

## Blockchain in der Energiewende.

Eine Umfrage unter Führungskräften der deutschen Energiewirtschaft



# Impressum.

## **Herausgeber.**

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)  
Energiesysteme und Energiedienstleistungen  
Chausseestraße 128 a  
10115 Berlin  
Tel: +49 (0)30 72 61 65-600  
E-Mail: [info@dena.de](mailto:info@dena.de)  
Internet: [www.dena.de](http://www.dena.de)

und

ESMT European School of Management and Technology GmbH  
Schlossplatz 1  
10178 Berlin  
Tel: +49 (0)30 21 231-0  
E-Mail: [info@esmt.org](mailto:info@esmt.org)  
Internet: [www.esmt.org](http://www.esmt.org)

## **Autoren.**

Christoph Burger  
Andreas Kuhlmann  
Philipp Richard  
Jens Weinmann

*Die Autoren möchten sich beim Team von Grid Singularity und Prof. Dr. Jens Strüker für ihre konstruktiven Kommentare bedanken. Weiterhin sind sie allen Mitgliedern der Netzwerke der dena und der ESMT Berlin zu großem Dank verpflichtet, die sich Zeit nahmen, an der Umfrage teilzunehmen.*

Cover-Foto: Thinkstock

Alle Rechte sind vorbehalten. Die Nutzung steht unter dem Zustimmungsvorbehalt der dena.

Berlin, November 2016

# Inhalt.

<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>5</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>6</b>
<b>2 Blockchain – Funktionsweise und Anwendungsfelder .....</b>	<b>8</b>
2.1 Blockchain: Die Grundlagen .....	8
2.2 Prozesse: Digitalisierung und das Internet der Dinge .....	9
2.3 Plattformen: Blockchain als Peer-to-Peer-Marktplatz .....	10
<b>3 Blockchain und Energie: Aktuelle Geschäftsmodelle.....</b>	<b>12</b>
3.1 Erste Anwendungsbeispiele: Bankymoon, SolarCoin, BlockCharge .....	12
3.2 Vom lokalen Austausch zur globalen Plattform: TransActive Grid, Power Ledger und Grid Singularity .....	14
<b>4 Ergebnisse der Umfrage unter Führungskräften der deutschen Energiewirtschaft .....</b>	<b>15</b>
4.1 Wie bekannt ist die Blockchain in der Energiewirtschaft? .....	17
4.2 Laufende und geplante Aktivitäten im Bereich der Blockchain.....	17
4.3 Potenzielle Anwendungsbeispiele .....	18
<b>5 Fazit und Empfehlungen .....</b>	<b>23</b>
5.1 Auswirkungen innerhalb des bestehenden Regulierungssystems .....	24
5.2 Über das bestehende Regulierungssystem hinausgehende Auswirkungen .....	25
5.3 Empfehlungen .....	26
<b>Anhang 1: Entwicklung der Blockchain aus der Perspektive technologischer Innovationen .....</b>	<b>28</b>
<b>Anhang 2: Qualitative Antworten der Umfrage .....</b>	<b>33</b>
<b>Anhang 3: Individuelle Antworten der Umfrage.....</b>	<b>35</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>37</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>40</b>

# Zusammenfassung

Blockchain ist eine dezentral organisierte digitale Plattform, die sichere Datenspeicherung und Transaktionen in Peer-to-Peer-Netzwerken ermöglicht. Welche Auswirkungen wird Blockchain auf den Energiesektor haben?

Die Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) und die European School of Management and Technology (ESMT Berlin) haben Entscheidungsträger der deutschen Energiewirtschaft über ihre Einschätzungen, bestehende und geplante Aktivitäten sowie ihre Vision zum Thema Blockchain befragt. Von den rund 70 Entscheidungsträgern, die an der Umfrage teilnahmen, experimentiert bereits mehr als die Hälfte mit Anwendungen der Blockchain oder plant derartige Vorhaben. 21 Prozent sehen die Blockchain als Game-Changer für die Energieversorgung, 60 Prozent halten die weitere Verbreitung von Blockchain für wahrscheinlich und 14 Prozent erwarten Nischenanwendungen. Nach zukünftigen Anwendungsbereichen der Blockchain-Technologie befragt, fallen rund die Hälfte der Anwendungen in den Bereich öffentliche und private Handelsplattformen, insbesondere Peer-to-Peer-Handel und dezentrale Energieerzeugung, während die andere Hälfte der genannten potenziellen Anwendungen unter dem Begriff „Prozessoptimierung“ zusammengefasst werden kann, einschließlich der Themen Abrechnung, intelligente Zähler und Datenübertragung. Hier werden weiterhin Vertrieb und Marketing, Automatisierung sowie Elektromobilität, Kommunikation und Netzmanagement genannt.

Nach konkreten Handlungsfeldern befragt, empfehlen die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Umfrage Entscheidungsträgern aus Politik und Wirtschaft, dem Thema Blockchain größere Aufmerksamkeit zu widmen, und äußern Bedenken, dass Deutschland und die Europäische Union im globalen Vergleich ins Hintertreffen geraten könnten. Zudem bewegen sich einigen Kommentaren zufolge Blockchain-Anwendungen in einer Grauzone des derzeitigen Rechtsrahmens. Die Finanzierung von Pilotprojekten und Prototypen sollte die Möglichkeiten der Technologie bestätigen und die Einführung kommerzieller Anwendungen für den Massenmarkt beschleunigen.

Die dena-/ESMT-Analyse zeigt, dass das Kostensenkungspotenzial von Blockchain-Anwendungen für die Energiewende begrenzt ist. Insbesondere in Märkten, in denen sich bereits digitale Lösungen bewährt haben, trifft die Technologie auf starke Konkurrenzprodukte und -dienstleistungen. Im Gegensatz dazu besteht in entstehenden Märkten die Möglichkeit, dass Blockchain in Zukunft zum dominierenden Design werden kann, beispielsweise bei öffentlichen Lade- und Abrechnungstransaktionen für Elektrofahrzeuge.

# 1 Einleitung

Blockchain ist eine dezentrale digitale Transaktionstechnologie, die die sichere Speicherung von Daten sowie die Abwicklung von Smart Contracts in Peer-to-Peer-Netzwerken ermöglicht (Swan, 2015, p. IX). Das revolutionäre Potenzial der Technologie besteht darin, vermittelnde Instanzen wie Banken überflüssig werden zu lassen, da Transaktionen direkt von Nutzer zu Nutzer getätigt werden können. Zuerst erkannten Experten im Finanzsektor, dass mit der Kryptowährung Bitcoin, die auf der Blockchain-Technologie beruht, ein möglicher Paradigmenwechsel in ihrer Branche eingeleitet werden könnte. Spätestens mit der Möglichkeit, auf einer Blockchain-basierten Plattform namens Ethereum komplexe Transaktionen ausführen zu können, zog Blockchain auch außerhalb des Finanzsektors verstärkt Aufmerksamkeit auf sich. Weltweit werden Konferenzen zur Kryptowährung Bitcoin abgehalten, Gründerwettbewerbe loben Preise aus, um neue, mit Blockchain-Technologie arbeitende Start-ups zu finden, die in Konkurrenz zu Amazon oder Uber treten können. Das bislang in die Blockchain investierte Risikokapital belief sich im Sommer 2016 auf rund 1,1 Mrd. US-Dollar (Weusecoins.com, 2016).

Blockchain als Transaktionstechnologie ist derzeit ebenfalls unter Wirtschaftsexperten ein viel diskutiertes Thema. Der US-amerikanischen IT-Beratungs- und Marktforschungsfirma Gartner zufolge, die sich auf die Analyse neuer Technologien spezialisiert und diese in den von ihr entwickelten und als „Hype Cycle“ benannten Zyklus<sup>1</sup> eingeordnet hat, ist die Kryptowährung Bitcoin bereits ins „Tal der Enttäuschungen“ abgefallen: Das Versprechen, das globale Finanzsystem komplett umzuwälzen, ist nicht in Erfüllung gegangen. Hingegen sehen Gartners Marktforscher die Blockchain auf dem „Gipfel überzogener Erwartungen“, dem „Hype of Inflated Expectations“ (Walker et al., 2016).

Diese qualitative Einordnung zeigt die Popularität auf, die das Phänomen Blockchain derzeit genießt – selbst das World Economic Forum (WEF) als Gradmesser der globalen wirtschaftlichen wie politischen Gemengelage nimmt sich des Themas an: „Die Eliten von Davos befassten sich dieses Jahr nicht mit Debatten zu Themen, die die Tagesordnung des Forums in den letzten Jahren dominierten, wie etwa Finanzkrise oder globale Regulierungsreform. Stattdessen dominierten Diskussionen, wie FinTech die Welt des Geldes revolutionieren könnte; Themen wie Blockchain rücken Debatten über Basel III in den Hintergrund“ (Kaminska and Tett, 2016).

Parallel zu den Umwälzungen in der Finanzbranche findet im Energiesektor ein fundamentaler Wandel statt: Von vielen Ländern wird die deutsche Energiewende als Vorbild für den Weg in Richtung nachhaltiger Energieversorgungsstrukturen gewertet. Die Neuausrichtung des deutschen Energiesystems nahm ihren Anfang bereits in den 1990er-Jahren mit dem Ziel, erneuerbare Energien zu fördern, und wurde durch den im Sommer 2011 von der Bundesregierung beschlossenen Atomausstieg bis zum Jahr 2022 beschleunigt. Im Jahr 2015 wurde bereits fast ein Drittel des in Deutschland verbrauchten Stroms aus erneuerbaren Energien gewonnen. Landesweit sind mehr als 1,5 Mio. Photovoltaik-Anlagen (BSW, 2016), 26.000 Windräder (BWE, 2015) und 9.000 Biomasse-Kraftwerke (Fachverband Biogas, 2016) installiert – insgesamt eine Kapazität von rund 97 GW (BMW, 2016d). Für das Jahr 2025

---

<sup>1</sup> Der „Hype Cycle“ besteht üblicherweise aus fünf, von Gartner folgendermaßen umschriebenen Phasen: *Innovationstrigger*, *Gipfel der überzogenen Erwartungen*, *Tal der Enttäuschungen*, *Pfad der Erleuchtung*, *Plateau der Produktivität*.

wird ein weiterer Anstieg erneuerbarer Energien auf 145 GW und bis 2030 auf 167 GW prognostiziert (eigene Berechnungen auf Basis von BMWi, 2016c, BMWi and AgEE, 2016).

Das Momentum der Energiewende scheint jedoch an Dynamik zu verlieren: Nachdem die deutsche Regierung die finanziellen Anreize für den weiteren Ausbau erneuerbarer Energien, insbesondere der Photovoltaik, reduziert hat, gingen Investitionen in erneuerbare Energien von 27,3 Mrd. Euro im Jahr 2010 auf 18,9 Mrd. Euro im Jahr 2014 zurück (BDEW, 2016). Inzwischen ist die Zahl der Eingriffe in den Netzbetrieb zur Stabilisierung des Systems – ebenso wie die damit verbundenen Kosten – auf ein neues Rekordhoch gestiegen. Während den erneuerbaren Energieträgern Vorrang bei der Einspeisung gewährt wird und die Großhandelsmarktpreise für Strom kontinuierlich sinken, müssen Haushalte nach wie vor rund 0,28 Euro pro Kilowattstunde (kWh) aufwenden. Im Jahr 2017 wird die Umlage für Endverbraucher erneut steigen. Mittelfristig könnte dies zu wachsender Unzufriedenheit der Verbraucher gegenüber der Energiepolitik der Regierung führen.

Nach Jahren, in denen die Energiewende vorrangig mit dem Ausbau erneuerbarer Energien assoziiert wurde, rücken zunehmend systemische Fragen ins Blickfeld der Entscheidungsträger in Politik und Wirtschaft, insbesondere zu einem ausgewogenen Verhältnis steuerbarer und fluktuierender Erzeugungstechnologien sowie der Integration neuer Akteure in den Markt. Die zweite Phase der Energiewende hat begonnen – die „*Energiewende 2.0*“.

Kann Blockchain zum Gelingen der Energiewende 2.0 einen Beitrag leisten? Diese Studie hat zum Ziel, zukünftige Anwendungsfelder der Technologie im Energiemarkt zu beleuchten. Dazu haben dena und ESMT Berlin Entscheidungsträger der deutschen Energiewirtschaft befragt. Deren Einschätzungen, ihre derzeitigen und geplanten Aktivitäten sowie Empfehlungen bezüglich der zukünftigen Rolle der Blockchain-Technologie werden im Folgenden dargestellt. Die Studie ergänzt damit die existierende Literatur zum Thema Blockchain im Energiesektor, wie insbesondere Hasse et al. (2016).

## 2 Blockchain – Funktionsweise und Anwendungsfelder

### 2.1 Blockchain: Die Grundlagen

Blockchain ist ein dezentrales Internetprotokoll, das Transaktionen zwischen Anwendern ermöglicht, ohne dass es vermittelnder Institutionen, etwa einer Bank, bedarf. Wie in der Einleitung erwähnt, arbeiten Kryptowährungen wie Bitcoin auf der Grundlage von Blockchain. Neben digitalen Zahlungsmitteln erlaubt Blockchain jedoch noch weitere, nicht-monetäre Anwendungen, beispielsweise sogenannte Smart Contracts – Verträge, die automatisch ausgeführt werden, sobald bestimmte Bedingungen erfüllt sind.

Blockchain operiert als dezentrale Datenbank, die eine ständig wachsende Liste von Datensätzen enthält, die sogenannten Blöcke. Diese Blöcke enthalten Daten und Arbeitsanweisungen. Transaktionen werden durch die Computer der Netzwerkteilnehmer, auch Nodes genannt, in kurzen Intervallen verifiziert und verteilt. Wollte ein Anwender eine Transaktion illegitimerweise nachträglich manipulieren, so müsste er die gesamte Blockchain an jedem einzelnen Node neu konfigurieren – ein rechnerisch und organisatorisch nur unter großem Aufwand realisierbares Unterfangen (Tapscott and Tapscott, 2016).

Neben öffentlichen Plattformen, die zur Peer-to-Peer (P2P)-Kommunikation genutzt werden, kann Blockchain auch für private Netzwerke verwendet werden, auf die nur autorisierte Anwender Zugriff haben. Umfassende Beschreibungen der zugrunde liegenden Technologie finden sich in Frøystad und Holm (2016) und Tapscott und Tapscott (2016).

Wie in Frøystad und Holm (2016, S. 11) beschrieben, besteht eine Blockchain-Transaktion in den meisten Fällen aus folgenden fünf Schritten:

- Für jede Transaktion wird eine Mitteilung ins Netzwerk gespeist. Diese Mitteilung enthält Informationen über den Wert der Transaktion, eine digitale Signatur, die die Authentizität des Absenders sowie der Transaktion nachweist, sowie die Adresse des Empfängers.
- Die Nodes, das heißt die ans Netzwerk angeschlossenen Computer, empfangen die Nachricht und authentifizieren deren Gültigkeit, indem sie die digitale Signatur entschlüsseln. Die authentifizierte Transaktion wird dann in einem Pool von ausstehenden Transaktionen gesichert.
- Ausstehende Transaktionen werden von einem Node des Netzwerks in einem Block aggregiert. In regelmäßigen Intervallen sendet der Node den Block zur Validierung und Freigabe ans Netzwerk.
- Die validierenden Nodes des Netzwerks erhalten den vorgeschlagenen Block und geben ihn während eines iterativen Prozesses frei, sofern die Mehrzahl der Nodes zustimmt.
- Sind alle Transaktionen des Blocks freigegeben, wird der neue Block in eine Kette von Blöcken – daher der Name *Blockchain* – integriert und dem gesamten Netzwerk die neue, validierte Information übermittelt.

