

Blockchain – Chance für Energieverbraucher?

*Kurzstudie für die
Verbraucherzentrale NRW,
Düsseldorf*

26. Juli 2016



Inhaltsverzeichnis

Executive Summary

1. Blockchain: Einführung, Begriffsdefinition und Entwicklungsgeschichte.....	3
2. Erfahrungen mit Blockchain in anderen Sektoren, insbesondere im Hinblick auf die Verbesserung der Verbraucherperspektive	9
2.1. Blockchain-Anwendungen in verschiedenen Branchen.....	9
2.2. Blockchain-Anwendungen als Basis für Kryptowährungen (Bitcoin)	10
2.3. Private Blockchain-Modelle (Nasdaq).....	11
2.4. Kombination einer privaten Blockchain mit Smart Contracts (R3 & Barclays).....	13
2.5. Kombination einer öffentlichen Blockchain mit Smart Contracts (Ethereum).....	13
3. Übersicht über internationale Erfahrungen mit Blockchain im Energiebereich, mit Fokus auf die Verbraucherperspektive	15
3.1. Anwendungsbereiche der Blockchain im Energiebereich.....	15
3.2. Ausgewählte aktuelle Projekte und Unternehmen.....	19
3.3. Einschätzung des aktuellen Entwicklungsstands und der Perspektiven von Blockchain-Projekten im Energiebereich	23
4. Aktuelle energierechtliche Stellung am Beispiel der Verbraucher und Prosumer und zukünftige Herausforderungen im Bereich Energierecht durch Blockchain.....	25
4.1. Europäisches Energierecht	25
4.2. Anwendbare nationale Gesetze und Verordnungen	26
4.3. Verbraucherschutz im Energierecht.....	28
5. Regulatorische Herausforderungen bei der Umsetzung von Blockchain-Anwendungen im Energiesektor.....	29
5.1. Aktuelles regulatorisches Umfeld	29
5.2. Veränderte Rollenverteilung im Blockchain-Modell	30
5.3. Hemmnisse und Regelungsbedarf bei Blockchain-Anwendungen.....	31
5.4. Potenziale für Blockchain aus Regulierungssicht	32
6. Chancen und Risiken der Blockchain aus Verbraucherperspektive.....	33
6.1. Chancen der Blockchain im Energiesektor.....	34
6.2. Risiken der Blockchain im Energiesektor	35
6.3. Ausblick auf langfristige gesellschaftliche Folgen.....	37
7. Zusammenfassung und Ausblick.....	39
Anhang 1: Liste der Interviewpartner	42
Anhang 2: Quellen und relevante Links	43

Executive Summary

Effiziente Peer-to-Peer-Transaktionsplattform

Blockchain ist eine Technologie für Peer-to-Peer-Transaktionsplattformen. Kernfunktionalität der Blockchain ist die dezentrale Speicherung und Verschlüsselung von Transaktionsdaten in einer langen Kette von Datenblöcken. Ergänzt wird die Blockchain durch Mechanismen für dezentrale Transaktionen. Diese Smart Contracts enthalten individuell definierte Regeln, zum Beispiel Vorgaben über Mengen, Qualitäten und Preise, die ein autonomes Zusammenfinden dezentraler Anbieter und Nachfrager ermöglichen. Blockchains und Smart Contracts haben das Potenzial, einen Quantensprung bei dezentralen Transaktions- und Geschäftsmodellen auszulösen.

Kostensenkung, Prozessbeschleunigung und Flexibilisierung

Mit der Blockchain-Technologie verschiebt sich das Transaktionsmodell von zentral (Banken, Börsen, Handelsplattformen, Energieversorger) zu dezentral (Konsumenten, Energieverbraucher). Transaktionen werden direkt Peer-to-Peer veranlasst und umgesetzt. Dadurch können Kosten gesenkt und Prozesse beschleunigt werden. Insgesamt steigt die Flexibilität des Systems, da viele zuvor manuelle Arbeitsschritte automatisiert durch Smart Contracts erfolgen.

Aktuelle Hürden bei der Umsetzung von Blockchain-Anwendungen

Die Blockchain-Technologie ist insgesamt noch in einem jungen Entwicklungsstadium. Viele Details der Realisierung von Blockchains und Smart Contracts werden derzeit in zahlreichen Projekten und Initiativen erprobt. In der Theorie kommt die Blockchain ohne Intermediäre und ohne zentrale Instanzen aus. Konflikte sollen im „Schwarm“ gelöst werden, also der kollektiv geäußerten Meinung aller Beteiligten. In der heutigen Praxis sind diese Modelle noch schwer umsetzbar. Zudem sind Blockchain-Projekte an bestehende rechtliche und regulatorische Vorgaben gebunden.

Im Finanzbereich bereits ein gewisser Reifegrad, im Energiesektor und in anderen Branchen noch im Konzeptstadium

Blockchain wurde im Finanzsektor als Grundlage der Kryptowährung Bitcoin entwickelt. Rund um Bitcoin ist ein Ökosystem von Unternehmen entstanden, das die virtuelle Währung und die zugrundeliegende Technologie nutzt. Weitere Anwendungsbereiche im Finanzbereich werden aktuell von zahlreichen Großbanken und Startup-Unternehmen entwickelt und erprobt.

In anderen Branchen stehen die Überlegungen zu Blockchain-Entwicklungen noch ganz am Anfang. Einzelne Startups gehen aktuell mit Blockchain-Projekten an den Markt. Im Energiesektor gibt es einige Pilotprojekte, teilweise mit Beteiligung der großen Energieversorger. So wurde zum Beispiel im April 2016 in New York erstmalig der direkte Verkauf dezentral erzeugter Energie an Nachbarn über ein Blockchain-System realisiert. Zielsetzung ist die Etablierung eines komplett dezentralen Energiesystems, in dem Energieproduzenten und Energieverbraucher auf Basis vordefinierter Verträge und ohne Intermediäre automatisiert Energielieferverträge ausführen.

Chancen für Prosumer

Die Blockchain stärkt die Rolle des einzelnen Konsumenten und Produzenten im Markt. Prosumer, d. h. Haushalte, die zugleich Energie produzieren und verbrauchen, erhalten über die Blockchain-Technologie die Möglichkeit, mit einem hohen Freiheitsgrad Energie direkt zu kaufen und zu verkaufen. Der derzeitige rechtliche und regulatorische Rahmen für Konsumenten und Prosumer ist im Energiebereich klar definiert und schützt vor allem Konsumenten auf verschiedenen Ebenen. Mittel- bis langfristig ist dieser Rahmen vermutlich auf die Erfordernisse dezentraler Transaktionsmodelle anzupassen.

Vielfältige Anwendungsmöglichkeiten im Energiesektor

Die Blockchain-Technologie ist vielversprechend: Neben der Nutzung für Energieliefertransaktionen lässt sie sich als Grundlage für Ables- und Abrechnungsprozesse sowie Clearing einsetzen. Auch bei der Dokumentation von Eigentumsverhältnissen, Anlagenzuständen (Asset Management), Herkunftsnachweisen, CO₂- und Ökostromzertifikaten sind Einsatzmöglichkeiten denkbar.

Die Blockchain-Technologie hat das Potenzial, zunächst einzelne Teilbereiche und langfristig den gesamten Energiemarkt gravierend zu verändern.

1. Blockchain: Einführung, Begriffsdefinition und Entwicklungsgeschichte

Blockchain ist eine Technologie für sogenannte Peer-to-Peer-Transaktionen. Das bedeutet, dass jeder mit jedem innerhalb eines Netzwerkes direkt und ohne Intermediär Transaktionen durchführen kann. Neu ist, dass Transaktionen nicht mehr auf zentralen Datenbanken, sondern dezentral auf allen beteiligten Rechnern gespeichert werden. Die erste relevante Blockchain-Anwendung ist Bitcoin, eine Kryptowährung. Bitcoin war in den letzten Jahren die Basis für Blockchain-Anwendungen, die derzeit insbesondere im Finanzsektor weiterentwickelt werden. Seit Kurzem entstehen Unternehmen und Initiativen, die das Blockchain-Prinzip auch auf andere Branchen übertragen, zum Beispiel auf die Energiewirtschaft. Grundsätzlich wird der Blockchain-Technologie ein sehr großes Potenzial zugeschrieben, heute befinden sich die Entwicklungen aber noch in einem sehr frühen Stadium.

Was ist die Blockchain?

Die vorliegende Studie thematisiert den Einfluss der Blockchain-Technologie auf den Energiesektor und die Möglichkeiten für die Energiekunden bzw. Energieverbraucher. Anfänglich als Nischenprodukt kaum beachtet, findet das Thema Blockchain seit einiger Zeit vermehrt Aufmerksamkeit bei Experten verschiedener Branchen sowie in den Medien. Dennoch wissen viele Entscheider zum Beispiel aus der Finanzbranche noch nicht, wie Sie auf die Entwicklung reagieren sollen – laut einer PwC-Studie aus dem März 2016 sind dies 57 Prozent aller Befragten.

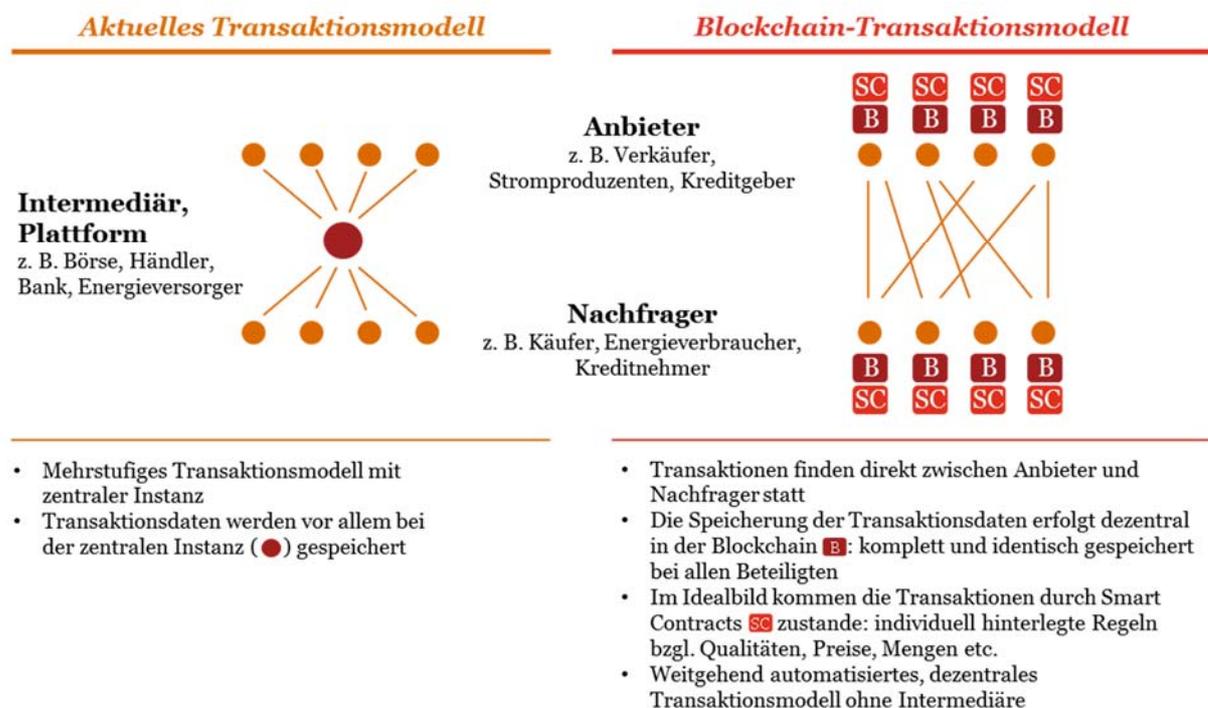


Abbildung 1: Veränderung des Transaktionsmodells durch Blockchain

Ein Grund dafür ist die oftmals nicht genug bekannte Funktionsweise der Blockchain. Im Kern ist Blockchain ein digitaler Vertrag, mit dem ein Partner eine Transaktion (zum Beispiel Stromverkauf) direkt mit einem anderen Partner durchführen und abrechnen kann. Peer-to-Peer bedeutet, dass die

Transaktionen in einem Netzwerk gespeichert werden, zu dem Computer des Anbieters und Nachfragers sowie vieler anderer Netzwerk-Mitglieder gehören. Der sonst notwendige Intermediär wie eine Bank wird überflüssig, da die anderen Netzwerk-Mitglieder als Zeugen der Transaktion zwischen dem Anbieter und Nachfrager auch im Nachhinein die Details der Transaktion bestätigen können – sie haben diese dezentral auf ihren Computern gespeichert.

Wie funktioniert die Blockchain?



Abbildung 2: Blockchain-Prozess

Wenn ein Anbieter und ein Nachfrager eine Transaktion vereinbaren, legen sie die Variablen einer Transaktion fest, unter anderem Empfänger, Sender und Höhe der Transaktion. Die Informationen der einzelnen Transaktion werden mit anderen Transaktionen im gleichen Zeitraum als Datenblock zusammengefasst. Dies ist vergleichbar mit dem Versenden von E-Mails, auch dort werden die E-Mails in Datenblöcke zerlegt. Bei Blockchain besteht der Unterschied darin, dass der Vorgang eine einzelne standardisierte Transaktion beinhaltet.

Diese Transaktion wird verschlüsselt auf vielen einzelnen Computern verteilt (Peer-to-Peer) und auf diesen lokal gespeichert. Die Mitglieder des Netzwerkes bestätigen (Validierung) automatisch die Transaktionen, die auf den verschiedenen Computern gespeichert sind.

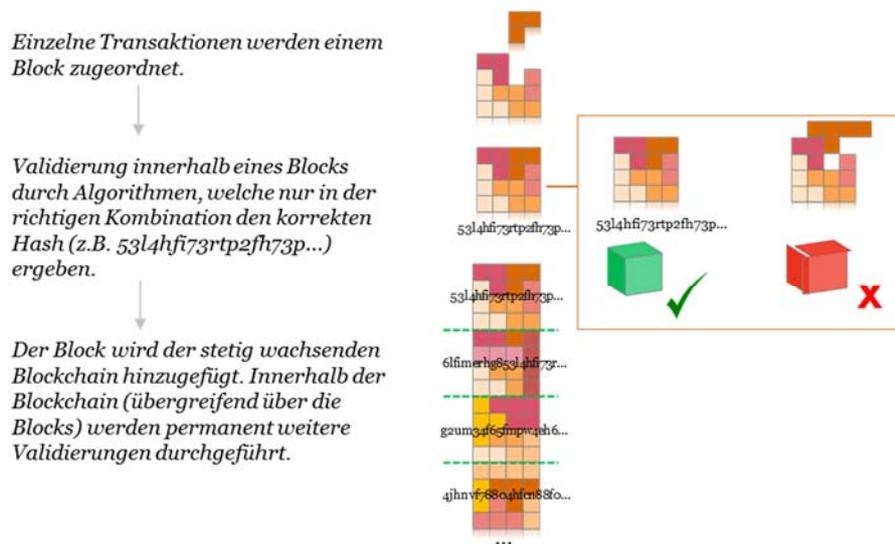


Abbildung 3: Validierungsprozess

Die Validierung innerhalb eines Blocks erfolgt durch Algorithmen, welche den Blöcken einen einzigartigen Hash anhängen. Ein Hash ist eine auf allen in dem Block gespeicherten Informationen basierende Serie von Zahlen und Buchstaben. Wird nur eine Information innerhalb einer Transaktion durch Manipulation oder Übertragungsfehler nachträglich verändert, beispielsweise die Höhe des jeweiligen Transaktionsbetrags, errechnet der Algorithmus des veränderten Blockes nicht mehr den korrekten Hash und erstellt eine Fehlermeldung.

Diese Zahlen- und Zifferkombinationen werden laufend auf ihre Korrektheit geprüft und die einzelnen Blöcke zu einer gesamten Datenblock-Kette zusammengefügt – der Blockchain. Die in der Blockchain gespeicherten Informationen sind durch eine Verknüpfung der Zahlen- und Zifferkombinationen nicht (oder nur mit sehr hohem Aufwand) manipulierbar. Dieser andauernde Prüfungsprozess (das sogenannte Mining) wird durch Mitglieder der Blockchain geleistet, welche hierfür abhängig von der von ihnen eingebrachten Rechenleistung entlohnt werden.

Die Blockchain kann durch diesen Validierungsprozess durch alle Mitglieder befüllt, aber nicht nachträglich verändert werden. Dies ermöglicht direkte Peer-to-Peer-Transaktionen zwischen Personen oder Organisationen, für die vormals immer ein Intermediär nötig war, der die Transaktion legitim dokumentierte. Ist für eine Geldtransaktion zwischen zwei Parteien normalerweise eine Bank als Intermediär notwendig, so kann diese Transaktion mithilfe der Blockchain-Technologie direkt zwischen den beiden Parteien stattfinden und dokumentiert werden.

Wie verlief die Entwicklungsgeschichte der Blockchain?

Blockchain-Anwendungen lassen sich aus heutiger Sicht in drei Entwicklungsstadien unterteilen, die Blockchain der Stufen 1.0, 2.0 sowie 3.0. **Blockchain 1.0** umfasst virtuelle (Krypto-)Währungen wie Bitcoin, eine Alternative zu Realwährungen wie Euro oder Dollar. Bis heute ist von allen Blockchain-Anwendungen vor allem Bitcoin einer größer werdenden Öffentlichkeit ein Begriff. Trotz steigender Nutzerzahlen und Handelsvolumina ist der absolute Anteil von Bitcoin-Transaktionen an internationalen Währungsmärkten aber weiterhin verschwindend gering. Es gibt aktuell keine Anzeichen für einen Aufstieg von Bitcoin in Dimensionen, die mit denen internationaler Währungen vergleichbar sind.

Die nächste Entwicklungsstufe ermöglicht die Nutzung von Smart-Contract-Modellen, welche unter dem Begriff **Blockchain 2.0** zusammengefasst werden. Ein Smart Contract beschreibt ein digitales Protokoll, das vorgegebene Prozesse innerhalb einer Transaktion automatisiert ausführt, ohne dass ein Dritter (beispielsweise eine Bank) involviert ist. Bezugnehmend auf das Beispiel am Anfang dieses Kapitels wäre es beispielsweise möglich, einen Smart Contract zwischen einem Energieproduzenten und einem Verbraucher aufzusetzen, der die Versorgung und Bezahlung vollautomatisch und gesichert regelt. Kommt der Verbraucher seiner 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. Für Banken bedeutet diese Entwicklung eine Gefahr für ihr bisheriges Geschäftsmodell, da sie Gefahr laufen, im Bereich des Zahlungsverkehrs ausgeschlossen zu werden.

Unternehmen und Entwickler können bei ihren Anwendungen offene und private Blockchains einsetzen. In einer offenen Blockchain ist die Identität der Teilnehmer anonym. Beispiele sind Bitcoin und Ethereum. In einer privaten Blockchain sind die Teilnehmer bekannt und wurden vorab identifiziert. Vorteile der privaten Blockchain sind beispielsweise ein einfacheres Regulieren und niedrigere Betriebskosten gegenüber öffentlichen Anwendungen. Banken und Zahlungsdienstleister werden deswegen künftig versuchen, diese privaten Blockchains für ihre bisherigen Geschäftsmodelle zu nutzen, auch weil sie hierdurch Einfluss- und Einnahmemöglichkeiten behalten können.

Die **Blockchain 3.0** ist noch ein visionäres Konzept. Darin würden Smart Contracts zu dezentralen, autonomen Organisationseinheiten weiterentwickelt, mit eigenen Gesetzmäßigkeiten und einem hohen Autonomiegrad.

Die Funktionsweise der Blockchain im Detail

Was ist eine DApp?

Im Kern ist Blockchain eine sogenannte DApp (Decentralized Application), die ein Peer-to-Peer-Protokoll innehat und mit der Besonderheit der dezentralen Speicherung aller Transaktionsdaten ausgestattet ist.

Eine DApp ist eine Open-Source-Anwendung, die eine Vereinbarung zwischen dem Netzwerk und seinen Benutzern darstellt, die auf einem dezentral verteilten Register (dem Ledger) wie der Bitcoin- oder der Ethereum-Blockchain läuft. Die Besonderheit dieser Anwendung ergibt sich daraus, dass keine einzelne Organisation Rechtsansprüche auf diese Verträge hat bzw. diese kontrolliert, sondern Entscheidungen (zum Beispiel die Adaptierung des Protokolls) durch Übereinstimmung der Benutzer und durch das Einbeziehen von Programmierungen getroffen werden.

Um sich als eine echte dezentrale Applikation zu qualifizieren, müssen Protokoll und Daten in einer öffentlichen, dezentralisierten Blockchain gespeichert sein – dadurch beugt man einem **Central Point of Failure** vor. Darüber hinaus müssen sie einem dezentralen Validierungsmechanismus unterliegen, zum Beispiel Proof of Work.

Durch echte dezentrale Anwendungen wird sichergestellt, dass eine zuverlässige Aufzeichnung von Transaktionen und Geschäften weiterhin besteht, auch wenn zentrale Websites und Interfaces offline gehen. Darüber hinaus kann niemand den Ledger im Nachhinein ändern oder löschen.

Klassifizierung von DApps:

- Type 1: Dezentrale Anwendung mit eigener Blockchain
 - Beispiele: Bitcoin, Altcoin, Litecoin
- Type 2: Eine dezentrale Anwendung, welche die Blockchain einer Type 1 DApp verwendet
 - Beispiel: Omni Protocol (ein Software Layer auf der Bitcoin Blockchain)
 - Type 2 DApps sind Protokolle mit eigenen Tokens
- Type 3: Eine dezentrale Anwendung, welche die Blockchain einer Type 2 DApp verwendet
 - Beispiel: SAFE Network verwendet das Omni Protocol um Safecoins-Tokens auszugeben.

