universität wien

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Der potentielle Einfluss der Blockchain-Technologie auf die Energiewende“

verfasst von / submitted by

Daniel Taucha, B.A.

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of

Master of Science (M.Sc.)
Master of Science (M.Sc.)

Wien, 2018 / Vienna 2018

Studienkennzahl lt. Studienblatt / degree programme code as it appears on the student record sheet:	A 066 915
Studienrichtung lt. Studienblatt / degree programme as it appears on the student record sheet:	Masterstudium Betriebswirtschaft
Betreut von / Supervisor:	A.o. Univ.- Prof. Dr. Jörg Borrmann

Inhaltsverzeichnis

1 Zusammenfassung 1

2 Abstract 2

3 Einleitung 3

3.1 Ausgangssituation und Problemstellung 3

3.2 Ziel dieser Arbeit 7

3.3 Aufbau und Struktur 9

4 Einführung in die Blockchain-Technologie 10

4.1 Distributed Ledger Technology (DLT) 10

4.2 Blockchain 11

4.3 Bitcoin 12

5 Einführung in die Energiewende 14

6 Trends im Strommarkt 16

6.1 Verschiebung vom Terminmarkt zum Spotmarkt 16

6.2 Sinkende Kosten 17

6.3 Interne sowie externe Kosten 17

7 Auswirkungen der Blockchain-Technologie im Energiesektor 18

7.1 Anwendungen der Blockchain-Technologie 18

7.2 Herausforderungen für die Netzbetreiber 21

7.3 Regulatorische Herausforderungen 22

7.4 Cyber Security 24

7.5 Gesellschaftliche Folgen 24

7.6 Veränderung der Wertschöpfung 27

8 Chancen der Blockchain-Technologie im Energiesektor 29

8.1 Neue Geschäftsmodelle 30

8.1.1 Smart Meter 31

8.1.2 Smart Contracts 31

8.1.3 Kauf und Verkauf von Strom aus Eigenanlagen 35

8.1.4 Dezentrales Bezahlsystem 35

8.1.5 Aufbau und Unterstützung von Energie-Communities 36

8.1.6 Virtuelle Kraftwerke 37

8.1.7 Nachweisbare Grünstromkennzeichnung 38

8.1.8 Elektromobilität 39

8.2 Einsparungspotential und Vorteile der Blockchain-Technologie 39

8.2.1 Prozessbeschleunigung und -optimierung 40

8.2.2 Flexibilität 41

8.2.3 Reduzierung der Marktzutrittsbarrieren 42

9 Risiken der Blockchain-Technologie im Energiesektor ..43

9.1 Hackerangriffe 43

9.2 Ransomware 44

9.3 Kosten 44

10 Pilot-Projekte der Blockchain-Technologie in der Energiewirtschaft 46

10.1 Brooklyn Microgrid 46

10.2 Wien Energie GmbH 47

10.3 sonnenCommunity 47

10.4 Car eWallet 48

10.5 Blockcharge 49

10.6 EnerChain von Ponton 49

10.7 SolarCoin 50

10.8 Co-Tricity 50

10.9 Grid Singularity 51

10.10 Kiwigrid 51
10.11 Scanergy 52
10.12 Next Kraftwerke 52
11 Fazit und Empfehlungen / Conclusio 53
12 Literaturverzeichnis 57
13 Online-Quellen 62

Abkürzungsverzeichnis

C2B	Consumer-to-Business
Dena	Deutsche Energie-Agentur
DLT	Distributed Ledger Technologie
EMIR	European Market Infrastructure Regulation
kWh	Kilowattstunde
P2P	Peer-to-Peer
PV	Photovoltaik
TWh	Terawattstunde

1 Zusammenfassung

Der Strommarkt befindet sich derzeit im Umbruch und benötigt aufgrund der steigenden Volatilität und voranschreitenden Digitalisierung neue Lösungen, Geschäftsmodelle und Einsparungspotentiale. Auch die immer gravierenderen Umweltprobleme und die steigende Bedeutung der sogenannten Energiewende zwingen die Energiebranche zu einem Umdenken.

Bereits in den letzten Jahren wurde die Blockchain-Technologie als ein möglicher Treiber für den Wandel am Strommarkt identifiziert. Aufgrund ihrer Vielseitigkeit bietet die Blockchain-Technologie Anwendungsmöglichkeiten und dadurch Einsparungs- und Automatisierungspotentiale in vielen Bereichen. Daher beschäftigt sich diese Masterarbeit mit dem potentiellen Einfluss der Blockchain-Technologie auf die Energiebranche, im Speziellen mit ihrer Funktion als Treiber der Energiewende. Ihr größtes Potential liegt vor allem in der Vereinfachung und Automatisierung der Transaktionen zwischen Produzenten und Verbrauchern, unabhängig von Stromvolumina. Derzeit beschränkt sich die Anwendung der Blockchain-Technologie noch auf Pilot-Projekte, besonders im Bereich von Energie Communities und Zahlungsprozessen. Auch wenn die Blockchain-Technologie definitiv einen Beitrag zur Energiewende beisteuern wird, kann ihr Gesamtpotential nach wie vor nicht abgeschätzt werden.

2 Abstract

The energy market is changing rapidly. The high volatility regarding supply, demand and, thus, prices as well as the continuously increasing digitalization is pressuring energy utility companies to find new business models and cut expenditures. In addition, growing ecological problems and rising awareness of customers demand energy providers to adapt their product and rethink their value chain.

The so-called “Energiewende” describes the complete shift to renewable, carbon-neutral energy production as well as the drastic reduction of carbon emissions of energy consumption and is believed to be necessary in order to prevent global temperature to increase above the 2 degree Celsius mark.

One of the trending technologies that are deemed to be able to support the “Energiewende” is the blockchain-technology. It can be applied in many areas and has huge potential in reducing costs and fastening transaction processes. Within the energy market, central applications of blockchain-technology target the automation of transaction, settlement and payment processes. As a consequence, it enables customers to become producers within decentrally structured electricity networks. Several pilot projects of so-called energy communities are already in progress and expected to be brought into use on a larger scale in the near future. The potential of blockchain-technology as change driver within the energy market seems infinite, yet, its real impact cannot be estimated reliably.

3 Einleitung

Die Energiebranche ist schon seit einiger Zeit im Wandel. Auch wenn dies für den Endkunden noch nicht in allen Bereichen sichtbar ist, bricht der stark monopolistisch geprägte Energiemarkt aufgrund des technologischen Fortschritts, vor allem aufgrund der schnell voranschreitenden Digitalisierung, immer weiter auf. Die Auswirkungen dieser aktuellen Trends sind noch unklar.
Eine konkrete Technologie, die derzeit in der Energiebranche Einzug hält und das Thema dieser Masterarbeit darstellt, ist die Blockchain-Technologie.
In Kapitel 3.1 werden die Bedeutung der Blockchain-Technologie für die Energiebranche und ihr Potential als Treiber der Energiewende erläutert, und in Kapitel 3.2 wird die Zielsetzung dieser Masterarbeit im Detail definiert.

3.1 Ausgangssituation und Problemstellung

Rund 80 % des weltweiten Energieverbrauchs werden durch fossile Energieträger (Kohle, Öl, Gas) gedeckt. Während in den meisten Industriestaaten Umweltschutz und ein Wechsel zu erneuerbaren Energiequellen zentrale Themen in Politik und Gesellschaft sind, ist in Schwellenländern nach wie vor ein starker Anstieg der Energiegewinnung aus fossilen Brennstoffen festzustellen. Dieser ist vor allem auf die rasant ansteigenden Produktionslevels zur Befriedigung der globalen Nachfrage wie auch der eigenen anwachsenden Mittelschicht zurückzuführen. Jedoch sind diese fossilen Brennstoffe eine endende Ressource, wodurch ein Umstieg auf erneuerbare Energieträger unumgänglich ist. Durch Klimaveränderungen, erreichte Förderkapazitäten sowie die Lage von fossilen Brennstoffen in politisch instabilen Ländern wird die Nutzung jener Energieträger problematisch (Schweizerische Energie-Stiftung, 2017).