Aufgrund der Komplexität des Validierungsprozesses erfordert die Verarbeitung einer solchen Transaktion ein erhebliches Maß an Zeit und Rechenaufwand. Dies führte im ersten Halbjahr 2016 bei Bitcoin, der populärsten aller Kryptowährungen, zu Verzögerungen im Abarbeiten der Transaktionen

und einem Rekordniveau von Reklamationen (Gilbert, 2016). Abbildung 1 zeigt die durchschnittliche Transaktionszeit bei Bitcoin in den Monaten April bis August 2016.

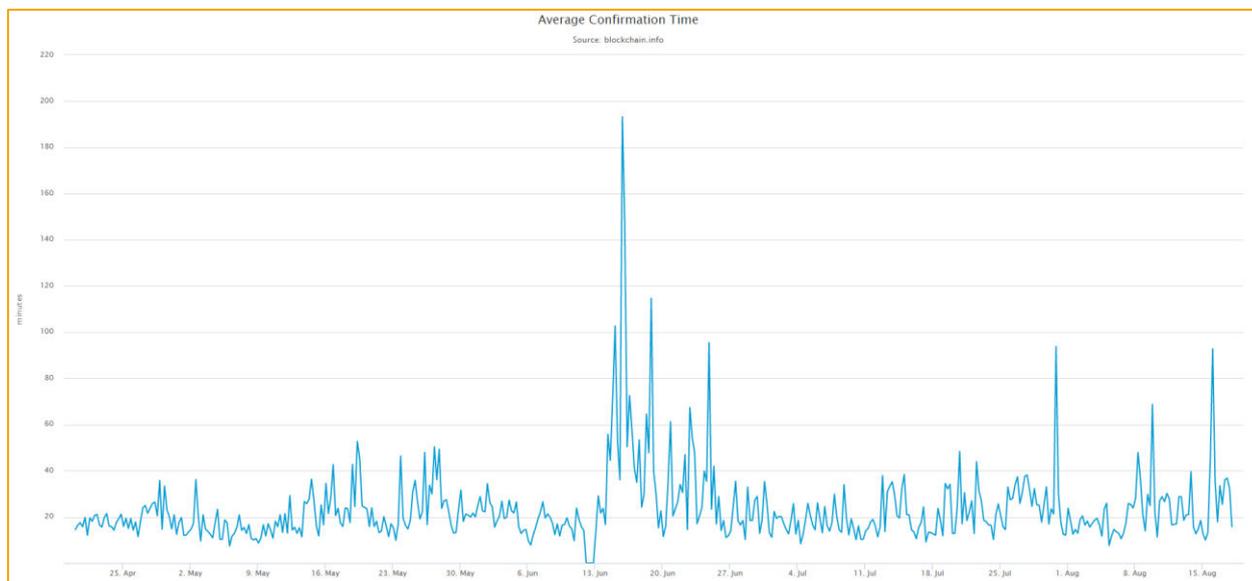


Abbildung 1: Durchschnittliche Transaktionszeit bei Bitcoin

Quelle: blockchain.info (2016)

Der Wechsel von traditionellen Zahlungsverfahren zur Blockchain ist, zumindest in Industriestaaten mit etablierten und verlässlichen Bankensystemen, derzeit noch nicht absehbar (Trentmann et al., 2016). Neuere Blockchain-basierte Skripte wie Ethereum versprechen jedoch, den Rechenaufwand stark zu reduzieren.<sup>2</sup>

Das Beratungsunternehmen Goldman Sachs kommentiert die Erwartungen an die Blockchain wie folgt: „[Blockchain] hat das Potenzial, Transaktionen und Verwaltung unterschiedlichster Branchen neu zu definieren – von Überweisungen, Urheberrechtserfassungen, Wahlsystemen und Fahrzeugzulassungen bis hin zu wissenschaftlichen Untersuchungen und Geschäftsabschlüssen: Blockchain hat das Potenzial, diese Transaktionen zu beschleunigen und günstiger und sicherer werden zu lassen“ (Boroujerdi and Wolf, 2015).

## 2.2 Prozesse: Digitalisierung und das Internet der Dinge

Digitalisierung hat in allen Facetten unserer Lebenswelt Einzug gefunden. Jeden Tag werden 5,5 Mio. neue Geräte über das Internet miteinander verbunden, rund 6,4 Mrd. Geräte und Maschinen sind im Jahr 2016 bereits vernetzt (Gartner, 2015). Schätzungen zufolge wird diese Zahl bis ins Jahr 2020 auf 20,8 Mrd. anwachsen. Die Digitalisierung dringt in alle gewerblichen und industriellen Bereiche vor, definiert bestehende Geschäftsmodelle neu und führt zu tief greifenden Veränderungen in Wirtschaft

<sup>2</sup> Für detaillierte Ausführungen zu Ethereum siehe Anhang 1.

und Gesellschaft, in Arbeitswelt, Konsumverhalten und Kommunikation. Es ist zu erwarten, dass Länder mit einer klar umrissenen Digitalisierungsstrategie Maßstäbe und Standards für die kommenden Jahrzehnte setzen werden (BMW, 2016a) – insbesondere im Bereich der Kommunikation zwischen Maschinen (M2M) und im Aufbau vernetzter Produktionsprozesse, der „Industrie 4.0“ (Kagermann et al., 2013), und - allgemeiner ausgedrückt - im „Internet der Dinge“.

Im Sommer 2016 verabschiedeten Bundestag und Bundesrat das Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende, das die Mindestanforderungen festlegt, um Datenschutz und Sicherheit im Smart Grid und in Smart Homes sowie beim Smart Meter-Rollout zu gewährleisten (BMW, 2016b).

Im Energiesektor fördert Digitalisierung neue Geschäftsmodelle entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Haushalte mit intelligenter Vernetzung unterschiedlicher Anwendungen, von Kühlschrank über Waschmaschine zu Heiz-, Lüftungs-, und Klimasystem, wären ohne Digitalisierung nicht umsetzbar. In der Stromversorgung unterstützt die Digitalisierung die Integration erneuerbarer Energien. Im sogenannten Demand Side Management wird durch abschaltbare Lasten gewerblicher und industrieller Großverbraucher die Nachfrage an die zur Verfügung stehende Leistung angepasst. Zudem sorgt die Kostendegression bei Batterien für eine zunehmende Verbreitung stationärer und mobiler Speichermedien. Durch die Verfügbarkeit von Marktinformationen können Endverbraucher autonom auf Signale zur Energieverfügbarkeit und Netzstabilität reagieren. Die Zukunft des Stromsektors ist automatisiert.

Darüber hinaus ermöglicht die Digitalisierung Kostensenkungen bei Energieversorgungsunternehmen, sei es in der Kontrolle der Unternehmensinfrastruktur mithilfe von Sensoren, im Supply Chain Management oder im internen Abrechnungswesen und Personalmanagement.

Dank der Digitalisierung verfolgen Energieversorger zudem neue Innovationsstrategien. Dem Vorbild von Großunternehmen anderer Branchen folgend, wird das konventionelle Modell inkrementeller Innovation der internen Forschungs- und Entwicklungsabteilungen durch neue Organisationseinheiten ergänzt, die die Entwicklung und Kommerzialisierung disruptiver Ideen zum Ziel haben (Burger et al., 2015). Nischen für Mitarbeiter werden geschaffen, um digitale Geschäftsmodelle zu erforschen und Blockchain-basierte Lösungen zu entwickeln. Zum Beispiel verlegt innogy, die Tochter des deutschen Energieversorger RWE, die Arbeitsplätze seiner Intrapreneure zum German Tech Entrepreneurship Center (GTEC) in Berlin, wo sie von einer Arbeitsumgebung profitieren, die direkt an das Berliner Startup-Ökosystem angebunden ist, einschließlich der wöchentlichen Meet-ups der in Berlin ansässigen Blockchain-Community.

### 2.3 Plattformen: Blockchain als Peer-to-Peer-Marktplatz

Viele Unternehmen, die im Zeitalter der Digitalisierung entstanden, fungieren als digitale Plattformen, auf denen sich Verkäufer und Käufer bestimmter Dienstleistungen oder Produkte einfacher finden können, als dies vor der Digitalisierung der Fall war. Dieses neue Geschäftsbiotop ist Teil der inzwischen im Mainstream angekommenen „Sharing Economy“ und wird von Firmen wie eBay, Uber, Paypal, Airbnb oder Skype dominiert – Unternehmen, die davon profitieren, dass das Internet Interaktionen mit einer erhöhten Geschwindigkeit ermöglicht und dergestalt erlaubt, eine große Anzahl von Teilnehmern in Echtzeit miteinander in Kontakt zu bringen. Die Eintrittsbarrieren bei der Etablierung eines Start-ups in diesen Märkten sind relativ niedrig, sodass im Anfangsstadium häufig viele Platt-

formen miteinander konkurrieren. Durch sogenannte positive Netzwerkeffekte konsolidiert sich der Markt jedoch in der Folge, es bildet sich ein Oligopol oder Monopol, und typischerweise nimmt ein Unternehmen eine marktbeherrschende Stellung ein.

Bei vielen dieser Geschäftsmodelle, etwa bei Airbnb oder Uber, die Unterkünfte beziehungsweise Autofahrten vermitteln, besitzen die Unternehmen keinen physischen Vermögenswert und können auf diese Weise die Fixkosten auf einem relativ niedrigen Niveau halten. Eine ähnliche Situation ergibt sich bei der Betrachtung der Blockchain im energiewirtschaftlichen Umfeld: Statt der Investition in Erzeugungstechnologien, intelligente Zähler oder Breitbandtechnologie fokussiert dieses Geschäftsmodell auf die Bereitstellung einer digitalen Dienstleistung.

Auch in Plattformen ist die Blockchain bereits vertreten. Beispielsweise konkurriert das Mitfahrgelegenheits-Start-up Arcade City im Bereich der individuellen Mobilitätsdienstleistungen direkt mit Uber. Arcade City hat einen offenen Marktplatz etabliert, auf dem die Mitfahrer über die Nutzung der Blockchain-Technologie direkt mit den Fahrern verbunden sind. Die bekanntesten Beispiele für den Austausch von Energie zwischen dezentralen Produzenten und Verbrauchern sind das Brooklyn-Microgrid (Mihm, 2016) und Power Ledger in Australien. Start-ups wie Abra erlauben es Kunden, Geld von einem zum anderen Verbraucher über die Bitcoin-Blockchain zu senden. Die Gründer von Abra erklären dazu, dass ihr Modell „100 % Peer-to-Peer ist, ohne Vermittler, der das Geld vorhält, verwaltet oder mit dem Geld an irgendeiner Stelle der Transaktion in Berührung kommt“ (Abra, 2016).

Der Inhaber von Vermögenswerten – seien es Wohnungen, Solaranlagen oder andere Waren oder Dienstleistungen – wird zum „Prosumer“. In der Welt von Airbnb bedeutet dies, dass Mieter einer Wohnung gleichzeitig als Vermieter auftreten und auf Reisen den gleichen Dienst bei anderen Mitgliedern der Gemeinschaft in Anspruch nehmen können. Das gleiche Prinzip gilt für dezentrale Solaranlagen: Besitzer von Photovoltaik-Solaranlagen können den eigenerzeugten Strom sowohl selbst verbrauchen als auch an andere verkaufen, oder sie können Strom von anderen Erzeugern beziehen.

In der Sharing Economy werden Vermögenswerte transparenter als in der alten Geschäftswelt eingesetzt. Zum Beispiel erhält ein Airbnb-Kunde sofort über Fotos der Wohnung und Bewertungen andere Kunden auf der Webseite der Plattform Informationen über das, was er erwarten kann. Ebenso bietet Blockchain auch in anderen Bereichen Möglichkeiten größerer Transparenz, beispielsweise im Energiesektor zur Herkunft des Stroms, den ein Verbraucher kauft, zu Erzeugungstechnologie und Standort des Kraftwerks.

Die Blockchain-Bewegung entstand in der Zeit nach der Finanzkrise 2008 als Ausdruck des allgemeinen Misstrauens gegenüber dem kommerziellen Bankensystem (Tapscott and Tapscott, 2016). Die Rolle der Verbraucher sollte durch demokratische anstelle autokratischer Entscheidungsprozesse gestärkt und die ethischen Standards einer neuen, dezentralen Weltordnung etabliert werden: „Die Blockchain-Technologie ist nicht nur funktional, praktisch und quantitativ das bessere Organisationsmodell, durch die Notwendigkeit zum Konsens könnte das Modell auch ein größeres Maß an Freiheit, Gleichberechtigung und Engagement mit sich bringen“ (Swan, 2015, S. 29). Im Energiesektor bedeutet dieser Anspruch einen direkten Angriff auf die etablierten Energieversorger, die im Gegensatz zum nachhaltigen und partizipativen Ansatz der Blockchain-Bewegung oft als Repräsentanten des zentralisierten, fossilen und nuklearen Zeitalters gelten.

## 3 Blockchain und Energie: Aktuelle Geschäftsmodelle

Die Verbreitung der Blockchain-Technologie lässt sich Swan (Swan, 2015, S. IX) zufolge in drei Stufen einteilen: In Phase 1.0 etablieren sich Kryptowährungen als Alternative zu anderen digitalen Zahlungssystemen; Phase 2.0 erweitert die Anwendungsoptionen der Blockchain um Smart Contracts und komplexe Finanzinstrumente wie Anleihen, Hypotheken und Immobilientransaktionen – um jegliche Art von Transaktion, die digital abgewickelt werden kann. In Stufe 3.0 dringt Blockchain in alle Bereiche unserer Lebenswelt vor, das betrifft unter anderem Gesundheit, Wissenschaft oder auch Kultur und Kunst.

Analog zur allgemeinen Verbreitung der Blockchain hat auch im Energiesektor die Entwicklung mit Kryptowährungen als digitales Zahlungsmittel für Stromrechnungen begonnen (Phase 1.0) und mit Smart Contracts für physische Transaktionen inzwischen bereits Phase 2.0 erreicht. In den folgenden Abschnitten werden verschiedene Start-ups und Geschäftsideen in den Phasen 1.0 und 2.0 vorgestellt.

### 3.1 Erste Anwendungsbeispiele: Bankymoon, SolarCoin, BlockCharge

Im Energiesektor ist die Nutzung von Kryptowährungen für Finanztransaktionen der naheliegendste Anwendungsfall der Blockchain. Verschiedene Anwendungsmöglichkeiten der Blockchain 1.0 werden in Pilotprojekten erprobt oder befinden sich bereits in ihren ersten Anwendungen, beispielsweise bei intelligenten Zählsystemen, die Privatkunden den Strom nur dann zur Verfügung stellen, wenn diese dem Versorger im Vorhinein einen entsprechenden Betrag überweisen. Dieses System bringt dem Anbieter Vorteile, indem es die Zahlungsdisziplin der Kunden erhöht, aber auch der Verbraucher kann davon profitieren: In Ländern mit hohen Inflationsraten führt eine Vorauszahlung zu niedrigeren Stromkosten und wirkt so einer Verschuldung entgegen.

