energie-Agentur 2016: Blockchain in der Energiewende. Eine Umfrage unter Führungskräften der deutschen Energiewirtschaft, Berlin, [https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Meldungen/blockchain\\_deutsch.pdf](https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Meldungen/blockchain_deutsch.pdf) (18.11.2016).

Ethereum 2016: Homepage von Ethereum, Smart money smart wallet, <https://www.ethereum.org/> (6.12.2016).

PricewaterhouseCoopers International 2016: Blockchain – Chance für Energieverbraucher? Kurzstudie für die Verbraucherzentrale NRW, Düsseldorf, <http://www.verbraucherzentrale.nrw/media242404A.pdf> (18.11.2016).

### Impressum

© 2016

#### Friedrich-Ebert-Stiftung

Herausgeberin: Abteilung Wirtschafts- und Sozialpolitik  
Godesberger Allee 149, 53175 Bonn  
Fax 0228 883 9205, [www.fes.de/wiso](http://www.fes.de/wiso)

Für diese Publikation ist in der FES verantwortlich:  
Dr. Robert Philipps, Abteilung Wirtschafts- und Sozialpolitik.  
Bestellungen/Kontakt: [wiso-news@fes.de](mailto:wiso-news@fes.de)

Die in dieser Publikation zum Ausdruck gebrachten Ansichten sind nicht notwendigerweise die der Friedrich-Ebert-Stiftung. Eine gewerbliche Nutzung der von der FES herausgegebenen Medien ist ohne schriftliche Zustimmung durch die FES nicht gestattet.

Diese Publikation wird aus Mitteln der Franziska- und Otto-Benemann-Stiftung gefördert.

ISBN 978-3-95861-710-0