Proof of Work und Proof of Stake

Zweck des Validierungsprozesses ist, im dezentralen Ledger Konsens zu erreichen. Die Validierung durch Konsensfindung ist dezentral (d. h. in der Blockchain) verankert und läuft automatisiert ab.

Folgende zwei Mechanismen werden am häufigsten zur Konsensfindung eingesetzt:

Proof of Work

Proof of Work ist derzeit der häufigste Konsens-Mechanismus für Blockchain-Technologien und auf sogenannte Miner angewiesen. Jeder Block wird durch das Mining validiert, die darin enthaltene Information gespeichert. Die Validierung innerhalb eines Blocks erfolgt durch Algorithmen, die dem Block auf Basis aller in ihm gespeicherten Informationen einen einzigartigen Hash zuweisen. Mithilfe eines Hash-Algorithmus wandelt man Daten einer beliebigen Länge in einen Datensatz fester Länge um und kreierte somit einen Hash. Dieser Hashwert ist eine Prüfsumme, der durch die Hashfunktion zur Verschlüsselung einer Nachricht mit variabler Länge angewendet wird. Verschiedene verschlüsselte Nachrichten dürfen dabei nie auf denselben Hashwert zurückzuführen sein, der Hashwert gibt auch keine Rückschlüsse auf den Nachrichteninhalte. Es wird zwischen normalen und Krypto-Hashs unterschieden. Die Komplexität besteht darin, einen bestimmten Hash des Blockinhaltes zu finden. Der Komplexitätsgrad (Difficulty) orientiert sich an der im Miner-Netzwerk verfügbaren Rechenleistung und passt sich flexibel so an, dass in einem zeitlich festgelegten Abstand (Bitcoin 10 Minuten, Ethereum 10 Sekunden) ein neuer Block gehasht werden kann. Wird nur eine Information innerhalb einer Transaktion

nachträglich verändert, beispielsweise die Höhe des jeweiligen Transaktionswertes durch Manipulation oder Übertragungsfehler, errechnet der Algorithmus des veränderten Blockes nicht mehr den korrekten Hash. Bei der Validierung werden die Hashs des gleichen Blocks, der wie beschrieben vielfach dezentral abgespeichert worden ist, verglichen, der veränderte Block kann so entdeckt und für ungültig erklärt werden. Die validierte, korrekte Version des Blocks wird durch die Mehrzahl der beteiligten Computer identifiziert und verschmilzt nun mit früher validierten Blöcken zur Blockchain. Sobald der Block, welcher die anfängliche Transaktion beinhaltet, mit der Blockchain verschmilzt und diese Verschmelzung von genügend Mitgliedern des Netzwerks gespeichert wurde, ist die Transaktion für beide Parteien bestätigt.

Über den Mining-Prozess können auch Entscheidungen bezüglich Veränderungen von DApps getroffen werden. Ausschlaggebend für eine Entscheidung im Rahmen des Proof-of-Work-Prinzips ist die Menge an Arbeit, die von den einzelnen Stakeholdern geleistet worden ist, um einen Block zu verifizieren.

Proof of Stake

Das Proof-of-Stake-Verfahren macht den Mining-Prozess für diejenigen einfacher, die eine große Menge an Tokens kontrollieren. Während unter dem Proof-of-Work-Prinzip eine große Zahl von Nutzern beständig durch Mining die Hashs der Transaktionen dezentral validiert, um die Besitzbestände innerhalb der Blockchain zu aktualisieren, müssen beim Proof-of-Stake-Konzept Nutzer ihren Anteil an der unterliegenden Währung wiederkehrend selbst belegen. Beim Proof-of-Stake-Konzept wird der Aufwand des Validierungsprozesses nach dem prozentualen Eigentumsanteil der jeweiligen Mitglieder verteilt. Ein theoretischer Anteil von zehn Prozent eines Besitzers am Gesamtumlauf eines Blockchain-Vermögens resultiert in einem zehnprozentigen Anteil des zu leistenden Minings durch den Nutzer. Dieses Vorgehen kann in großen Reduktionen von Energie- und Betriebskosten resultieren, da das dezentrale Validierungsverfahren weniger aufwändig gestaltet wird.

Was ist ein Token?

Der Begriff Token kann für mehrere Dinge stehen: Er verschafft einem Nutzer Zugriff auf eine (de)zentrale Computeranwendung, kann Schlüssel für eine digitale Transaktionen sein oder aber eine Währungseinheit repräsentieren, zum Beispiel Bitcoins. In Bezug auf DApps müssen Tokens nach einem Standard-Algorithmus oder nach festgelegten Kriterien generiert und verteilt werden. Tokens sind die Basis für die Nutzung einer Anwendung und Belohnung für Beiträge von Nutzern. Tokens stellen jedoch weder ein Anlagevermögen dar, noch sind sie mit einem Recht auf Dividenden oder Anteilen verbunden. Obwohl sich der Wert eines DApp Token im Laufe der Zeit erhöhen oder verringern kann, darf man Token nicht als Wertpapiere missverstehen.

Wie ist der Mechanismus der Token-Verteilung?

Es gibt drei allgemeine Mechanismen, mit denen DApps (zum Beispiel Bitcoin, Ethereum) ihre Token (zum Beispiel Bitcoins, Ether) verteilen können: Mining, Fundraising und Entwicklung.

- **Mining:** Vergütung für jene Teilnehmer, welche gewisse Operationen zur Validierung am schnellsten lösen (Konsens durch Proof of Work). Mining wird zum Beispiel bei der Ausgabe von Bitcoin Tokens angewendet.
- **Fund Raising:** Tokens werden an diejenigen verteilt, die die anfängliche Entwicklung der DApp finanzierten.
- **Entwicklung:** Tokens werden durch einen vordefinierten Mechanismus erzeugt und stehen für die Weiterentwicklung der DApp zur Verfügung (Konsens durch Proof of Stake).

Durchführung der Transaktion

Anstelle eines Intermediärs tritt bei einer Blockchain-Transaktion der kryptographische Beweis. Das folgende Diagramm zeigt eine Peer-to-Peer-Transaktion ohne Einbindung des Intermediärs. Wichtig ist hierbei die Unterscheidung zwischen den beiden Bestandteilen einer Blockchain Adresse, dem Private und Public Key. Über den Public Key lässt sich die Transaktionshistorie eines Nutzers einsehen, aber er

kann nicht für Transaktionen genutzt werden, ohne dass der Private Key bekannt ist. Der Private Key ist notwendig, um auf einen Account zugreifen und aktiv Transaktionen durchführen zu können.

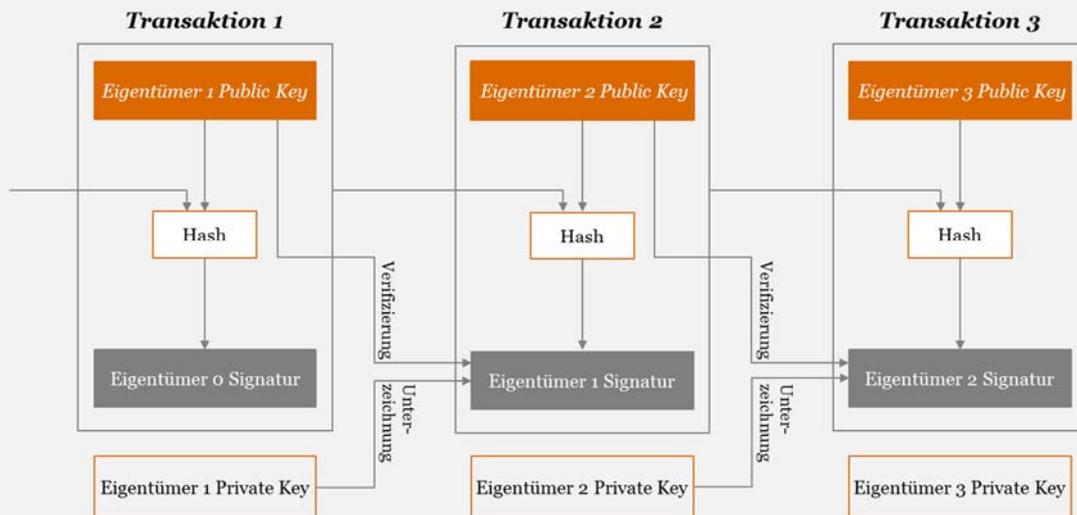


Abbildung 4: Peer-to-Peer-Transaktion

Die Abbildung zeigt, wie Eigentümer 1 eines Tokens den Transfer zum Eigentümer 2 vollzieht, indem er digital einen Hash der vorherigen Transaktion und den Public Key des nächsten Empfängers unterzeichnet (digitale Signatur). Die Transaktion wird dann in der Blockchain gespeichert. Um eine korrekte Eigentümerkette sicherzustellen, kann der Informations-/Zahlungsempfänger (Eigentümer 2) die Signaturen mit dem Public Key von Eigentümer 1 auf der öffentlich zugänglichen Blockchain verifizieren. Er kann jedoch nicht überprüfen, ob einer der Eigentümer den Token schon einmal vor dieser Transaktion benutzt hat. Die Validierung dieses Double Spending kann durch eine zentrale Instanz oder im Falle der Bitcoin mit einer dezentralen Instanz im Rahmen eines Validierungsprozesses erfolgen.

2. Erfahrungen mit Blockchain in anderen Sektoren, insbesondere im Hinblick auf die Verbesserung der Verbraucherperspektive

Bei der Nutzung von Blockchain-Technologie ist der Finanzsektor heute mit Abstand am weitesten fortgeschritten. Anders als in den übrigen Branchen werden Blockchain-Lösungen hier nicht bloß von kleinen Communities, sondern auch von etablierten Unternehmen entwickelt und genutzt, zum Beispiel von internationalen Geschäftsbanken. Das liegt hauptsächlich daran, dass der Einsatz der Blockchain im Finanzsektor aufgrund des Transaktionsmodells in kurzer Zeit Kosten massiv reduzieren und Prozesse effizienter machen kann. Aus Verbrauchersicht ist vor allem die Frage interessant, welches Blockchain-Modell – öffentlich oder privat – sich durchsetzen wird und wie Smart Contracts in Zukunft genutzt werden.

2.1. Blockchain-Anwendungen in verschiedenen Branchen

Blockchain-Anwendungen werden für verschiedene Branchen und Anwendungsbereiche entwickelt, wie die nachfolgende Übersicht zeigt.

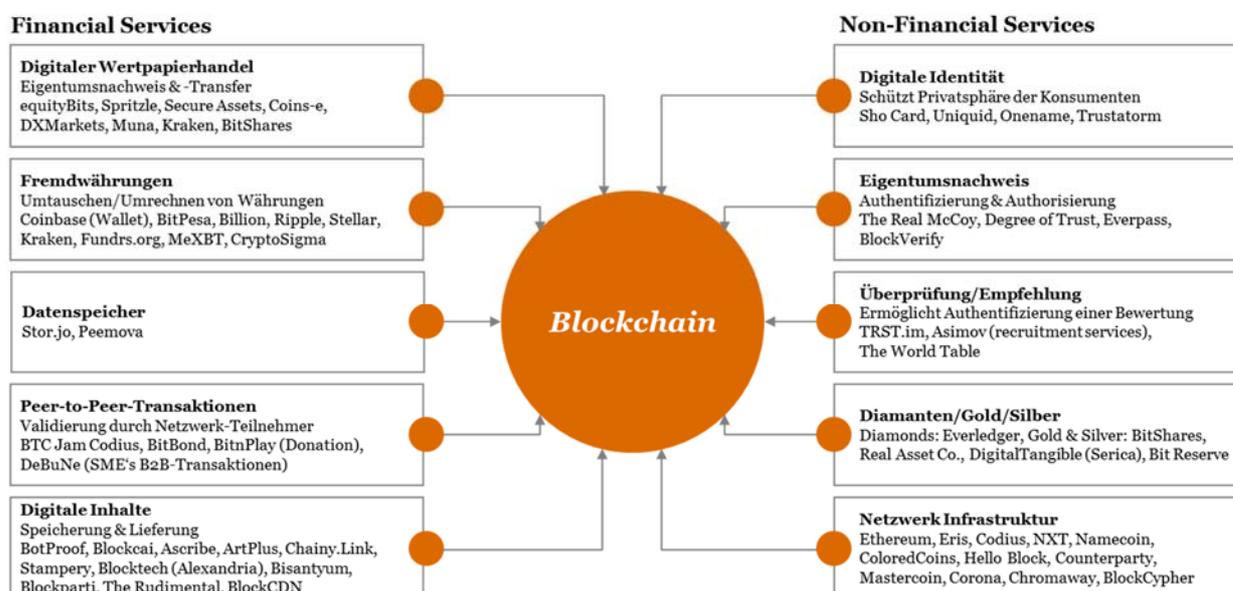


Abbildung 5: Neue Blockchain-Anwendungen

Diese Entwicklungen befinden sich in einer sehr frühen Entwicklungsphase, konzeptionelle Überlegungen und erste Pilotprojekte stehen im Vordergrund. Dennoch lassen Initiativen wie beispielsweise **Onename** erahnen, welches Potenzial Blockchain auch in den Bereichen außerhalb des Finanzsektors besitzt. Onename erstellt einen virtuellen Ausweis, mit dem sich Nutzer eindeutig identifizieren und unter ihrer eigenen Identität in sozialen Netzwerken einloggen können. Diese auf Blockchain basierenden und so manipulations- und fälschungssicheren Identitätsnachweise werden heute bereits im Internet angewendet, zum Beispiel in Blogs, Foren oder digitalen Handelsbörsen. Mögliche zukünftige Entwicklungen wie ein digitaler Führerschein oder Personalausweis wirken heute

zwar futuristisch, da rechtliche Wirksamkeit und Anerkennung einer solchen digitalen Identifizierung durch staatliche Akteure nicht gegeben sind. Dennoch bieten sie einen Ausblick auf das, was in Zukunft durch die Blockchain möglich sein kann.

Ein anderes Beispiel ist das schwedische Startup **Bitnation**. Die Anwendung speichert öffentliche Verwaltungsvorgänge auf einer Blockchain, beispielsweise Verträge, Versicherungen oder Urkunden. Es existieren heute bereits vereinzelt Anwendungsbereiche, zum Beispiel erkennt Estland seit 2015 Eheschließungen über Bitnation offiziell an. Weitere vergleichbare Anwendungen der Bitnation Blockchain sind dagegen noch nicht gelungen. So hat Honduras eine geplante Umsetzung des Grundbuchamtes auf Blockchain-Basis wieder gestoppt.

Dagegen gibt es im Finanzsektor immer mehr bereits funktionierende Blockchain-Anwendungen. Seit 2009 mit Bitcoin die erste Blockchain-Anwendung gestartet ist, haben sich die Technologie und die verschiedenen Anwendungen stark weiterentwickelt. Die zwei derzeit wichtigsten Entwicklungen im Finanzsektor sind die angesprochenen Verbindungen von Smart Contracts mit der Blockchain sowie die Entstehung privater Blockchains.

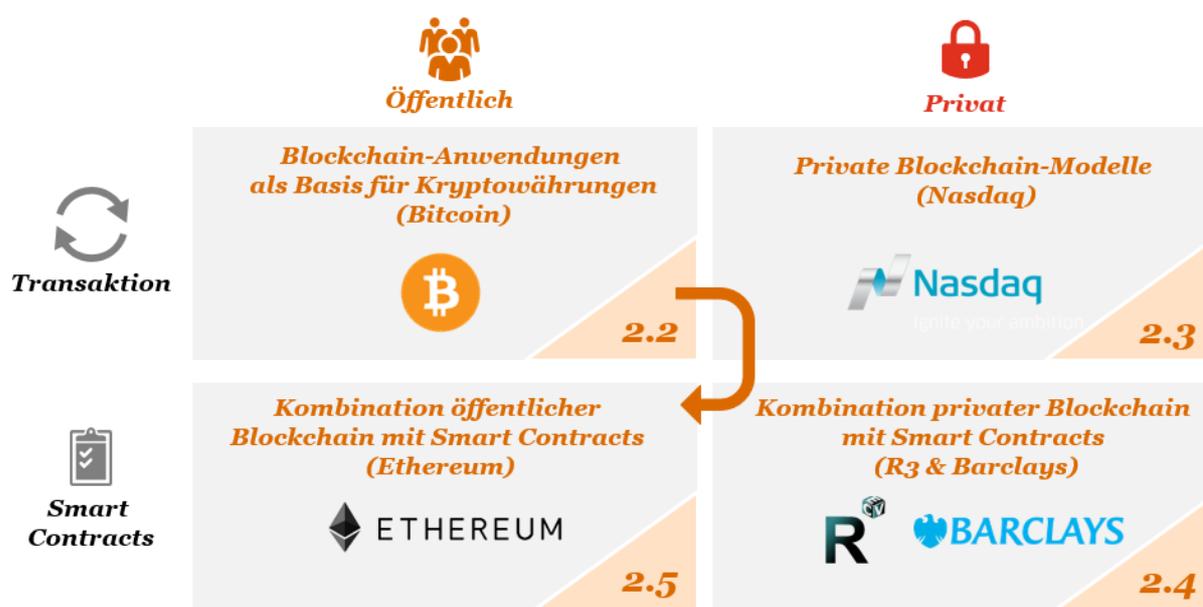


Abbildung 6: Blockchain-Anwendungen im Finanzsektor

Diese Entwicklungen führen zu mehr Blockchain-Anwendungen. In den folgenden Absätzen beschreiben wir die unterschiedlichen Arten von Blockchain-Modellen anhand aktueller Beispiele aus dem Finanzsektor.

Aus den gewonnenen Erkenntnissen lassen sich auch mögliche Entwicklungen für den Energiebereich ableiten. Insbesondere die Frage, welches Blockchain-Modell bei einer Implementierung im Energiesektor Anwendung findet, wird großen Einfluss auf mögliche Vor- oder Nachteile für den Verbraucher haben.

2.2. Blockchain-Anwendungen als Basis für Kryptowährungen (Bitcoin)

Bitcoin ist die erste Blockchain-basierte Anwendung und bekannteste Kryptowährung. Seit 2009 ermöglicht die Technologie den Transfer von Bitcoins zwischen zwei Nutzern ohne Intermediär. Der Bitcoin ist hierbei nicht bloß die Bezeichnung des Systems, sondern auch die entsprechende Werteinheit.

Nutzer benötigen für Installation und Betrieb kein tiefgreifendes technisches Verständnis, der Zugang ist auch für unerfahrene Verbraucher relativ hürdenfrei. Zudem ist der Zugang zu Bitcoin nicht beschränkt, jeder Nutzer kann sich im System anmelden und auch weitere Anwendungen auf Basis der Bitcoin-

Blockchain entwickeln. Bei der Anmeldung über die Bitcoin-Homepage wählt der Nutzer ein Wallet (elektronische Geldbörse) sowie eine Bitcoin-Adresse. Die Bitcoin-Adresse ähnelt einer E-Mail, mit welcher der Nutzer anderen Nutzern Bitcoins zusenden kann. Erfolgt eine Transaktion, werden diese Informationen durch das Peer-to-Peer-Netzwerk in die gesamte Bitcoin-Blockchain übertragen. Die Wallets berechnen den Kontostand durch die manipulationssicheren Informationen der Blockchain und können so eingestellt werden, dass sie zum Beispiel Transaktionen nur ausführen, wenn der Sender über genügend Bitcoins verfügt. Dies bietet Nutzern auf der Empfängerseite einen umfassenden Schutz gegen Betrug oder Zahlungsausfälle. Andererseits birgt Bitcoin insbesondere für unerfahrene Nutzer Risiken, beispielsweise durch den unumkehrbaren Verlust des gespeicherten Vermögens durch das Vergessen der Zugangsdaten. Zudem gibt es keine Möglichkeit, getätigte falsche Transaktionen rückgängig zu machen.

Zahlungen mit Bitcoin sind eindeutig nachweisbar und systembedingte Buchungsfehler so ausgeschlossen. Diese hohe Transparenz geht gleichzeitig mit einem, anders als oft angenommenen, Verlust von Anonymität einher. Der Verlauf einer Bitcoin-Überweisung lässt sich über das Internet öffentlich einsehen. Die beteiligten Nutzer hinter den Accounts sind zwar anonymisiert, sobald jedoch der Anmelde-name (Alias) eines Nutzers bekannt ist, lässt sich seine vollständige Transaktionshistorie in der Blockchain finden und zuordnen.

Nach sieben Jahren ist es nicht einmal gelungen, eine Bitcoin-Transaktion im Nachhinein zu verändern oder generell das Netzwerk erfolgreich anzugreifen oder zumindest zu stören. Dennoch gab es in der Vergangenheit einige Zwischenfälle, bei denen beispielsweise Bitcoins durch manipulierte Handelsbörsen entwendet werden konnten. Ein bekanntes Beispiel ist der Fall Mycoin: Durch ein Schneeballsystem konnten die Betreiber einer Handelsbörse in Hong Kong Bitcoins im Wert von mehreren Millionen Euro entwenden.

Neben dem virtuellen Gebrauch von Bitcoins, mit denen sich beispielsweise in Onlineshops bezahlen lässt, gibt es eine wachsende Zahl von Restaurants, Hostels oder Musikläden, die Bitcoins als Zahlungsmittel akzeptieren. In der Gemeinde Zug in der Schweiz akzeptiert zudem die erste Behörde Bitcoin als Zahlungsmittel. Dennoch ist es immer noch schwierig, Bitcoins gegen reale Produkte zu tauschen. Das Problem stark schwankender Umtauschkurse in reale Währungen ist für Verbraucher inzwischen durch Apps, die einen direkten Umtausch von beispielsweise Euro in Bitcoin im Moment des Bezahle-ns anbieten, heute weitgehend behoben.