Die Geschäftsidee wurde von dem südafrikanischen Start-up Bankymoon entwickelt und umgesetzt. Bankymoon setzt auch auf Bitcoin als Kryptowährung für sein dezentrales Zahlungssystem, beispielsweise bei der Installation von Bitcoin-kompatiblen Smart Meters in öffentlichen Schulen, die über wenig Geld verfügen. Spender aus Industrieländern können die Schulen unterstützen, indem sie Bitcoins an den Zähler einer Schule überweisen, um die Bildungseinrichtung mit Strom zu versorgen. Während des Cambridge MIT Enterprise Forums Anfang 2016 wurde ein Bitcoin an die Emaweni-Grundschule in Soweto, Südafrika, überwiesen und sicherte über einen Zeitraum von etwa drei Wochen die Stromversorgung der Schule (Higgins, 2016).

Die SolarCoin-Stiftung verfolgt den Ansatz einer energiebasierten Währung, die ähnlich wie Goldreserven die „echten“ Währungen stabilisieren soll: „Die DeKo-Idee ist, dass elektrische Energie, gemessen in ausgelieferten Kilowattstunden – ein DeKo – einen stabileren Vermögenswert für die Sicherung einer Währung darstellt als Gold“ (Gogerty and Zitoli, 2011). Seit der Markteinführung hat sich das Modell in ein Belohnungssystem für erneuerbare Energieanlagen auf der Basis von Kryptowährungen gewandelt: „SolarCoin ist bereits in 17 Ländern vertreten und soll weltweit in Umlauf gebracht werden: Jeder Besitzer einer Photovoltaik-Anlage kann kostenlos SolarCoins erhalten. Dazu muss der Ei-

gentümer des Solarmoduls seine Solaranlage online registrieren und dabei einen Existenznachweis und Betriebsdaten für seine Anlage hinterlegen“ (Kastelein, 2016). Der kommerzielle Nutzen hinter dem Geschäftsmodell erschließt sich erst auf den zweiten Blick: Die Währung könnte „eine echte Marketing-Chance für Unternehmen bieten, deren Positionierung auf ökologische Werte und Umweltschutz setzt“ (Clapaud, 2016). Aus ökonomischer Perspektive hat das Konzept gewisse Schwächen. Beispielsweise wird eine Megawattstunde zu Spitzennachfragezeiten („Peak load“) gleich hoch bewertet wie eine Megawattstunde während der Grundlast. Ebenso erscheint das Ziel der SolarCoin-Unternehmung, bis zum Jahr 2018 einen Wechselkurs von 20 US-Dollar für ein SolarCoin zu erreichen (ebd.), relativ ambitioniert angesichts des Handelswerts von Mitte August 2016, der einen SolarCoin zu rund 0,06 US-Dollar bewertete. Zudem ist es unwahrscheinlich, dass der globale Ausbau von Photovoltaik-Anlagen zu einer größeren Stabilität der Währung führt, zu vermuten ist eher eine Abwertung aufgrund des damit einhergehenden Inflationsdrucks.

Start-ups nehmen bei den meisten Anwendungen eine Vorreiterrolle ein, aber Energieversorger holen mit Joint Ventures und Kooperationen auf. Ein Beispiel ist der Einsatz der Ethereum-Blockchain im Projekt BlockCharge des deutschen Energieversorgers innogy, der die Ladevorgänge von Elektrofahrzeugen erleichtern und standardisieren soll. BlockCharge hat das Ziel, ein weltweites Authentifizierungs- sowie Charging- und Billing-System ohne Vermittler zu etablieren. Unterstützt wird innogy dabei von dem Start-up Slock.it, das sich auf die Bereitstellung von Blockchain-Know-how für große Unternehmen spezialisiert hat.

Im Gegensatz zu vielen anderen Blockchain-Ansätzen verfügt BlockCharge über eine haptische Komponente, den sogenannten „Smart Plug“, der wie ein normaler Stecker eingesetzt werden kann und mit einer Identifizierungsfunktion ausgestattet ist. Benutzer installieren eine App auf ihrem Smartphone zur Genehmigung des Ladevorgangs. Die App regelt die Blockchain-Anbindung für die Verwaltung und Erfassung aller Ladedaten. Besitzer von Elektrofahrzeugen können damit eine beliebige Steckdose zum Laden des Fahrzeugs verwenden. Die App ermittelt den besten Preis und verwaltet automatisch den Zahlungsprozess. Sobald die Induktionsladung, beispielsweise an Ampeln, für Elektrofahrzeuge technisch umsetzbar wird, könnte BlockCharge den gesamten Ladeprozess übernehmen. Das Geschäftsmodell von BlockCharge basiert auf dem einmaligen Kauf eines Smart Plug und auf einer Mikro-Transaktionsgebühr für jeden Ladevorgang (Stöcker, 2016).

Im Gegensatz zu vielen anderen Start-ups, die Blockchain nutzen, kann BlockCharge von der führenden Position innogys als Anbieter von Ladestationen in Europa profitieren. Noch unter dem Namen RWE trat der Energieversorger mit den Entwicklungen seiner F&E-Abteilung bereits frühzeitig in den Markt für Elektrofahrzeuge ein und hat seine Technologie als First Mover in Kooperation mit Unternehmen wie Daimler, Renault/Nissan oder der führenden deutschen Automobilvereinigung ADAC erfolgreich in Städte außerhalb Deutschlands exportiert, unter anderem nach Amsterdam. Im August 2016 waren mehr als 1.400 Ladestationen für Elektrofahrzeuge in Europa und den USA installiert (RWE, 2016).

### **3.2 Vom lokalen Austausch zur globalen Plattform: TransActive Grid, Power Ledger und Grid Singularity**

Mit dem Übergang zur Phase 2.0 fungiert die Blockchain als Plattform für komplexere Dienstleistungen. Das Start-up TransActive Grid ermöglicht seinen Benutzern über den Einsatz der Blockchain den Abschluss von Smart Contracts für den Handel mit Energie. Die erste Transaktion, die Anfang 2016 erfolgreich durchgeführt wurde, verbindet fünf Haushalte auf der einen Seite einer Straße in Brooklyn, die Solarenergie mit ihren Photovoltaik-Anlagen produzieren, mit fünf Verbrauchern auf der anderen Straßenseite (Rutkin, 2016). Eine ähnliche Initiative wurde in Perth, Australien, durch das Start-up Power Ledger gestartet (Potter, 2016).

Das österreichische Start-up Grid Singularity plant, eine Reihe komplexer Anwendungen anzubieten, einschließlich Energiedatenanalyse und -Benchmarking, Smart-Grid-Management, Handel von Grünstromzertifikaten und einer dezentralen Plattform für Investitionsentscheidungen (Hesse, 2016).

Ewald Hesse, der Gründer von Grid Singularity, skizziert weitere zukünftige Anwendungsmöglichkeiten für die Blockchain, die im Energiesektor zum Tragen kommen können (Bitcoin TV, 2016): So könnten Daten über die technische und finanzielle Performance für die Echtzeit-Anlagenbewertung von Kraftwerken genutzt werden. Dies würde es einem potenziellen Investor mit Interesse an der Refinanzierung oder dem Kauf eines Kraftwerks ermöglichen, eine Due Diligence online durchzuführen. Weitere potenzielle Geschäftsmodelle beinhalten die Abschätzung von Erzeugungskapazität und -verfügbarkeit, die Anwendung im Energiehandel sowie die Koordination virtueller Kraftwerke und das Management von Inseln. Auch der Einsatz für Regelleistung wäre denkbar.

Grid Singularity arbeitet mit dem Rocky Mountain Institute, Colorado, in einem internationalen Blockchain-Konsortium zusammen. Das Konsortium hat zum Ziel, Forschung zur Blockchain und ihre Weiterentwicklung im Energiesektor zu fördern und Energieversorgern, Entwicklern, Kunden und Unternehmen das Potenzial dieser Technologie zu vermitteln (Hesse, 2016).

## 4 Ergebnisse der Umfrage unter Führungskräften der deutschen Energiewirtschaft

Wie denken Entscheidungsträger der deutschen Energiewirtschaft über Blockchain? Was haben sie bereits von der Technologie gehört? Sehen sie mögliche Anwendungen im Energiebereich? Ist es nur ein Hype, eine Randerscheinung, oder hat die Technologie tatsächlich das Potenzial, den Energiesektor fundamental zu verändern? Wie groß schätzen sie das Potenzial der Blockchain ein und in welchen Bereichen sehen sie konkrete Anwendungsmöglichkeiten?

Die dena und die ESMT haben im Juli und August 2016 Entscheidungsträger der deutschen Energiewirtschaft zu ihren Einschätzungen, bestehenden und geplanten Aktivitäten sowie ihren Visionen zum Thema Blockchain befragt.<sup>3</sup>

Die Ergebnisse dieser Umfrage erheben keinesfalls den Anspruch der Repräsentativität. Die Teilnahme an der Umfrage war freiwillig. Ihre Resultate geben vermutlich ein eher zu optimistisches Bild der Lage wieder. Entscheidungsträger, die sich schon vor der Umfrage mit der Blockchain beschäftigt hatten, mögen latent eher Interesse daran gehabt haben, die Fragen zu beantworten, als Führungskräfte, die noch nie zuvor von Blockchain gehört hatten.

Die Umfrage wurde von insgesamt 70 Führungskräften beantwortet, entlang der gesamten Wertschöpfungskette der Elektrizitätswirtschaft, von Zulieferern und klassischen Versorgungsunternehmen, Netzbetreibern und Dienstleistern bis hin zu Beschäftigten an der Strombörse. Am häufigsten antworteten Führungskräfte aus den Bereichen Energieversorgung, Dienstleistung und Netzbetrieb. Die folgende Abbildung zeigt die Verteilung der eingegangenen Antworten nach Branchenzugehörigkeit.

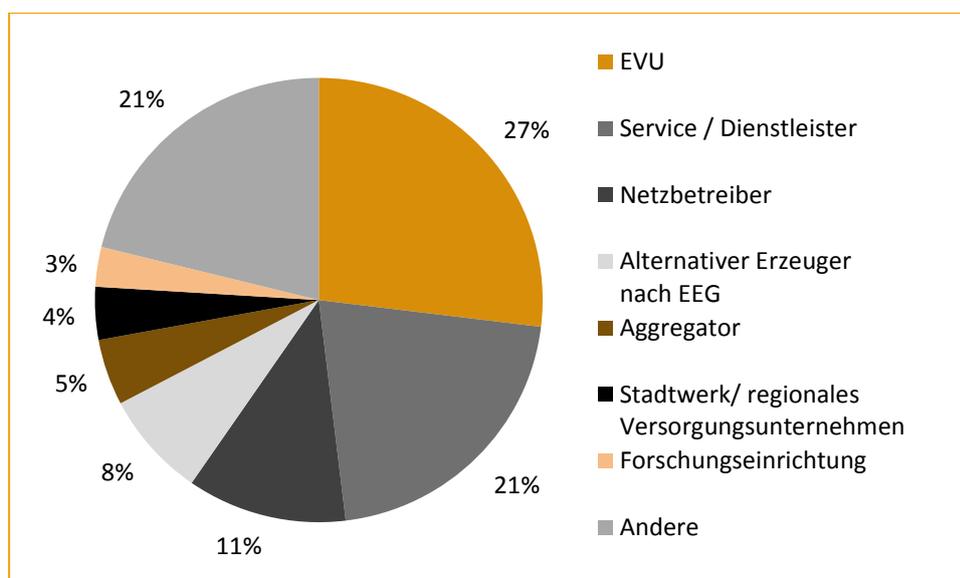


Abbildung 2: Aufstellung der Umfrageteilnehmer nach Branchenzugehörigkeit<sup>4</sup>

<sup>3</sup> Alle Informationen zum jeweiligen Unternehmen der Antwortenden wurden unter Wahrung ihrer Anonymität mitgeteilt. Allerdings beantworteten nicht alle Teilnehmer jede der Fragen.

Einen Überblick über weitere qualitative Angaben der Befragten zu ihren Unternehmen findet sich im Anhang 2, Tabelle 1.

Von den 70 Umfrageteilnehmern arbeiten etwa zwei Drittel in Unternehmen mit mehr als 500 Mitarbeitern, 20 Prozent in Unternehmen mit 50 bis 500 Mitarbeitern und rund 10 Prozent in Unternehmen mit weniger als 50 Mitarbeitern.

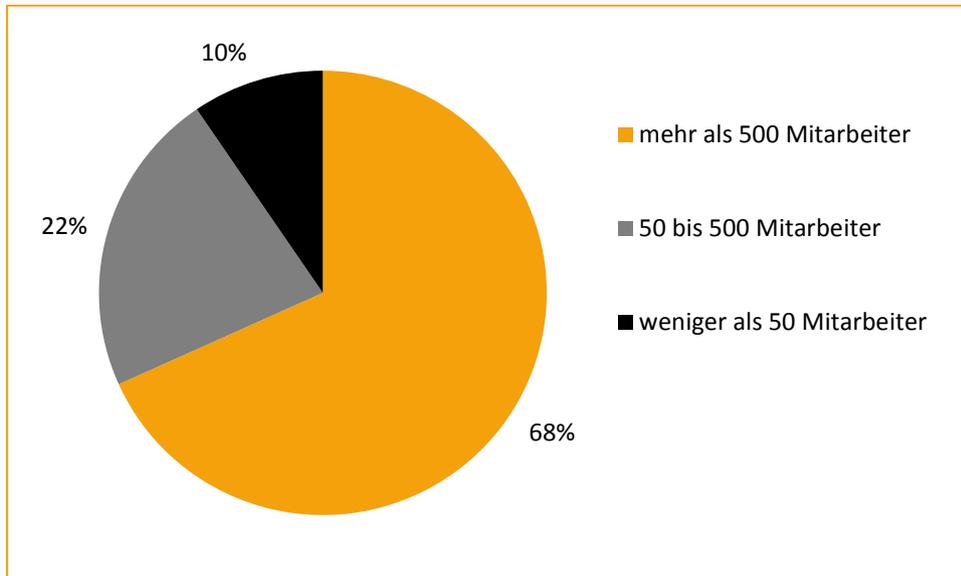


Abbildung 3: Unternehmensgröße der Umfrageteilnehmer

<sup>4</sup>Quelle Abbildungen 2-7: dena-/ESMT-Umfrageergebnisse (Aug./Sept. 2016), n=70

#### 4.1 Wie bekannt ist die Blockchain in der Energiewirtschaft?

Die Umfrage beginnt mit der allgemeinen Frage, ob die Teilnehmer bereits von Blockchain-Anwendungen im Energiesektor gehört haben. Fast 70 Prozent der Stichprobe bejahten dies.