Die Energiewende sorgt in vielen Bereichen für Gesprächsstoff, von der Politik über verschiedene Wirtschaftssektoren bis hin zu den privaten Haushalten. Die Menschheit ist aufgefordert umweltbewusst und nachhaltig zu handeln, um den bereits stattfindenden globalen Klimawandel zu verlangsamen und auf lange Sicht zu unterbinden. Der Rat der Europäischen Union forderte im Jahre 2009 auf der Klimakonferenz in Kopenhagen alle anwesenden und teilnehmenden Industrieländer auf ihre jeweiligen Treibhausgas-Emissionen um mindestens 80 % zu reduzieren. Diese Forderung bedeutet, dass die Energiegewinnung aus fossilen Brennstoffen zu verringern ist. Der dadurch nicht produzierte Strom soll durch erneuerbare Energieträger (Wind, Solar, Wasser) kompensiert werden (Streicher et al., 2010, S. 1).
Auf der Klimakonferenz in Paris im Jahre 2015 einigten sich rund 200 Länder auf eine Reduzierung der Treibhausgas-Emissionen, um den Temperaturanstieg auf unter 2 °C zu bringen (angestrebt sollen sogar 1,5 °C werden). Diese Klimaschutz-Vereinbarung bedingt eine Nulltoleranzpolitik für Treibhausgas-Emissionen ab dem Jahre 2045. Das Einhalten der vereinbarten Zielsetzung wird in regelmäßigen Intervallen überprüft, wobei es bei großen Abweichungen zu Adaptierungen kommt (Wolf, 2016, S. 20 f.).
Um die Ziele der Klimakonferenz 2009 zu erreichen, startete Österreich bereits vor der Klimakonferenz in Paris im Jahr 2014 ein Investitionsprogramm, welches den Ausbau erneuerbarer Energien forciert. Da die Stromgewinnung aus Wind und Sonne jedoch nicht zu jeder Tages- und Jahreszeit gesichert ist, muss im Rahmen dieses Ausbaus zeitgleich die Stromversorgungssicherheit überprüft werden (Ruhm, 2016, S. 101 f.).
Durch den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energiequellen entstehen neue unternehmerische Geschäftsfelder, welche neue Geschäftsmodelle schaffen (siehe Kapitel 8.1). Neben dem Wechsel der Energiequellen bei der Stromerzeugung sehen die Klimaschutz-Vereinbarungen aber auch starken Handlungsbedarf hinsichtlich des Einsatzes der Energie. Das Bewusstsein von Privatpersonen soll für eine sparsame und effiziente Energieverwendung geschärft werden. Diese bewusste Handhabung

äußert sich unter anderem im Einsatz von modernen Messgeräten in den eigenen vier Wänden oder auch in der Eigenversorgung durch Stromanlagen (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2017).

Durch den Rückgang der Stromgewinnung durch Kernenergie, den Ausbau erneuerbarer Energieträger und die Veränderungen der Kundenbedürfnisse werden Energieversorger in sämtlichen Sparten und Geschäftsfeldern zum Umdenken gezwungen, beginnend bei der Erzeugung, über den Handel, bis hin zum Netzausbau (Wienhold, 2017).

Edelmann von Ernst & Young GmbH schreibt in seiner im Jahre 2016 erstellten Studie davon, dass ein Wandel in der Energiewirtschaft unausweichlich ist. Große Marktteilnehmer verlieren Marktanteile, während Private ihre Anlagen an erneuerbaren Energien ausbauen. Mehr als ein Drittel der deutschen Erneuerbaren-Energie-Anlagen befindet sich laut Trend Research im Eigentum von Privatpersonen, ein Achtel in den Händen von Energieversorgungsunternehmen. Die weiteren Anteile werden von Landwirtschaft (11 %), Banken und Fonds (13 %) und Projektierern (14 %) gehalten (Edelmann et al., 2016, S. 4).

Aufgrund dieses Wandels zu einem stärker von Privatkunden beeinflussten Markt und des ansteigenden Digitalisierungsgrads in vielen Bereichen öffnet sich der sonst sehr begrenzte Energiemarkt für neue technologische Entwicklungen und Wettbewerber. Diese Chance nutzen Start-ups mit hoher IT-Expertise, wobei erwartet wird, dass dieser erhöhte Wettbewerb nachhaltig Einfluss auf die Energiebranche ausüben wird (Wienhold, 2017).

Ursprünglich wurde die Blockchain-Technologie für die Kryptowährung Bitcoin konzipiert, jedoch wurden schnell alternative Möglichkeiten für ihre Verwendung gefunden (siehe Kapitel 10). Das Potential ist bei Weitem noch nicht ausgeschöpft, fast täglich werden neue Geschäftsmodelle unter Anwendung der Blockchain-Technologie entwickelt. Damit entstehen neue Möglichkeiten für innovative Produkte

und Services, welche Prozesse vereinfachen, automatisieren und/oder kostengünstiger darstellen. Die Technologie weckt aufgrund ihrer universellen Einsetzbarkeit Interesse in vielen Bereichen und wird aktuell auch bereits von Marktteilnehmern unterschiedlicher Sparten erprobt (Deloitte Consulting GmbH, 2016). In der Energiebranche verschiebt sich durch den Einsatz der Blockchain-Technologie das Transaktionsmodell von zentral (z.B. Energieversorger) zu dezentral (z.B. Konsumenten). Durch diese neuartigen Modelle können Prozesse beschleunigt und Kosten gesenkt werden (Haase et al., 2016, S. 2).

Ingo Fiedler, Professor an der Universität Hamburg, sieht in der Blockchain-Technologie eine Chance zur effizienten Energieverteilung. Endkonsumenten zahlen bislang immer den gleichen Energiepreis, egal ob gerade Energie durch Sonne oder Wind gewonnen wird, ob sie im Überfluss vorhanden ist oder eine momentane Knappheit am Markt herrscht. Mit dem Einsatz der Blockchain-Technologie könnten Konsumenten direkt auf sich ändernde Gegebenheiten reagieren, wodurch die bestehende Energie effizienter genützt wird. Abhängig vom aktuellen Engpass an Energie und damit höheren Preisen könnten Konsumenten Maschinen oder Elektrogeräte zu einem anderen Zeitpunkt nutzen. Ein anderes Beispiel liegt vor, wenn Konsumenten ihr Elektroauto als Speicherbatterie verwenden und bei günstigen Preiskonditionen sogar selbst Strom ins Netz einspeisen (Eble, 2016, S. 2).

Mit der Entwicklung neuer Technologien und neuer Geschäftsmodelle soll Einfluss auf die Energiewende genommen werden. Daher lassen sich für diese Arbeit folgende Forschungsfragen ableiten:

- Wie weit können die Blockchain-Technologie und die damit verbundenen neuen Geschäftsmodelle zur Energiewende beitragen?
- Kann die Energiewende mit der Blockchain-Technologie beschleunigt werden?

3.2 Ziel dieser Arbeit

Das Ziel dieser theoretischen Masterarbeit ist es, mögliche Potentiale der Blockchain-Technologie im Bereich der Energiewirtschaft sowie deren Beitrag zur Energiewende aufzuzeigen. Die bislang unbekannten Auswirkungen dieser neuartigen Technologie stellen sämtliche Bereiche sowie Sektoren auf den Prüfstand. Neue Geschäftsmodelle werden vorgestellt, alte Geschäftsmodelle in die neue dezentrale Technologie eingebunden. Große Energieversorger werden hinsichtlich ihrer weiteren Notwendigkeit hinterfragt, während sich Start-ups Kämpfe um die Vorherrschaft in neuen Geschäftszweigen der Energiewirtschaft liefern.

Die Energiewende soll in den nächsten Jahrzehnten stark vorangetrieben werden. Doch der Ausbau von erneuerbaren Energieträgern ist kostspielig, bedarf technischen Know-hows sowie oft auch politischer Einflussnahme und birgt aufgrund der volatilen Strompreisentwicklung hohe Risiken für Unternehmen. Unternehmen und politische Institutionen schlagen aufgrund dieser schwierigen Investitionsbedingungen und der unsicheren Marktsituation nicht nur den Weg des Ausbaus der Stromerzeugung ein, sondern fordern vorwiegend auch eine effiziente Nutzung der bereits bestehenden Produktionsanlagen (APA, 2015).

Abbildung 1: Strompreisentwicklung (Stand: Juni 2017)
(Quelle: http://www.epexspot.com/en/)

Anhand der Strompreisentwicklung der letzten Jahre ist ersichtlich, dass in Europa ein Stromüberangebot besteht (siehe Abbildung 1). Aufgrund von Förderungen bei der Errichtung für Wind- und Solarkraftwerke sowie subventionierten Einspeisetarifen gibt es in Europa an sonnigen und windigen Tagen ein Überangebot an Strom (Gaulhofer, 2016, S. 16).

Am 8. Mai 2016 konnte in Deutschland ein Weltrekord verzeichnet werden, indem über 95 % des nationalen Stromverbrauches des Landes mittels erneuerbarer Energie gedeckt wurde. Erwähnt sei, dass es ein windiger, wolkenloser Wochenendtag war, wodurch hauptsächlich private Haushalte und nicht primär Industriebetriebe mit Strom zu versorgen waren (Merz, 2016, S. 16).

Auf der anderen Seite sei aber angemerkt, dass aufgrund der teilweise schwierigen und unsicheren Wettervorhersage auch das Gegenteil eintreten könnte, und der Stromverbrauch mittels erneuerbarer Energien kurzfristig nicht mehr gedeckt und dadurch im schlimmsten Fall auch der Zusammenbruch des Stromnetzes hervorgerufen werden kann (Merz, 2016, S. 16).