Abzuwarten bleibt, inwieweit die Vorteile der erhöhten Manipulationssicherheit und theoretisch niedrigerer Kosten der Blockchain-Applikationen wie Bitcoin für den durchschnittlichen Verbraucher eine sinnvolle und spürbare Verbesserung gegenüber dem regulären Zahlungsverkehr darstellen. Dieser bietet ihm heute im Normalfall bereits gebührenfreie Überweisungen, einen hohen Sicherheitsstandard und eine deutlich höhere Taktung an durchführbaren Überweisungen pro Sekunde (50.000 bei Visa vs. 7 bei Bitcoin).

2.3. Private Blockchain-Modelle (Nasdaq)

Die Entwicklung privater Blockchains entstand maßgeblich auf Initiative von Unternehmen aus dem Finanzsektor. Eine private Blockchain ist für einen Nutzer erst zugänglich, wenn der kontrollierende Betreiber, beispielsweise eine Bank, den Nutzer eindeutig identifiziert und in die Blockchain aufnimmt.

Öffentliche Blockchain	Private Blockchain
	
<ul style="list-style-type: none"> • Vertrauensvoller Intermediär nicht notwendig • Keine Manipulation durch Betreiber möglich • Kein Anreiz zur Erhebung zusätzlicher Gebühren 	<ul style="list-style-type: none"> • Kontrolle über Teilnehmer durch Betreiber • (Nachträglicher) Eingriff möglich • Höhere Anonymisierung möglich • Geringere Betriebskosten • Schnellere Transaktionen

Abbildung 7: Vergleich öffentliche und private Blockchain

Die private Blockchain gilt so als Möglichkeit für Banken und Börsenbetreiber, ihre Geschäftsfelder zu schützen, da sie die Möglichkeit erhalten, ihre Kunden auf die von ihnen kontrollierten Blockchains umzuleiten. Dies ermöglicht weiterhin, Gebühren für Dienstleistungen zu erheben, die durch Blockchain-Anwendungen automatisiert und so beinahe kostenlos angeboten werden können. Gleichzeitig bietet die Blockchain Banken die Möglichkeit, Prozesse durch Automatisierung deutlich effizienter und kostengünstiger durchzuführen. Weitere Vorteile privater Blockchains für einzelne Betreiber bestehen darin, dass diese die Regeln innerhalb der Blockchain technisch problemlos ändern können, so lassen sich beispielsweise auch Transaktionen nachträglich rückgängig machen. Zudem führt der Betreiber die Validierungsvorgänge der Transaktionen zentral selbst durch. Da deswegen kein weltweites Peer-to-Peer-Netzwerk mehr benötigt wird, lassen sich Transaktionen mit geringeren Betriebskosten und einer höheren Geschwindigkeit umsetzen, zudem ist theoretisch auch eine größere Anonymität möglich, da die Transaktionshistorie nicht mehr öffentlich einsehbar sein muss. Dies führt aber auch dazu, dass der ursprünglich bezeichnende Schutz gegen Manipulation in privaten Blockchains nicht mehr oder nur ansatzweise gegeben ist.

Beim genaueren Betrachten der beiden Modelle wird klar, dass private Blockchains oftmals nicht mehr der ursprünglichen Beschreibung einer Blockchain entsprechen, beispielsweise durch die theoretisch mögliche Manipulation von Transaktionen bzw. das nachträgliche Eingreifen durch den Betreiber. Private Blockchains ähneln in dieser Hinsicht sehr konventionellen Client-Server bzw. Cloud-Strukturen.

Als beispielhaft für eine private Blockchain gilt die Initiative des amerikanischen Börsenbetreibers **Nasdaq**. In einem ersten Feldversuch nutzt die eine private Blockchain-Anwendung auf ihrer Plattform Private Market Blockchain, über welche Pre-IPO Handelsaktivitäten (Startups, die Anteile vor dem Börsengang an Investoren verkaufen) abgewickelt werden. Bisher waren zur Ausführung und Clearing der Transaktionen Anwälte, Buchhalter und Berater notwendig. Insbesondere die Validierung ausgetauschter Informationen zwischen Käufer und Verkäufer ist aufwändig, da beide Seiten im Vorfeld einer Transaktion riskieren, rechtliche Verfahrensfehler zu begehen. Nasdaq entwickelte hierfür 2015 die Cloud- und private Blockchain-basierte Plattform **LINQ**, die Anteilsverhältnisse sowie eventuelle Veränderungen, Aktienpreise der verschiedenen Investmentrunden und verfügbare Anteilsoptionen speichert.

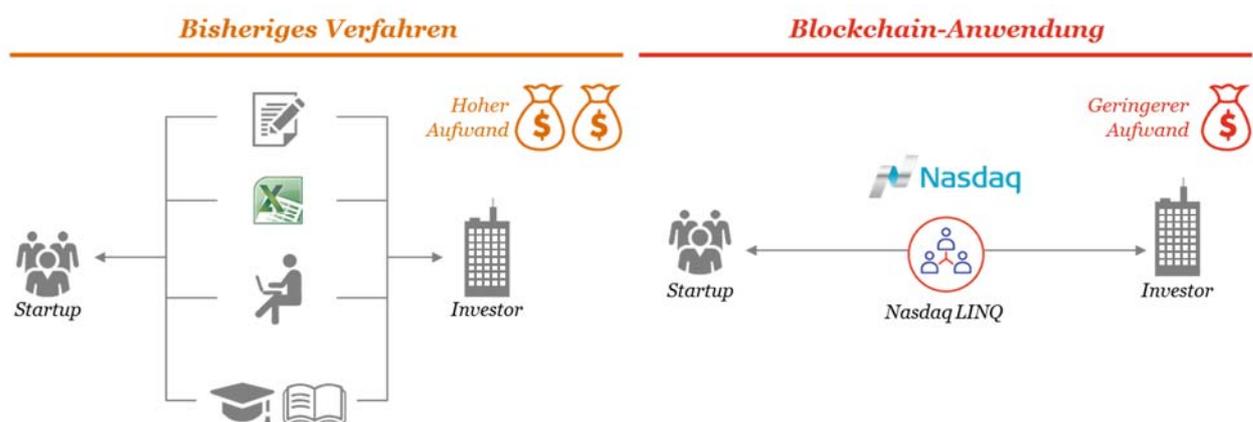


Abbildung 8: Nasdaqs LINQ

Zudem werden Zwischenschritte vor und während der Transaktion erfasst. Nutzer können nachverfolgen, wer welche Anteile eines Unternehmens gekauft hat und wie diese weiterverkauft wurden. Dieses System ersetzt seit Ende letzten Jahres das bisher übliche, manuelle Verfahren, basierend auf Dokumenten und Aufzeichnungen von Anwälten, Buchhaltern und Beratern sowie fehleranfälligen Excel-Aufzeichnungen der Startups.

Die ersten Transaktionen von insgesamt 6 Startups und ihren Investoren verliefen laut Aussagen von Nasdaq positiv, sodass die Anwendung bald auf weitere Bereiche übertragen werden soll. Vorteilhaft für Kunden sind neben der verbesserten Transparenz und der Buchhaltungsfunktion auch verringerte Kosten sowie ein schnelleres Verfahren im Vergleich zum bisherigen Prozess. Nasdaq gibt aber nicht die kompletten Kostenersparnisse an die Kunden weiter, sondern erhebt für die Bereitstellung des Services weiterhin eine Gebühr.

2.4. Kombination einer privaten Blockchain mit Smart Contracts (R3 & Barclays)

Die im vorherigen Beispiel beschriebene Anwendung LINQ agiert bislang ohne den Einsatz von Smart Contracts und ist so hauptsächlich ein Instrument zur Dokumentation ausgeführter Transaktionen. Mittelfristig werden Unternehmen Smart Contracts aber mit privaten Blockchains kombinieren, um einen höheren Grad an Automatisierung zu erreichen.

Im Fokus derartiger Anwendungen steht das 45 internationale Großbanken umfassende Konsortium um das Startup **R3**. Banken wie Barclays, BBVA, Credit Suisse, JPMorgan, Royal Bank of Scotland, die Deutsche Bank oder UBS bilden seit 2015 eine Partnerschaft mit R3, um die Blockchain-Technologie mit realen Währungen wie Euro oder Dollar zu nutzen. Ziel der Partnerschaft sind einheitliche Industriestandards, um Blockchain bankübergreifend nutzen zu können. Am 3. März 2016 hat R3 erstmals mit insgesamt 40 involvierten Banken erfolgreich die eigens entwickelte **Corda** Blockchain genutzt, um Anleihen in einem Pilotprojekt zu handeln.

Die Corda Blockchain, wie andere private Blockchains, bietet den Banken bestimmte Vorteile, beispielsweise die Nutzung der Transaktionsplattform. Gleichzeitig erhalten sie exklusiven Zugriff auf die Daten. Ein besonderer Fokus liegt in der Einbindung von Smart Contracts. Im April 2016 hat die britische Großbank Barclays die Corda Blockchain erstmals mit der Nutzung von Smart Contracts verbunden, um Derivate zu handeln.

Derivate sind gegenseitige Verträge im Finanzsektor. Die Ausschüttung eines Derivats ist ähnlich einer Wette abhängig vom zukünftigen Wert einer bestimmten Größe, wie dem Wert einer Aktie, der Höhe von Zinsen oder dem Preis von Rohstoffen zu einem bestimmten Zeitpunkt in der Zukunft. Heute ist ihr Handel, ähnlich wie der von Anleihen im vorherigen Beispiel, abhängig von einer Vielzahl auszufüllender Dokumente in Papier- oder Digitalform.

Barclays entwickelt ein Blockchain-Instrument, das neben einer Dokumentarfunktion aller Transaktionsdaten ähnlich Nasdaqs LINQ auch eine erste Version eines Smart Contracts für die Realisierung von Derivaten enthält. Dieser Smart Contract soll zukünftig in der Lage sein, dem begünstigten Transaktionspartner automatisch den entsprechenden Wert des Derivats vom Konto des schuldenden Partners zu überweisen. Aufgrund geltender rechtlicher Bestimmungen muss der schuldende Transaktionspartner dem Überweisungsautomatismus heute noch zustimmen, eine vollständige Automatisierung ohne Eingreifmöglichkeit ist technisch aber bereits möglich.

Wieder besteht in diesem Fall das Potenzial von Kostensenkungen sowie einer schnelleren Prozessdurchführung, da bisher manuelle Vorgänge automatisiert werden. Weiterhin ergibt sich für die Beteiligten eine erhöhte Sicherheit bezüglich der ihnen zustehenden Ausschüttung bzw. Verpflichtung, da der Smart Contract den Status eines Derivats eindeutig feststellen sowie erfüllen kann.

2.5. Kombination einer öffentlichen Blockchain mit Smart Contracts (Ethereum)

Abseits des Finanzsektors und dessen Bestrebungen, durch private Blockchains Marktanteile zu verteidigen, werden heute auch öffentliche Blockchains mit der möglichen Nutzung von Smart Contracts entwickelt. Insbesondere dem Ethereum-Projekt wird hierbei großes Potenzial zugestanden. Die vom 22-jährigen russischen Entwickler Vitalik Buterin vorangetriebene Entwicklung einer Kryptowährung weckt seit Anfang des Jahres großes öffentliches Interesse.

Ethereum findet bei etablierten Unternehmen wie Microsoft, Samsung oder RWE Beachtung. RWE plant, die Ethereum Blockchain zusammen mit dem deutschen Startup Slock.it zu nutzen, um Ladestationen für Elektroautos zu betreiben (siehe auch Kapitel 3). Der entscheidende Grund hierfür ist, dass Ethereum zugetraut wird, ein internationales, einheitliches und automatisiertes Bezahlungssystem zu errichten. Dies ist für Verbraucher ausgesprochen positiv, da so eine beinahe gebührenfreie Alternative zu den privaten Blockchains des Finanzsektors entstehen kann. Zusätzlich bietet Ethereum in diesem Zusammenhang die Möglichkeit, Smart Contracts in Verbindung mit einer öffentlichen Blockchain zu nutzen.

Allerdings kann auch Ethereum die Sicherheitsbedenken der breiten Öffentlichkeit gegenüber öffentlichen Blockchains nicht ausräumen. Im Juni 2016 wurde bekannt, dass es einem Nutzer gelungen ist, 3,6 Millionen Ether, die ursprüngliche Einheit der Ethereum Blockchain, im Wert von 50 Mio. Euro aus dem Fond *The DAO* abzuzweigen. Dies wurde durch den Missbrauch eines eingebundenen Smart Contracts ermöglicht, während die unterliegende Blockchain selbst bis heute fehlerfrei operiert (siehe Kapitel 6). Auch wenn die genauen Hintergründe noch ungeklärt sind, kann dieses Ereignis als genereller Rückschlag für die Akzeptanz öffentlicher Blockchain-Applikationen gewertet werden. Zum Zeitpunkt der Erstellung der Studie wird das Problem von *The DAO* bearbeitet.

Der Vergleich von Ethereum und R3 zeigt sehr gut die beiden grundsätzlichen, auseinandergehenden Entwicklungen bei Blockchain-Lösungen mit der Einbeziehung von Smart Contracts. Entscheidend für mögliche Vor- oder Nachteile der Verbrauchersituation bei einer Nutzung der Blockchain im Energiesektor wird sein, welche Form der Blockchain zur Anwendung kommt. Zudem erlauben die einzelnen Modelle ebenfalls Abstufungen in ihrer Ausführung. Beispielsweise ist anzunehmen, dass ein zukünftiger Betreiber einer möglichen privaten Blockchain im Energiesektor Gebühren für deren Nutzung erhebt, um den eigenen Gewinn zu erhöhen. Ein verändertes Wettbewerbsumfeld kann aber gleichzeitig die Wettbewerbsintensität verschiedener Betreiber so erhöhen, dass diese zumindest einen Teil der Kostenreduktion an die Verbraucher weitergeben müssen.

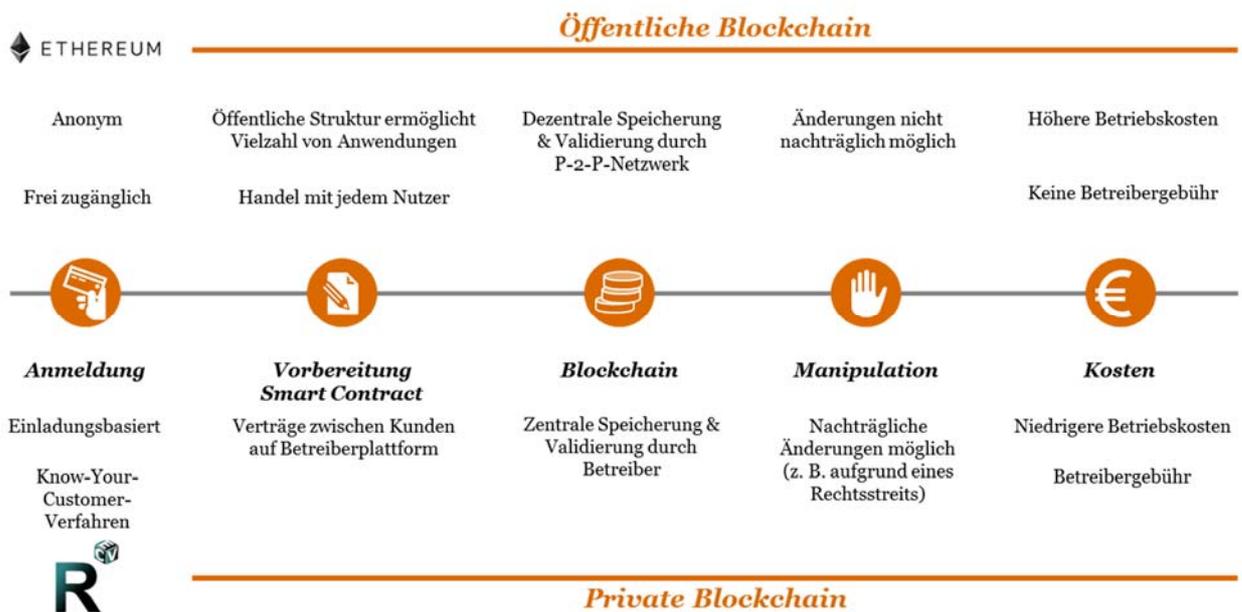


Abbildung 9: Vergleich öffentliche und private Blockchain

3. Übersicht über internationale Erfahrungen mit Blockchain im Energiebereich, mit Fokus auf die Verbraucherperspektive

Verschiedene Unternehmen entwickeln derzeit Blockchain-Anwendungen für den Energiebereich. Diese befinden sich ausnahmslos im Konzept- bzw. Pilotprojekt-Stadium. So wurde zum Beispiel im Rahmen eines Pilotprojektes in New York im April 2016 erstmalig der direkte Verkauf dezentral erzeugter Energie an Nachbarn über ein Blockchain-System realisiert. Auch internationale Energieversorger arbeiten aktuell an Blockchain-Pilotprojekten. Durch derartige Anwendungen werden Prosumer untereinander vernetzt bzw. Energieanbieter direkt mit Energienachfragern verbunden. Die Blockchain-Technologie ist damit ein Wegbereiter für die weitere Dezentralisierung der Energiesysteme.

3.1. Anwendungsbereiche der Blockchain im Energiebereich

Aus den Entwicklungen im Finanzbereich in Bezug auf Blockchain lassen sich grundlegende Annahmen auch auf den Energiebereich übertragen:

- Die dezentrale Speicherung von Transaktionsdaten erhöht das Sicherheitsniveau und die Unabhängigkeit von einer zentralen Instanz.
>> gilt prinzipiell auch im Energiesektor
- Die Anwendungsbereiche der Blockchain-Technologie sind vielfältig, so kann die Blockchain-Technologie Anwendungen bei der Bezahlung mit Kryptowährungen, Digitalisierung von Verträgen, Verwaltung digitaler Inhalte, Verifizierung von Transaktionen, Handel und diversen weiteren Bereichen finden. Der nächste große Entwicklungsschritt wird im Bereich Smart Contracts prognostiziert.
>> gilt prinzipiell auch im Energiesektor
- Neue dezentrale Geschäftsmodelle kommen ohne Intermediäre aus.
>> gilt prinzipiell auch im Energiesektor
- Ob sich die Technologie durchsetzen wird, hängt nicht nur von den technischen Fähigkeiten des Systems, sondern auch von den regulatorischen Rahmenbedingungen, dem rechtlichen Rahmen, der Skalierbarkeit und Resilienz der Technologie sowie der Wirtschaftlichkeit der Investitionen ab.
>> gilt prinzipiell auch im Energiesektor

Anders als im Finanzbereich, ist im Energiebereich zusätzlich das physische Produkt zu berücksichtigen, zum Beispiel Strom. Es finden also nicht nur Transaktionen von Werten und Informationen statt, sondern auch ein Handel von Energie über eine Netzinfrastruktur.

Die nachfolgende Übersicht zeigt die möglichen Anwendungsbereiche der Blockchain-Technologie im Energiebereich.

**Fokus auf Transaktionen und Smart Contracts
(automatisierte Auslösung von Transaktionen)**

**Fokus auf die Dokumentation
von Eigentumsverhältnissen**

**Fokus auf die dezentrale Doku-
mentation von Transaktionen**



Abbildung 10: Übersicht Anwendungsfelder für Blockchain im Energiesektor

Eine wesentliche Anwendung – die auch im weiteren Verlauf der Studie immer wieder als Grundlage der Bewertung der Blockchain-Technologie herangezogen wird – ist die Entwicklung eines dezentral gesteuerten Transaktions- und Energiefiefersystems.

Weitere Anwendungsbereiche nutzen vor allem die Funktionalität der Blockchain, Transaktionsdaten dezentral, sicher und gemeinschaftlich nutzbar zu dokumentieren (zum Beispiel Dokumentation von Eigentumsverhältnissen, Ablesung und Abrechnung von Verbrauchsdaten).

Dezentral gesteuertes Transaktions- und Energiefiefersystem

Überträgt man die bisherigen Entwicklungen des Finanzsektors auf die Energiewirtschaft, kann die Blockchain ein dezentrales Energiefiefersystem ermöglichen. Das heute mehrstufige System vom Stromerzeuger, Übertragungsnetzbetreiber, Verteilnetzbetreiber bis hin zum Lieferanten lässt sich möglicherweise radikal vereinfachen, indem Erzeuger und Verbraucher direkt in Verbindung gesetzt werden und es gelingt, die Netzsteuerung an die veränderten Anforderungen anzupassen.

Verbraucher können gleichzeitig Erzeuger sein, also Prosumer mit Erzeugungskapazität in Form von Solaranlagen, Kleinwindanlagen oder Blockheizkraftwerken. Die erzeugte Energie kann durch Blockchain direkt an Nachbarn verkauft werden.

Über ein Blockchain-System werden getätigte Transaktionen angestoßen, übermittelt und gleichzeitig manipulationssicher dokumentiert. Die Abwicklung zwischen den Transaktionsparteien erfolgt direkt über ein Peer-to-Peer-Netzwerk. Ein generell dezentral gesteuertes Transaktions- und Energiefiefersystem, wie in Grafik 11 abgebildet, ist theoretisch die höchste Ausbaustufe einer Blockchain-Anwendung im Energiesektor.