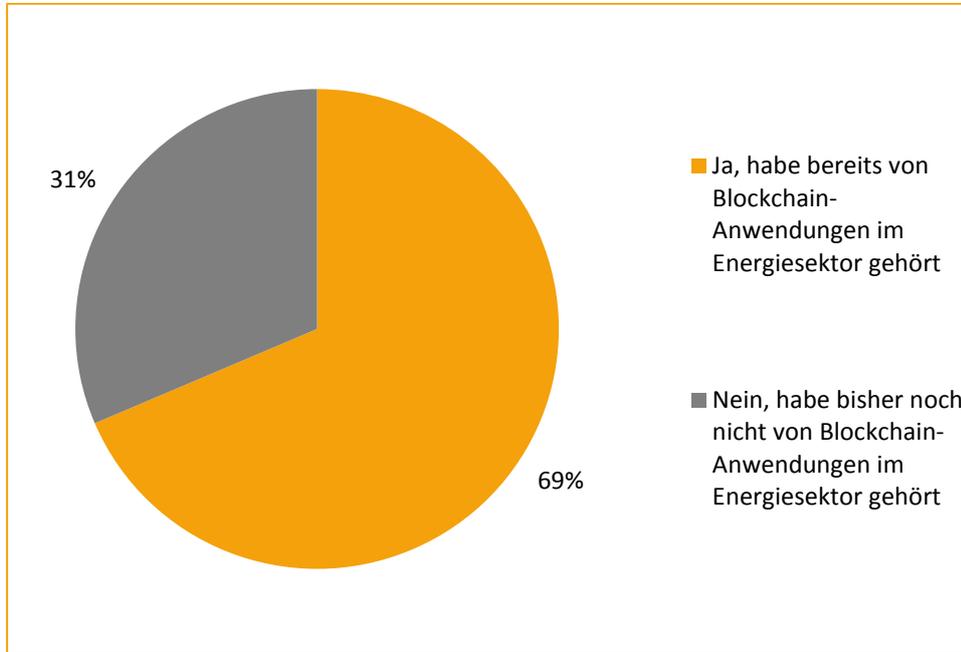


Abbildung 4: Blockchain im Energiesektor – Bekanntheitsgrad unter den Umfrageteilnehmern

#### 4.2 Laufende und geplante Aktivitäten im Bereich der Blockchain

Auf die Frage, ob ihre jeweiligen Unternehmen beziehungsweise Organisationen konkrete Schritte in Richtung Blockchain unternommen haben, antworteten 13 Prozent, dass sie bereits mit Anwendungen der Blockchain experimentieren, und 39 Prozent, dass sie sich in der Planungsphase derartiger Vorhaben befinden, einschließlich Pilotversuchen, Studien, Analysen und Forschungsprojekten.

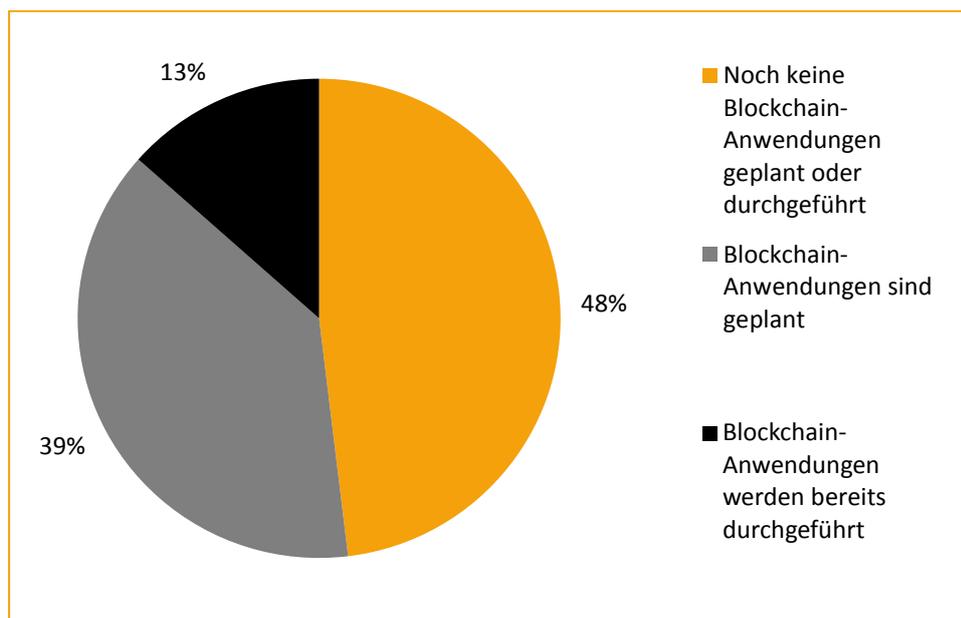


Abbildung 5: Blockchain-Aktivitäten der Umfrageteilnehmer

Die Befragten, die sich bereits in der Umsetzungsphase befinden, gaben als Aktivitäten zum Beispiel das aktive Scouting von Start-ups, Business Development oder die Beschäftigung mit dem Blockchain-Element „Proof-of-Concept“ an. Einer der Antwortenden teilte mit, dass seine Organisation aktuell drei laufende Projekte zum Thema verfolgt: P2P-Trading, Steuerung von Ladevorgängen von Elektrofahrzeugen sowie Anwendung des Blockchain-Protokolls für Zahlungsprozesse und als Payment Gateway. Ein anderer Umfrageteilnehmer führte an, dass seine Firma bereits Kompetenzen im Bereich Blockchain aufgebaut hat.

Die Führungskräfte, deren Organisationen Aktivitäten planen, zählten Forschungs- und Entwicklungsarbeit, Analysen, Pilotprojekte und Kooperationen mit Universitäten als geplante Unternehmungen auf. Einer der Teilnehmer nannte den Aufbau einer Strom-Community innerhalb von Photovoltaik-Anlagebesitzern mit einer installierten Kapazität von weniger als  $10 \text{ kW}_{\text{peak}}$ , die ihren Strom direkt innerhalb der Community vermarkten möchten. Ein weiterer Befragter gab an, dass Blockchain-Aktivitäten seiner Firma geplant sind, aber vertraulich behandelt werden müssen und daher nicht preisgegeben werden können.

Eine Liste mit allen bereits durchgeführten oder geplanten Aktivitäten findet sich im Anhang 2.

### 4.3 Potenzielle Anwendungsbeispiele

Über die aktuellen Anwendungen hinausgehend wurden die Teilnehmer der dena-/ESMT-Umfrage nach ihren Einschätzungen zu zukünftigen Anwendungsmöglichkeiten der Blockchain im Energiesektor befragt.

Sechzig Prozent der Entscheidungsträger glaubt, dass eine weitere Verbreitung der Blockchain wahrscheinlich ist. 21 Prozent sehen die Blockchain als Game-Changer für die Energiewirtschaft. Hingegen erwarten 14 Prozent der Umfrageteilnehmer, dass die Technologie auf Nischenanwendungen be-

schränkt bleibt. Insgesamt 5 Prozent sehen kein oder lediglich ein kaum abbildbares Potenzial für die Blockchain im Energiesektor.

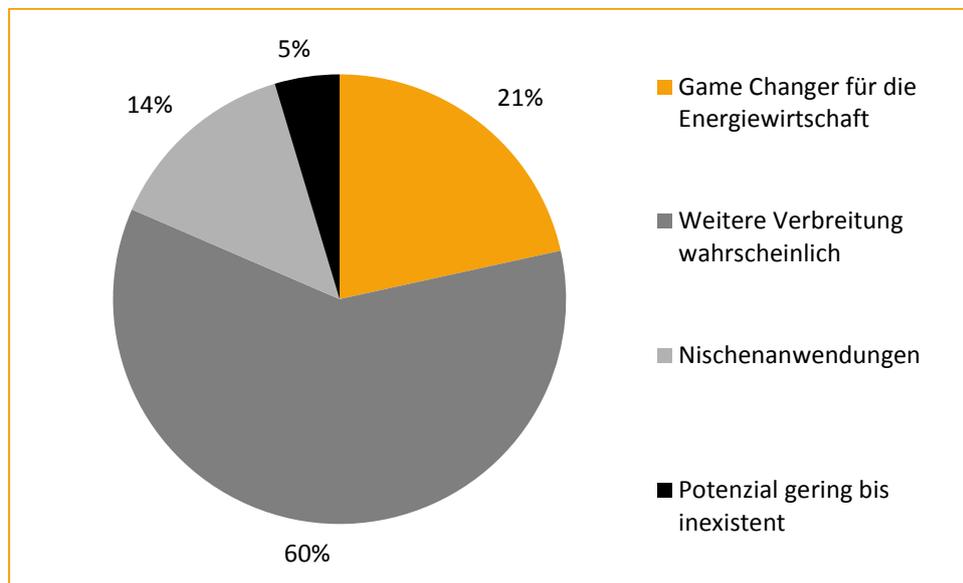


Abbildung 6: Potenzialabschätzung der Blockchain im Energiesektor

Weiterhin gaben die an der Umfrage teilnehmenden Entscheidungsträger über von ihnen gesehene mögliche Anwendungsbeispiele der Blockchain im Energiesektor Auskunft, und zwar in den vier Antwortkategorien der vorigen Frage von keinem oder kaum abbildbarem Potenzial der Blockchain bis hin zu ihrer Rolle als Game-Changer. Insgesamt führten die Befragten mehr als 110 mögliche Anwendungsfälle an und schätzten die jeweiligen Potenziale ein.

Aus konzeptioneller Sicht können die Antworten in zwei Hauptkategorien eingeteilt werden: Prozesse und Plattformen. Abbildung 7 gibt einen nach Anwendungen gegliederten Überblick über die erhaltenen Antworten. Die Größe jedes Kreises entspricht dabei der Anzahl der jeweiligen Antworten. Die Farbgebung reicht von Weiß („kein oder kaum abbildbares Potenzial“) bis Schwarz („Game-Changer“).

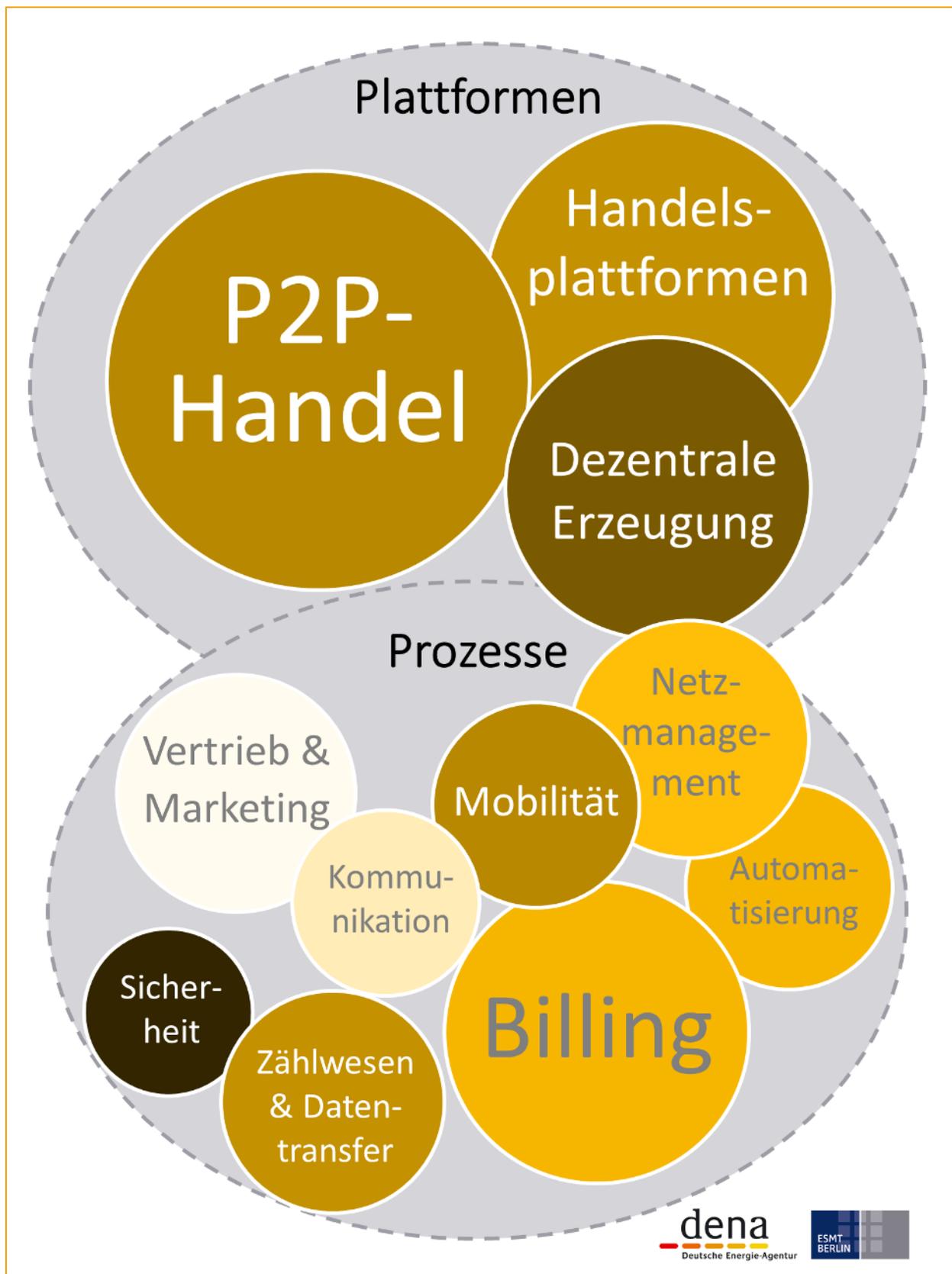


Abbildung 7: Potenzielle Anwendungsfälle der Blockchain im Energiesektor

Die Farbgebung der einzelnen Cluster deutet an, dass die Teilnehmer der Studie das größte disruptive Potenzial der Studie im Bereich Sicherheit sehen, gefolgt von dezentraler Erzeugung, P2P-Handel, Mobilität, Zählwesen und Datentransfer und Handelsplattformen. Ein weniger deutliches Potenzial wird hingegen, in absteigender Reihenfolge, bei den Themen Automatisierung, Abrechnungswesen, Netzmanagement und Kommunikation erwartet. Den *geringsten* Einfluss innerhalb der genannten Themen wird von der Blockchain im Bereich Vertrieb und Marketing erwartet. Mit Ausnahme des Themas Sicherheit, das nur von vier Entscheidungsträgern in der Umfrage erwähnt wurde, handelt es sich bei den Themen mit dem größeren disruptiven Potenzial praktisch ausschließlich um gerade entstehende Märkte, während in der als weniger disruptiv wahrgenommenen Hälfte der Themen bereits Lösungen und kommerzielle Softwareanwendungen vorhanden sind.

Anhang 3 führt alle individuellen Antworten der Umfrage auf diese Frage auf.

### Cluster 1: Prozessoptimierung

Bei unternehmensinternen Prozessen besitzt Blockchain industrieübergreifend das Potenzial zur Kostensenkung. Beispielsweise gründeten im Herbst 2015 neun der größten Banken der Welt ein Joint Venture mit dem Namen R3-Konsortium. Bis zum August 2016 erhöhte sich die Zahl der Mitglieder auf 55, darunter Microsoft als Softwareunternehmen und Thomson Reuters als erster großer Daten- und Technologieanbieter (Kelly and Chavez-Dreyfuss, 2016). Weitere Initiativen wurden parallel dazu gestartet, etwa das Hyperledger-Projekt mit Unternehmen wie IBM, JPMorgan Chase & Co., Cisco Systems, Digital Asset Holdings etc. (Maras, 2016). Eine wichtige Motivation dieser Unternehmen ist es, Blockchain für Effizienzsteigerung in ihren Unternehmen zu nutzen.