3.3 Aufbau und Struktur

In Kapitel 4 werden die Blockchain-Technologie und ihre Funktionsweise erläutert. Kapitel 5 ist eine Einführung in die Energiewende und beschreibt deren Zielsetzung. Der Strommarkt befindet sich derzeit im Umbruch und benötigt aufgrund der steigenden Volatilität und voranschreitenden Digitalisierung neue Lösungen. Daher wird in Kapitel 6 auf aktuelle Trends in der Energiebranche eingegangen. Kapitel 7 befasst sich mit den Anwendungen, Herausforderungen sowie Auswirkungen der Blockchain-Technologie auf den Energiesektor. Die Chancen der Blockchain-Technologie, im Speziellen neue Geschäftsmodelle sowie Einsparungspotentiale, werden in Kapitel 8 beschrieben, ihre Risiken in Kapitel 9. Kapitel 10 gibt einen Überblick über aktuelle Blockchain-Pilot-Projekte in der Energiewirtschaft. Diese Masterarbeit schließt mit der Conclusio in Kapitel 11.

4 Einführung in die Blockchain-Technologie

Da die Blockchain-Technologie noch relativ jung ist, gibt es noch keine allgemein gültige sowie einheitliche Definition. Die Blockchain-Technologie kann als dezentrale (über mehrere Rechner verteilte) Datenbank für Informationen angesehen werden, welche in regelmäßigen Zyklen durch gegenseitige Kontrolle der jeweiligen Rechner überprüft wird. Aufgrund der zahlreichen Möglichkeiten der Ausgestaltung des Systems wird die Blockchain-Technologie meist nur aufgrund ihrer potentiellen Eigenschaften charakterisiert (Schlatt et al., 2016, S. 7).
Im Folgenden werden drei zentrale Begriffe näher beschrieben – Distributed Ledger Technology (DLT) als Basis der Blockchain-Technologie, die Blockchain selbst sowie Bitcoin als ihre bekannteste Anwendung.

4.1 Distributed Ledger Technology (DLT)

Im Zusammenhang mit der Blockchain-Technologie fällt in der Öffentlichkeit oft der Begriff „Distributed Ledger Technology“. Ähnlich wie bei der Blockchain-Technologie selbst gibt es für DLT noch keine einheitliche Definition. Geiling (2016) beschreibt DLT beispielsweise wie folgt:
„Ein Distributed Ledger (wörtlich „verteiltes Kontobuch“) ist ein öffentliches, dezentral geführtes Kontobuch. Er ist die technologische Grundlage virtueller Währungen und dient dazu, im digitalen Zahlungs- und Geschäftsverkehr Transaktionen von Nutzer zu Nutzer aufzuzeichnen, ohne dass es einer zentralen Stelle bedarf, die jede einzelne Transaktion legitimiert. Blockchain ist der Distributed Ledger, welcher der virtuellen Währung Bitcoin zugrunde liegt“ (Geiling, 2016).
Bei DLT handelt es sich daher im Generellen um einen Überbegriff sowie das Rahmengerüst für diese Art von Technologie, wie sie bei der Blockchain-Technologie zur Anwendung kommt. Das besondere Merkmal dieser Technologie ist, dass sie nicht

zentral, sondern in einem dezentral geführten Netzwerk verwaltet wird, wodurch Zwischenhändler und Vermittler entbehrlich werden. Durch DLT werden Informationen über die Teilnehmer zeitgleich verteilt, damit jede Person die gleichen Daten besitzt. Die drei unterschiedlichen Arten einer DLT sind die Blockchain-, Tangle- oder Hashgraph-Technologie (Horch, 2018).

4.2 Blockchain

Bei der Blockchain-Technologie handelt es sich um eine Datenbank, welche gegenseitige Geschäfte der teilnehmenden Personen dokumentiert. Im Zuge des „Mining“ (Verifizierungsprozess für die unterschiedlichen Transaktionen) werden diese Geschäftsfälle in Blöcken zusammengefasst. Jeder dadurch entstandene Block verweist auf den ihm vorangegangenen bereits verifizierten Block, wodurch die „block chain“ entsteht (Holthusen et al., 2016, S. 2).

Im Gegensatz zu bisherigen Datenbanken wird die Blockchain nicht nur auf einem zentralen Server allen Teilnehmern zugänglich abgespeichert, sondern jeder Mitspieler hat lokal auf seinem Rechner eine Kopie des kompletten Datensatzes gelagert. Eine Änderung dieses Datensatzes ist eine bisher unmögliche Herausforderung, weshalb die Speicherung von Daten mittels der Blockchain-Technologie als höchstgradig sicher gilt (Holthusen et al., 2016, S. 2 f.).

Zwischen Partnern wird regelmäßig und automatisch ein Datenabgleich vorgenommen. Durch den Wegfall der menschlichen Komponente kann die Anzahl der Transaktionen um ein Vielfaches erhöht werden, durch Festlegung von Regeln (siehe Kapitel 7.3) kann die Blockchain-Technologie maßgeblich zur Unterstützung von Prozessen beitragen (Zöchbauer, 2017, S. 2).

Durch diesen automatischen Datenabgleich wird die Technologie als „globales Internet-basiertes Notariat“ (AWP Finanznachrichten, 2017, S. 1) charakterisiert. Es

kann das Eigentum in sämtlichen verschiedenen Variationen abgebildet und in Echtzeit abgefragt werden (AWP Finanznachrichten, 2017, S. 1).
Die Grenzen der Blockchain-Technologie scheinen theoretisch nicht vorhanden, doch mit dem aktuellen Stand der Technologie werden maximal 17 Transaktionen pro Sekunde gelöst. Erst in wenigen Jahren soll es möglich sein, in Echtzeit Millionen von Handelsgeschäften abwickeln zu können (Loidl & Martens, 2017, S. 22 ff.).

4.3 Bitcoin

Bitcoin ist eine Kryptowährung und ist die erste, am weitesten verbreitete und bekannteste Verwendung der Blockchain-Technologie. Mittlerweile herrscht ein reger Handel mit dieser bis ins Jahr 2130 (oder sogar bis 2140) auf 21 Millionen Bitcoins limitierten Kryptowährung. Aufgrund dieser Limitierung der Kryptowährung soll einer Inflation entgegengewirkt werden. Es gibt aktuell keine Kontrollorgane, solche sollen jedoch zukünftig implementiert werden. Mittlerweile ist der Prozess zur Entschlüsselung sehr aufwendig, wodurch sich eine überschaubare Anzahl von Unternehmen durchgesetzt hat, die Bitcoins produzieren (Kerscher, 2014, S. 15).
Die virtuelle Währung benötigt in der Entstehung („mining“ oder „schürfen“) mittlerweile Hochleistungsrechner, die für ihre Prozesse viel Strom benötigen. Für Transaktionen mit Bitcoins müssen ebenso kryptografische Aufgaben gelöst werden, damit ein sicheres Geschäft zwischen den Teilnehmern garantiert wird. Schätzungen zufolge benötigt ein einziger Bitcoin zwischen 7.000 und 36.000 Kilowattstunden in der Entstehung. Mit dieser Strommenge könnten alternativ zwischen zwei und zehn durchschnittliche Haushalte in Deutschland für ein komplettes Jahr versorgt werden. (Janzing, 2017).
Nachdem das Schürfen dieser Kryptowährung von Bitcoin zu Bitcoin aufwendiger wird, wird auch der Stromverbrauch für jeden einzelnen Bitcoin höher. Solange jedoch der

Kurs der Kryptowährung Bitcoin die Kosten des Stromverbrauchs für die Produktion eines einzelnen Bitcoins übersteigt, wird geschürft (Janzing, 2017).

5 Einführung in die Energiewende

25 Jahre nach der Klimakonferenz in Rio (1992) und der ersten Überlegung, Maßnahmen für den weltweiten Klimaschutz zu treffen, wurde im Jahre 2015 in Paris ein nächster wichtiger Meilenstein gesetzt. Im Vordergrund der Vereinbarung stand die Reduktion der Treibhausgase um mindestens 80 %. Die teilnehmenden Staaten einigten sich auf Ziele, welche bis zum Jahre 2050 erreicht werden sollen (Kemfert, 2017, S. 62 f.).

Der Unterschied zu den bisherigen Konferenzen war, dass die einzelnen Staaten sich die Zielwerte selbst auferlegten, wodurch eine Erreichung dieser Ziele als realistisch und von den teilnehmenden Staaten für umsetzbar erachtet wird (Kemfert, 2017, S. 62 f.).

Unter der Energiewende versteht man generell den Wandel des Energiemarkts – in der Erzeugung wie auch der Verwendung – hin zu einer nachhaltigen und emissionsarmen oder sogar CO2-neutralen Energiegewinnung. Zur Erreichung der am Pariser Klimatreffen festgelegten Ziele ist die sogenannte Energiewende aus heutiger Sicht so gut wie unvermeidbar.