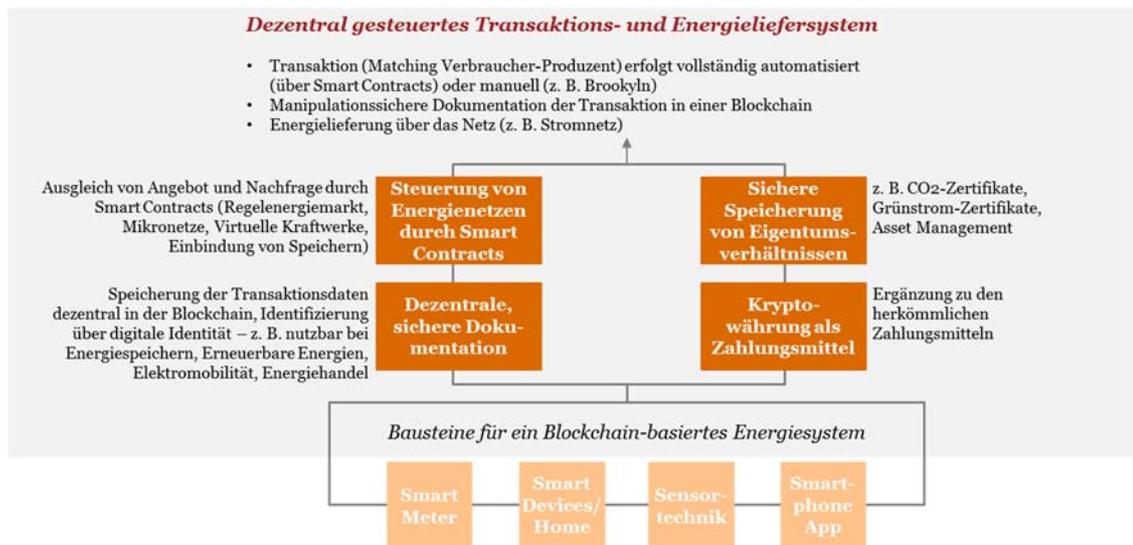


Abbildung 11: Eckpunkte des dezentral gesteuerten Transaktions- und Liefersystems

- Die Blockchain-Technologie ermöglicht die **Steuerung von Energienetzen durch Smart Contracts**. Smart Contracts signalisieren dem System, welche Transaktionen zu welchem Zeitpunkt veranlasst werden sollen. Das geschieht entsprechend fest definierter Regeln, nach denen Energieflüsse und Speicherung automatisch gesteuert werden können, sodass Angebot und Nachfrage ausgeglichen werden. Wird beispielsweise mehr Energie erzeugt als benötigt, kann mithilfe der Smart Contracts automatisch die Speicherung der überschüssigen Energie veranlasst werden. Umgekehrt wird die Nutzung der gespeicherten Energie veranlasst, wenn zu bestimmten Zeitpunkten nicht ausreichend Energie produziert wird. Die Blockchain-Technologie hat somit einen direkten Einfluss auf die Steuerung von Netzen und Speicheranlagen. Auch der Regelenergiemarkt und virtuelle Kraftwerke können mithilfe von Smart Contracts gesteuert werden.
- Die dezentrale Speicherung der Transaktionsdaten in der Blockchain ermöglicht eine **dezentrale, sichere Dokumentation** aller Energieflüsse und Geschäftstätigkeiten. Die Energieflüsse und Transaktionen, die zum Teil durch Smart Contracts ausgelöst werden, können mithilfe der Blockchain-Technologie manipulationssicher dokumentiert werden. Die Kombination aus Steuerung durch Smart Contracts und sicherer dezentraler Dokumentation hat ebenfalls einen direkten Einfluss auf Netze und Speicher.
- Ein weiterer zukünftig denkbarer Anwendungsbereich ist die Nutzung von Blockchain für die Dokumentation und Transaktion von Eigentumsverhältnissen bzw. der **sicheren Speicherung von Eigentumsverhältnissen**. Die manipulationssichere und dezentrale Speicherung aller Transaktionsdaten lässt sich hervorragend im Bereich der Zertifizierung des Energiebereichs nutzen. Zwei Wirkungsfelder stechen besonders hervor: Echtheitsnachweise für Strom aus erneuerbaren Energien und für CO₂-Zertifikate (Emissionsrechtehandel). Über Blockchain kann die exakte Besitzhistorie eines Zertifikats festgehalten werden. So lassen sich sowohl die Zertifikate für Grünstrom wie für Emissionen manipulationssicher und transparent gestalten. Eine weitere Anwendung, die im Zeichen des Internets der Dinge steht, ist ein Register, das Eigentumsverhältnisse und Anlagenzustand (Asset Management) von Anlagen wie Smart Metern, Netzen und Erzeugeranlagen wie PV-Anlagen dokumentiert und regelt.
- Die Bezahlung der Energie kann über **Kryptowährungen** erfolgen.

Kombiniert man einzelne Anwendungen, die auf der Blockchain-Technologie basieren, ist in Zukunft ein **dezentral gesteuertes Transaktions- und Energieliefersystem** möglich. Dezentral erzeugte Energie wird über kleinere Netze zum Endverbraucher transportiert. Smart Meter messen erzeugte und verbrauchte Energie, Energiehandel und Bezahlung mit einer Kryptowährung erfolgen über die Blockchain und werden automatisch durch Smart Contracts gesteuert.

Überträgt man diese Idee auf die Funktionsweise des deutschen Energiemarktes, so zeigt sich, dass eine Energieversorgung auch ohne Zwischenhändler und EVUs möglich ist. Im bisherigen Prozess wird die

zentral erzeugte Energie über das Verteilnetz der Energieversorgungsunternehmen an industrielle und private Nutzer geliefert. Händler kaufen und verkaufen Energie an Börsen, Banken fungieren als Zahlungsdienstleister, über welche die Transaktionen der beteiligten Akteure abgewickelt werden. In einem durch Blockchain unterstützten Prozess fallen die Energieversorgungsunternehmen, Händler und Banken weg. Es entsteht ein dezentral gesteuertes Transaktions- und Energieliefersystem. In diesem erhält der Verbraucher über die Blockchain und darauf aufgesetzte Smart Contracts die Entscheidungsgewalt über Stromlieferverträge und Verbrauchsdaten.

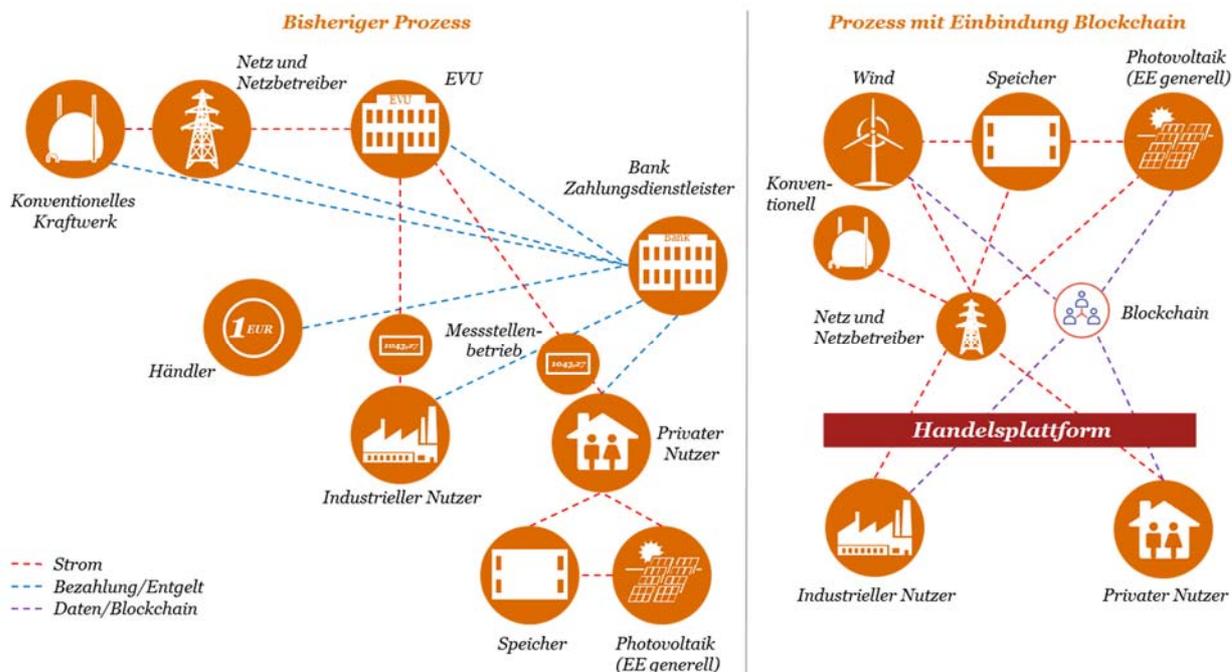


Abbildung 12: Verschiebung der Marktstruktur durch Einführung des dezentralen Transaktionsmodells

Weitere Anwendungen für Blockchain im Energiebereich

Neben dem zuvor geschilderten dezentralen Transaktionsmodell gibt es noch weitere mögliche Anwendungsfelder für die Blockchain-Technologie im Energiebereich.

Zum einen kann Blockchain ermöglichen, eines der größten Hemmnisse bei einer flächendeckenden Nutzung von **Elektromobilität** durch ein **unkompliziertes Abrechnungsmodell** auf Basis der Blockchain zu lösen. Eine flächendeckende Nutzung von Elektromobilität ist nur möglich, wenn entsprechende Ladestationen für die Nutzer der Fahrzeuge flächendeckend verfügbar sind. Eine Schwierigkeit heute ist die unkomplizierte Abrechnung an Ladeterminalen, die beispielsweise an öffentlichen Plätzen aufgestellt sind und so von jedem genutzt werden können. Durch Blockchain-Technologie (wie möglicherweise auch durch andere fortschrittliche Zahlungsmodelle) ließe sich ein Modell realisieren, in dem der Fahrer das Fahrzeug abstellt, um beispielsweise in einem Geschäft einzukaufen – und das Auto sich während des Parkvorgangs automatisch an der Ladestation anmeldet und auflädt (langfristig möglicherweise über Induktion). Sobald der Fahrer den Parkplatz verlässt, rechnet die Ladestation automatisch den ausgegebenen Strom über Blockchain-Technologie ab.

Ein weiteres Anwendungsgebiet, das in naher Zukunft Bedeutung erhalten kann, ist die **Einbindung von Blockchain im Bereich der Smart Devices**. Die zukünftige Kommunikation der Smart Devices untereinander und mit Drittgeräten innerhalb und außerhalb von Haushalten und Unternehmen verlangt nach einem Kommunikationsträger, über den Informationen und Transaktionen bewegt und gespeichert werden können, hier bietet sich Blockchain als eine Möglichkeit an.

Darüber hinaus lassen sich insbesondere die Funktionen der dezentralen Dokumentation von Transaktionen zur **flächendeckenden Archivierung aller Abrechnungsdaten des Stromverbrauchs** nutzen. In Verbindung mit dem (hierfür notwendigen) Smart Meter Rollout lässt sich Blockchain für Verbraucher zur Ablesung sowie Abrechnung ihrer digitalen Stromzähler nutzen.

Hierbei ist die gewonnene Entscheidungsgewalt des Verbrauchers über seine Stromlieferverträge und Verbrauchsdaten entscheidend.

Bedeutend für diese Anwendungen sind die aktuellen Entwicklungen des **Gesetzes zur Digitalisierung der Energiewende**, welches im Juni 2016 die letzte Lesung des Bundestags erreicht hat und voraussichtlich in 2017 in Kraft treten wird. Das Gesetz regelt vor allem den verpflichtenden Einbau intelligenter Messanlagen zur Ablesung und Übermittlung des Energiebedarfs auf Seiten der Verbraucher bzw. der Energieproduktion bei den Erzeugern. Auch Elektromobilität soll klar in das Konzept des Gesetzes integriert werden. Ladepunkte für Elektroautos und deren Nutzer werden explizit zu Letztverbrauchern im Sinne des Gesetzes erklärt. Für die Ausstattung der Ladepunkte mit intelligenten Messsystemen gelten somit die vorgesehenen gesetzlichen Regelungen zu deren Einbau und Betrieb.

Grundsätzlich lässt sich auch über weitere verwandte Anwendungen losgelöst vom Strommarkt nachdenken, beispielweise die **Abrechnung von Heizkosten und Warmwasser**, die heute größtenteils von professionellen Ablesedienstleistern wie Brunata, ISTA oder Techem durchgeführt wird. Regelmäßig wird über möglicherweise unmäßig hohe erhobene Gebühren für diese Dienstleistungen und mögliche Oligopol-Stellungen in diesem Markt berichtet, in dem insbesondere Mieter wenige Möglichkeiten besitzen, sich gegen die ihnen auferlegten Gebühren zu wehren. Die Wahl des Ablesunternehmens kann durch den Mieter erfolgen, indem dieser die Daten seines Smart Meters über eine Blockchain transparent mit einem günstigen Ablesedienstleister austauschen kann.

3.2. Ausgewählte aktuelle Projekte und Unternehmen

In Deutschland sind RWE und Vattenfall erste Vorreiter im Bereich Blockchain-Anwendung im Energiesektor. Vermutlich arbeiten auch andere Energieversorger an Blockchain-Lösungen, sind aber noch nicht im Markt sichtbar.

Die folgende Grafik zeigt eine Übersicht aktuell bekannter Unternehmen, die an Blockchain-Projekten für den Energiesektor arbeiten.

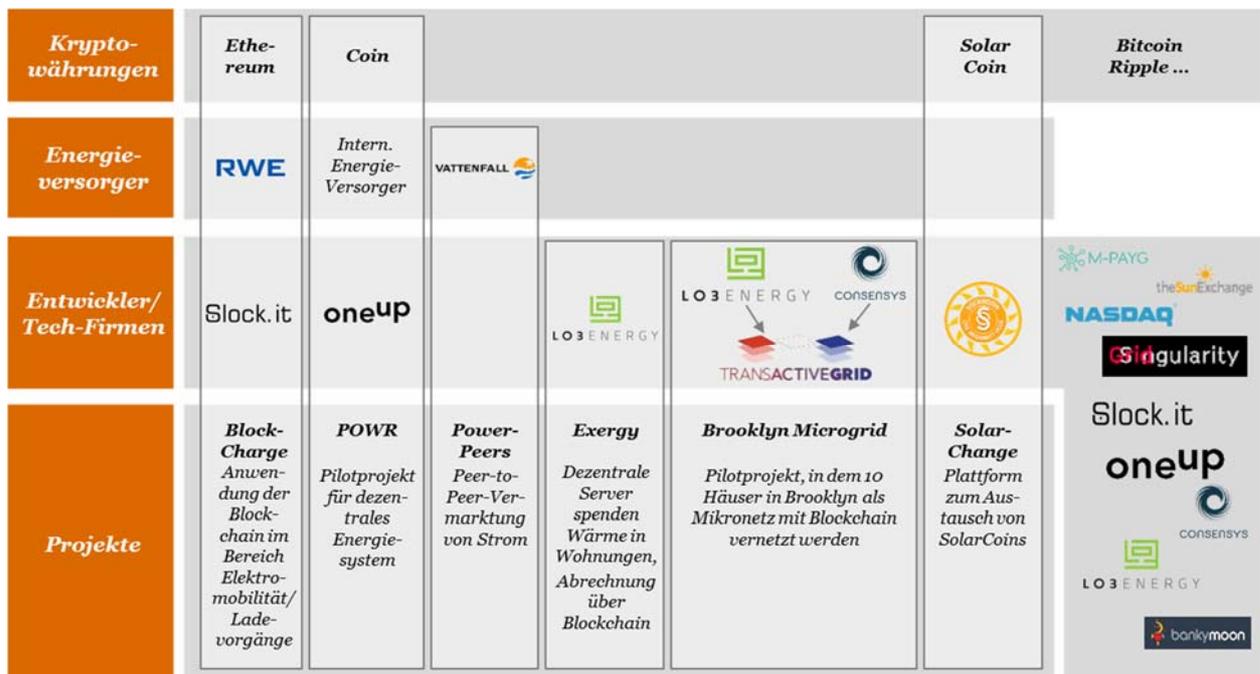


Abbildung 13: Landkarte der wesentlichen Akteure im Blockchain-Sektor Energie

Das Projekt „Brooklyn Microgrid“ wird von **TransactiveGrid**, einem Joint Venture von **LO3 Energy** und **ConsenSys**, in den USA entwickelt. Ziel des Projekts ist es, die Blockchain-Technologie für die direkte Vermarktung von Solarenergie an Nachbarn zu testen. Technische Grundlage für das Projekt ist die **Ethereum**-Blockchain.

Seit April 2016 wird in Brooklyn erstmalig erprobt, wie Häuser mit dezentraler Erzeugungskapazität (hier Solarenergie) Teil eines dezentralen Peer-to-Peer-Stromnetzes werden können. In dem Nachbarschaftsprojekt wird durch Photovoltaikanlagen auf den Dächern von fünf Häusern Solarenergie erzeugt. Die Energie, die in den Häusern nicht selbst verbraucht wird, wird an fünf benachbarte Haushalte verkauft. Die Häuser sind über das reguläre Stromnetz miteinander verbunden, die Transaktionen werden zentral über eine Blockchain gesteuert und gespeichert. Der Mechanismus veranschaulicht, wie die Zukunft eines dezentralen, in Nachbarschaften selbst verwalteten Stromnetzes aussehen könnte.

Zur technischen Umsetzung des Projektes sind sowohl Smart Meter als auch Blockchain-Software mit Smart Contracts notwendig: Smart Meter erfassen die erzeugte Energie, durch die Blockchain-Technologie werden die Transaktionen zwischen Nachbarn ausgeführt, durch Smart Contracts werden die automatisierten Transaktionen sicher ausgeführt und dokumentiert.

Innerhalb des Pilotprojektes werden Transaktionen manuell ausgeführt. Zukünftig soll es möglich sein, das System über eine App zu steuern, in der beispielsweise angegeben werden kann, zu welchen Preisen von den Nachbarn Strom eingekauft werden soll. Die Transaktionen sollen dann nach den festgelegten Regeln automatisch stattfinden.

Mit diesem Projekt kann erprobt werden, ob Verbraucher die Möglichkeit, untereinander Energie zu handeln, nutzen. Mithilfe der neuen Technologie erreicht der Markt einen Punkt, an dem eine einzelne Person mit einem einzelnen Solarpanel am Endkundenmarkt teilhaben kann. Diese Möglichkeit des Prosumers ermöglicht es, überschüssige Energie nicht mehr wie bisher gegen eine pauschale Vergütung ins Netz zu speisen, sondern diese individuell zu vermarkten.

Das Projekt soll in Zukunft als genossenschaftliche Organisation betrieben werden, in der die Bewohner des Viertels Gesellschafter sind. Die Gemeinschaft soll alle Anlagen für die Erzeugung erneuerbarer Energie selbst besitzen. Die Mitglieder sollen ein Mitspracherecht haben, wie das erlöste Einkommen genutzt werden soll. So kann man beispielsweise in städtischen Umgebungen, in denen nicht jeder Zugang zu einem Dach hat, Teileigentum eines Solarpanels erwerben. Über 130 Hausbesitzer und Mieter haben sich bisher als Erzeuger oder Bezieher des Stroms für das Projekt angemeldet. Bis zur Einbindung dieser größeren Gruppe wird aber noch Zeit vergehen, in der die Technologie weiterentwickelt werden muss.

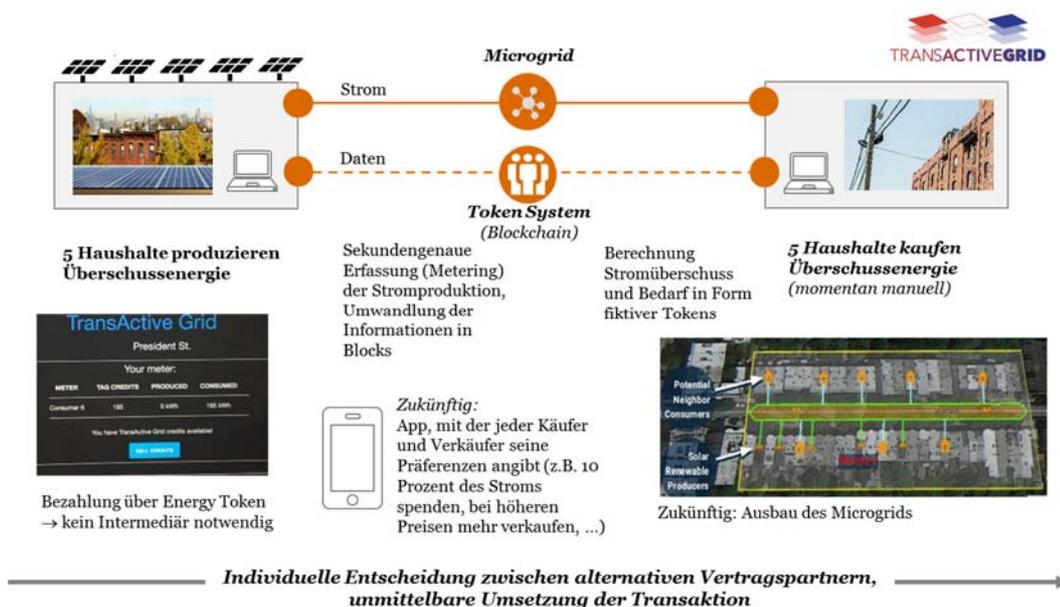


Abbildung 14: BrooklynGrid Projekt

Vattenfall: Powerpeers

www.powerpeers.nl

Vattenfall hat im Juni 2016 die Gründung des Startups Powerpeers in den Niederlanden bekannt gegeben. Laut Vattenfall wollen Kunden stärker in den Energieerzeugungsprozess eingebunden sein und mehr Kontrolle darüber haben, wie die von ihnen verbrauchte Energie erzeugt wird. So basiert die Mission des Startups, wie im vorherigen Beispiel, auf der Idee des Teilens von Energie auf der Basis eines Peer-to-Peer-Netzwerks. Nutzer von Powerpeers können die von ihnen erzeugte Energie anderen Teilnehmern anbieten. Als Verbraucher können sie auch auswählen, von wem sie Strom beziehen wollen, beispielsweise von Verwandten, Freunden oder Nachbarn oder von einem Anbieter von Wind- bzw. Solarenergie oder Wasserkraft. Wie viel Energie die ausgewählten Lieferanten bereitstellen, ist online einsehbar.