Gleiches gilt für den Energiesektor. Aufgrund fallender Großhandelspreise und der sinkenden Auslastung konventioneller Kraftwerke stehen Energieversorger unter starkem Kostensenkungsdruck. Gleichzeitig stehen ihnen deutlich wachsende Datenmengen zur Verfügung. Netzbetreibern zum Beispiel helfen aggregierte Informationen bei der besseren Steuerung des Netzbetriebs. Der Einsatz dezentraler Anlagen kann durch Fernwartung und -steuerung optimiert werden.

Es stellt sich jedoch als schwierig heraus, den tatsächlichen Kostensenkungseffekt im Energiesektor abzuschätzen. Als Anhaltspunkt könnte ein Statement des Fintech-Unternehmens Abra dienen, das in Abschnitt 2.3 dieser Studie vorgestellt wurde. Abra nutzt Blockchain, um „Expats“, also ausländischen Arbeitskräften mit temporärer Aufenthaltsgenehmigung zu ermöglichen, einen Teil ihres Lohns in ihre Heimatländer zu schicken. Das Start-up gibt an, dass seine Dienstleistung die Dauer und Kosten des Transfers von einer Woche und 7 Prozent Transaktionsgebühren auf eine Stunde und nur 2 Prozent der Transaktionsgebühren senkt.

Abbildung 7 gruppiert die Antworten zur Prozessoptimierung in die folgenden Kategorien (nach Menge der Antworten absteigend geordnet):

- **Abrechnung** (13 Antworten) – einschließlich Anwendungen in den Bereichen Smart Meter, dezentrale Energie und Micropayments; zunehmende Transparenz der Abrechnungsdaten
- **Vertrieb und Marketing** (9) – reicht von einer vertraglichen Bündelung von Haushaltsgeräten und zugehörigem Strom für einen bestimmten Zeitraum bis hin zu Verbesserungen in der Kundenbetreuung und neuen Produkten sowie einer Änderung des bestehenden Geschäftsmodells

- **Automatisierung (7)** – einschließlich Steuerung und Optimierung dezentraler Energiesysteme und Microgrids sowie Systemintegration gemäß SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)
- **Zählwesen & Datentransfer (6)** – umfasst Themen wie den Datenaustausch zwischen den Stakeholdern von Smart-Grid-Anwendungen, intelligente Messsysteme, Messdatenübermittlung und die Standardisierung von Datenübertragung
- **Mobilität (6)** – insbesondere Elektromobilität und das Management von Energielieferverträgen und dezentralen Abrechnungsprozessen für die Besitzer von Elektrofahrzeugen bei der Nutzung von öffentlichen Ladestellen
- **Kommunikation (5)** – beinhaltet den Datenaustausch mit Partnern, die Kommunikation mit Netzbetreibern sowie einen allgemeinen Austausch von Wissen und den Einsatz von sozialen Netzwerken
- **Netzmanagement (5)** – vor allem auf Systemdienstleistungen für dezentrale Energieanlagen bezogen, aber auch auf die Nutzung marktwirtschaftlicher Flexibilität zur Vermeidung eines weiteren Netzausbaus
- **Sicherheit (4)** – einschließlich Authentifizierung und Kennzeichnung von Daten, Schutz der Privatsphäre und IT-Sicherheit

## Cluster 2: Plattformen und Märkte

Das zweite Cluster bezieht sich auf Plattformen, die die Interaktion zwischen zwei oder mehreren Akteuren ermöglichen. Dies betrifft sowohl Peer-to-Peer-Netzwerke mit Prosumern als auch Business-to-Business-Plattformen, die multiple Akteure mit abschaltbaren Lasten oder virtuellen Kraftwerken zusammenbringen, welche bislang noch auf die Rolle eines Aggregators angewiesen waren, um auf dem Großhandelsmarkt aktiv zu werden.

Die meisten Antworten in der Umfrage beziehen sich auf öffentliche Plattformen, die von der dezentralen Struktur und Transparenz der Blockchain-Konten profitieren. Allerdings weisen einige der Befragten auch auf das Potenzial für Plattformen hin, die als private, nicht-öffentliche Netzwerke operieren (siehe auch Hasse et al., 2016), zum Beispiel bei dem Datenaustausch unter Partnerunternehmen oder dem Management von Netz- und Speicherkapazitäten.

Im Detail können die folgenden drei Gruppen unterschieden werden:

- **Peer-to-Peer-Handel (26 Antworten)** – einschließlich P2P-Kommunikation zur Wahrung der Versorgungssicherheit, dem Potenzial zur Verringerung der Handelsvolumina konventioneller Handelsplattformen sowie Peer-to-Peer-Marketing
- **Handelsplattformen (17)** – einschließlich öffentlicher Plattformen wie Regelleistungsmärkte, Kapazitätsmärkte und Intraday-Handel, sowie privater Plattformen für Demand Side Management, Koordination des bestehenden Kraftwerksportfolios, industrielle Energieversorgung und virtuelle Kraftwerke
- **Dezentrale Erzeugung (9)** – Elemente wie dezentrales Energiemanagement, Quartierslösungen und die Installation erneuerbarer Energien, die dieses Cluster als Hybrid zwischen Prozessen und Plattformen enthält

## 5 Fazit und Empfehlungen

Die Ergebnisse der Umfrage legen nahe, dass deutsche Führungskräfte aus dem Energiebereich ein weites Spektrum an möglichen Blockchain-Anwendungen im Energiesystem sehen, sowohl in Bezug auf Prozesse als auch auf Plattformen. Den Antworten der Entscheidungsträger zufolge besitzt Blockchain das Potenzial, sowohl Kosten zu senken als auch neue Geschäftsmodelle und Marktplätze zu schaffen. Die Antworten deuten darauf hin, dass Blockchain ein wichtiger Baustein für den Übergang zur Energiewende 2.0 werden kann.

Allerdings konkurriert Blockchain mit bestehenden Lösungen und muss potenziellen Nutzern ausreichend attraktiv erscheinen, um sie zu einem Wechsel zu bewegen. Wenn in neu entstehenden Märkten noch verschiedene Lösungen konkurrieren, könnte es für die Blockchain einfacher als in bestehenden Märkten sein, zum Standard zu werden. Der Smart Meter Rollout, der in einigen Ländern wie Italien und Schweden bereits erfolgt ist, veranschaulicht den Sachverhalt. Die Bundesregierung plant den offiziellen Beginn eines, zunächst Kleinverbraucher nicht einbeziehenden, Rollouts in Deutschland für Anfang 2017. Derzeit ist unklar, welche Software-Lösung sich für multidirektionale Smart-Meter-Transaktionen durchsetzen wird. Ähnlich verhält es sich beim Zahlungssystem für Ladevorgänge von Elektrofahrzeugen an öffentlichen Ladestationen. Start-ups wie BlockCharge versuchen, einen auf Blockchain basierenden Standard zu etablieren. In diesen Fällen hat Blockchain die Chance, zukünftig das dominierende Design zu stellen.

Schwieriger wird die Positionierung der Blockchain in Anwendungsbereichen, für die Plattformen und Prozesse bereits vorhanden und unter den Marktteilnehmern akzeptiert sind. Strombörsen wie die Europäische Strombörse in Leipzig (EEX) dienen als Plattformen, die Akteuren den Handel mit Energie, Emissionen und deren Derivaten ermöglichen. Hier muss Blockchain mit etablierten Lösungen konkurrieren. Nur wenn ihre Anwendung signifikante finanzielle oder operationelle Vorteile aufweist, können Blockchain-basierte Lösungen eine kritische Anzahl von Marktteilnehmern überzeugen, aus dem aktuellen Status quo auf die neue Plattform zu wechseln und damit eine ausreichende Liquidität zu erzeugen, um Blockchain als attraktive Alternative zu etablieren.

In ihrer aktuellen Entwicklungsstufe hat die Blockchain-Technologie nicht zwingend einen Wettbewerbsvorteil gegenüber vielen anderen Software-Plattformen, die eine Kostensenkung im gleichen Maße liefern können. Zudem beruhen viele Abschätzungen zu den Einsparpotenzialen der Blockchain auf der Annahme, dass eine funktionierende IT-Infrastruktur, wie Breitband, Smart Meter oder Smart Grid, bereitsteht und, weil bereits abgeschrieben, mit einem minimalen Kostenaufwand genutzt werden kann. Zu welchem Teil sollten die damit verbundenen Investitionskosten und Betriebsausgaben dann Blockchain-Anwendungen zugeschrieben werden? Die Ergebnisse einer solchen Kosten-Nutzen-Analyse hängen von der Wahl der Systemgrenzen ab.

Die Attraktivität des Zielmarktes basiert somit auf drei Faktoren: dem Effizienzgewinn jeder einzelnen Transaktion (Wettbewerbsfähigkeit gegenüber anderen Technologien), der Anzahl der ausgeführten Transaktionen (Marktpotential) sowie der Kundenakzeptanz.

## 5.1 Auswirkungen innerhalb des bestehenden Regulierungssystems

Liberalisierte Strommärkte bestehen typischerweise aus regulierten und marktbasierter Segmenten. In den meisten Ländern werden Strom- und Gasnetze als natürliche Monopole betrachtet und fallen unter Regulierungsaufgaben. Die Netzbetreiber sind für die Bereitstellung von Netzkapazitäten für alle Marktteilnehmer verantwortlich. Netzentgelte werden auf Basis der Investitions- und Betriebskosten für das Netz bestimmt. Die Regulierung sorgt für faire Wettbewerbsbedingungen sowie für eine angemessene Verteilung der Kosten auf alle Beteiligten und Nutzer. Die Unternehmen müssen kosteneffizient operieren, um die von der Regulierungsbehörde festgelegten Anforderungen zu erfüllen. Performance und Erfolg werden hauptsächlich durch kosteneffiziente Prozesse bestimmt. Hier hat Blockchain das Potenzial, Steuerung und Automatisierung zu optimieren, Messkosten zu senken, Informationen schneller weiterzugeben und den Kundennutzen durch transparentere und detailliertere Informationen zur Energieherkunft zu erhöhen.

Doch ihre Auswirkungen auf Investitionen in die Netzinfrastruktur, die sich nach dena-Schätzungen auf bis zu 80 Prozent der Netzgebühren belaufen können, sind innerhalb des derzeitigen Regulierungssystems marginal. Die Blockchain könnte diese Kosten allerdings indirekt beeinflussen, indem sie das Wachstum lokaler Peer-to-Peer-Plattformen beschleunigt. Die Auswirkungen eines solchen Effekts wären allerdings nur auf mittel- bis langfristiger Ebene anzusiedeln.

Die marktbasierter Segmente der Elektrizitäts-Wertschöpfungskette, insbesondere Einkauf und Vertrieb, werden laut der dena-/ESMT-Umfrage von Blockchain-Anwendungen profitieren. Blockchain hat das Potenzial, die Effizienz von Handelsplattformen zu verbessern, Smart Contracts zu etablieren sowie eine Technologie für abschaltbare Lasten und virtuelle Kraftwerke bereitzustellen. Ähnlich wie bei den regulierten Segmenten scheint das Potenzial zur signifikanten Absenkung der Gesamtkosten jedoch begrenzt.

Am durchschnittlichen Stromtarif für Haushalte lässt sich zeigen, bei welchen Komponenten Blockchain zu Einsparungen führen könnte.

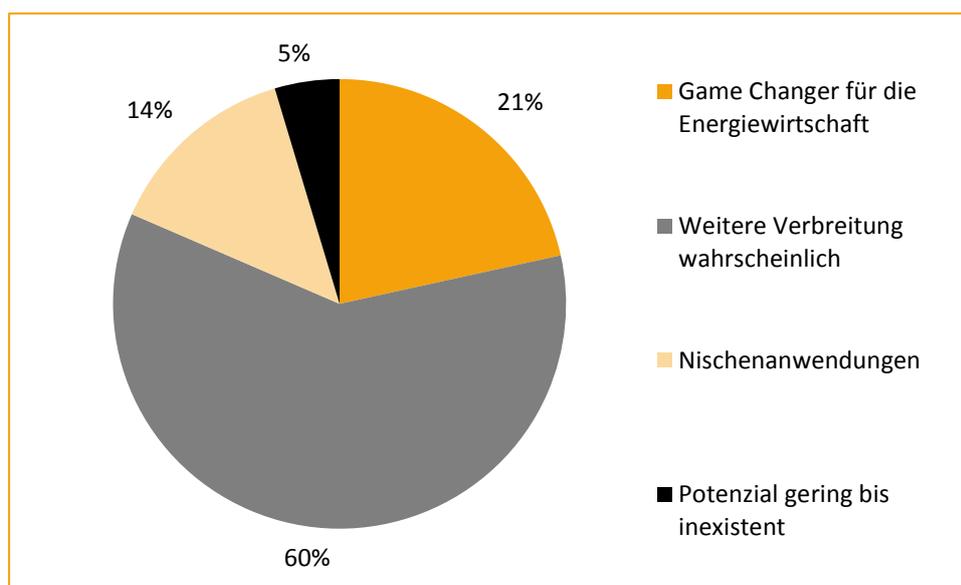


Abbildung 8: Zusammensetzung des Stromtarifs für Haushalte

Die Zusammensetzung der Stromtarife für Haushalte in Deutschland wird von Steuern und Abgaben dominiert, welche 54 Prozent des gesamten Tarifs ausmachen. Für die verbleibenden 46 Prozent – 24 Prozent Netzentgelte im regulierten Segment und 21 Prozent Einkauf und Vertrieb im primär markt-orientierten Segment – können die Aktivitäten von den positiven Effekten der Blockchain-Technologie profitieren, jedoch, wie oben erwähnt, nur in geringem Umfang.

## 5.2 Über das bestehende Regulierungssystem hinausgehende Auswirkungen

Das Prinzip der Sharing Economy beruht weniger auf der Frage, *was* die Bürger teilen – seien es Lebensmittel, Wohnungen oder Strom – als auf dem, *wie* sie es tun. Blockchain verhilft den Verbrauchern zu größerer Autonomie und Selbstbestimmung. Das Ziel ist dann etwa nicht nur die Unabhängigkeit von einem traditionellen Energieversorgungsunternehmen, sondern auch, den Strom mit einem anderen Prosumer zu teilen. Viele Elemente einer solchen Peer-to-Peer-Transaktion sind jedoch aus Regulierungssicht noch ungelöst, da meist das öffentliche Stromnetz als Transportmittel genutzt werden muss.

Auch wenn sich in der Finanzbranche bereits eine Reihe von Blockchain-basierten Plattformen etabliert hat, sind im Energiemarkt für die Umsetzung von Blockchain-basierten Anwendungen technologische Hürden zu erwarten. Im Gegensatz zu Finanztransaktionen über Kryptowährungen muss Strom über ein Netz geliefert werden. Daher muss eine Blockchain-basierte Anwendung im Energiemarkt den physikalischen Aufbau der Stromnetze und -flüsse widerspiegeln. In Inselnetzen, beispielsweise Gewerbeparks oder autonomen Energiekommunen, kann Blockchain zum vorherrschenden Design werden. Sobald jedoch die physische Interaktion mit dem öffentlichen Verteil- und Übertragungsnetz angestrebt wird, muss sich Blockchain ähnlichen regulierungsbedingten Anforderungen stellen, wie sie bezüglich virtueller Kraftwerke oder abschaltbarer Lasten existieren.