Die gesetzten Ziele hinsichtlich der Nulltoleranzpolitik für Treibhausgas-Emissionen ab dem Jahre 2015 sind durchaus ambitioniert, es ist aber nicht unmöglich, sie zu erreichen. Bereits heute wird rund ein Fünftel der weltweiten Stromproduktion aus erneuerbaren Energieträgern gewonnen. Im Bereich von Wind, Solar, Biomasse und Geothermie sind derzeit nochmals Projekte im selben Ausmaß in Durchführung. Im Jahre 2015 wurden mehr als 250 Milliarden Euro in deren Umsetzungen investiert. In den nächsten Jahren soll die Stromgewinnung aus Kohle ebenso merklich sinken, um den Zielen näher zu kommen (Schneider, 2017a, S. 1 ff.).

Europaweit konnte der Energiebedarf im Jahre 2015 bereits zu einem Drittel mit erneuerbaren Energieträgern gedeckt werden. Insbesondere der Ausbau der

Windenergie spielt hier eine wichtige Rolle. Ihre Gesamterzeugung hat sich im Zeitraum 2010 bis 2015 von 149 TWh auf 307 TWh mehr als verdoppelt. Die Gesamterzeugung der Solarenergie liegt zwar signifikant unter jener der Windenergie, konnte im gleichen Zeitraum von 23 TWh auf 101 TWh jedoch mehr als vervierfacht werden. Die Wasserkraft blieb aufgrund der geringeren Wasserführung hinter ihren Erwartungen und musste zum Vorjahr 2014 einen Rückgang um 35 TWh verzeichnen. Auf der anderen Seite soll nicht unerwähnt bleiben, dass die Stromgewinnung aus Kohle in 2015 nicht zurückging. Einzig die Zahl der Gaskraftwerke reduzierte sich aufgrund der hohen Kosten um mehr als ein Drittel (WIRTSCHAFTS-INFORMATIONS-DIENST ENERGIE, 2016, S. 1).

Die Energiewende steht noch am Beginn, daher ist aus heutiger Sicht noch nicht abschätzbar, inwieweit und vor allem zu welchen Kosten sie tatsächlich umgesetzt wird. Unternehmen in der Energiebranche sind bei Investitionen noch sehr vorsichtig, da die politischen sowie gesellschaftlichen Auswirkungen und Entwicklungen des Strommarktes ungewiss sind, insbesondere die Strompreisentwicklung, welche für wirtschaftliche Investitionen von grundlegender Bedeutung ist (Gaulhofer, 2016, S. 16). Diese zurückhaltende Investitionsbereitschaft stellt für ein schnelles Vorantreiben der Energiewende ein großes Hemmnis dar.

6 Trends im Strommarkt

Aufgrund unbeständiger Wettervorhersagen sowie extremer Klimaveränderungen nimmt die Stromplanung durch Netzbetreiber in Form von Regel- und Ausgleichsenergie (Gleichgewicht zwischen Erzeugung und Verbrauch) eine immer wichtigere Rolle im Strommarkt ein. Dieser und weitere kostenseitige Trends, welche auch relevant für den verstärkten Einsatz der Blockchain-Technologie im Energiesektor sind, werden im Folgenden kurz umrissen.

6.1 Verschiebung vom Terminmarkt zum Spotmarkt

Stromhändler sowie Konsumenten haben mittlerweile erkannt, dass aufgrund der aktuellen Strompreisentwicklung der kurzfristige Intraday-Handel günstiger ist als sich langfristig mit Strommengen zu versorgen. Aufgrund der niedrigen Grenzkosten bei Photovoltaik und Wind (bedingt durch den hohen Einsatz von erneuerbaren Energien) können sich Stromhändler am Spotmarkt relativ preiswert mit Strommengen versorgen. Nur mehr bei größeren Mengen werden gewisse Kontingente gesichert und langfristig gekauft (Merz, 2016, S. 17).

Die EEX Group verzeichnete im Jahr 2017 einen Rückgang um 18 % des am Terminmarkt gehandelte Stromvolumens. Das Stromvolumen am Spotmarkt legte jedoch um 2 % zu (Next Kraftwerke, 2017).

Durch die effiziente Nutzung von Regel- und Ausgleichsenergien sowie die Verschiebung zu Spotmärkten reduzieren sich die Handelsvolumina. In der Vergangenheit wurden mehr Verträge für Monate bis zu Jahresvolumina gehandelt, heutzutage überwiegt aufgrund kurzfristiger Erzeugungsschwankungen bereits der Handel über den Spotmarkt (Merz, 2016, S. 17).

6.2 Sinkende Kosten

Sinkende Grenzkosten aufgrund der technologischen Weiterentwicklung von erneuerbaren Energieträgern führen zur Ablösung von Kohle-, Kern- und Gaskraftwerken als zentrale Energiequellen. Durch den Zusammenschluss von vielen kleinen Anbietern, gebündelt in virtuellen Kraftwerken (siehe Kapitel 8.1.6), kann noch mehr an Reserveleistungen für den Strombedarf generiert werden (Merz, 2016, S. 17). Jeremy Rifkin, ein US-amerikanischer Ökonom, geht einen Schritt weiter und ist von einer „Null-Grenzkosten-Gesellschaft“ überzeugt. Mit der Erhöhung der Produktivität durch Kommunikations- und Umwelttechnologien seien Energie und Information langfristig zum Selbstkostenpreis erhältlich. Bereits heutzutage werden große Mengen an Informationen kostenlos im Internet verbreitet. Der Energiemarkt könnte in einigen Jahren oder Jahrzehnten ähnlich funktionieren (Wenzel, 2015, S. 4).

6.3 Interne sowie externe Kosten

Um weiterhin konkurrenzfähig zu bleiben, müssen Energieunternehmen bei sinkenden Strompreisen die Aufwandseite reduzieren und zeitgerecht Sparmaßnahmen treffen. Durch zu hohe interne und externe Kosten agieren Unternehmen nicht mehr wirtschaftlich und verlieren an Profitabilität. Solange die Ressource „Mensch“ benötigt wird, werden die internen Kosten hoch bleiben, angefangen von hochbezahlten Händlern über Sekretärinnen bis hin zu Rechtsexperten. Unter externen Kosten werden Gebühren, Lizenzen oder externe Dienstleister verstanden. Diese externen Kosten sind abhängig von der gehandelten Strommenge. Werden ausschließlich niedrige Strommengen gehandelt, stellt sich der Energiesektor als unprofitabel dar (Merz, 2016, S. 18). Österreichische Energieversorger setzen die letzten Jahre gezielt Spar- und Effizienzprogramme ein, um den reduzierten Erträgen aufgrund der Strompreisentwicklung entgegenzusteuern.

7 Auswirkungen der Blockchain-Technologie im Energiesektor

Aufgrund der begrenzten Speicherfähigkeit von Energie wird eine zeitnahe Stromverteilung angestrebt, welche Einfluss auf die Netzstabilität hat. Um diesen Neuerungen standzuhalten, erfordert der Markt neue Instrumente und weiter entwickelte Technologien, wie zum Beispiel die Blockchain-Technologie (Dümpelmann et al., 2017, S. 11).

„Die Einsatzszenarios [der Blockchain-Technologie] in der Energiewirtschaft reichen von der Abrechnung bei Mieterstrommodellen über das ‚Teilen' von Flexibilität im Rahmen von Nachbarschaftsansätzen bis hin zum Betrieb von Verteilnetzen. Erste größere kommerzielle Anwendungen werden von Experten in zwei bis drei Jahren erwartet" (Strüker, 2016, S. 4).

7.1 Anwendungen der Blockchain-Technologie

Inmitten der Herausforderung des Ausbaus erneuerbarer Energien kommt es zu einem Wandel von einer zentralen zu einer dezentralen Energieversorgung. Bisher waren Energiemärkte durch hohe Eintrittsbarrieren charakterisiert (z.B. signifikante Investitionskosten in Infrastruktur, Monopolstellung einzelner Großkonzerne aufgrund gesetzlicher Bestimmungen) (Loidl & Martens, 2017, S. 22 ff.). Durch die schnell voranschreitende Digitalisierung werden diese Barrieren aber kontinuierlich niedriger. Der Markt wird nicht mehr ausschließlich von wenigen Konzernen beherrscht, sondern öffnet sich vielen neuen Teilnehmern, welche den Zugang zu Marktinformationen, insbesondere hinsichtlich des Verbraucherverhaltens, verstärkt nutzen und Geschäftsvorteile daraus ziehen. Neben dem verstärkten Wettbewerb führt der verstärkte Ausbau von dezentralen Stromerzeugern (z.B. private Haushalten) jedoch

auch zu einem immer größer werdenden Koordinationsbedarf zwischen den Marktteilnehmern (Loidl & Martens, 2017, S. 22 ff.).