Das Projekt ist nicht von der Anwendung von Blockchain-Technologie abhängig, sondern stellt die Idee des Teilens selbsterzeugter Energie in einem Peer-to-Peer-Netzwerk in den Vordergrund. Im Rahmen des Projektes wurde die Blockchain-Technologie als Datenmedium getestet, das aktuelle Bezahlungssysteme basiert jedoch noch nicht auf dieser Technologie, sondern läuft konventionell und in Euro ab.

RWE und Slock.it: BlockCharge

www.slock.it

Das auf Ethereum basierende Startup **Slock.it** aus Deutschland und **RWE** haben zwei Projekte ins Leben gerufen, in denen das Aufladen von Elektroautos vereinfacht werden soll (siehe auch Kapitel 2.5). Im ersten Projekt wollen die Unternehmen die Blockchain in Verbindung mit Smart Contracts für das Laden von Elektroautos nutzen. Mit der Blockchain kann ein einheitliches, unkompliziertes und sicheres Zahlungssystem geschaffen werden. Elektroautos sollen automatisch mit der Ladestation interagieren und getankten Strom abrechnen können. Langfristig soll ein Auto einen Chip haben, auf dem eine Kryptowährung gespeichert ist, und dann selbstständig die Bezahlung von Strom abwickeln. Derzeit arbeiten Slock.it und RWE an einem Prototyp, der im nächsten Schritt in die Testphase gehen soll.

Das zweite Projekt von RWE und Slock.it, **Blockcharge**, ermöglicht das Aufladen von Elektroautos mithilfe des Smart Plugs, einem Stecker, der über eine App gesteuert wird. Ein Blockcharge Smart Plug ist nicht nur an Ladestationen verfügbar, sondern kann an allen Orten, an denen eine Strominfrastruktur vorhanden ist, installiert werden. Über eine App kann der Verbraucher den Smart Plug steuern, ohne dass ein Intermediär notwendig ist. Der Ladeprozess wird in der App visuell dargestellt, sodass der Verbraucher diesen beobachten und steuern kann. Die Transaktionen werden über eine Blockchain abgewickelt, Lade- und Transaktionsinformationen auf dieser gespeichert. So soll ein Bezahlungssystem entwickelt werden, das ohne vorgefertigte Verträge und Intermediäre funktioniert.

Oneup: POWR

www.oneup.company

Das Startup **Oneup** (vormals BigDataCompany) aus den Niederlanden hat einen ähnlichen Prototyp eines dezentralen Transaktions- und Energieliefersystems entwickelt und mit den Energiedaten von zehn Haushalten getestet. Wie im Brooklyn-Beispiel erzeugen Haushalte einer Nachbarschaft dezentral Solarenergie. Energie, die nicht im eigenen Haushalt verbraucht wird, wird an die Nachbarn weitergeben und mithilfe des Blockchain-Systems abgerechnet.

Die Transaktionen funktionieren durch den Einsatz von Smart Contracts. Jedes Haus ist mit einem Smart Meter ausgestattet, welches mit einem raspberry pi – einem kleinen Computer – verbunden ist, der wiederum mit einem Netzwerk verbunden ist. Der raspberry pi ist mit einem Smart Contract ausgestattet, welcher die Bedingungen des Vertrags in Echtzeit überprüft. Er signalisiert dem System, ob ein Haushalt Energie zur Verfügung stellen kann oder benötigt. Die Software veranlasst automatisch die Übertragung der Energie sowie die Bezahlung mit einer eigenen Kryptowährung.

LO3 Energy: Exergy

www.projectexergy.com

Das Projekt **Exergy** der Firma **LO3 Energy** aus den USA ist ein Forschungsprojekt, das sich zum Ziel gesetzt hat, mit der entstehenden Wärme von Rechenzentren Häuser zu heizen. Wärme, die durch den

Gebrauch von Computern und anderen elektrischen Geräten entsteht, soll mithilfe eines technischen Moduls gespeichert und weiter verwendet werden. Das Konzept beinhaltet ein Speichersystem für thermische Energie sowie eine Schnittstelle, um Wärme direkt in existierende Wärmesysteme von Häusern zu leiten. Das System wird unterstützt von einem Blockchain-System, bei dem die (gespeicherte) Wärme über ein kryptografisch gesichertes System gekauft werden kann.

Weitere Blockchain-Anwendungen im Startup-Bereich

Kryptowährung

SolarChange ist ein Projekt, um Einspeiser von Solarenergie über eine Blockchain monetär zu entlohnen. Pro Megawatt eingespeister Solarenergie bekommt der Einspeiser einen SolarCoin, den er entweder in seinem SolarCoin Wallet speichern oder in Bitcoins tauschen kann. Das Projekt wurde von der Firma SolarCoin ins Leben gerufen. SolarCoin hat eine eigene Kryptowährung – ähnlich wie Bitcoin – für den Verkauf von Solarenergie entwickelt.

www.solarchange.co/

<http://solarcoin.org>

Crowd-Lending

Sun Exchange bietet Investoren an, in kleinere Solarprojekte einzusteigen und, abhängig von der Höhe ihrer Investition, monatlich Erträge zu erhalten.

www.thesunexchange.com/

Dezentrales Transaktions- und Energieliefersystem

GridSingularity ist ein Unternehmen mit Sitz in Österreich, das eine Plattform auf Blockchain-Basis sowie Energieerzeuger, Netzbetreiber, Regulatoren und Konsumenten verbinden soll. Konkret wird eine Plattform mit DApps für die Energiewirtschaft entwickelt, die alle Stufen der Wertschöpfungskette bedient.

www.gridsingularity.com

Dezentrales Transaktions- und Energieliefersystem, Lieferung von Solarenergie in Entwicklungsländer

MPAYG aus Dänemark möchte dezentrale Erzeugung mithilfe von Blockchain für Konsumenten in Entwicklungsländern ermöglichen.

www.mpayg.com

Die Initiative **Bankymoon** aus Südafrika hat ein Bitcoin-Abrechnungssystem für Smart Meter entwickelt, welches mit der Crowdfunding Plattform Usizo verbunden ist. Schulen, die mit Smart Metern ausgestattet sind, können über die Crowdfunding-Plattform Spenden in Form von Bitcoins erhalten. So wird den Schulen direkt Energie zur Verfügung gestellt.

www.bankymoon.co.za

Smart Devices

Im Bereich Smart Devices ist slock.it neben RWE eine Partnerschaft mit **Samsung** und **Canonical** eingegangen. Samsung bietet im Rahmen seiner Serie Samsung ARTIK eine Reihe von Anwendungen im Bereich Smart Home, Personal Monitoring, Smart Cities und Automotive an. Canonical stellt für diese Anwendungen Apps über seine Ubuntu-Core-Plattform zur Verfügung, mit der die Smart Devices gesteuert

werden können. Durch Nutzung von Slock.its-Blockchain-Technologie sollen die Anwendungen noch sicherer gemacht werden.

www.artik.io

www.slock.it

Solarstromzertifikate

Im Bereich Authentifizierung hat **Nasdaq** nach Implementierung von **LINQ** einen Service vorgestellt, der Solarenergie-Zertifikate über die Blockchain verfügbar macht. Solarpanels sind mit einem Internet der Dinge (IoT) Endgerät, verbunden, welches ermöglicht, dass die produzierte und ins Netz eingespeiste Wattleistung ermittelt wird. Über Nasdaqs LINQ können anonym Zertifikate zur Unterstützung der PV ge- und verkauft werden. Im Mai 2016 konnte in New York die produzierte Solarenergie aus dem Mittleren Westen als Block dargestellt werden.

www.ir.nasdaq.com/releasedetail.cfm?releaseid=948326

3.3. Einschätzung des aktuellen Entwicklungsstands und der Perspektiven von Blockchain-Projekten im Energiebereich

Blockchain-Anwendungen im Energiesektor sind aktuell – Stand Juni 2016 – noch durchweg im Konzept- bzw. Prototyp-Stadium. Dies gilt sowohl für die verwendete Technik, wie auch für die Möglichkeiten zur Anwendung durch die Verbraucher. Es ist aber bereits deutlich erkennbar, welche technischen Möglichkeiten die Blockchain bietet. Insbesondere dezentral gesteuerte Energielieferbeziehungen sowie die Abwicklung und Dokumentation der Transaktionen sind realistisch durchführbar. Das Potenzial der Blockchain im Energiesektor ist somit vielversprechend.

Einschätzung des technischen Entwicklungsstands im Vergleich zu Alternativen

Experten sehen die ausschlaggebenden Vorteile der Technologie in der dezentralen Struktur der Abwicklung der Transaktionen sowie der Speicherung der Daten. Dadurch, dass die Daten an verschiedenen Orten gespeichert werden, sind sie schwieriger manipulierbar und überall verfügbar.

Die Mehrheit der Experten sieht jedoch auch alternative Lösungen in der Lage, eine dezentrale Versorgung zu gewährleisten. Der Trend hin zu einer dezentralen Versorgung, zum Beispiel durch Eigenstromerzeugung oder dezentraler Erzeugung aus weiteren grünen Energiequellen, wird in Deutschland ohnehin durch die Realisierung der Energiewende gefördert. Für das Management eines solchen dezentralen Modells und die Abbildung der Datenflüsse und Transaktionen ist die Blockchain-Technologie nicht zwangsläufig notwendig. Transaktionen und Datenflüsse können, so sind sich die meisten der von uns interviewten Experten einig, gleichwertig in herkömmlichen Datenbanken abgebildet werden. Diese sind – zumindest nach aktuellem Stand der Technik – schneller und günstiger im Betrieb und weitestgehend schon vorhanden. Während Datenübertragung und Datenspeicherung in der Blockchain derzeit beinahe nichts kosten, ist der Aufwand für die Validierung mit sehr hohen Hardwarekosten und Energiekosten verbunden. Die teilweise immensen kumulierten Energiekosten öffentlicher Blockchains entstehen durch die zahlreichen dezentralen und gleichzeitigen Validierungsprozesse der Transaktionen, allerdings haben neue Anwendungen immense Verbesserungen auf diesem Gebiet erreichen können.

Die Frage, ob die Blockchain-Technologie in der Zukunft bei einer Anwendung im Energiesektor geeigneter ist als herkömmliche Datenbanken und Lösungen, ist auch vom Fortschritt der technologischen Entwicklung abhängig. So spielen zum Beispiel der Stand der technischen Infrastruktur, Datensicherheit und die Skalierbarkeit der Technologie eine wesentliche Rolle. Zur Umsetzung eines dezentralen Energieversorgungs- und Transaktionssystems muss eine technische Infrastruktur gegeben sein, in der zum Beispiel bei allen Verbrauchern Smart Meter installiert sind. Datensicherheit muss gewährleistet sein, indem die Software manipulations- und angriffssicher ist. Zudem muss ein

Rahmenwerk für Schadensfälle, ähnlich wie des Vorfalls bei *The DAO* (Kapitel 2) geschaffen werden. Die Technologie muss flächendeckend anwendbar sein – so müssen Rechenprozesse zum Beispiel schnell genug ablaufen, um Energieversorgung und Transaktionen in Echtzeit und ohne Zeitverzug zu garantieren. Auf diese Voraussetzungen und ihren Einfluss auf die Entwicklung der Anwendung der Blockchain-Technologie im Energiebereich werden wir im Folgenden näher eingehen.

Betrachtet man den technologischen Stand und die Weiterentwicklung der Blockchain-Technologie seit ihrer Einführung, ist davon auszugehen, dass für die Fragestellungen, die im Moment als ungeklärt gelten, Lösungen gefunden werden. So schätzen Experten, dass sich insbesondere auch das Bewusstsein der Menschen für die Möglichkeiten der Blockchain-Technologie mitentwickeln muss. Kritiker gehen davon aus, dass sich die Technologie schneller entwickelt als das Bewusstsein für einen verantwortungsvollen Umgang mit dieser.

Anwendungen und Anwendbarkeit für den Kunden

Das Bewusstsein der Anwender hängt auch von dem Aufkommen konkreter, nutzbarer Anwendungen für den Verbraucher ab. Derzeit ist Blockchain eine rein technologische Entwicklung. Es fehlen verwendbare Applikationen für Kunden, die ihre Energieversorgung aktiv steuern möchten, aber auch automatisierte Softwarelösungen für Kunden, die keine aktive Steuerung ihrer Energieversorgung wünschen. Für die erste Gruppe von Endkunden müssen verwendbare Applikationen entwickelt werden, die von diesen ohne Probleme genutzt werden können. Diese Apps sollten anwenderfreundlich, einfach und effektiv gestaltet sein. Noch fehlen diese Anwendungen, auch wenn einzelne Unternehmen und Startups an entsprechenden Lösungen arbeiten. Für Kunden, die keine aktive Steuerung ihrer Energieversorgung wünschen, weil sie zum Beispiel kein Smartphone besitzen oder keine Zeit investieren wollen, müssen Softwarelösungen entwickelt werden, die automatisiert laufen. Gelingt es nicht, solche Anwendungen zu entwickeln und zu verbreiten, wird sich Blockchain im Energiesektor nicht durchsetzen können – bzw. wird nur eine kleine Gruppe von Verbrauchern diese Anwendungen innerhalb kleiner, dezentraler Netzwerke nutzen, ohne dass dies einen Einfluss auf den Großteil der Verbraucher haben wird.

4. Aktuelle energierechtliche Stellung am Beispiel der Verbraucher und Prosumer und zukünftige Herausforderungen im Bereich Energierecht durch Blockchain

Im Energiewirtschaftsgesetz sind Vorschriften für Energielieferverträge verankert, die den Ausgleich zwischen Verbraucherschutz-Interessen auf der einen und den Interessen der Energielieferanten auf der anderen Seite bezwecken. Die Grundsätze hierzu sind zudem im allgemeinen Zivilrecht, insbesondere im Bürgerlichen Gesetzbuch und dazu ergangener Rechtsprechung, verankert. Diese rechtlichen Rahmenbedingungen sowie eine Reihe weiterer Gesetze und Verordnungen sind bei der Umsetzung von Blockchain-Vorhaben zu berücksichtigen. Verbraucherschutz und Datenschutz sind umfassend geregelt und bei Blockchain-Vorhaben zu berücksichtigen.

Für die folgende Bewertung der Blockchain-Modelle aus rechtlicher (Kapitel 4) und regulatorischer (Kapitel 5) Sicht wird – wenn nicht anders benannt – die zentrale Anwendung „Dezentrales Transaktions- und Energieliefersystem“ (Kapitel 3, S. 17ff) als Grundlage der Bewertung angesetzt. Der Schwerpunkt der Analyse liegt auf dem Strommarkt.

4.1. Europäisches Energierecht

Europa verfolgt seit 1998 das Ziel eines einheitlichen Wettbewerbsmarkts im Strom- und Gasmarkt. Hierzu wurden mehrmals Richtlinien veröffentlicht, die in nationale Gesetze umgewandelt wurden. Die neueste Richtlinie ist das sogenannte dritte Energiepaket. Eines der Hauptziele ist die Trennung des Übertragungsnetzbetriebs von Versorgung und Erzeugung, entweder durch eigentumsrechtliche Entflechtung, unabhängige Netzbetreiber (ISO – Independent System Operator), oder durch unabhängige Übertragungsnetzbetreiber (ITO – Independent Transmission Operator).

Weitere Ziele des dritten Energiepakets sind die Stärkung von Verbraucherrechten, darunter das Recht des kostenlosen Wechsels des Gas- oder Stromanbieters innerhalb von drei Wochen. Zusätzlich existiert auf europäischer Ebene die Zielformulierung, dass bis 2020 mindestens 80 Prozent aller Verbraucher mit intelligenten Stromzählern ausgestattet sein sollen – und die Etablierung des Rechts auf Grundversorgung mit Elektrizität sowie Schutz von „schutzbedürftigen Kunden“.

Die Besonderheit bei Blockchain-Modellen ist, dass die Datenhoheit direkt an den Verbraucher geht. Dieser erhält mittels Blockchain und darauf aufgesetzte Smart Contracts die Entscheidungsgewalt über seine Stromlieferverträge und auch die Verbrauchsdaten. Die Datenhoheit liegt somit weitgehend beim Verbraucher. Da die Datentrennung hinsichtlich des Netzbetreibers (regulierter Bereich) und Lieferant (Wettbewerb) direkt beim Kunden erfolgt, besitzt die Blockchain-Technologie das Potenzial einer effizienten Maßnahme zur Umsetzung der Unbundling-Vorgaben und kann damit erhöhten Wettbewerb sowie effizientere Preise für den Endkunden fördern.

4.2. Anwendbare nationale Gesetze und Verordnungen

Bei einem Vertragsschluss im Rahmen einer Blockchain-Anwendung sind zunächst insbesondere die **zivilrechtlichen Grundsätze** für den Vertragsschluss gemäß **§ 145 BGB** sowie die vertraglichen **Haftungsregelungen** gemäß **§ 241 ff. BGB** zu beachten.

Zudem sind energievertragsrechtliche Anforderungen zu berücksichtigen. Es hat sich ein auf den Grundsätzen des allgemeinen Zivilrechts basierendes und mittlerweile weitgehend über europarechtliche Vorgaben bestimmtes Recht der Energielieferverträge entwickelt, das seine energiespezifische Ausgestaltung im **Energiewirtschaftsgesetz (EnWG)** findet. Ziele des Energiewirtschaftsrechts sind eine sichere, preisgünstige, verbraucherfreundliche, effiziente und umweltverträgliche Energieversorgung der Kunden. Die Sicherstellung eines wirksamen Wettbewerbs bei der Versorgung mit Energie (Strom und Gas) und die Sicherung eines langfristig angelegten, leistungsfähigen und zuverlässigen Betriebs der Energieversorgung sind ein wichtiges Ziel des Rechtsrahmens. Generell muss mit dem nationalen Energierecht die Umsetzung der Vorgaben der Europäischen Union (vgl. § 1 EnWG) gefördert werden.

Die entsprechenden Vorschriften dienen dem Ausgleich zwischen Verbraucherschutzinteressen auf der einen und den Interessen der Energieerzeuger bzw. Energielieferanten auf der anderen Seite. Ausgangspunkt für das weitreichend gesetzlich ausgestaltete System sind die §§ 36 – 42 EnWG.

Ansatzpunkte für zukünftig auszugestaltende Energielieferverträge im Rahmen von Blockchain-Anwendungen sind unter anderem darin zu sehen, dass Energielieferverträge mit Sonderkunden (auch Haushaltskunden außerhalb der Grund- und Ersatzversorgung) gemäß **§ 41 EnWG** eine Reihe von Mindestinhalten und Formerfordernisse erfüllen müssen:

„ (1) Verträge über die Belieferung von Haushaltskunden mit Energie außerhalb der Grundversorgung müssen einfach und verständlich sein. Die Verträge müssen insbesondere Bestimmungen enthalten über:

1. die Vertragsdauer, die Preisanpassung, Kündigungstermine und Kündigungsfristen sowie das Rücktrittsrecht des Kunden,
2. zu erbringende Leistungen einschließlich angebotener Wartungsdienste,
3. die Zahlungsweise,
4. Haftungs- und Entschädigungsregelungen bei Nichteinhaltung vertraglich vereinbarter Leistungen,
5. den unentgeltlichen und zügigen Lieferantenwechsel,
6. die Art und Weise, wie aktuelle Informationen über die geltenden Tarife und Wartungsentgelte erhältlich sind,
7. Informationen über die Rechte der Haushaltskunden im Hinblick auf Streitbeilegungsverfahren, die ihnen im Streitfall zur Verfügung stehen, einschließlich der für Verbraucherbeschwerden nach § 111b einzurichtenden Schlichtungsstelle mit deren Anschrift und Webseite, über die Verpflichtung des Lieferanten zur Teilnahme am Schlichtungsverfahren sowie über die Kontaktdaten des Verbraucherservice der Bundesnetzagentur für den Bereich Elektrizität und Gas.“

Weiterhin sind auch die besonderen Regelungen zur Ausgestaltung von Rechnungen im Bereich der Lieferung von Energie (Strom oder Gas) an Letztverbraucher zu beachten. Grundlagen dazu enthalten die §§ 40 und 42 des EnWG sowie die entsprechenden Detailregelungen in der Strom- und GasGVV. Diese Vorgaben müssen – soweit keine Anpassungen des bestehenden gesetzlichen Rahmens erfolgen sollen – in Blockchain-Projekten zwingend beachtet werden.

Neben dem Energiewirtschaftsgesetz sind **verschiedene Verordnungen** bei der Umsetzung von Blockchain-Anwendungen zu berücksichtigen oder perspektivisch anzupassen:

- Die **Stromnetzzugangsverordnung (StromNZV)** regelt den grundsätzlichen Zugang zum öffentlichen Netz. Für alle Prosumer-Anwendungen sind dabei insbesondere die Rahmenbedingungen der Nutzung des öffentlichen Netzes zu beachten.
- Die **Stromnetzentgeltverordnung (StromNEV)** regelt die Entgelte für den Zugang zu Elektrizitätsversorgungsnetzen sowie die Ermittlung der Netznutzungsentgelte für die Durchleitung

von Strom durch die Netze der Stromnetzbetreiber zu den Verbrauchern. Auch diese Verordnung kommt bei Blockchain-Anwendungen, die das öffentliche Netz nutzen, zur Anwendung.

- Zudem gibt es für die Strom- und Gasversorgung eine sogenannte Grundversorgung, die in der **Stromgrundversorgungsverordnung (StromGKV)** und der **Gasgrundversorgungsverordnung (GasGKV)** geregelt ist. Diese Verordnungen verpflichten die größten Energieversorger im jeweiligen Versorgungsgebiet, alle Kunden zu versorgen, die nicht von anderen Versorgern beliefert werden. Für die Grundversorgung besteht Kontrahierungspflicht, d. h. der Versorger hat diese Kunden zu bestimmten Preisen zu versorgen.
- Regelungen zu Allgemeinen Geschäftsbedingungen im **Bürgerlichen Gesetzbuch (§§ 305 ff. BGB)** dürften noch stärker als bereits heute an Bedeutung gewinnen, da ein Vertragsabschluss im Rahmen von Blockchain-Anwendungen stark standardisiert sein dürfte.
- Dazu kommen datenschutzrechtliche Vorgaben, zum Beispiel im **Bundesdatenschutzgesetz, BDSG**.