Darüber hinaus ist die Stabilität eines digitalen Energiesystems von entscheidender Bedeutung; es muss vor internen wie auch vor externen Störungen wie Cyberkriminalität oder Spionage geschützt werden. Der Nutzen der Blockchain in Bezug auf Versorgungssicherheit und Datenschutz muss die Kosten der Infrastrukturinstandhaltung überwiegen. Zudem muss sie sich gegenüber anderen, zentralisierteren Ansätzen der Digitalisierung als effektiver erweisen.

Weiterhin ist auf die Unterschiede zwischen Industrie- und Entwicklungsländern hinzuweisen, sowohl in Hinblick auf den generellen Wohlstand eines Landes als auch auf den spezifischen Einsatz im Energiebereich: In Industrieländern konkurrieren Blockchain-Anwendungen mit einem hoch entwickelten Portfolio an alternativen Lösungen. Ein entsprechendes Umfeld fehlt jedoch häufig in Entwicklungs- und Schwellenländern. Dort stehen oftmals für einen erheblichen Anteil der Bevölkerung selbst grundlegende Dienstleistungen, etwa die Möglichkeit der Einrichtung eines Bankkontos, nicht zur Verfügung. Smartphones werden zum Ersatz für Bankkonten – eine Entwicklungsstufe, die industrialisierte Länder durchlaufen haben, wird einfach übersprungen. Diese Dynamik wird auch als Leapfrogging bezeichnet.

Die zunehmende Verbreitung dezentraler Energieerzeugung in ländlichen Gebieten des südlichen Afrikas kann als Beispiel für Leapfrogging angeführt werden: Statt eines teuren Ausbaus des bestehenden Vertriebsnetzes bis zu abgelegenen Dörfern überspringt die Elektrifizierung die Stufe der Entwicklung, die die öffentliche Infrastruktur in Industrieländern geprägt hat. Start-ups wie Mobisol

oder SolarKiosk ermöglichen ländlichen Kunden den Zugang zu modernen Energiedienstleistungen, die öffentliche Energieversorger nicht bereitstellen können oder zu denen sie nicht verpflichtet sind.

Start-ups nutzen dieses Defizit, um Geschäftsmodelle auf Basis der Blockchain zu entwickeln. BitHub Afrika (2016) sieht Chancen der Blockchain speziell in den weniger industrialisierten Ländern: „Afrika hat mobile Finanzplattformen wie M-Pesa hervorgebracht, die digitale Transaktionen mit Fiatgeld schneller als in jeder anderen Region der Welt ermöglichen.“ Angesichts der steigenden Bedeutung der Digitalisierung für die Energieinfrastruktur ist es nur noch eine Frage der Zeit, bis Blockchain-Anwendungen in Entwicklungsländern auch den Energiesektor erschließen.

### 5.3 Empfehlungen

Im letzten Abschnitt der Umfrage wurden die Führungskräfte gebeten, relevante Themen bezüglich der Blockchain zu benennen, die vertieft untersucht werden sollten. Die folgenden Empfehlungen wurden von den Teilnehmern der Umfrage geäußert:

- **Geschwindigkeit:** Entscheidungsträgern aus Politik und Wirtschaft ist anzuraten, dem Thema Blockchain größere Aufmerksamkeit zu widmen. Die Umfrageteilnehmer sehen Analogien zu der Entwicklung von Diensten wie PayPal oder WhatsApp und erwarten einen rapiden Anstieg der Nachfrage nach Blockchain-Diensten, sobald entsprechende Apps zur Verfügung stehen. Außerdem äußerten sie Bedenken, dass Deutschland und die Europäische Union im globalen Vergleich ins Hintertreffen geraten könnten. Die Finanzierung von Pilotprojekten und Prototypen sollte die Möglichkeiten der Technologie verifizieren und die Einführung kommerzieller Anwendungen für den Massenmarkt beschleunigen.
- **Regulierung:** Marktteilnehmer können intrinsisch motiviert sein, das durch Blockchain geschaffene Kostensenkungspotenzial zu nutzen, aber die Schaffung neuer Märkte hängt auch vom regulatorischen Umfeld ab: Die Befragten befürchten, dass der derzeitige Rechtsrahmen nicht allen Blockchain-Anwendungen gerecht wird. (Zitat: „Das Thema passt in keiner Weise zur heutigen Regulierung im Strommarkt.“) Daher kommt es in erheblichem Maße darauf an, wie die Regulierung sich auf die technischen Möglichkeiten der Blockchain einstellt.
- **Information:** Die Teilnehmer der Umfrage geben an, dass sie unternehmensintern das Potenzial von Blockchain analysieren und sich dafür Informationen zu aktuellen Anwendungsbeispielen und Mechanismen wünschen, im Idealfall ergänzt durch eine Darstellung konkreter Geschäftsmodelle, die auf Blockchain-Anwendungen basieren.

In unserer Analyse haben wir festgestellt, dass eine verlässliche Abschätzung des Kostensenkungspotenzials durch die Blockchain im aktuellen Regulierungssystem schwierig ist, insbesondere angesichts der unklaren Definition direkter und indirekter Kosten; das gilt unter anderem für den dezentralen rechnerbasierten Überprüfungsprozess eines jeden Blocks und für die komplexe Kostenallokation sowohl in regulierten als auch in marktorientierten Segmenten des Stromsektors.

1. Um Kosteneinsparungen transparenter zu gestalten, sollte eine Bewertung des Effizienzpotenzials durchgeführt werden, wie es bei Fintech der Fall war, insbesondere auf Ebene der Verteilnetzbetreiber.

2. Blockchain bietet die Möglichkeit, grenz- und kontinentübergreifend Finanztransaktionen vorzunehmen – zum Beispiel durch das Überweisen von Bitcoins aus Europa oder Nordamerika an Blockchain-geeichte Smart Meter in Südafrika, wie es das Start-up Bankymoon gezeigt hat. Eine internationale Wissensplattform zum Austausch der Erfahrungen mit der Technologie könnte dabei helfen, die Vor- und Nachteile der Blockchain in globalisierten Energiemärkten besser einzuordnen.
3. Fallstudien könnten darüber Aufschluss geben, wie lokale Märkte und Peer-to-Peer-Trading koexistieren beziehungsweise in den jeweils bestehenden Rechtsrahmen integriert werden können.

Die Blockchain hat das Potenzial, neuen Marktteilnehmern den Eintritt in die aktuellen Energieversorgungsstrukturen zu ermöglichen. Sie kann als Plattform lokale Märkte effizient reorganisieren und unternehmensinterne Prozesse von Energieversorgern optimieren. Unsere Umfrage legt nahe, dass Entscheidungsträger in der Energiewirtschaft an das Potenzial der Blockchain glauben, viele Aspekte in den Energieunternehmen und generell im Strommarkt neu zu gestalten. Die weitere Verbreitung und Entstehung von mehr Anwendungsbeispielen sind wahrscheinlich, sowohl im Bereich der Prozessoptimierung als auch der Plattformen für Peer-to-Peer-Transaktionen. Jedoch sollte der mögliche Beitrag der Blockchain zum Gelingen der Energiewende 2.0 und zur Transformation der globalen Energieversorgungsstrukturen, basierend auf heutigen Erkenntnissen, allein nicht überschätzt werden.

# Anhang 1: Entwicklung der Blockchain aus der Perspektive technologischer Innovationen

Technologischer Wandel kann nach Campbell (1969) und Anderson und Tushman (1990) als ein sozio-kultureller, evolutionärer Prozess der Variation, Selektion und Retention – das heißt der natürlichen Auslese und Weitergabe beziehungsweise Bewahrung bestimmter Charakteristika – beschrieben werden. Eine Innovation durchläuft, basierend auf dieser Theorie, verschiedene Phasen: Idee und Experimentieren zu Beginn der Innovation, gefolgt von Diversifizierung und Schismen, danach Konsolidierung. Abschließend erfolgt nach einem Konzept von Suarez und Utterback (1995) oftmals, jedoch nicht immer, das Hervortreten eines dominierenden Designs. Im Folgenden soll die Entwicklung der Blockchain anhand dieser vier Phasen nachgezeichnet werden.

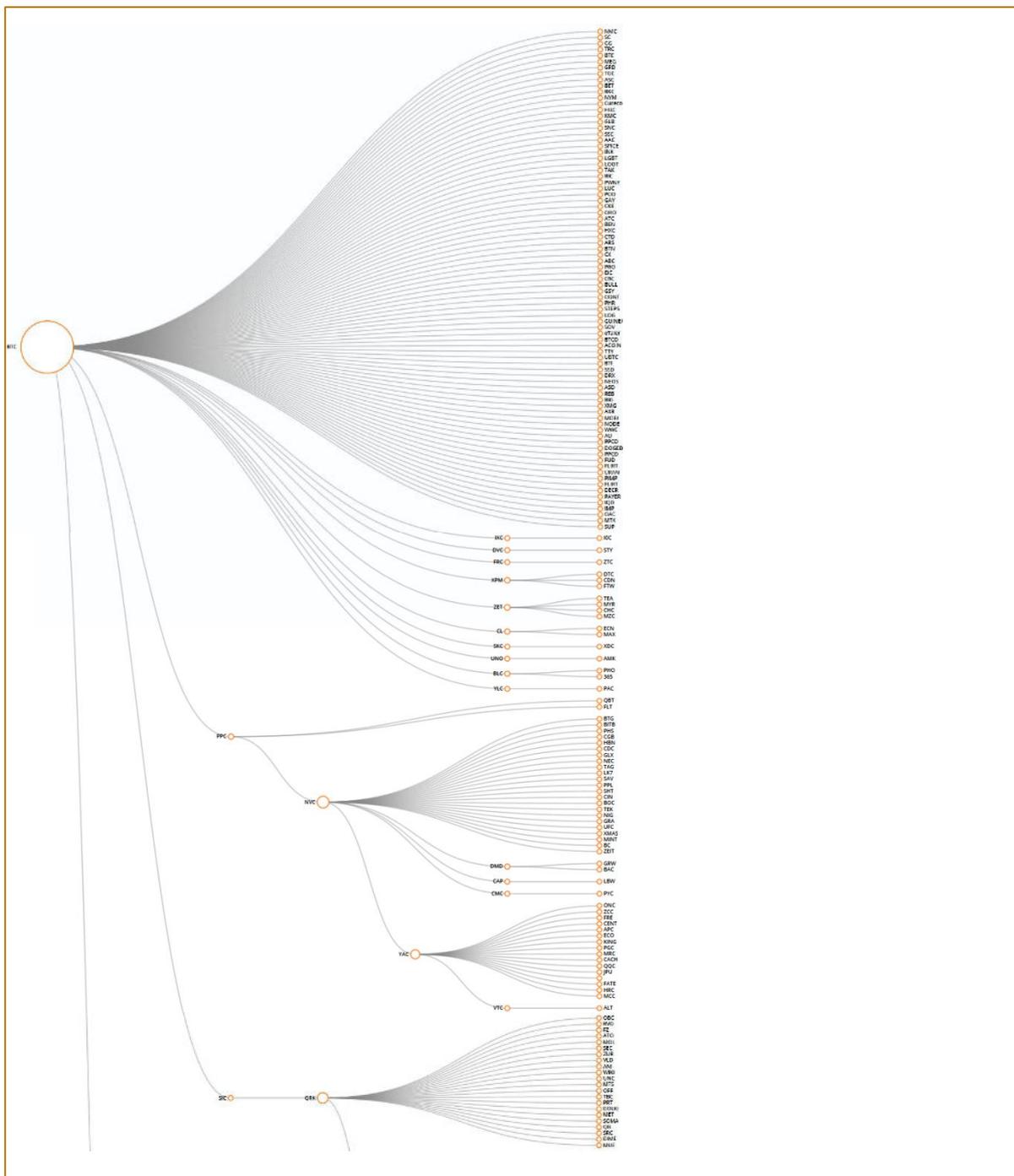
## **Phase 1: Satoshi Nakamoto und das Aufkommen dezentraler Transaktionstechnologien**

Der Beginn jeder Innovation ist durch eine Diskontinuität, eine neue Idee oder einen neuen Designansatz charakterisiert (Utterback and Suárez, 1993). Im Fall der Blockchain begann der Prozess mit einer Person oder einer Gruppe von Personen, die unter dem Pseudonym Satoshi Nakamoto beschrieb, wie über eine virtuelle Währung die Mittlerfunktion von Banken oder anderen Finanzinstitutionen überflüssig werden könnte. Alle Transaktionen werden hierfür in einem dezentralen Computernetzwerk organisiert und sind durch eben diese dezentrale Speicherung – zumindest Nakamoto zufolge – fälschungssicher, transparent und irreversibel (Nakamoto, 2008). Nakamoto inspirierte Programmierer und Unternehmer zur Umsetzung einer Plattform für Kryptowährungen. Die erste Transaktion hierüber erfolgte am 12. Januar 2009; im Frühjahr 2009 wurden die ersten Bitcoins ausgegeben (historyofbitcoin.org, 2016). Der kumulierte Wert aller Bitcoins erreichte im April 2016 5,8 Mrd. Euro – zum Vergleich: Der Gesamtwert der Euro-Währung beläuft sich auf 10.900 Mrd. Euro (Trentmann et al., 2016).

Die Entstehung von Bitcoin und der zugrunde liegenden Technologie Blockchain verlief parallel zu einer Reihe von Peer-to-Peer-Entwicklungen in anderen Märkten. Die bekanntesten Beispiele sind Airbnb (2008 gegründet), ein Online-Marktplatz für Übernachtungen in Privatwohnungen, und Uber (2009 gegründet), eine Plattform zur Vernetzung privater Transportdienstleistungen. Trentmann et al. (2016) zufolge trug die allgemeine Skepsis gegenüber dem traditionellen Bankensektor in der Zeit nach der Finanzkrise ebenfalls zum Entstehen von Kryptowährungen bei (Trentmann et al., 2016).

## **Phase 2: Natürliche Auslese, Diversifizierung und Schismen**

Während Bitcoin die Kryptowährungen dominiert, entstehen eine Reihe alternativer Peer-to-Peer-Plattformen und die Ära der natürlichen Auslese („Ferment“ in der Terminologie Andersons und Tushmans) beginnt. Die Autoren (1990, S. 611) beschreiben dies folgendermaßen: „Das Zeitalter des Ferment wird durch zwei unterschiedliche Selektionsprozesse gekennzeichnet: ein Wettbewerb zwischen den technischen Regimen und ein Wettbewerb innerhalb des neu geschaffenen technischen Regimes.“ Im Fall der Blockchain lassen sich unterschiedliche Kryptowährungen beobachten, die unterschiedliche Nischen besetzen. Abbildung 9 zeigt exemplarisch einen Ausschnitt aus der Entwicklung von Bitcoin hin zu verschiedenen Kryptowährungen.