Die Blockchain-Technologie ist hierbei eine Option, um den Stromfluss bzw. -handel zwischen vielen Marktteilnehmern effizienter abzuwickeln. Energie kann mithilfe der Blockchain-Technologie regional angeboten und nachgefragt werden, und zwar ohne die Notwendigkeit zusätzlicher menschlicher Eingriffe. Durch die Beseitigung von Zwischenhändlern können Transaktionen schneller und einfacher abgewickelt und für Nachfrager sowie Anbieter Kosten gespart werden (Kastrati & Weissbart, 2016, S. 74).

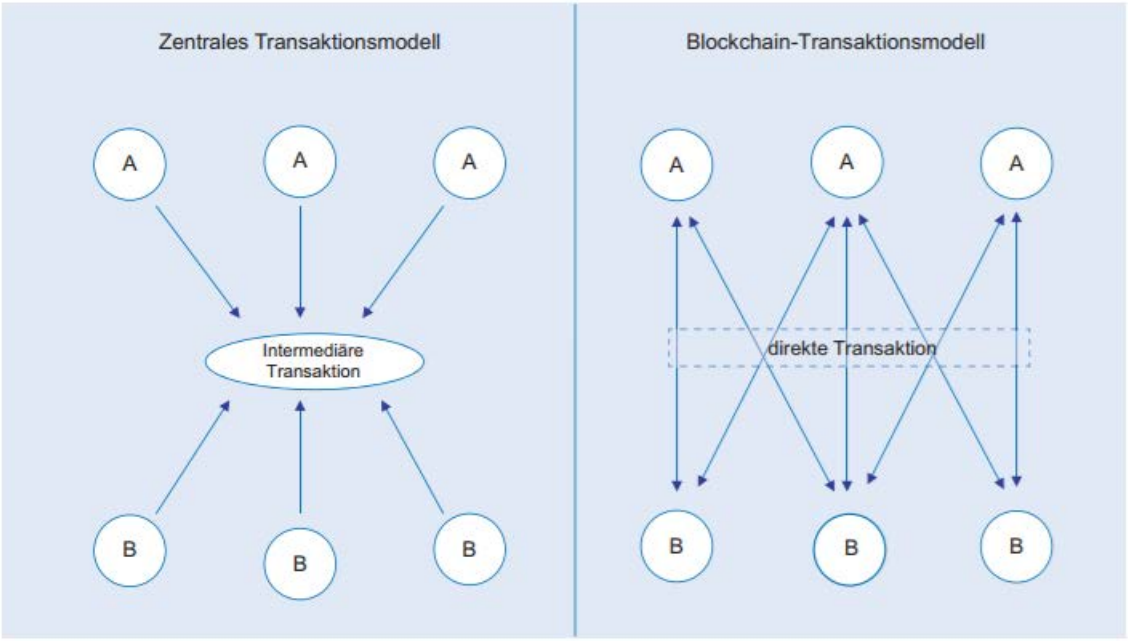

Abbildung 2:
Veränderung des Transaktionsmodells durch die Blockchain-Technologie (Kastrati & Weissbart, 2016, S. 74)

Dezentrale Produzenten, versehen mit einer Photovoltaik-Anlage (PV-Anlage) am Dach, einem Windrad im Garten oder einer Biogasanlage im Keller, können den bislang völlig zentral gesteuerten Strommarkt aufmischen und neue Impulse setzen.

Mithilfe der Blockchain-Technologie können Konsumenten direkt bei den Produzenten kaufen und benötigen keinen großen Stromanbieter als Zwischenhändler. Durch diesen Wegfall des Mittelsmannes werden Verbrauch sowie Produktion flexibler (Bergmann, 2017).

Der Gedanke hinter der Benützung dieser Technologie ist, dass Menschen zu Fehlern neigen. Durch die Blockchain-Technologie sollen diese reduziert bzw. verhindert werden (Rabl & Buchleitner, 2017, S. 4).

Im Bereich des Energiehandels kommt die Blockchain-Technologie bereits in verschiedenen (Pilot-)Projekten zur Anwendung (siehe Kapitel 10). Die weitreichendste Anwendung ist die Ausstattung von Kunden mit intelligenten Zählsystemen (Smart Meter), welche erst nach Vorauszahlung die Stromverwendung erlauben. Dadurch versprechen sich Unternehmen eine bessere Zahlungsmoral. Auf der anderen Seite profitieren Kunden in Ländern mit unerwarteten Strompreisanstiegen, da durch die Vorauszahlung der Strom billiger wird (Burger et al., 2016, S. 12).

Nicht nur die gewöhnlichen Prozesse und Abläufe des Stromhandels können automatisiert sowie in Echtzeit stattfinden, auch andere branchenfremde Unternehmen, wie beispielsweise Regulatoren, Statistik-Unternehmen oder ähnliche Dienstleister können eingebunden werden. So wird mit wenig Aufwand ein höherer Output durch Datengewinnung erreicht. Systeme und Geschäftsmodelle werden durch Einbindung Dritter transparenter sowie besser nachweisbar, wodurch mehr Vertrauen für alle Beteiligten entsteht. Diese neue Ausrichtung bedarf jedoch eines hohen Maßes an Kommunikation und Koordination unter allen beteiligten Partnern (Ponton GmbH, 2015).

Aufgrund der Blockchain-Technologie ist eine genaue Trennung über die Herkunft des produzierten Stromes möglich sowie die Art und Weise, wie dieser gewonnen wurde. Private Haushalte sowie Industriebetriebe können frei entscheiden, ob teurer, grüner

Strom oder doch billiger, dafür umweltunfreundlich erzeugter Strom verwendet werden soll. Durch Einsatz von Smart-Meter-Systemen können Produzenten entscheiden, an welche Haushalte oder Unternehmen der erzeugte Strom abgegeben wird. Durch diese neu geschaffenen Anreize für Produzenten könnte die Energiewende weiter forciert werden. Solaranlagen auf Häusern werden nicht mehr nur für die eigene Konsumation verwendet, sondern es können zusätzlich die Nachbarn oder sogar ein ganzer Straßenzug (siehe Kapitel 10.1) damit versorgt werden (Märtel, 2016).
Folgende Änderungen ergeben sich durch den Einsatz der Blockchain-Technologie und die neuen Beziehungen zwischen Konsumenten und Produzenten (beide können als sogenannte „Prosumer“ eine Vorreiterrolle am Markt einnehmen):

- Aufgrund der Verantwortung, dass Konsumenten zu Produzenten werden und aktiv in die Energieproduktion einsteigen, muss eine Vielfalt von Anforderungen erfüllt werden, um Versorgungssicherheit zu gewährleisten.
- Durch die Blockchain-Technologie können Daten selbst erfasst und automatisch übermittelt werden.
- Die Netzkostenabrechnung erhält der Verteilnetzbetreiber zeitnahe mithilfe der Blockchain-Technologie.
- Clearing-Daten für den Übertragungsnetzbetreiber sind nicht mehr vonnöten, da jede Transaktion in Echtzeit und nur bei wirklich realisierter Nutzung durchgeführt wird. Das Clearing zeigt die Differenz zwischen geplantem und tatsächlichem Stromverbrauch von Kunden (Hasse et al., 2016, S. 30 f.).

7.2 Herausforderungen für die Netzbetreiber

Dezentrale Produzenten im Bereich Photovoltaik und Wind verändern die Ansprüche an die jeweilige Netzebene. Aufgrund dieser teilweise sehr volatilen Netzeinspeisung nimmt die Verantwortung zur Aufrechterhaltung der Netzstabilität durch den

Netzbetreiber zu. Verteilnetze, bislang in der Wertschöpfungskette als letztes Glied vor dem Einspeisen in einen privaten Haushalt, werden mit immer größeren Strom- sowie Datenmengen konfrontiert. Um einer Überlastung der Netze entgegenzusteuern, ist bei der Umsetzung digitaler Maßnahmen ebenso die physikalische Kapazitätsgrenze im Netzausbau zu berücksichtigen (Kosta et al., 2016, S. 33). Andreas Cerbe, Netzvorstand der RheinEnergie AG, ist der Meinung, dass die Energiewende nur mit „leistungsfähigen und gut ausgestatteten Verteilnetzen“ möglich sei (Cerbe, 2016, S. 5).

Mithilfe der Blockchain-Technologie und einem standardisierten Messsystem (Smart Meter) sollen Daten, eine sichere Übertragung sowie die Netze selbst geschützt werden (Kosta et al., 2016, S. 33). Die ausreichende Stromerzeugung seitens der Energieversorger wird hierbei weniger das Problem darstellen als steigende Kosten für die Stromverteilung (Auer, 2017, S. 2).