Messstellenbetreiber sind in besonderer Weise von der Einführung der Blockchain-Technologie betroffen. In Deutschland wurde, anders als in anderen europäischen Ländern, auch der Betrieb der Messstellen liberalisiert. Hierfür sind in der sogenannten **Messzugangsverordnung (MessZV)** die rechtlichen Grundlagen definiert.

Diese Verordnung regelt die Voraussetzungen und Bedingungen des Messstellenbetriebs und der Messung von Energie. Dabei hat der Anschlussnutzer (Mieter) und nicht der Anschlussnehmer (Eigentümer) das Wahlrecht zur Beauftragung eines dritten Messdienstleisters. Wird ein Messstellenbetreiber beauftragt, dann ist dieser für die fristgerechte Übermittlung der Daten an den Netzbetreiber zuständig, der dann die Daten an die jeweiligen Marktteilnehmer zum Zwecke der Abrechnung weiterleitet. Die Verordnung sieht vor, dass der Messstellenbetreiber mit dem Stromnetzbetreiber einen Messstellenbetriebervertrag abzuschließen hat, in welchem die Beschreibung der Prozesse beim Zählerwechsel (zum Beispiel Fristen, Inbetriebnahme usw.), Anforderungen an den Messstellenbetreiber (zum Beispiel Anmeldung beim Eichamt) und technische Anforderungen an die Messeinrichtung beschrieben sind.

Die Rolle des Messstellenbetreibers ändert sich durch Blockchain-Anwendungen vermutlich deutlich, da die oben genannten Pflichten zur Datensammlung und -übermittlung entfallen werden. Die Informationen werden direkt zwischen Energieerzeuger und Energieverbraucher fließen.

Eine wesentliche Grundlage für Blockchain-Modelle, die nicht nur auf virtuellen Transaktionen beruhen (wie zum Beispiel Bitcoin), ist jedoch die manipulationssichere Bereitstellung der physischen Basisdaten (zum Beispiel der gemessenen Stromverbrauchswerte). Daher kommt der Zertifizierung, Freigabe und regelmäßigen Überprüfung der Messeinrichtungen durch den Messstellenbetreiber eine große Bedeutung zu. Es ist sicherzustellen, dass die Messwerterfassung dem **Mess- und Eichgesetz** entspricht. Vermutlich werden Blockchain-Anwendungen noch höhere Anforderungen als bisher an die Sicherheit der Zähler sowie der Datenübertragung stellen.

Bei Blockchain-Anwendungen mit Bezug zu Elektromobilität ist die **Ladesäulenverordnung (LSV)** relevant: Die Verordnung basiert auf dem § 49 Abs. 4 des Energiewirtschaftsgesetzes und regelt den Ausbau öffentlicher Ladestationen in Deutschland. Die Verordnung regelt die technischen Anschlussanforderungen wie Leistung (kW) oder Stecker-Norm. Auch eine Definition über öffentlich und nicht-öffentlich ist Teil der Verordnung. Die Abwicklung der Transaktion ist in der Verordnung eigentlich nicht definiert, damit können hier grundsätzlich die möglichen Anwendungsfälle eingeführt werden. Die LSV ist für die Blockchain-Technologie relevant, da Prosumer mit eigenen Solaranlagen Strom für Elektro-Autos produzieren und liefern können. Zudem gibt es Geschäftsmodelle, die eine Abrechnung von Ladevorgängen über die Blockchain vorsehen, zum Beispiel Blockcharge.

4.3. Verbraucherschutz im Energierecht

Im deutschen Recht gibt es kein einzelnes Verbraucherschutzgesetz, das alle Fragen des Verbraucherrechts regelt. Rechtsnormen, die hauptsächlich oder nebenbei Zielen des Verbraucherschutzes dienen, gibt es in sehr vielen Einzelgesetzen. Aktuell gibt es viele Maßnahmen, die Verbraucher schützen. Verbraucher sind gegenüber den Herstellern und Vertreibern von Waren und Dienstleistungsanbietern aufgrund asymmetrischer Informationen strukturell unterlegen. Die Verankerung des Verbraucherschutzes im Gesetz und Verbraucherschutzverbände gleichen dieses Ungleichgewicht aus, der Verbraucher wird geschützt.

Der Verbraucherschutz soll den Verbraucher wirtschaftlich, digital und gesundheitlich schützen. Im Energiebereich umfasst der wirtschaftliche Verbraucherschutz die Gewährleistung fairer Märkte, das Angebot unbedenklicher Produkte und Dienstleistungen, transparente Verbraucherinformationen und die praktikable Ausgestaltung von Verbraucherrechten. Der digitale Verbraucherschutz zielt auf den Datenschutz für Verbraucher ab.

Wirtschaftlicher Verbraucherschutz durch Unbundling

Im Energierecht dient vor allem das Unbundling dazu, durch Schaffung von mehr Wettbewerb erhöhte Preise für Verbraucher zu verhindern. Das Unbundling schreibt die Trennung von Netz und Vertrieb bei Energieversorgungsunternehmen vor. Ziel ist ein neutraler Netzbetrieb – wie er auch im Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) vorgeschrieben ist. Das EnWG sieht Maßnahmen zur buchhalterischen, informationellen, organisatorischen und gesellschaftsrechtlichen Entflechtung vor. Das Unbundling wurde vor dem Hintergrund geschaffen, gleiche Bedingungen für alle Marktteilnehmer zu schaffen. Wären Energieversorger gleichzeitig Netzbetreiber und Vertrieb, könnten sie Energie günstiger oder unentgeltlich durch das Netz leiten. Dadurch würden sich für konkurrierende Unternehmen Wettbewerbsnachteile in Form von Informationsvorsprüngen über freie Kapazitäten oder Kundenwechsel ergeben. Die Entflechtung soll darum Diskriminierungen, Quersubventionierungen und andere Wettbewerbsverzerrungen verhindern und somit gleiche Wettbewerbsbedingungen für alle Marktteilnehmer schaffen. Die Monopolstellung vertikal integrierter Unternehmen – Unternehmen, die auf allen Stufen der Wertschöpfungskette tätig sind, etwa in Erzeugung, Übertragung, Handel, Vertrieb – soll geschwächt, der Wettbewerb gestärkt werden. Auf die Veränderungen und regulatorischen Herausforderungen in Bezug auf Unbundling beim Einsatz der Blockchain-Technologie wird in Kapitel 5 eingegangen.

Digitaler Verbraucherschutz

Das **Bundesdatenschutzgesetz** regelt den Umgang mit personenbezogenen Daten, die in Informations- und Kommunikationssystemen oder manuell verarbeitet werden. Geregelt wird der Umgang mit personenbezogenen Einzeldaten, also Daten, die die persönlichen oder sachlichen Verhältnisse einer natürlichen Person beschreiben, wie Telefonnummer, E-Mail-Adresse, IP-Adresse, Personalnummer. Ein wesentlicher Grundsatz des Gesetzes ist das Verbotsprinzip mit Erlaubnisvorbehalt. Dies besagt, dass Erhebung, Verarbeitung und Nutzung personenbezogener Daten im Prinzip verboten ist. All dies ist nur dann erlaubt, wenn entweder eine klare Rechtsgrundlage gegeben ist, d. h. das Gesetz die Datenverarbeitung in einem spezifischen Fall erlaubt, oder wenn die betroffene Person ihre Zustimmung zur Erhebung, Verarbeitung und Nutzung gegeben hat.

Ebenfalls gilt der Grundsatz der Datensparsamkeit und Datenvermeidung. So sollen sich alle Datenverarbeitungssysteme möglichst keine oder so wenig personenbezogene Daten wie möglich verwenden und insbesondere Anonymisierung und Pseudonymisierung nutzen.

Ab dem Jahr 2018 gilt zudem die **europäische Datenschutz-Grundverordnung** (EU 2016/679). Diese soll die Regeln für die Verarbeitung personenbezogener Daten durch private Unternehmen und öffentliche Stellen EU-weit vereinheitlichen.

Insgesamt ist der Schutz der Verbraucher und Prosumer an diversen Stellen in einen europäischen und nationalen rechtlichen Rahmen eingebettet. Für die Anwendungen der Blockchain-Technologie im Energiebereich, die momentan als Prototyp nach aktuellem Stand der Technik entwickelt werden, ist der Schutz der Verbraucher und Prosumer nach aktuellem Rechtsrahmen vereinbar. Wie sich die rechtlichen Auswirkungen für Verbraucher und Prosumer ändern, sollte mit Weiterentwicklung der Technik und dem Aufkommen neuer Anwendungsbereiche für Verbraucher kontinuierlich überprüft werden.

5. Regulatorische Herausforderungen bei der Umsetzung von Blockchain-Anwendungen im Energiesektor

Bei der Umsetzung des dezentralen Transaktionsmodells mithilfe der Blockchain ist mit einer Veränderung der Marktrollen zu rechnen, bzw. eine solche Veränderung ist in der Regulatorik zu berücksichtigen. Jeder Energieverbraucher wird zum Bilanzkreisverantwortlichen. Messstellenbetreiber müssen Daten nicht mehr selbst erfassen, da die Transaktionsdaten automatisch über die Blockchain erfasst werden.

5.1. Aktuelles regulatorisches Umfeld

Die Regulierung sieht durch das Unbundling eine Trennung der Netzbetreiberaufgaben (regulierter Bereich) und der Versorgung der Kunden (Wettbewerbsbereich). Kunden haben das Recht, durch den freien Strommarkt ihren **Stromlieferanten** (auch Gaslieferanten) selbst auszuwählen. Damit ein Lieferantenwechsel reibungslos möglich ist, wurde ein sogenanntes **Bilanzkreismodell** eingeführt. Mit diesem Modell kann eine Zuordnung eines jeden Kunden zu seinem Lieferanten unkompliziert ermöglicht werden.

Eine weitere wesentliche Funktion der Regulierung ist das sogenannte **Clearing**. Hier erfolgt ein Abgleich zwischen geplantem Verbrauch und späterem tatsächlich gemessenen Verbrauch der Kunden. Die Differenz wird dann Ausgleichsenergie genannt und verursachungsgerecht jedem Stromlieferanten kostenseitig zugeordnet.

Eine wesentliche Systemvoraussetzung für die Regulierung ist, dass jeder Kunde eindeutig einem Bilanzkreis zugeordnet wird – der Kunde dem Bilanzkreis und seine jeweiligen Lieferanten den Bilanzkreisverantwortlichen (letztere können identisch sein).

Der Messstellenbetreiber misst die für die Abrechnung und Netzentgeltberechnung notwendigen geprüften Zählerdaten und verteilt diese an den

- Stromlieferanten für die Abrechnung,
- Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) zur Durchführung des sogenannten Clearing & Settlement, er sammelt die aggregierten Daten je Bilanzkreis und errechnet daraus die jeweiligen Kosten der Ausgleichsenergie für den jeweiligen Bilanzkreis,
- Verteilnetzbetreiber (VNB),
- Bilanzkreisverantwortlichen, der die Zuordnung der ihm zugerechneten Ausgleichsenergie (kostenverursachend) auf die Lieferanten seines Bilanzkreises zuteilt.

Damit ist ersichtlich, dass bei einer einfachen Stromlieferung für den gesamten Strommarkt eine komplexe Abwicklung und Verwendung der Messwerte notwendig ist.

Damit das Marktmodell funktioniert, muss jeder Kunde eindeutig einem Bilanzkreis zugeordnet sein. Bilanzkreisverantwortliche müssen zudem Sicherheiten hinterlegen, damit garantiert ist, dass die Ausgleichsenergie auch bezahlt werden kann.

5.2. Veränderte Rollenverteilung im Blockchain-Modell

Der Vorteil des Transaktionsmodells auf Blockchain-Basis liegt vor allem in der klaren Zuordnung des eingespeisten Stroms in kleinen Zeiteinheiten (bis wenige Minuten) auf einzelne Kunden. Es handelt sich hier um eine hochpräzise Verrechnung produzierten und verbrauchten Stroms zu variablen Preisen. Der physische Strom fließt weiterhin vom nächstgelegenen Erzeuger direkt zum Energieverbraucher. Durch die deutlich verbesserte Datenbasis lässt sich das Netz auf der Ebene des Verteilnetzes wie auch des Übertragungsnetzes erheblich präziser steuern. Durch ein vereinfachtes Clearing fällt weniger Ausgleichsenergie an.

Folgende Abbildung zeigt die aktuellen Marktrollen zu der veränderten Situation beim Einsatz von Blockchain-Technologie.

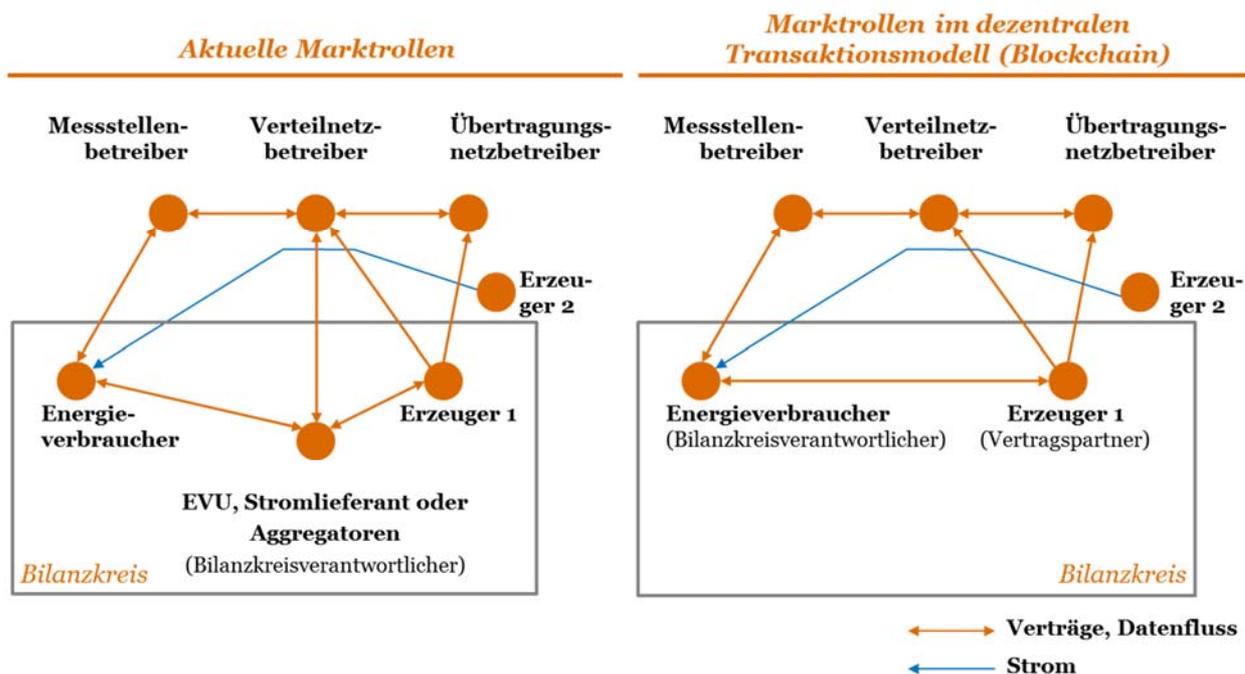


Abbildung 15: Marktrollen aktuell und beim Einsatz von Blockchain-Technologie

Durch die Blockchain-Technologie gibt es eine direkte Vertragsbeziehung zwischen Energieverbraucher und -erzeuger. Beide können Prosumer sein.

Hieraus ergeben sich folgende Änderungen:

- Jeder **Energieverbraucher wird zum Bilanzkreisverantwortlichen** und muss die damit einhergehenden Anforderungen (Sicherheiten-Hinterlegung, Risikomanagement etc.) erfüllen. Insbesondere müssen die Lastprognosen an den Netzbetreiber gemeldet werden. Im Strombereich sind die Vorgaben der „Marktregeln für die Durchführung der Bilanzkreisabrechnung“ (MaBiS) zu beachten, im Gasbereich die sog. GaBi Gas 2.0.
- Die **Rolle des Messstellenbetreibers** ändert sich: Er muss keine Daten mehr selbst erfassen, da Verbrauchs- und Transaktionsdaten automatisch und exakt über die Blockchain-Technologie (Smart Contracts) ausgetauscht werden. Für die Netzentgeltberechnung erhält der Messstellenbetreiber (und somit der Netzbetreiber) die entsprechenden Transaktionsdaten aus der Blockchain. Der Zuständigkeitsbereich des Messstellenbetreibers könnte sich auf die Bereitstellung zuverlässiger und manipulationssicherer Zähler reduzieren.
- Der **Verteilnetzbetreiber** erhält die Informationen der Transaktion aus der Blockchain, damit er die Netzkosten abrechnen kann.

- Der **Übertragungsnetzbetreiber** benötigt bei voller Umsetzung des dezentralen Transaktionsmodells keine Clearing-Daten mehr, da die Transaktion in Echtzeit und nur nach tatsächlichem Verbrauch erfolgt.

Es sind zudem verschiedene weitere regulatorische Bereiche zu betrachten:

Finanzmarkt-Regulierung

Durch die Verlagerung der Finanztransaktion von den Energieversorgern bzw. den Banken auf ein Peer-to-Peer-System stellt sich die Frage, wer die Verantwortung für ordnungsgemäße Abwicklung der Finanztransaktionen übernimmt, vor allem die Bezahlung von Verpflichtungen aus Lieferverträgen. Vermutlich werden der Energieverbraucher und ggf. auch der Energielieferant nicht hierfür in die Verpflichtung genommen werden können. Vielmehr ist tatsächlich eine verantwortliche Instanz notwendig, die sich den Anforderungen an einen Finanzdienstleister stellt, nämlich die Einhaltung des Kreditwesengesetzes, die Beantragung einer BAFIN-Lizenz sowie die Einhaltung von REMIT und MIFIT. Das kann zum Beispiel ein Plattformbetreiber sein.

Gewerbeordnung

Zu klären ist, ob im Blockchain-Modell alle Energielieferanten (und ggf. auch Energieverbraucher) unter die Anforderungen der Gewerbeordnung fallen.

Haftung

Es ist möglich, dass das idealistische Blockchain-Modell, das gänzlich ohne verantwortliche zentrale Instanz auskommt, in absehbarer Zeit umsetzbar sein wird. Grund hierfür ist, dass es für einen sicheren Betrieb einer solchen Plattform klare Haftungsregelungen benötigt. Haftungsregelungen sind zum Beispiel für den Fall eines Zahlungsausfalls, eines technischen Defekts oder einer mutwilligen Manipulation festzulegen.

Da es sich bei der Energieversorgung um zumeist kritische Infrastrukturen handelt, ist ein klarer Plan aufzustellen, welche Notfallszenarien im Falle eines vollständigen oder teilweisen Systemausfalls umgesetzt werden sollen.

5.3. Hemmnisse und Regelungsbedarf bei Blockchain-Anwendungen

Wenn auf Basis der Blockchain-Technologie eine direkte Belieferung eines Energieverbrauchers durch einen Energieerzeuger erfolgt und in weiterer Folge eine Finanztransaktion, dann ergeben sich daraus folgende Fragestellungen:

- **Wer ist der Messstellenbetreiber?** Da der Energieverbraucher (siehe Abbildung 16) den Strom entnimmt, muss dieser den Messwert an den Verteilnetzbetreiber melden. Somit muss der Kunde als Messstellenbetreiber eine Zulassung beantragen. Denkbar wäre aber auch ein Fortbestehen der Rolle des Messstellenbetreibers gemäß § 21b EnWG.
- **Wer meldet Fahrplan bzw. Prognose an den Übertragungsnetzbetreiber?** Der Übertragungsnetzbetreiber muss spätestens am Vortag für den gesamten Markt eine Prognose auf Basis sogenannter Fahrpläne erstellen, die er von den Bilanzkreisverantwortlichen erhält. Damit taucht die Frage auf, wer diesen Plan an den ÜNB meldet.
- **Wer besitzt eine Zulassung als Stromlieferant?** Der Energielieferant beliefert den Energieverbraucher und wird damit grundsätzlich zum Stromlieferanten. Dafür braucht er eine Konzession und IT-technische Schnittstellen zur Datenlieferung. Blockchains sind noch nicht Teil der Marktregeln und Marktkommunikation, müssten also explizit berücksichtigt werden. Dennoch muss der Energielieferant eine Zulassung beantragen, die mit erheblichen Kosten verbunden ist – falls diese nicht ohnehin schon vorliegt. Bei Prosumern wird das in der Regel nicht der Fall sein.

- **Wer ist Bilanzkreisverantwortlicher?** Da jeder Energieverbraucher einem Bilanzkreis zugeordnet sein muss, muss im Blockchain-Modell ein eigener Bilanzkreis je Energieverbraucher errichtet werden. Grundsätzlich ist das bis auf Kundenebene möglich, jedoch ist das Führen eines Bilanzkreises ggf. mit erheblichem finanziellem und organisatorischem Aufwand verbunden.

Die Hemmnisse von Blockchain-Transaktionsmodellen liegen somit vor allem darin, dass sie die derzeitigen regulatorischen Anforderungen erfüllen müssen. Ein Teil des Nutzens der dezentralen Peer-to-Peer-Beziehungen geht damit verloren.

Ein Rollout der Blockchain-Technologie würde die Wettbewerbssituation auf dem deutschen Energiemarkt stark beeinflussen. Zum einen besteht die Chance, dass **Markteintrittsbarrieren** für kleinere oder lokale Unternehmen **verringert** werden und diese schwerer an der Marktteilnahme gehindert werden könnten.