Quelle: mapofcoins.com

Abbildung 9: Auszug aus der „Forks map“ – Variationen von Kryptowährungen, basierend auf Bitcoin (BTC)

Während diese Variationen geringfügige Modifikationen des ursprünglichen Blockchain-Protokolls darstellen, bildet die Einführung von Ethereum mit der Währung Ether im Jahr 2014 eine substantielle Variation. Vom russischen Programmierer Vitalik Buterin entworfen, erweitert Ethereum den Anwendungsbereich für die auf Blockchain basierenden Transaktionen auf alle Objekte, die über einen Computer abgebildet werden können. Anstatt virtuelle Geldbeträge zu verschicken, wollte die

Ethereum-Community Bitcoins einsetzen, um mit Rohstoffen, Derivaten und sogar Immobilien zu handeln (Dienelt, 2016, S. 6).

Ethereum beseitigt einige Schwachstellen von Bitcoin, unter anderem eine festgelegte Obergrenze aller Bitcoins, die jemals ausgegeben werden sollen, von 21 Mio. BTC (eine Einschränkung, die nur durch eine Konsensentscheidung aller Bitcoin-Teilnehmer aufgehoben werden könnte). Ethereum kann für komplexere Transaktionen genutzt werden als Bitcoin, etwa für Smart Contracts; darüber hinaus dient es als Grundlage für „Das DAO“, die erste dezentrale autonome Organisation der Ethereum-Blockchain. Das DAO schaffte es im Frühjahr 2016 innerhalb weniger Wochen, mehr als 160 Mio. US-Dollar von privaten Investoren zu sammeln, und soll als Plattform fungieren, die „Ether-Investitionen sammelt und die Mittel für Projekte verwendet, die über die Abstimmung einer offenen Gemeinschaft von Spendern und Mitgliedern ausgewählt werden“ (Dienelt, 2016, P. 35).

Ethereum kann als konsistente Weiterentwicklung der Blockchain verstanden werden, die ohne größere Komplikationen neben den älteren Kryptowährungen koexistiert. Das erste tatsächliche Schisma innerhalb der Blockchain-Community löste ein unbekannter Hacker im Juni 2016 aus, als es ihm gelang, wegen eines Fehlers im Code des Ethereum-Projekts 60 Mio. US-Dollar auf ein Privatkonto umzuleiten (Wiebe, 2016). In der Folge stand die Community vor einem grundlegenden philosophischen Dilemma: Sollte das Konzept der Irreversibilität als einer der Grundpfeiler der Blockchain-Ideologie aufgehoben werden, um die in der Transaktion „verschwundenen“ 60 Mio. US-Dollar zurückbuchen zu können? 85 Prozent der an der Ethereum-Abstimmung Beteiligten sprachen sich in der Tat für die sogenannte „Hard Fork“ zur Umkehrung des Hacks aus, wohingegen 15 Prozent dafür eintraten, den Angriff zu akzeptieren und an den grundlegenden Blockchain-Prinzipien festzuhalten. Coppola kommentiert diese Entscheidung auf Forbes: „Die Puristen, die sich gegen die Rettungsaktion aussprachen, weil es das Unveränderlichkeitsprinzip der Blockchain verletzte, hatten niemals die Chance zu gewinnen. [...] Tatsache ist, dass Ethereum seine Prinzipien verletzt hat, um einen Kunden zu retten. Anders ausgedrückt: Die Ethereum Zentralbank hat die DAO-Geschäftsbank wieder direkt mit Kapital versorgt, indem sie deren Schulden monetarisiert“ (Coppola, 2016). Seither tritt die unterlegene Minderheit für das „Unveränderlichkeitsprinzip“ der Blockchain ein und hat dafür die konkurrierende Kryptowährung „Ethereum Classic“ parallel zur Ethereum-Währung entwickelt.

Aus der Perspektive struktureller Ähnlichkeiten im Verlauf von Innovationen kann gefolgert werden, dass Blockchain mit ihren vielfältigen Inkarnationen noch nicht den Zustand erreicht hat, in der eine Ausprägung dominiert, wie es bei der Microsoft-Office-Software oder bei Google als der in der westlichen Hemisphäre bevorzugten Suchmaschinen-Anwendung der Fall ist. Es ist vielmehr anzunehmen, dass die Phase der Variationen weiterhin fortgesetzt wird. Wann eine stabile Konfiguration des Systems erreicht ist, kann angesichts der Innovationsdynamik in den Informations- und Kommunikationstechnologien nicht abgesehen werden. Es ist davon auszugehen, dass auch die dezentrale, konsensorientierte Organisationsstruktur der Blockchain-Community zu Verzögerungen bei der Herausbildung eines dominierenden Designs führt.

Für die Entstehung eines dominierenden Designs bedarf es zweier Treiber: Zum einen sind das positive Netzwerkeffekte, das heißt, der Nutzen des einzelnen Anwenders steigt mit der Menge der Anwender. Diese Netzwerkeffekte können direkt auftreten, zum Beispiel durch den Anstieg der Liquidität der Währung auf Austauschplattformen, oder indirekt durch die Verfügbarkeit ergänzender Produkte wie etwa Apps für Smartphones (Srinivasan et al., 2006). Dieses Phänomen könnte man als „Pull“-

Faktor beschreiben. Zum anderen kann die Annäherung an regulatorische Vorgaben weitere Abzweigungen begrenzen, einen Standard schaffen und Marktakteure dazu zwingen, einem bestimmten Standard zu folgen (Schilling, 2010, S. 75). Abbildung 10 zeigt die Einschätzung der Autoren zur Entwicklung der Blockchain.

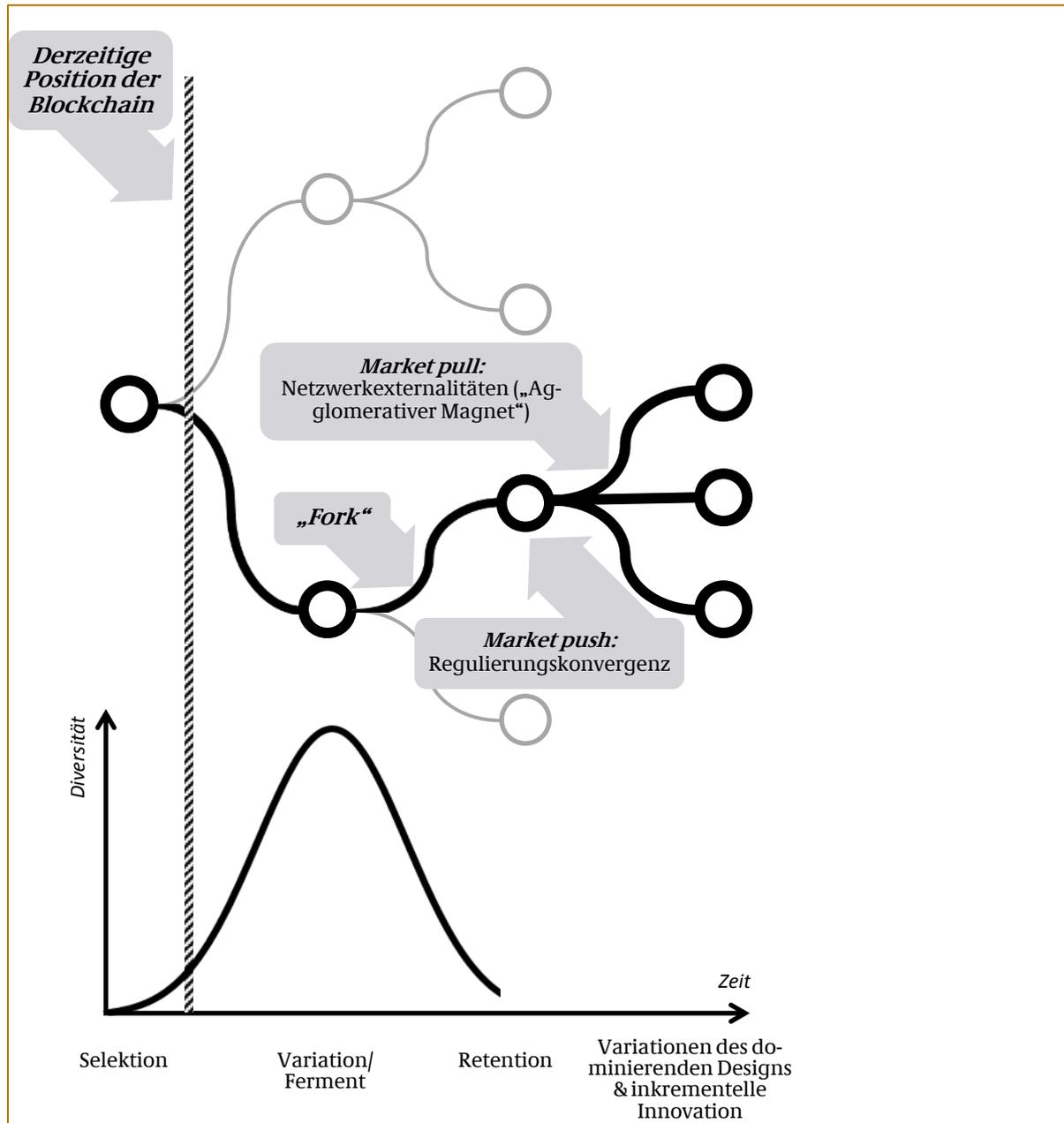


Abbildung 10: Entwicklung der Blockchain aus einer Innovationsperspektive<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Quelle: Einschätzung der Autoren, basierend auf Utterback und Suárez (1993)

### Phase 3: Konsolidierung und dominierendes Design

Das World Economic Forum (WEF) identifizierte die Sharing Economy als einen von sechs Megatrends und befragte 800 Experten nach dem Jahr, in dem sie deren Sprung in den Massenmarkt erwarten, dem sogenannten Tipping Point. Für Bitcoin und Blockchain definiert das World Economic Forum den Tipping Point als den Zeitpunkt, zu dem zehn Prozent des weltweiten Bruttoinlandsprodukts (BIP) über Blockchain-Technologie gehandelt beziehungsweise gespeichert wird. Mehr als die Hälfte der Experten schätzten, dass dieser Wendepunkt im Jahr 2025 erreicht sein wird, ein Fünftel der Befragten gab jedoch an, dass dieser Fall nie eintreten wird (World Economic Forum, 2015). Die US-amerikanische Marktforschungsfirma Gartner schätzt, dass Blockchain in fünf bis zehn Jahren marktreife erreicht haben wird (Walker et al., 2016). Die Dynamik der Digitalisierung und Technologie-Entwicklungen wie bei dem Smartphone oder Photovoltaik-Anlagen könnten jedoch auch zur Folge haben, dass die vom WEF befragten Experten in ihrer Schätzung zu konservativ waren.

Unternehmen unterliegen teilweise selbst den überhöhten Erwartungen an Blockchain und glauben, dass die Technologie „die heutige Form des Bargelds innerhalb des nächsten Jahrzehnts abschaffen wird“, wie es der Chef einer großen europäischen Bank vor dem Publikum in Davos ausdrückte (ebd.). Um nicht aufgrund mangelnder Informationen oder Expertise im Marktumfeld zurückzubleiben und die Chancen, die sich mit Blockchain ergeben könnten, zu verpassen, imitieren manche Unternehmen ihre Wettbewerber und beschäftigen sich aus Peer Pressure mit der Blockchain (eine sogenannte Informationskaskade, s.a. Bikhchandani et al., 1992).

Mit der Verbreitung der dezentralen Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und dem daraus folgenden Rückgang der Großhandelspreise haben Energieversorger in ganz Europa und in einigen Staaten der USA erkannt, dass der Schlüssel zum Unternehmenserfolg im Vertrieb, in der Serviceorientierung und einer engen Kundenbeziehung liegt. Die Bereitstellung zusätzlicher Dienste führt zu einer erhöhten Kundenloyalität. Aus einer Innovationsperspektive können die Kunden in zwei Gruppen unterteilt werden: Der Dichotomie von Bass (1969) folgend, besteht die erste Gruppe aus *Early Adopters* und *Innovators*. Sie sind technologieaffin, neugierig und offen für neue Lösungen, und sie akzeptieren kleinere Fehler in der Systemkonfiguration. Im Gegenzug erhalten sie die Möglichkeit, Teil eines Kollektivs von Pionieren zu werden. Die Zugehörigkeit zu einer gesellschaftlichen Avantgarde – ihr Status – ist ihr Mehrwert, wenn sie eine Blockchain-basierte Lösung nutzen.

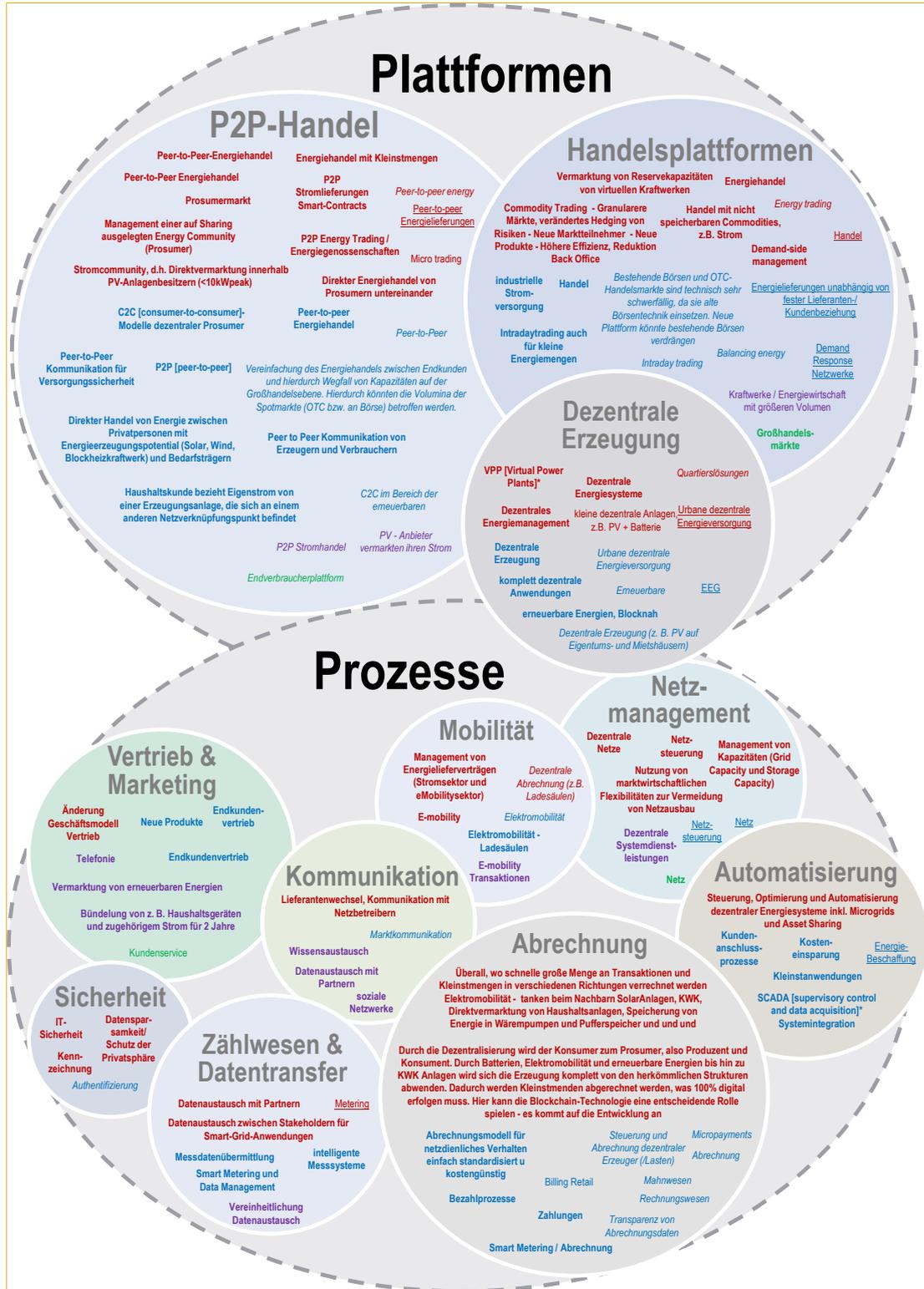
Die zweite Gruppe von Kunden sind die sogenannten *Imitatoren*. Sie sind primär an einer komfortablen, reibungslosen Nutzung ihrer Geräte interessiert. Insbesondere private und gewerbliche Kunden schätzen den Komfort-Faktor der Übertragung bestimmter Verantwortungen an einen externen Dienstleister. Allerdings sind sie preissensibler als Innovatoren und zeigen einen geringeren Grad an Loyalität.