7.3 Regulatorische Herausforderungen

Die neue Technologie stellt nicht nur Unternehmen vor Herausforderungen, ebenso wird der Gesetzgeber darauf reagieren und Regeln festlegen müssen. Nachdem Konsumenten sowie Produzenten dezentral miteinander agieren, fällt der zentrale Mittelsmann (oft Schlichter und Entscheider in Streitfällen) zur Gänze weg.

Die Blockchain-Technologie funktioniert technisch, jedoch muss ihre Verwendung für die unterschiedlichen Anwendungsgebiete auch juristisch geklärt sein. Zentrale, aber noch immer offene Fragestellungen betreffen beispielsweise die Rechtsgültigkeit von sogenannten Smart Contracts (siehe Kapitel 8.1.2) und die Rechtsverbindlichkeit von Anbahnungen und Abwicklungen von Handelsverträgen durch Computerprogramme. Damit sich künftige Teilnehmer bei der Anwendung solcher Instrumente in Sicherheit wiegen können, beschäftigt sich die Rechtswissenschaft derzeit intensiv mit diesen Themen (Rabl & Buchleitner, 2017, S. 4 ff.).

Aufgrund der Verwendung der Blockchain-Technologie und der damit verbundenen noch präziseren Abrechnung der Stromproduktion können sowohl das Verteilnetz als auch das Übertragungsnetz genauer gelenkt werden. Der Strom sucht sich weiterhin den Weg vom Produzenten zum Konsumenten mit dem geringsten Widerstand, wodurch bei einer größeren Anzahl an dezentralen Produzenten die zurückgelegte Strecke deutlich verkürzt werden soll. Durch die Blockchain-Technologie werden Konsumenten ebenso zu Produzenten, womit sie auch selbst zu Bilanzkreisverantwortlichen werden (Hasse et al., 2016, S. 30).

Ein Bilanzkreisverantwortlicher trägt Verantwortung für den Nettostromfluss aus Einspeisung und Entnahme von Strom innerhalb eines Bilanzkreises. Der Bilanzkreis ist definiert als die Strommenge, welche produziert werden soll, um sämtliche Nachfragen der Kunden zu decken. Aufgrund eines abgestimmten Fahrplanmanagements soll vorhandener Strom genutzt werden und keine Überproduktion stattfinden (Amprion, 2017).

Es kann festgehalten werden, dass bestehende sowie neue Marktteilnehmer noch nicht erahnen können, welche Richtlinien bei der Entstehung neuer Märkte vorteilhaft und welche nachteilig sind. Einen wichtigen Baustein stellen Regulierungsbehörden dar, welche die Rahmenbedingungen festlegen. Große Unternehmen entwickeln daher vorsichtig und nicht zu euphorisch Projekte, aus der Furcht heraus, dass diese Maßnahmen aufgrund geänderter Richtlinien früher oder später verboten werden oder nur teilweise umgesetzt werden dürfen.

Durch die Veränderung bisheriger funktionierender Geschäftsmodelle müssen Daten- und Verbraucherschutz adaptiert werden. Die Sicherheit der Teilnehmer muss gewährleistet sein, bevor neue Marktteilnehmer ihr volles Potential entfalten können bzw. sogar wollen. Messeinrichtungen müssen einheitlich und länderübergreifend geeicht sein. Viele Fragen – vom Steuerrecht bis hin zum Fernabsatz – sind zu klären, bevor seriöse Unternehmen einen Markt betreten (ener|gate Energie News, 2017c).

7.4 Cyber Security

Der Problemkreis der Cyber Security ist eng mit dem Digitalisierungstrend verbunden und so auch in der Energiebranche ein zentrales Thema. In den derzeitigen Systemen kann durch Cyberkriminalität eine Kettenreaktion von automatischen Prozessen ausgelöst werden. Ein vernetzter Prozess hätte gravierende Auswirkungen auf den folgenden Prozess. Durch den Einsatz der Blockchain-Technologie wird diese Manipulation unterbunden und ein hohes Maß an Sicherheit erreicht (Rhein-Zeitung; 2017, S. 7), denn die Blockchain-Technologie speichert alle Informationen der Teilnehmer und organisiert diese über mehrere dezentral verbundene Rechner. Durch diese Synchronisierung der Daten werden sie fälschungssicher und sind nicht im Nachhinein veränderbar (Schulz, 2016).

Nachdem es noch keine standardisierten Modelle oder Systeme gibt, können noch keine Regulierungen durch Staat oder ähnliche Institutionen eingerichtet werden. Rechtliche Graubereiche müssen beseitigt werden, die Anfälligkeit für Manipulationen wird dadurch ausgeschlossen (Karaklajic & Egger, 2017).

Zusammenfassend ist zu sagen, dass die Blockchain-Technologie in vielen Bereichen zu einem höheren Maß an Sicherheit beitragen wird. Andererseits besteht weiterhin die Gefahr eines Cyberangriffes, da die Blockchain-Technologie erst in wenigen Bereichen, vor allem von größeren Unternehmen, eingesetzt wird. Private Personen können ihre Zugriffe oder „keys“ verlieren, sie können auch gestohlen werden, wodurch ein Zugriff durch eine fremde Person möglich ist (ESMA, 2016, S. 17).

7.5 Gesellschaftliche Folgen

Ein wichtiger ökonomischer Aspekt um Volkswirtschaften zu stärken ist die Beseitigung von Handelsgrenzen und Zöllen. Gemäß dem vorherrschenden Paradigma ist der Wohlstand prinzipiell umso höher, je freier der Wettbewerb ist.

International sowie national wird das Ziel des freien Handels verfolgt, um einen höchstmöglichen Wohlfahrtsgewinn zu erreichen (Felbermayr, 2015, S. 3).

Durch die Blockchain-Technologie kommt den Konsumenten eine größere Bedeutung und Rolle zu. Sie können aktiv in den Strommarkt eingreifen und den Wettbewerb der bestehenden Marktteilnehmer beeinflussen. Neue Unternehmen sind nun in der Lage, bereits etablierten Energieunternehmen die Kunden abzuwerben und deren Marktmacht zu reduzieren (Kastrati & Weissbart, 2016, S. 76).

Einen Unterschied für die Verwendung der Blockchain-Technologie macht der jeweilige Fortschritt in der Entwicklung der einzelnen Länder. Volkswirtschaften, die durch eine starke Industrialisierung geprägt sind, haben tendenziell einen höheren Wohlstand und können die Technologie spezifischer betreiben. Diese Länder verfügen bereits über einen alternativen Energiegewinnungsmix und können hochwertige Lösungen umsetzen, während Staaten der Dritten Welt oft aufgrund fehlenden Know-hows und nicht vorhandener Infrastruktur diese Technologie nicht anwenden können. Ärmere Bevölkerungsschichten besitzen in vielen Fällen keinen Zugang zu Bankkonten, wodurch die Dienstleistungen der Blockchain-Technologie schwer Anwendung finden können (Burger et al., 2016, S. 25).

Doch damit geben sich Entwicklungsländer selten zufrieden, sie überspringen gewisse Stufen des Entwicklungsprozesses („Leapfrogging“) und versuchen, mit Smart Devices fehlende Grundvoraussetzungen zu kompensieren (z.B. wird mittels Smart Devices ein elektronisches Bankkonto zur Verfügung gestellt). Dadurch sparen sich ärmere Länder den Ausbau von Vertriebskanälen zu entlegenen Ortschaften. Einige Start-ups (z.B. SolarKiosk und Mobisol) sehen in dieser Entwicklung ihre Chancen und bieten für schwer zugängliche Orte moderne Energiedienstleistungen, welche öffentliche Energieversorgungsunternehmen nicht zur Verfügung stellen können oder wollen, weil sie nicht dazu verpflichtet sind (Burger et al., 2016, S. 25 f.).

Im Zeitalter der Applikationen und des einfachen Zugriffs zu Smart Devices wird von einem starken Anstieg von Dienstleistungen mithilfe der Blockchain-Technologie ausgegangen. Sobald ein Anwendungsprogramm für mobile Endgeräte verfügbar ist, ist der Marktzutritt für alle Konsumenten geöffnet. Durch die Verwendung von Applikationen können in Echtzeit wertvolle Daten und Informationen gesammelt werden, welche den Verbrauch einzelner Konsumenten und Anlagen darstellen (Burger et al., 2016, S. 26).

Plattformen sowie Märkte können mithilfe dieses dezentralen Aufbaus der Blockchain-Technologie ebenso neugestaltet werden. Laut Burger et al. lassen sich 3 Gruppen von Plattformen unterscheiden.

- Peer-to-Peer-Handel: Gemeinsam mit P2P-Kommunikation sowie P2P-Marketing wird hier Potential genutzt, um Stromeinheiten effizient zu nutzen (Burger et al., 2016, S. 12).
- Handelsplattformen: Unter Handelsplattformen werden Regelleistungsmärkte, Kapazitätsmärkte und Intraday-Handel, virtuelle Kraftwerke, Versorgung der Industrie, private Plattformen verstanden (Burger et al., 2016, S. 12).
- Dezentrale Erzeugung: Mithilfe eines dezentralen Managements wird der Ausbau erneuerbarer Energiegewinnung organisiert (Burger et al., 2016, S. 12).