Allerdings ist es auch möglich, dass ein Blockchain-Rollout im Energiemarkt wettbewerbsschädigende Entwicklungen verstärken könnte. Wie in Kapitel 2 aufgezeigt, könnten beispielsweise etablierte Energieversorger **private Blockchains** entwickeln, mit denen kleineren Anbietern der Zugang zum Transaktionsmodell bzw. zum Markt verwehrt werden könnte.

Ein weiteres Hemmnis bei der Umsetzung von Blockchain-Anwendungen ist die momentane **Unsicherheit bezüglich der rechtlichen Anerkennung** solcher Systeme, da sie – zumindest in der theoretisch maximalen Ausprägung – ohne eine zentrale Instanz auskommen. Das Korrektiv besteht in diesen Systemen in der „Intelligenz des Schwarms“. Heutige Rechtssysteme sind jedoch darauf ausgelegt, dass organisatorische und rechtliche Verantwortungen klar definiert sind.

5.4. Potenziale für Blockchain aus Regulierungssicht

Die erste Analyse der Regulierung zeigt aber auch, wo die Potenziale der Blockchain stecken:

- **Direkte Transaktion zwischen den Kunden inklusive finanzieller Abwicklung:** Kunden können nun direkt die Versorgung übernehmen. Bürgerbeteiligungen an Anlagen, regionale Energiepools und regionale Energieautarkie werden ermöglicht. All das kann nun mit dieser Technologie effizienter und auch nachweisbar umgesetzt werden. Bürgerbeteiligungen sind heute bereits möglich, aber dazu braucht es viele weitere Akteure wie Banken oder Energieversorger. Mit Blockchain können nun Konzepte wie „Aus der Region – für die Region“ unter der Eigenverantwortung der Bürger realisiert werden.
- **Nachweise:** Abbildung 15 zeigt eine weitere Stärke der Blockchain – die eindeutige Nachweisbarkeit, aus welcher Quelle der Strom kommt. Damit gibt es erstmals eine Technologie, die durch die Gleichzeitigkeit (Erzeugung und Verbrauch) sowie eindeutige Nachweisbarkeit eine Bestimmung der Herkunft des Stroms ermöglicht. Herkunftsnachweise sind also deutlich sicherer zu erstellen. Als eine Folge davon können auch Nachweise wie CO₂-Zertifikate oder Energie-Effizienzsertifikate wesentlich besser erstellt werden. Das würde derzeitige komplexe Systeme vereinfachen.
- **Clearing & Settlement:** Neben der Stärkung der Prosumer sind aber auch die Übertragungsnetzbetreiber mögliche Profiteure, da bei Blockchain die Clearingdaten eindeutig zugeordnet werden können. Mit Smart Meter erfolgt nur eine Zuordnung der Verbrauchsmengen zu den Bilanzkreisen und den darunter liegenden Stromlieferanten. Blockchains ermöglichen auch eine eindeutige Zuordnung des Verbrauchs mit dem Erzeugungspunkt. Das würde insgesamt zu deutlichen Kostensenkungen führen, die Endkunden wären direkte Profiteure eines effizienteren Systems.

6. Chancen und Risiken der Blockchain aus Verbraucherperspektive

Das in Kapitel 3 skizzierte Szenario eines dezentralen Transaktionsmodells für die Energiewirtschaft würde tiefgreifende Veränderungen in der Beziehung Energieproduzent, Energieversorger, Netzbetreiber und Verbraucher mit sich bringen. Vorteile für Verbraucher werden voraussichtlich eine erhöhte Transparenz sowie größere Flexibilität sein. Wegfallende Transaktionskosten durch Intermediäre und mehr Marktteilnehmer würden zu sinkenden Energiepreisen führen. Bisher ungeklärte technische Fragen und fehlende Langzeiterfahrungen bergen das Risiko einer noch ungewissen Zukunft der noch jungen Technologie. Abzuwarten bleibt, ob alternative Technologien sowie intelligente Datenbanken und Protokolle möglicherweise aus Verbrauchersicht sinnvoller wären als die Blockchain.

Wie in den vorherigen Kapiteln beschrieben, befindet sich die Blockchain-Technologie noch in einem frühen Entwicklungsstadium, auch im Bereich der Energiewirtschaft. Auf Basis der Erfahrungen im Finanzsektor und der ersten Projekte im Energiebereich lassen sich positive wie negative Konsequenzen für den Verbraucher aus dieser Technologie schon näherungsweise prognostizieren. Die Bewertung der Chancen und Risiken aus Verbrauchersicht beruht auf folgenden Prämissen:

- Blockchain-Technologie ersetzt im Energiemarkt (teilweise) Intermediäre und führt zu sinkenden Transaktionskosten.
- Eine genauere Netzsteuerung sowie der Einsatz von Smart Meter und Smart Contracts ermöglichen eine höhere Flexibilität und Personalisierung in allen Teilen des Energiekonsums und -verkaufs (u. a. Konfiguration Strommix, Nutzung günstigerer Strompreise am Abend etc.).
- Der Prosumer greift aktiv in das Marktgeschehen ein und wird in einem dezentral agierenden Markt selbst aktiverer Akteur.
- Blockchain-Anwendungen werden zunächst im Strommarkt Anwendung finden, weitere Sektoren und Anwendungsbereiche werden folgen.

Auch wenn sich genaue Entwicklungen noch nicht sicher prognostizieren lassen, scheint doch sicher, dass Blockchain zumindest in der Energiewirtschaft das Potenzial für deutliche Strukturveränderungen besitzt. Diese gehen wiederum mit Chancen und Risiken für den Verbraucher einher:



Abbildung 16: Chancen und Risiken aus Verbraucherperspektive

6.1. Chancen der Blockchain im Energiesektor

Sinkende Kosten für den Verbraucher

Blockchain-Modelle gehen von direkten Transaktionen zwischen Anbietern und Nachfragern aus. Dadurch werden zuvor aktive Intermediäre, Handelsplattformen, Händler, Banken oder Energieversorger in ihrer Rolle obsolet oder zumindest deutlich eingeschränkt. In der Folge könnten die Systemkosten insgesamt deutlich sinken. Zu den Systemkosten, die entfallen oder reduziert werden, gehören u. a.:

- keine oder geringere Kosten (auch für Personal, Sachkosten, Infrastruktur etc.) und Gewinnaufschläge für die o. g. Unternehmen, die bisher im System tätig sind, aber zukünftig keine oder eine geringere Rolle im System spielen
- keine oder geringere Betriebskosten für Ablesung, Abrechnung etc.
- kein Aufwand für Mahnverfahren, Inkassoverfahren
- keine Kosten für Zahlungsverkehr über Banken (vor allem Lastschriftinzüge von Kunden)
- ggf. geringere Netzentgelte
- keine Kosten für die Zertifizierung von Grünstrom

Diese Kostensenkungen werden die Energiekosten für den Energieverbraucher direkt oder indirekt reduzieren.

Dem entgegensetzen sind die Betriebskosten der Blockchain. Hierzu gehören Transaktionsgebühren für Blockchain-Transaktionen. Zudem sind ggf. Rechnerleistung und deren Energieverbrauch in die Rechnung mit einzubeziehen. Die tatsächlichen Kosten von Blockchain-Anwendungen sind heute noch nicht absehbar. Kostenseitig ist ein Unterschied zwischen privaten und öffentlichen Blockchains erkennbar. Private Blockchains haben oftmals geringere Transaktionskosten und einen kostensenkenden, vereinfachten Validierungsprozess, beispielsweise verbraucht die Validierung über Proof of Work mehr Energie als das Proof-of-Stake-Verfahren.

In die Kostenbetrachtung sind auch alle Investitionen einzubeziehen, die für die Flexibilisierung der Stromnetze erforderlich sind: Voraussetzung für eine sinnvolle Nutzung der Blockchain ist ein Stromnetz, das in der Lage ist, die erhöhte Zahl einzelner Energieproduzenten sowie den höheren Grad an Flexibilität verarbeiten zu können, was auch für Versorgungssicherheit unbedingt notwendig ist. Der ab 2017 erwartete Roll-out von Smart Metern wird die Flexibilisierung der Strommärkte begünstigen. Ferner werden die größten Kostenvorteile nur möglich, wenn sich möglichst viele Anbieter und Nachfrager auf eine Blockchain-Anwendung mit gemeinsamen Standards und Regeln einigen können. So werden parallel existierende und nicht kompatible Anwendungen vermieden.

Die Kosten für die Energieverbraucher sinken auch deswegen, weil sie deutlich flexiblere Bezugsmöglichkeiten haben. In Blockchain-Transaktionsmodellen finden quasi permanent Versorgerwechsel statt, da in extrem kurzen Fristen (bis zu wenigen Minuten) neue Transaktionspartner gefunden und verpflichtet werden können.

Transparenz

Durch die Blockchain-Technologie erhöht sich der Grad an Transparenz für den Verbraucher. Es wird für den Verbraucher möglich sein, exakt nachzuvollziehen, woher der von ihm gekaufte Strom stammt. Aufgrund der direkten Transaktion zwischen Energieanbietern und Energieverbrauchern ist eine präzise Angabe des Vertragspartners – darunter Windpark oder Solarpark – möglich. Somit ist auch die präzise Bestimmung der Stromherkunft, also zum Beispiel als Prozentanteil erneuerbarer Energien, möglich. Der Energieverbraucher macht diese Vorgaben individuell und in einer Granularität, die bisher nicht möglich war.

Die Transparenz umfasst entsprechend auch die gesamte Transaktionshistorie, die in der Blockchain gespeichert wird (verbrauchte Energie und getätigte Zahlungen). Die Transaktionshistorie und deren Auswertung ermöglichen einen bisher unerreichten Grad an Übersicht. Gewerbe- und Großkunden,

denen diese Auswertungen heute bereits vorliegen, erhalten diese nun deutlich kostengünstiger, die Auswertungsmöglichkeiten sind vermutlich größer.

Kritisch zu prüfen ist an dieser Stelle, welche Nachteile die Transparenz ggf. mit sich bringt. Denn im Grundmodell der Blockchain sind alle Transaktionen öffentlich sichtbar. Einzelne Nutzer identifizieren sich mit einem Alias, aber die unbefugte Entschlüsselung einer gewissen Anzahl von Aliasen ist theoretisch denkbar und ein Risiko.

Lokale Wertschöpfung und Prosumer

Die Blockchain könnte eine momentan zu beobachtende Entwicklung beschleunigen – den Aufstieg des Prosumers. Durch geringere Transaktionskosten und einfachere Abrechnung wird es auch kleinen Anbietern oder Energieverbrauchern ermöglicht, im Markt als Abnehmer und Anbieter zu agieren. Verbraucher, die beispielsweise private Solaranlagen betreiben, können den produzierten Strom so einfacher an Nachbarn verkaufen oder in das Netz einspeisen. So kann für Photovoltaikanlagen, kleine Windanlagen oder private BHKWs schneller die Schwelle der Wirtschaftlichkeit erreicht werden, die Anzahl der Prosumer steigt. Verbraucher profitieren von einer größeren Angebotsvielfalt und geringeren Preisen. Mit Blockchain-Modellen ließen sich zudem leichter gemeinschaftlich getragene Bürgerenergie-Modelle realisieren.

Die vereinfachten Vermarktungsmöglichkeiten für dezentrale Energieerzeuger würden zu einem weiteren Ausbau erneuerbarer Energien führen. Mittelbar lässt sich daraus auch ein positiver Effekt für regionale Wirtschaftsstrukturen ableiten. Dezentrale Erzeugung kann wirtschaftliche Impulse durch Dienstleistungen wie Wartungs- und Instandhaltungs- sowie Betriebstätigkeiten setzen. Vom Ausbau der Windkraft profitieren in dieser Hinsicht vor allem strukturschwächere Gebiete.

6.2. Risiken der Blockchain im Energiesektor

Die Blockchain-Technologie steckt noch in den Kinderschuhen und ist daher mit verschiedenen Unsicherheiten und Risiken verbunden. Bislang gibt es jenseits von Bitcoin – der aktuell etabliertesten Blockchain-Anwendung – noch keine Langzeiterfahrungen. Bitcoin selbst hat sich nach einigen Schwierigkeiten in der Anfangsphase als zuverlässiges, stabiles System erwiesen.

Eine Vermutung vieler Experten ist zudem, dass die Blockchain-Technologie möglicherweise nicht ausreichend skalierbar sein wird. Die extrem schnell ansteigende Datenmenge, die beim mehrjährigen Betrieb einer Blockchain entsteht, stellt hohe Anforderungen an Sicherheit, Geschwindigkeit und Kosten.

Da es sich um eine neue Technologie mit einem gänzlich neuen Transaktionsmodell handelt, ist zu erwarten, dass es zumindest in Teilen in der Energiebranche, bei den Energieverbrauchern und der Öffentlichkeit zu einer ablehnenden Haltung kommen kann.

Die Anonymität des Blockchain-Konzepts birgt auch das Risiko, dass illegale Aktivitäten wie organisierte Kriminalität über das System abgewickelt werden. Insbesondere Kryptowährungen wie Bitcoin geraten immer wieder in die Schlagzeilen, etwa durch insolvente Börsen mit wenig vertrauenswürdigen Gründern oder Erpressungsdiensten, die Bitcoin nutzen.

Außerdem kann sich das dezentrale System der Blockchain ohne übergeordnete Autorität auch nachteilig auf den Verbraucher auswirken, da zumindest in heutigen Modellen keine verantwortliche Stelle existiert, die regulierend eingreift, einfache Dienstleistungen anbietet oder nachträgliche Änderungen an bereits getätigten Vorgängen durchführen kann. Eine immer wieder auftauchende Problematik in Hinblick auf Blockchain-Technologie ist beispielsweise der Umgang mit vergessenen persönlichen Zugangsdaten des eigenen Accounts durch Nutzer. In diesem Fall verliert der Nutzer unwiderruflich den Zugriff auf das Konto und die darauf gespeicherten Einstellungen, Informationen und Vermögen.

Sicherheitsrisiken

Die geplanten Anwendungen jenseits der Kryptowährungen sind weitaus komplexer, zudem soll der Endverbraucher direkt involviert werden. Somit sind die Anwendungen besonders sicher und zugleich benutzerfreundlich zu gestalten. Es besteht das Risiko von Manipulation (u. a. Hackerangriffe) und technischen Defekten (zum Beispiel Systemausfälle).

Wie realistisch das Risiko von Hackerangriffen ist, zeigt der während der Erstellung dieser Studie bekannt gewordene Angriff auf die Anwendung DAO (Decentralized Autonomous Organization). Der DAO, eine auf der Ethereum-Plattform basierende Anwendung, wird im Folgenden beschrieben.

DAO (Decentralized Autonomous Organization)

Der DAO ist eine komplexere Form einer DApp. Er ist als eine neue Art von Organisation zu verstehen, vergleichbar mit einem digitalen Unternehmen bzw. Investmentfonds, jedoch ohne Rechtsobjekt. Der DAO soll sich selbst unter demokratischen Bedingungen regulieren und wird nicht von externen Quellen beeinflusst. Dies ist aktuell auch an dem stattgefundenen Hack zu beobachten. Die DAO-Token-Halter diskutieren derzeit verschiedene Herangehensweisen, die anschließend demokratisch in Codes umgesetzt und zur Ausführung gebracht werden. Eine externe Exekutive und Regulierung wird zum Zeitpunkt der Studie ausgeschlossen.

Die Geschäftsordnung des DAO ist in der Ethereum Blockchain verankert. Das DAO-Konzept basiert auf Smart Contracts. Diese sind

- unveränderlich durch Einzelne – nur eine Mehrheit der DAO-Token-Halter kann durch eine Abstimmung eine Adaptierung des Codes (also des DAOs) einleiten,
- unstoppage – das Programm läuft auf der Ethereum Blockchain, die aus tausenden unabhängiger Nodes besteht; um das Programm zu stoppen, bräuchte man die Mehrheit dieser Nodes, was praktisch unmöglich ist,
- unwiderlegbar – alle Programmausführungen sind transparent und für alle Zeiten auf der Ethereum Blockchain dokumentiert.

Das DAO-Protokoll hat keine künstliche Intelligenz und kann somit bestimmte Aktivitäten nicht durchführen. Dazu gehören die Herstellung von Produkten, das Schreiben von Codes und die Entwicklung einer Hardware. Daher sind Akteure in der physischen Welt erforderlich, die miteinander vernetzt sind, die sogenannten Contractors. Diese führen sogenannte Proposals aus, die von der DAO angenommen wurden.

Die Proposals werden von DAO-Token-Holdern eingebracht, diese können dann durch Verkauf oder Nutzung entstehender Produkte profitieren. Darüber hinaus gibt es noch die Kuratoren, die gewählt werden, um Angriffe zu verhindern. Diese Kuratoren pflegen eine Whitelist, auf der die Contractors gelistet sind, die von der DAO Ether empfangen dürfen. Die Kuratoren stellen sicher, dass die in Form eines Smart Contracts eingereichten Proposals wirklich das enthalten, was der DAO-Token-Holder und der Contractor behaupten. Darüber hinaus überprüfen sie, ob die Proposals von einer wirklichen Person oder Organisation stammen.

Diese Holder haben das Recht, bei Proposals mitzuentcheiden (Stimmrecht in Proportion zur Menge an gehaltenen Token) und erhalten gegebenenfalls Gewinne durch ihre Beteiligungen im DAO, wenn umgesetzte Proposals erfolgreich sind.

Es gilt ebenso wie bei der Bitcoin: Aufgrund des internationalen Charakters des Netzwerkes ist es unklar, welche Gerichtsbarkeit in Hinsicht auf Zertifizierung von Identitätsinformationen zuständig wäre, und wie man festlegen könnte, wie eine rechtliche Zuständigkeit berechtigt wird.

Die Antwort auf die Frage, ob sich Blockchain im Energiebereich in der Summe eher positiv oder negativ für den Verbraucher auswirken wird, hängt von der Art der Umsetzung des Blockchain-Projekts ab.

Anwendungen, die vor allem auf die dezentrale Dokumentation von Transaktionen abstellen, werden schneller eine positive Bilanz zeigen als umfassende Anwendungen, die dezentrale Transaktionen mit Smart Contracts ermöglichen. Private Blockchain-Modelle werden voraussichtlich mit geringeren Kosten verbunden sein, allerdings mit dem Verlust des Prinzips der dezentralen Organisation. Man muss auch die Frage stellen, welchen Vorteil solche Lösungen gegenüber bisherigen datenbankbasierten Prozessen besitzen würden, da insbesondere der Aspekt der dezentralen und so manipulationssicheren Speicherung von Daten in den Hintergrund gerückt werden würde.

6.3. Ausblick auf langfristige gesellschaftliche Folgen

Die Anwendung der Blockchain-Technologie in ihrer reinsten Form ist mit einer grundlegenden Veränderung unseres Wirtschafts- und Transaktionsmodells verbunden. Ziel ist demnach ein dezentrales Modell für den Datenaustausch und die Datenspeicherung, welches durch ein dezentrales Betriebssystem gesteuert wird. Ein dezentrales System ist nicht durch eine Minderheit oder zentrale Instanz steuerbar, transparent für alle Teilnehmer und selbstregulierend.

Schaffung eines Internets der Werte

Durch die Blockchain sind Daten nicht an zentrale Standorte gebunden. Die Blockchain stellt eine Weiterentwicklung des universellen Informationsraums (der durch das World Wide Web geschaffen wurde) dar, hin zu einem universellen Raum, der Werte und werthaltige Interaktionen strukturiert abbildet. Ein sogenanntes Internet der Werte wird geschaffen, eine Art Vertrauensprotokoll, das zum Beispiel eine automatisierte und für alle einsichtige Notarfunktion für alle Transaktionen im Netz sicherstellen könnte. Neben Effizienzgewinnen und Kostenvorteilen verspricht die Blockchain vor allem die Unabhängigkeit von menschlicher Entscheidungsgewalt: Entscheidungen fallen auf Basis solider Evidenz. Intermediäre werden ausgeschaltet, um Effizienz zu schaffen. Nicht korrumpierbare Transparenz und Automatisierung von Transaktionen in der Blockchain sollen eine neue Qualität von Sicherheit im Internet der Werte schaffen.

Dezentralisierte Gesellschaft, Schaffung dezentraler Organisationen

Die Blockchain stellt ein transparentes, schwierig manipulierbares digitales Transaktionsregister dar. Informationen sind dezentralisiert gespeichert und werden nicht von einer zentralen Instanz kontrolliert. Die Blockchain-Technologie selbst legt keine Regeln fest, sondern ein zuvor definiertes Vorgehen, abgebildet in digitalem Code, der durch einen dezentral gesteuerten, demokratischen Prozess festgelegt wurde. Regelwerke werden in Form von Smart Contracts digital abgebildet, die Umsetzung der Rechte aller Vertragspartner automatisch durchgesetzt. Durch die Blockchain-Technologie ist die Schaffung eines selbstregulierten, selbstorganisierten Wirtschafts- und Gesellschaftssystems möglich, das durch Computerprogramme geführt wird und Geschäfte auf Basis selbstausführender digitaler Vertragswerke abwickelt. Diese Dezentralisierung verspricht die Reduktion von Ineffizienzen und Korruption. Jedes einzelne Element des Netzwerks verarbeitet jede Transaktion, sodass kein einzelnes Element entscheidend für die Datenbank als Ganzes ist. Die Dezentralisierung erhöht in dieser Hinsicht auch die Sicherheit und Stabilität des Systems.

Eine Herausforderung ist die Implementierung eines sozialen Konzepts ohne Kontrollmechanismen in ein sozio-technisches System. In sozialen Konzepten ist ein solcher Kontrollmechanismus durch eine kulturelle Evolution entstanden und hat eine Reihe miteinander verbundener Systeme produziert, die ein gewisses Maß an Elastizität in Bezug auf fehlerhaftes oder böswilliges Verhalten einzelner Teilnehmern schaffen. Diese miteinander verknüpften Systeme können Teilnehmer vorübergehend ausschließen und später wieder integrieren, wenn sich ihr Verhalten verbessert hat, zum Beispiel durch das soziale Konzept der Vergebung. Das kollektive Miteinander erzeugt ein relativ stabiles, faires und gerechtes Gesellschaftssystem. Technische Systeme hingegen verwenden deterministische, isolierte Konzepte, um schnelle Entscheidungen zu treffen, die schwere Folgen für die Teilnehmer nach sich ziehen können.