## Anhang 2: Qualitative Antworten der Umfrage

Qualitative Antworten zur Branchenzugehörigkeit des Unternehmens
Beratung (2x)
Energieinfrastruktur
Energiespeicher
Forschung & Entwicklung
Hersteller
Hersteller von Energieanlagen
Hersteller von Energieanlagen und Verteileinrichtungen
Mitarbeiter Energiebörse
Nahverkehr (eMobility bei Straßenbahn, zunehmend Bus und digitale Mobilitätsdienstleistungen)
Nahwärmeversorger in der Immobilienbranche
Netzwerk kommunaler Stadtwerke
OEM
OEM Fossil Power Generation
SW- und Systemlieferant
Verband

<b>Geplante oder umgesetzte Blockchain-Aktivitäten</b> <i>Mein Unternehmen hat / ich als Entscheidungsträger habe Aktionen bezüglich der Blockchain ...</i>	
<b>... bereits durchgeführt, und zwar:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Aktives Scouting von Start-ups – Business Development</li> <li>– Erste Initiativen sind gestartet</li> <li>– Grundsätzliche Beschäftigung mit dem Thema und Prüfung, inwieweit Blockchain-Technologie im P2P-Bereich im geltenden regulatorischen Regime umsetzbar ist</li> <li>– Kompetenzaufbau mit Anwendungsbeispielen und Analyse</li> <li>– Kompetenzaufbau zu Grundlagen der Blockchain</li> <li>– Patente, Pilotprojekte</li> <li>– Proof-of-Concept-Implementierungen für verschiedene Themenfelder, drei laufende Projekte: P2P Trading; EV Charging; Identität, Zahlungsprozesse, Payment Gateway; diverse Konzeptarbeiten zu Blockchain als Transaktionslayer für die M-2-M Economy</li> </ul>
<b>... geplant, und zwar:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Aktuell wird die Technologie geprüft, um sie für Eigenentwicklungen nutzbar zu machen.</li> <li>– Analyse und Beobachtung</li> <li>– Analyse von Einsatzpotenzialen</li> <li>– F&amp;E-Tätigkeit</li> <li>– Forschungsprojekte</li> <li>– In Diskussion / Konzeptlevel</li> <li>– Ja, Geheimhaltung</li> <li>– Keine Aktivitäten, da der rechtliche Rahmen dieses Geschäftsmodells sich aufgrund der SLP nicht wirtschaftlich rechnen lässt</li> <li>– Lehrveranstaltung</li> <li>– Möglichkeiten für Peer-to-Peer-Handel werden getestet</li> <li>– Piloten</li> <li>– Pilottests</li> <li>– Stromcommunity, d. h. Direktvermarktung innerhalb von PV-Anlagenbesitzern (&lt; 10 kWp)</li> <li>– Studie</li> <li>– Teilnahme an Fortbildungen zum Thema, Sondierung</li> <li>– Universitätskooperation</li> <li>– Wir versuchen, die Technologie im Detail zu verstehen, führen verschiedene Gespräche und nehmen auch an der BC-Veranstaltung in Berlin teil. Darüber hinaus haben wir eine neue Gesellschaft auf dem EUREF-Campus gegründet, die NewVentures.</li> </ul>

# Anhang 3: Individuelle Antworten der Umfrage



Quelle: dena-/ESMT-Umfrageergebnisse (Aug./Sept.2016). n=70

### **Legende.**

- Eckige Klammern bedeuten Ergänzungen der Autoren
- Rote Buchstaben bedeuten Potentialabschätzung „Game Changer für die Energiewirtschaft“
- Blaue Buchstaben bedeuten Potentialabschätzung „Weitere Verbreitung wahrscheinlich“
- Violette Buchstaben bedeuten Potentialabschätzung „Nischenanwendungen“
- Grüne Buchstaben bedeuten Potentialabschätzung „Potenzial gering bis inexistent“
- Fett gedruckte Buchstaben bedeuten Unternehmen mit mehr als 500 Mitarbeitern
- Kursiv gedruckte Buchstaben bedeuten Unternehmen mit 50 bis 500 Mitarbeitern
- Unterstrichene Buchstaben bedeuten Unternehmen mit weniger als 50 Mitarbeitern

**Die Größe der einzelnen Kreise ist in dieser Grafik unabhängig von der Anzahl der jeweiligen Antworten!**

# Literaturverzeichnis

- ABRA. 2016. *How it Works* [Online]. Abra. URL: <https://www.goabra.com/technology/> [Stand 2. Sept. 2016].
- ANDERSON, P. & TUSHMAN, M. L. 1990. Technological Discontinuities and Dominant Designs: A Cyclical Model of Technological Change. *Administrative Science Quarterly*, 35, 604–633.
- BASS, F. M. 1969. A New Product Growth for Model Consumer Durables. *Management Science*, 15, 215–227.
- BDEW 2016. Erneuerbare Energien und das EEG: Zahlen, Fakten, Grafiken. Berlin: BDEW.
- BIKHCHANDANI, S., HIRSHLEIFER, D. & WELCH, I. 1992. A Theory of Fads, Fashion, Custom, and Cultural Change as Informational Cascades. *Journal of Political Economy*, 100, 992–1026.
- BITCOIN TV. 2016. *Electricity Goes Blockchain* [Online]. YouTube. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=qlBQfv85g6I> [Stand 20. Aug. 2016].
- BITHUB AFRICA 2016. The African Blockchain Opportunity – first edition. In: AFRICA, B. (ed.) *How Crypto-Currencies and Tokens could scale Disruptive Solutions across Africa*. Nairobi, Kenya: Bithub Africa.
- BLOCKCHAIN.INFO. 2016. *Average Confirmation Time* [Online]. blockchain.info. URL: <https://blockchain.info/charts/avg-confirmation-time#> [Stand 23. Aug. 2016].
- BMW 2016a. Digital Strategy 2025. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.
- BMW 2016b. *The digitisation of the energy transition* [Online]. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. URL: <http://www.bmwi.de/EN/Topics/Energy/Grids-and-grid-expansion/digitisation-energy-transition.html> [Stand 2. Nov. 2016].
- BMW 2016c. EEG-Novelle 2017. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.
- BMW 2016d. *Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2015* [Online]. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. URL: [http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Service/Erneuerbare\\_Energien\\_in\\_Zahlen/Entwicklung\\_der\\_erneuerbaren\\_Energien\\_in\\_Deutschland/entwicklung\\_der\\_erneuerbaren\\_energien\\_in\\_deutschland\\_im\\_jahr\\_2015.html](http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Service/Erneuerbare_Energien_in_Zahlen/Entwicklung_der_erneuerbaren_Energien_in_Deutschland/entwicklung_der_erneuerbaren_energien_in_deutschland_im_jahr_2015.html) [Stand 20. Sept. 2016].
- BMW & AGEE 2016. *Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2015*. Berlin: BMWi / Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien.
- BOROUJERDI, R. D. & WOLF, C. 2015. Emerging Theme Radar: What if I Told You... *Goldman Sachs Global Investment Research*. The Goldman Sachs Group.
- BSW 2016. *Statistische Zahlen der deutschen Solarstrombranche (Photovoltaik)*. Bundesverband Solarwirtschaft.
- BURGER, C., PANDIT, S. & WEINMANN, J. 2015. ESMT innovation index 2014 – electricity supply industry: The “big beyond”. Berlin: ESMT.
- BWE 2015. *Anzahl der Windenergieanlagen in Deutschland*. Bundesverband WindEnergie e. V.
- CAMPBELL, D. T. 1969. Variation and selective retention in socio-cultural evolution. *General Systems*, 14, 69–85.
- CLAPAUD, A. 2016. *SolarCoin: blockchain in the service of renewable energies* [Online]. L’Atelier / BNP Paribas. URL: [http://www.atelier.net/en/trends/articles/solarcoin-blockchain-service-of-renewable-energies\\_442008](http://www.atelier.net/en/trends/articles/solarcoin-blockchain-service-of-renewable-energies_442008) [Stand 18. Aug. 2016].
- COPPOLA, F. 2016. A Painful Lesson For The Ethereum Community. *Forbes*, 16. Jul. 2016
- DIENELT, J. 2016. *Understanding Ethereum*. New York, NY: CoinDesk.
- FACHVERBAND BIOGAS 2016. *Branchenzahlen 2015 und Prognose der Branchenentwicklung 2016*. Fachverband Biogas.
- FRØYSTAD, P. & HOLM, J. 2016. *Blockchain: Powering the Internet of Value*. EVRY Labs.

- GARTNER 2015. Gartner Says 6.4 Billion Connected “Things” Will Be in Use in 2016, Up 30 Percent From 2015. Gartner.
- GILBERT, D. 2016. Blockchain Complaints Hit Record Level As Bitcoin Transaction Times Grow And Fees Rise. *International Business Times*, 3. Aug. 2016
- GOGERTY, N. & ZITOLI, J. 2011. DeKo: An Electricity-Backed Currency Proposal. Thoughtful Capital Group.
- HASSE, F., PERFALL, A. V., HILLEBRAND, T., SMOLE, E., LAY, L. & CHARLET, M. 2016. Blockchain – Chance für Energieverbraucher? Düsseldorf: PWC.
- HESSE, E. 2016. RE: Personal communication on September 16, 2016: Comments on the draft.
- HIGGINS, S. 2016. How Bitcoin Brought Electricity to a South African School [Online]. Coindesk.com. URL: <http://www.coindesk.com/south-african-primary-school-blockchain/> [Stand 18. Aug. 2016].
- HISTORYOFBITCOIN.ORG. 2016. *The first Bitcoin transaction* [Online]. <http://historyofbitcoin.org/>. URL: <http://historyofbitcoin.org/> [Stand 15. Aug. 2016].
- KAGERMANN, H., WAHLSTER, W. & HELBIG, J. 2013. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Berlin: acatech.
- KAMINSKA, I. & TETT, G. 2016. Blockchain debate eclipses Basel III at Davos. *Financial Times*, 21. Jan. 2016
- KASTELEIN, R. 2016. Solarcoin – Combining Sustainability and the Blockchain [Online]. Blockchain News. URL: <http://www.the-blockchain.com/2016/03/05/solarcoin-combining-sustainability-and-the-blockchain/> [Stand 18. Aug. 2016].
- KELLY, J. & CHAVEZ-DREYFUSS, G. 2016. Thomson Reuters joins R3 blockchain consortium. *Reuters*, 2. Aug. 2016
- MARAS, E. 2016. R3 Consortium’s Blockchain Initiative: What Makes ‘Corda’ Different? *cryptocoins news*, 6. Apr. 2016
- MIHM, A. 2016. New York probt die Abschaffung der Energieversorger. *FAZ*, 2. Aug. 2016
- NAKAMOTO, S. 2008. *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System* [Online]. Bitcoin.org. URL: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> [Stand 15. Aug. 2016].
- POTTER, B. 2016. Blockchain power trading platform to rival batteries. *AFRWeekend*, 14. Aug. 2016
- RUTKIN, A. 2016. Blockchain-based microgrid gives power to consumers in New York. *New Scientist*, 2. Mär.
- RWE. 2016. *Ladesäulenfinder* [Online]. RWE. URL: <https://www.rwe-mobility.com/web/cms/de/1195202/emobility/rwe-ladesaeulenfinder/> [Stand 20. Aug. 2016].
- SCHILLING, M. 2010. Strategic Management of Technological Innovation. McGraw-Hill Education.
- SRINIVASAN, R., LILIEN, G. L. & RANGASWAMY, A. 2006. The Emergence of Dominant Designs. *Journal of Marketing*, 70, 1–17.
- STÖCKER, C. 2016. BlockCharge – EV Charging via the Ethereum BlockChain [Online]. YouTube. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=0A0LqJ9oYNg> [Stand 18. Aug. 2016].
- SUAREZ, F. F. & UTTERBACK, J. M. 1995. Dominant Designs and the Survival of Firms. *Strategic Management Journal*, 16, 415–430.
- SWAN, M. 2015. Blockchain: Blueprint for a New Economy. O’Reilly Media.
- TAPSCOTT, D. & TAPSCOTT, A. 2016. Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business, and the World. Penguin Publishing Group.
- TRENTMANN, N., DÖRNER, S. & ECKERT, D. 2016. Der unaufhaltsame Niedergang des Bitcoin. *Welt Online*, 22. Apr. 2016.
- UTTERBACK, J. M. & SUÁREZ, F. F. 1993. Innovation, competition, and industry structure. *Research Policy*, 22, 1–21.

- WALKER, M. J., BURTON, B. & CANTARA, M. 2016. Hype Cycle for Emerging Technologies. Gartner.
- WEUSECOINS.COM. 2016. Venture Capital Investments in Bitcoin and Blockchain Companies [Online]. Weusecoins.com. URL: <https://www.weusecoins.com/en/venture-capital-investments-in-bitcoin-and-blockchain-companies/> [Stand 22. Sept. 2016].
- WIEBE, F. 2016. Chaos im Wunderland. *Handelsblatt*, 1. Aug. 2016
- WORLD ECONOMIC FORUM 2015. Deep Shift: Technology Tipping Points and Societal Impact. Geneva: World Economic Forum.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Durchschnittliche Transaktionszeit bei Bitcoin .....	9
Abbildung 2: Aufstellung der Umfrageteilnehmer nach Branchenzugehörigkeit .....	15
Abbildung 3: Unternehmensgröße der Umfrageteilnehmer .....	16
Abbildung 4: Blockchain im Energiesektor – Bekanntheitsgrad unter den Umfrageteilnehmern .....	17
Abbildung 5: Blockchain-Aktivitäten der Umfrageteilnehmer .....	18
Abbildung 6: Potenzialabschätzung der Blockchain im Energiesektor .....	19
Abbildung 7: Potenzielle Anwendungsfälle der Blockchain im Energiesektor .....	20
Abbildung 8: Zusammensetzung des Stromtarifs für Haushalte.....	24
Abbildung 9: Auszug aus der „Forks map“ – Variationen von Kryptowährungen, basierend auf Bitcoin (BTC) .....	29
Abbildung 10: Entwicklung der Blockchain aus einer Innovationsperspektive.....	31