Durch die Implementierung der Kryptowährung Bitcoin können Institutionen zielgerichtet sowie länderübergreifend finanzielle Unterstützungen vornehmen, um Einrichtungen gezielt mit Strom zu versorgen. Es werden hier direkt Bitcoins überwiesen. Durch diese Maßnahmen könnte Schulen für eine Zeit lang der Zugang zu Strom möglich gemacht werden (Burger et al., 2016, S. 12).

Aus ökonomischer Sicht kann aufgrund der Blockchain-Technologie eine effizientere Nutzung des bereits vorhandenen Stroms ermöglicht werden. Subventionierter und daher am Markt billigerer Solar- und/oder Windstrom muss nicht vergeudet werden, da

Leitungen bei dezentraler Erzeugung an ihre Kapazitäten stoßen (Wetzel, 2017b, S. 13).

7.6 Veränderung der Wertschöpfung

Bis aus Ressource als Input endlich Strom als Output erzeugt wird, benötigt es viele Zwischenschritte, von denen jeder für sich unumgänglich ist. Je schneller diese Zahnräder ineinandergreifen, desto rascher und effizienter kann ein Stromerzeuger die Bedürfnisse von Verbrauchern decken. Mit der Schnelligkeit kann ebenso ein Kostensenkungspotential einhergehen. In den letzten Jahrzehnten konnte beobachtet werden, dass mithilfe der Blockchain-Technologie die Kommunikation zwischen einzelnen Wertschöpfungsstufen stark verbessert wurde und dass einzelne Prozessschritte standardisiert wurden. Im Detail ergeben sich folgende Vorteile aus der Verwendung von Blockchain-Technologie (Merz, 2016, S. 4 f.).

- Multicast-Kommunikation: Die Technologie ist für alle Teilnehmer öffentlich zugänglich. Jede Partei kann sowohl Sender als auch Empfänger von Daten und Informationen sein. Ebenso kann ein Sender mehrere Adressaten gleichzeitig mit Inputs versorgen.
- Always on: Die Technologie macht keine Pause, sie ist jederzeit abrufbar und übermittelt zeitnahe Datensätze an ausgewählte Personenkreise. Aufgrund der Verteilung und Kontrolle der Datensätze auf dezentrale Computereinheiten ist ein Ausfall der Technologie als sehr unwahrscheinlich einzustufen.
- Immutabilität: Ist ein Vorgang durchgeführt, kann dieser aufgrund von Zeitstempeln und Signaturen nicht mehr rückgängig gemacht werden. Durch diese Sicherheit können Eigentumsverhältnisse, Kontrakte oder ähnliche Vereinbarungen im Nachhinein nicht mehr verändert werden.

- Echtzeit: Sämtliche Vorgänge und Prozesse können in wenigen Sekunden abgebildet werden, wodurch traditionelle Wege (z.B. Banken) zeitlich eleminiert werden.
- Zugriffskontrolle und Offenlegung von Identitäten: Es soll nicht im Sinne des Unternehmens sein, dass mit anonymen Partnern Geschäfte abgewickelt werden. Alleine aus compliance-relevanten Anforderungen ist ein solches Verhalten nicht vorteilhaft und dient nicht dem Zwecke der Transparenz. Selbst wenn Unternehmen auf Geheimhaltung drängen, könnte aufgrund der möglichen Transaktionen sowie Marktgröße das „geheime“ Unternehmen schnell identifiziert werden (Merz, 2016, S. 6 ff.).

Die Bedeutung von menschlichen Eingriffen und Interaktionen im Rahmen des Stromhandelns könnte dabei in Zukunft sehr gering sein. Abgesehen von der persönlichen Kommunikation sowie der technischen Instandhaltung und Wartung der Maschinen wird ein hoher Einsatz von Humanressourcen kaum mehr auf anderen Wertschöpfungsstufen benötigt (Pauritsch et al., 2017, S. 14).

8 Chancen der Blockchain-Technologie im Energiesektor

Dass die Digitalisierung im Energiesektor einen wichtigen Beitrag zur Energiewende leisten kann, ist mittlerweile unumstritten. Unternehmen müssen mit der Zeit gehen, Trends frühzeitig erkennen und diese mithilfe einer flexiblen Organisation sowie agilen Unternehmensstruktur und anpassungsfähigen Mitarbeitern zu ihrem Vorteil nutzen. Genau diese Eigenschaften zeichnen Start-ups aus, weswegen es ihnen leichter fällt technologisch fortgeschrittene Ideen und dezentrale Lösungen anzubieten. Doch welche dieser Innovationen sinnvoll und langfristig gewinnbringend vermarktet werden können, ist noch schwer abschätzbar. Die Berührungspunkte zwischen Energieversorgern und Start-ups werden immer größer. Es bedarf jedoch sowohl technologischer Neuerungen als auch ausreichend Erfahrung hinsichtlich des Energiemarkts und der sich wandelnden Kundenbedürfnisse, um einen signifikanten Marktvorteil zu erlangen. Diese Einsicht haben Energiekonzerne gewonnen und beginnen daher Kooperationen mit jungen Unternehmen. Jene Schritte sind nötig, um die Energiewende anzutreiben, da das Thema „Technologie“ die Industrie weiterhin beschäftigen wird (ener|gate Energie News, 2016a).

Andreas Kuhlmann, Vorsitzender der dena-Geschäftsführung, sieht die Wichtigkeit von Start-ups bei der Erreichung und Umsetzung von Zielvorgaben und bezweifelt, dass die Energiewende ohne die „frischen und mutigen Ideen junger Start-ups“ gelingen wird (Wetzel, 2017b, S. 14).

Nicht nur Start-ups haben das Potential der Blockchain-Technologie erkannt, sondern ebenso bereits etablierte Konzerne nutzen diese Entwicklung für bereits bestehende Geschäftsfelder und nehmen Adaptierungen vor. Die Blockchain-Technologie kann von Unternehmen sowohl für interne Prozesse als auch für externe Abläufe eingesetzt werden. Innerhalb eines Energieversorgungsbetriebes können z.B. Rechnungswesen sowie Vertrieb optimiert werden. In der externen Betrachtung können Smart-Meter-

Anwendungen automatisiert werden. In der Abrechnung von Stromdaten sind Stromanbieter in der Lage, Herkunftsnachweise zeitnahe zu übermitteln sowie die Geschäftsabwicklung von der Bestellung bis zur Bezahlung schneller zu bewältigen (Schneider, 2017b, S. 1).
In den folgenden Unterkapiteln werden neue Geschäftsmodelle (siehe Kapitel 8.1) und das Einsparungspotential mithilfe der Blockchain-Technologie näher erläutert (siehe Kapitel 8.2).

8.1 Neue Geschäftsmodelle

Aufgrund der Digitalisierung und der Verwendung der Blockchain-Technologie wird ein Umdenken in der Energiebranche nötig sein, vor allem in Hinblick auf Erzeugung, Handel sowie Vertrieb und Energieverteilung (Pauritsch et al., 2017, S. 4).
Aufgrund der Energiewende werden Innovationen vorangetrieben, wodurch neue Technologien und neue Geschäftsmodelle entstehen. Staaten sind dahingehend angehalten, den gesetzlichen Rahmen für diese neuen Voraussetzungen zu schaffen (Machnig, 2015, S. 3).
Die größten Möglichkeiten sehen Energieunternehmen in der Vermarktung von Dienstleistungen an Endkunden sowie im Handel. Große Unternehmen haben die Möglichkeit, große Mengen an Kundendaten zu sammeln und zu analysieren, um den Kunden bestmöglich zu studieren. Aufgrund der gewonnenen Daten können Kunden in Cluster eingeteilt werden, um im Anschluss eine effiziente Stromverteilung möglich zu machen (Pauritsch et al., 2017, S. 5).
In Hinblick auf neue Geschäftsmodelle werden als weitere Konsequenz neue Partnerschaften und Kooperationen geschlossen, um Skaleneffekte bestmöglich zu realisieren (Edelmann et al., 2016, S. 20).