Da sich selbstadaptierende, selbstorganisierende Systeme beliebig ändern können und bestimmte Verhaltensweisen dem Ziel des Systems widersprechen oder eine Störung für andere Systeme oder Menschen darstellen können, muss das Verhalten des Systems eingeschränkt bzw. reguliert werden. Die Festlegung von Normen, Gesetzen und Regeln, deren Durchführbarkeit sowie die oben erwähnte Regulierung in Programmcodes stellt eine der größten Herausforderungen dar. Um ein ausgereiftes

Konzept zu erreichen bzw. um die Fülle potenzieller Vorteile eines dezentralen Konstrukts völlig auszuschöpfen, bedarf es eines Lernprozesses und einer ständigen Adaptierung.

Blockchain-Anwendungen basieren darauf, dass Technologie bzw. das gesamte System autonome Entscheidungen trifft. In den Smart Contracts, aber auch auf einer übergeordneten Ebene, sind klare Regeln zu definieren, die einen Missbrauch des Systems oder unerwünschte Entscheidungen des Systems verhindern, zum Beispiel Ausschluss theoretischer Optima.

Ist die Blockchain das Ende oder der Beginn der Privatsphäre?

Blockchain ist dazu fähig, den digitalen Lebensalltag jedes Einzelnen in der Blockchain abzubilden. Eine biographische Blockchain könnte entstehen, die alle Lebensphasen vollständig dokumentiert. Heute schon speichern Menschen die Daten auf etwaigen Fitness-Apps in der Cloud, einschließlich Herzfrequenz, Schlafqualität und Kalorienaufnahme. Denkbar ist die zukünftige Nutzung der Blockchain zur dezentralen Dokumentation von Gesundheitsdaten. Um Datenschutzbedenken vorzubeugen, können Nutzer für Bereiche, in denen eine exakte Identifizierung nicht zwingend erforderlich ist, verschiedene voneinander unabhängige Identitäten bzw. Aliasse nutzen.

Blockchain ermöglicht es Personen, Transaktionen unter ihren eigenen Bedingungen durchzuführen. Jeder Nutzer kann Zahlungen in einer ähnlichen Weise wie bei Bargeld senden und empfangen, aber man kann auch an komplexeren Verträgen teilhaben. Mehrfache Signaturen ermöglichen es, dass Transaktionen erst dann vom Netzwerk akzeptiert werden, wenn eine bestimmte Anzahl Personen einer definierten Gruppe die Transaktion signieren bzw. validieren. Dies ermöglicht zukünftig die Entwicklung innovativer Vermittlungsdienstleistungen. Solche Dienste könnten es Dritten ermöglichen, eine Transaktion zu bestätigen oder im Falle einer Meinungsverschiedenheit zwischen den anderen Parteien abzulehnen, ohne Kontrolle über das Geld zu haben. Im Gegensatz zu Bargeld oder anderen Zahlungsmethoden hinterlässt der Einsatz von Blockchain immer einen öffentlichen Beweis, dass eine Transaktion stattgefunden hat, was unter Umständen in einem Regress gegen Geschäfte mit betrügerischen Praktiken verwendet werden kann.

7. Zusammenfassung und Ausblick

Die Blockchain-Technologie hat im Finanzsektor bereits eine hohe Marktreife erreicht. Ob die Technologie den Sektor grundlegend revolutionieren wird, ist noch nicht absehbar. Aber die laufenden Projekte und Initiativen zeigen die beachtlichen Vorteile im Hinblick auf Kostensenkung, Schnelligkeit und Flexibilität. Im Energiebereich stehen Blockchain-Anwendungen noch gänzlich am Anfang. Auch hier hat die Technologie theoretisch das Potenzial, die Energieversorgung der Zukunft maßgeblich zu beeinflussen. Die weitere Entwicklung hängt von der technischen Weiterentwicklung, konkurrierenden Technologien sowie von Gesetzgebung und Regulierung des jeweiligen Landes ab. Sicher scheint, dass die Blockchain-Technologie in verschiedenen Branchen zu neuen, innovativen Geschäftsmodellen führen wird.

Blockchain ist eine Technologie für Peer-to-Peer-Transaktionsplattformen, mit der Besonderheit der dezentralen Speicherung aller Transaktionsdaten. Damit verschiebt die Blockchain Transaktionsmodelle von zentral (Banken, Börsen, Handelsplattformen, Energieversorger) zu dezentral (Konsumenten, Energieverbraucher, Erzeuger). Damit können neue Formen von Online-Marktplätzen entstehen, die ohne die üblichen Intermediäre wie Börsen oder Plattformbetreiber auskommen. Durch die dezentrale Speicherung und Verschlüsselung ist das Sicherheitsniveau von Blockchain-Transaktionen vergleichsweise hoch. Die Sicherheit und die vollständige Transparenz über alle Transaktionen gibt den Akteuren auf der Plattform das Vertrauen, auch Transaktionen mit anonymen Partnern durchzuführen.

Die Blockchain-Technologie ist vor allem im Finanzbereich schon weit fortgeschritten. Zahlreiche junge Unternehmen, Banken und andere Organisationen entwickeln ihre Blockchain-Initiativen mit hohem Tempo weiter. Neben dem Finanzsektor gibt es erste Anwendungen in diversen anderen Bereichen und Branchen, u. a. Grundbuchregister, Echtheitszertifikate, Rechtmanagement (Kunst, Musik), Internet of Things.

Auch im Energiesektor lässt sich die Blockchain-Technologie anwenden. Pilotprojekte – wie der im April 2016 in New York erstmalig durchgeführte Handel dezentral erzeugter Energie zwischen Nachbarn über ein Blockchain-System – zeigen, dass die Blockchain-Technologie im Energiesektor anwendbar ist. Weitere Projekte werden derzeit vor allem von Energieversorgern und Startups entwickelt.

Die bisherigen Entwicklungen zeigen, dass Blockchain zukünftig insbesondere die Rolle des einzelnen Konsumenten und Produzenten im Markt stärken kann. Prosumer erhalten über die Blockchain-Technologie die Möglichkeit, mit einem hohen Grad an Unabhängigkeit die von ihnen erzeugte Energie direkt zu handeln. Blockchain-Technologie fördert daher die Entwicklung hin zu einer weiteren Dezentralisierung der Energiesysteme.

Blockchain unterstützt den Trend zur Sharing Economy, also, der gemeinschaftlichen Nutzung von Assets. Gemeinschaftlich bedeutet hier vor allem, dass Transaktionen direkt zwischen Anbietern und Nachfragern durchgeführt werden. Plattformen unterstützen das Zustandekommen von Transaktionen zwischen vielen einzelnen Anbietern und Nachfragern (Peer-to-Peer). Die nachfolgende Grafik zeigt die verschiedenen Ausprägungen der Sharing Economy.

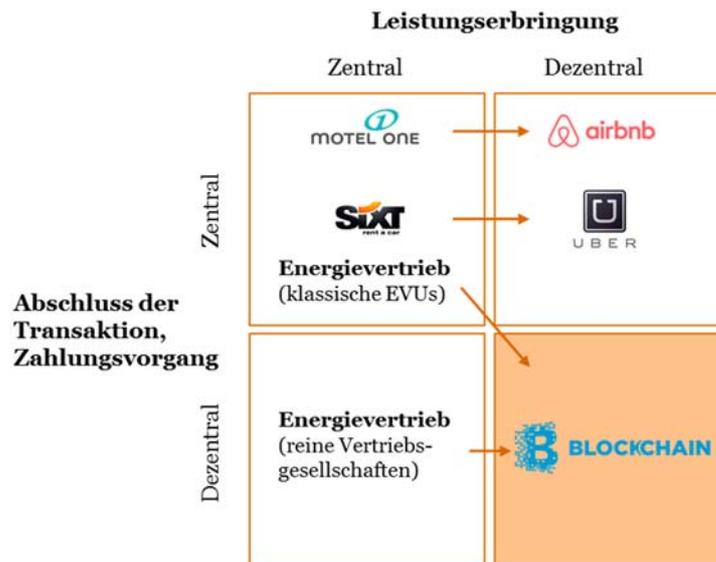


Abbildung 17: Entwicklungen der Sharing Economy

Bisher zentrale Geschäftsmodelle, wie beispielsweise Hotelketten, Mietwagenfirmen oder Taxiunternehmen, werden durch Anbieter wie Airbnb und Uber unter Druck gesetzt, in dem dezentrale (private) Kapazitäten über Plattformen vermittelt werden. Die Leistungserbringung erfolgt dezentral, doch Vermittlung und Abschluss der Transaktion sowie Bezahlung erfolgen weiterhin zentral über die genannten Plattformen.

Blockchain als vollständig dezentrales System, in dem Vermittlung der Transaktion und die eigentliche Leistungserbringung Peer-to-Peer erfolgen, kann maßgeblichen Einfluss auf zukünftige Sharing-Economy-Modelle haben und eine disruptive Kraft entfalten.

Zukünftig sind auch verschiedene andere Anwendungen denkbar, die nicht nur den reinen Handel von Energie zwischen Anbieter, Nachfrager und Prosumer umfassen. Neben der Nutzung für derartige Energieliefertransaktionen lässt sich Blockchain als Grundlage für Ables- und Abrechnungsprozesse sowie entsprechende Clearing-Prozesse einsetzen. Bei der Dokumentation von Eigentumsverhältnissen, Anlagenzuständen (Asset Management), Herkunftsnachweisen, CO₂- und Ökostromzertifikaten sind Einsatzmöglichkeiten ebenfalls denkbar.

Das Potenzial von Blockchain in der Energiewirtschaft ist daher generell vielversprechend. Neben geringeren Transaktionskosten im System, effizienteren Prozessen und damit Kostenvorteilen für den Kunden ermöglicht die Technologie vor allem die direkte Interaktion zwischen allen Beteiligten. Dadurch wird eine optimale Auslastung der Energieerzeugungskapazitäten zu einem optimalen Preis erreicht. Der Prosumer wird durch dieses Modell deutlich gestärkt. Zugleich befinden sich die Technologie und die damit verbundenen Geschäftsmodelle noch in einem sehr frühen Entwicklungsstadium.

Die generelle Entwicklung von Blockchain im Energiesektor ist daher im Wesentlichen abhängig von den folgenden Fragen:

- **Welche Anwendungen gibt es für Verbraucher?** Derzeit ist Blockchain eine reine technologische Entwicklung, es fehlen Anwendungen oder andere Angebote, die von den Kunden komfortabel und einfach genutzt werden können. Diese Anwendungen müssen wie Apps gestaltet sein – anwenderfreundlich, einfach, effektiv.
- **Ist das ganze System effizient?** Die Kosten-/Nutzen-Betrachtung von Blockchain-Modellen kann noch nicht abschließend beurteilt werden. Die Kosten der Datenübertragung und -speicherung sind vermutlich zu vernachlässigen. Der für die Blockchain zentrale Validierungsprozess (Mining) ist jedoch mit hohem Aufwand und entsprechenden Kosten verbunden.

-
- **Ist die Blockchain-Technologie wirklich sicherer?** Das Versprechen der Blockchain-Technologie ist eine deutlich erhöhte Sicherheit vor Angriffen und Manipulationen aufgrund der dezentralen Verteilung der Daten. Aktuelle Angriffe auf Blockchain-Systeme zeigen aber, dass hier zumindestens noch Verbesserungen am System erforderlich sind.
 - **Wie hoch ist der Mehrwert der Blockchain bei Anwendungen, bei denen die Dokumentation der Transaktionen im Vordergrund steht?** Die Vorteile von Blockchain-Anwendungen ohne Smart-Contract-Funktionalität (zum Beispiel die Dokumentation von Eigentumsverhältnissen) gegenüber bewährten Client-/Server-Lösungen mit zentraler Instanz müssen sich erst in der Praxis bewähren. Vermutlich werden sich auch Mischformen etablieren, zum Beispiel Blockchain-Modelle mit zentraler, verantwortlicher Instanz.

Insgesamt kann zum derzeitigen Zeitpunkt festgehalten werden, dass die Technologie – auch aus Sicht der Kunden – ein hohes Potenzial bietet und von den Akteuren weiter verfolgt werden sollte. Bisherige Ansätze können in Zukunft disruptiv wirken und im stark regulierten Energiemarkt weitere Regulierung notwendig machen. Hierbei muss die Verbraucher-Position stark berücksichtigt werden, damit die Verbraucher (als Energieverbraucher und als Prosumer) vom Einsatz der Blockchain profitieren können.

Anhang 1:

Liste der Interviewpartner

Neben der Auswertung aller uns vorliegenden Dokumente (Studien, Präsentationen, Artikel, Videos) über die Blockchain und deren Anwendung im Energiebereich haben wir während der Erstellung dieser Studie (im Juni 2016) telefonische Interviews mit Experten der betreffenden Bereiche geführt. In den Interviews haben wir unsere Erkenntnisse und Einschätzungen diskutieren und die Perspektiven der Gesprächspartner aufnehmen können.

Wir danken den unten genannten Interviewpartnern für die Bereitschaft, ihre Expertise für diese Studie zur Verfügung zu stellen.

Unternehmen	Website	Gesprächspartner
Blockchain mit Bezug zur Energiewirtschaft		
consenSys (USA)	www.consensys.net	John Lilic
Energie Steiermark (Österreich)	www.e-steiermark.com	Martin Graf
Fachhochschule Kärnten	www.fh-kaernten.at	Thomas Klinger, Christian Madritsch
Gridsingularity (international)	www.gridsingularity.com	Ewald Hesse
Next Virtuelle Kraftwerke (Deutschland)	www.next-kraftwerke.de	Henrik Sämisch
OneUp (NL)	www.oneup.company www.bigdata.company	Mark Dijkman
SolarCoin (Israel)	www.solarcoin.org	Yau Ben-Or
Vattenfall (Deutschland)	www.vattenfall.de	Claus Wattendrup
Winwest (Österreich)	www.winwest.at	Hein Popovic
Blockchain mit Fokus Finanzdienstleistungen		
Coinimal (Österreich)	www.coinimal.com	Eric Demuth, Paul Klanschek
Blockchain in anderen Bereichen		
lab10 (Österreich)	www.lab10.at	Thomas Zeinzinger

Anhang 2:

Quellen und relevante Links

In der Studie aufgeführte Unternehmen		
Artik	IoT-Plattform (Samsung), Zusammenarbeit mit Slock.it	www.artik.io
Bankymoon	Startup (Energiehandel)	www.bankymoon.co.za
Barclays	Finanzdienstleister	www.barclayscorporate.com/insight-and-research/technology-and-digital-innovation/blockchain-understanding-the-potential.html
Bitcoin	Kryptowährung	www.bitcoin.org/de
Bitnation	Startup (Identifikation)	www.bitnation.co
ConsenSys	Startup (Energiehandel)	www.consensys.net
The DAO	Startup (Investmentfond mit Blockchain)	www.daohub.org
Ethereum	Kryptowährung, Smart Contract Plattform	www.ethereum.org
Grid Singularity	Startup (Energiehandel)	www.grid Singularity.com
LO3 Energy	Startup (Energiehandel)	www.lo3energy.com/projects
MPAYG	Startup (Energiehandel)	www.mpayg.com
Nasdaq (LINQ)	Finanzdienstleister	www.ir.nasdaq.com/releasedetail.cfm?releaseid=948326
Oneup	Startup (Blockchain-Implementierung)	www.oneup.company
R3	Startup & Konsortium Finanzdienstleister	www.r3cev.com
Slock.it	Blockchain- und Smart Contract Plattform, Mitbegründer DAO	www.slock.it
Solar Change	Startup (Energiehandel)	www.solarchange.co
Solarcoin	Kryptowährung, speziell für den Solarbereich	www.solarcoin.org
The Sun Exchange	Startup (Energiehandel)	www.thesunexchange.com
Powerpeers (Vattenfall)	Dezentrales Energiehandelssystem	www.powerpeers.nl
Blockchain-Studien		
Blockchain in Capital Markets – The Prize and the Journey	2016	www.oliverwyman.com/content/dam/oliver-wyman/global/en/2016/feb/BlockChain-In-Capital-Markets.pdf
Distributed Ledger Technology: beyond block chain	2016	www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/492972/gs-16-1-distributed-ledger-

		technology.pdf
MorganStanley Global Insight Blockchain in Banking: Disruptive Threat or Tool?	2016	www.linkback.morganstanley.com/web/sendlink/webapp/f/7ts1o97g-3pg7-g000-a67d-005056012000?store=0&d=UwBSZXNIYXJjaF9NUwBhMWJjY2VIYy1mNWMYLTExZTUtYmQyZS1hYmRhODUzZjA3NTI%3D&user=idxp64j6odko-48&_gda_=1587331995_9d54f6d26fbc407c41db59cd77468e8e
Global FinTech Report (PwC)	2016	www.pwc.de/de/newsletter/finanzdienstleistung/assets/insurance-inside-ausgabe-4-maerz-2016.pdf
Money is no object: Understanding the evolving cryptocurrency market (PwC)	2016	www.pwc.com/us/en/financial-services/publications/assets/pwc-cryptocurrency-evolution.pdf
Cryptotechnologies, a major IT innovation and catalyst for change	2015	www.abe-eu.com/downloads/knowledge-and-research/EBA_20150511_EBA_Cryptotechnologies_a_major_IT_innovation_v1_0.pdf
Smart Buildings and Smart Grids	2015	www.siemens.com/download?A6V10598955
Virtual currencies: Out of the deep web, into the light (PwC)	2014	www.pwc.com/im/en/publications/assets/banking/pwc_virtual_currencies_risk_opportunities.pdf
Meter Data Management – From the Smarter Grid to Future Market Platforms in Liberalized Energy Markets	2011	www.cired.net/publications/cired2011/part1/papers/CIRED2011_1230_final.pdf
Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System	2009	www.bitcoin.org/bitcoin.pdf

Links und Verweise mit besonders relevantem Bezug auf die Thematik dieser Studie

Blockchain Executive Roundtable – Strategic implications of the game-changing innovation (PwC)	10 Blockchain-Thesen (2016)	www1.pwc.ch/fileadmin/Event_App/Blockchain_Event_March2016/20160322_Blockchain_Executive_Roundtable.pdf
Webinar und Dokumentation der Veranstaltung „Blockchain für die Energiewelt“	Blockchain im Energiesektor, Solarpraxis Neue Energiewelt AG, Kirsten Hasberg (2016)	www.neue-energiwelt.de/konferenzen/archiv/webinar-blockchain-fuer-die-energiwelt-2016
Blockchain Technology Could Enable Next-Generation, Peer-To-Peer Energy Microgrids	Blockchain & Smart Grid, Giulio Prisco (2016)	www.bitcoinmagazine.com/articles/blockchain-technology-could-enable-next-generation-peer-to-peer-energy-microgrids-1461596932
FirstPartner: 2016 The Blockchain Ecosystem	Übersicht Akteure (2016)	www.firstpartner.net/content/2016-blockchain-ecosystem-market-map
Introducing R3 Corda™: A Distributed Ledger Designed for Financial Services	Übersicht R3 Corda Blockchain (2016)	www.r3cev.com/blog/2016/4/4/introducing-r3-corda-a-distributed-ledger-designed-for-financial-services
Fintech-Regulierung Im Spannungsfeld (PwC)	Interview zu zukünftigen Regulierungsanforderungen im FinTech Bereich (2016)	www.boersen-zeitung.de/index.php?li=1&artid=2016045056

Making sense of bitcoin, cryptocurrency, and blockchain	PwC-Übersicht Blockchain und Kryptowährungen (2015)	www.pwc.com/us/en/financial-services/fintech/bitcoin-blockchain-cryptocurrency.html
Internet der Werte: Wie die Blockchain Wirtschaft und Gesellschaft verändern wird (Andreas Neef)	Vision eines Blockchain-basierten Internets der Werte (2015)	www.z-punkt.de/de/themen/artikel/blockchain/472
Whitepaper Blockchain: Powering the Internet of Value	Report Financial Services (2015)	www.evry.com/globalassets/insight/bank2020/bank-2020---blockchain-powering-the-internet-of-value---whitepaper.pdf
Social Concepts in Self-organising Systems (Ada Diaconescu, Stephen Marsh, Jeremy Pitt, Wolfgang Reif, Jan-Philipp Steghöfer)	Social Concepts in Self-organising Systems (2015)	www.drops.dagstuhl.de/opus/volltexte/2016/5795/

Autoren der Studie

Felix Hasse

Dr. Axel von Perfall (Projektleiter)

Thomas Hillebrand

Erwin Smole

Lena Lay

Maximilian Charlet

Kontakt

Mobiltel.: +49 151 26817261

E-Mail: axel.von.perfall@de.pwc.com

www.pwc.de/digital-energy

Urheberrechtshinweis

Udo Sieverding

Mitglied der Geschäftsleitung

Tel.: +49 211 3809-256

E-Mail: udo.sieverding@verbraucherzentrale.nrw

www.verbraucherzentrale.nrw

© Juli 2016 PricewaterhouseCoopers Aktiengesellschaft Wirtschaftsprüfungsgesellschaft; alle Inhalte der Studie, insbesondere Texte und Grafiken, sind urheberrechtlich geschützt. Das ausschließliche Nutzungsrecht liegt bei der Verbraucherzentrale NRW.

„PwC“ bezeichnet in diesem Dokument die PricewaterhouseCoopers Aktiengesellschaft Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, die eine Mitgliedsgesellschaft der PricewaterhouseCoopers International Limited (PwCIL) ist. Jede der Mitgliedsgesellschaften der PwCIL ist eine rechtlich selbstständige Gesellschaft.