8.1.1 Smart Meter

Aufgrund der Vernetzung zwischen Produzenten und Konsumenten entstehen viele neue Geschäftsmodelle. Beide Parteien können in Echtzeit den Verbrauch abfragen und entsprechende Maßnahmen veranlassen (Dümpelmann et al., 2017, S. 12).
Erzeuger entwickeln sich von klassischen Produzenten in Richtung eines Dienstleisters. Sie bieten nicht mehr nur Strom als Handelsware an, sondern Produktpakete und Services (Mehrwertprodukte). Sie fungieren als Berater für die Einrichtung intelligenter Messsysteme, meistens in Kombination mit einem Stromvertrag. Mit den gewonnenen Daten durch Smart-Meter-Produkte steuern Unternehmen ihre Abläufe gezielter und nutzen die vorhandene Energie effizienter. Diese Informationen müssen in Echtzeit und gesichert beim Produzenten ankommen, um die Erfüllung der Kundenbedürfnisse zu ermöglichen. Die Datenqualität darf darunter nicht leiden, da nur durch fehlerfreie, automatisierte Datenübermittlung die persönliche Ablesung und kostenintensive Kontrolle abgelöst werden kann. Mittels der gewonnenen Daten können des Weiteren individuelle Angebote und maßgeschneiderte Tarife erstellt werden, um sowohl eine bessere Kundenzufriedenheit und -bindung zu erzielen wie auch eine effizientere Stromnutzung zu erreichen (Dümpelmann et al., 2017, S. 19).

8.1.2 Smart Contracts

Smart Contracts sind Übereinkommen, welche automatisch und ohne Pause Verträge zwischen zwei oder mehreren Parteien abfragen und gegebenenfalls bei Erfüllung von Vertragsinhalten diese automatisch ausführen. Die Ausführung erfolgt ohne zentrale Agenten. Bereits kurz vor dem Millennium wurde über diese Anwendung nachgedacht, doch erst mit der blockchain-basierten Technologie kam es zu einer Umsetzung dieses Gedankens (Heckmann & Kaulartz, 2017, S 60 f.).

Aufgrund vermehrten Einsatzes von Sensoren und Messgeräten können Geräte und Abläufe miteinander verbunden werden. Durch die Schaffung dieser neuen Infrastruktur werden Unternehmen neue Möglichkeiten offeriert, durch welche Prozesse automatisiert und damit schneller durchgeführt werden können. Durch die Blockchain-Technologie können solche Aktivitäten gesetzt, Kundenbedürfnisse im Rahmen des Erlaubten befriedigt sowie eine effiziente Ressourcenverwendung koordiniert werden (Dümpelmann et al., 2017, S. 20).

Bei der Überwachung solcher Abkommen ist eine Kontrolle durch eine oder mehrere Personen nicht mehr erforderlich. Die Konsequenz daraus ist, dass Mittelsmänner sowie Handelspartner eingespart werden bzw. die Zeit von der Vertragsannahme bis zur Durchführung reduziert wird.

Schon heute können Produkte und Dienstleistungen im Alltag wahrgenommen werden, welche die Bezeichnung „Smart Contracts“ verdienen, wie es zum Beispiel die Geldabhebung beim Bankomat ist. Der Bankomatkarte ist eine genaue und einmalige Identität zugeordnet, welche nach der Verifizierung durch einen Pin-Code zum Geldabheben berechtigt (Schmidt, 2015).

Diese Umwandlung von Smart Contracts zu einer Rechtsverbindlichkeit erfolgt ausschließlich aufgrund der Integrität und Verlässlichkeit der Daten. Der Lösungsansatz dahinter ist das Blockchain-Prinzip, wodurch jeder Teilnehmer zu jeder Zeit Einblick in die Datenbank nehmen kann (Schmidt, 2015).

Aus technischer Sicht ist es kein Vertrag, sondern vielmehr ein Algorithmus, welcher die Input-Bedingungen mit den Output-Entscheidungen vereint. Dieser Abgleich von Input- und Output-Faktoren wird von allen Blockchain-Rechnern zur gleichen Zeit ausgeführt, womit alle zu einem gleichen Endergebnis kommen müssen. Ist dem nicht so, kann der Abschluss nicht zustande kommen. Ein menschliches Zutun, eine Intervention oder das Abwarten der Vertragserfüllung ist nicht notwendig. Sowie die

Bedingungen für Input und Output erfüllt sind, wird der Vertrag unaufhaltbar vollzogen (Greveler, 2016).

Die Verträge dienen ausschließlich der Abfrage der gegenseitigen Bedingungen, externe Informationen oder Einflüsse (z.B. Umwelt) können nicht aufgerufen werden und fließen daher nicht in den Vertrag ein. Dies würde nicht dem dahinterliegenden Prinzip entsprechen, da die Bedingungen von und für Teilnehmer dieser Smart Contracts geschaffen werden. Ebenso müsste den Rechnern vorab eine vertrauenswürdige Datenquelle definiert werden, auf welcher die Informationen zu finden sind. Doch selbst bei Online-Suchanfragen kommen Teilnehmer auf unterschiedliche und abweichende Treffer. Dadurch würden die Rechner unterschiedliche Outputs liefern und die dezentrale Verteilung der Information wäre nicht mehr ident. Es würden keine Abschlüsse mehr entstehen, da die Bedingungen nicht vereinbar wären. Eine Lösung könnte sein, dass vertrauensvolle einzelne Blockchain-Teilnehmer (reale Personen) als Informationsquelle eingerichtet werden und externe Informationen in die Blockchain einbauen. Dieser Schritt würde aber den ständigen Austausch und die unmittelbaren Abfragen zeitlich behindern und den Prozess verlangsamen. Ebenso könnte ein menschlicher Fehler verheerende Folgen haben, da das Geschäft nach Vertragsabschluss nicht rückgängig gemacht werden kann. Die Blockchain-Technologie lässt eine nachträgliche Korrektur nicht zu, da dieses dem Grundprinzip der Blockchain-Technologie widerspricht. Folglich müssen bei der Erstellung solcher Verträge vorab alle Sonderfälle und Eventualitäten definiert werden, wodurch der Aufwand groß wird (Greveler, 2016).

Hinsichtlich der Anwendung in der Energiebranche können Konsumenten mithilfe von Smart Contracts rascher auf sich ändernde Marktbedingungen reagieren und jederzeit den Stromanbieter wechseln, was bisher aufgrund fehlender Motivation und Bereitschaft nur in Einzelfällen geschieht. Der oft zu unübersichtliche Aufbau von Verträgen mit Energieversorgungsunternehmen und der erschwerte Zugang zu

Informationen trugen beim Konsumenten ebenso dazu bei, dass ein Wechsel zu anderen Stromanbietern oft ausblieb. Mit Smart Contracts könnte der künftige Prozess des Anbieterwechsels schnell, einfach und vor allem automatisiert erfolgen. Dem Konsumenten werden mehr Spielräume in seinen Entscheidungen über Anbieter und Tarife ermöglicht und die Transparenz über den tatsächlichen Stromverbrauch wird erhöht (Kastrati & Weissbart, 2016, S. 75 f.).

Ein White Paper des Fraunhofer-Instituts fasste folgende Chancen und Risiken von Smart Contracts zusammen (Schlatt et al., 2016, S. 24).

Chancen	**Risiken**
Selbstständige Ausführung des Vertrages; Intervention Dritter nicht möglich	Keine Möglichkeit, nach erfolgtem Abschluss die Ausführung wieder rückgängig zu machen
Ausführung in Echtzeit	Abhängigkeit vom System
Niedrige Kosten (Standardisierung leicht möglich)	Rechtliche Unklarheiten in Hinblick auf Verbraucherschutz und rechtlicher Verantwortung, da Verträge mittels Computer-Systemen abgeschlossen werden
Ausführung kann von externen Möglichkeiten abhängig gemacht werden	Daten müssen weiterhin von Menschenhand befüllt werden
Kein Zwischenhändler mehr vonnöten	Eventueller Mangel an Experten bei der Implementierung umfangreicher Verträge
Reduktion der Kommunikation zwischen Vertragspartnern	

8.1.3 Kauf und Verkauf von Strom aus Eigenanlagen

Ebenso führt die Energiewende über private Haushalte, die mittels PV-Anlagen selbst produzierten Strom zurück ins Netz einspeisen. Jeder Konsument kann aufgrund der Blockchain-Technologie Informationen und Daten bereitstellen, wann welcher Strom zu welchem Preis erhältlich ist.
Aufgrund direkter Transaktionen von Strom und Geldeinheiten zwischen Produzenten und Konsumenten werden die Monopole großer Energieversorger aufgebrochen. Diese neue Marktentwicklung bedarf der Anpassung großer Konzerne, da der Einfluss privater Kleinproduzenten auf den Gesamt-Strommarkt noch nicht abgeschätzt werden kann. Kunden haben einen größeren Pool mit vielen kleineren Stromproduzenten, auf welchen sie zugreifen können, wodurch ein neuer Preiskampf sowie Rivalität für diverse Stromdienstleistungen entsteht. Kleine Privaterzeuger können den billigen Strom aus dem Netz selbst verbrauchen und ihren eigenen produzierten Strom zu teureren Tageszeiten verkaufen. Produzenten erreichen durch Selbstvermarktung ihrer Stromproduktion früher den Break-even-Point der Rückzahlung etwaiger Kredite für die Installation von Solaranlagen (Bernau & Werner, 2016, S. 13 f.). Dadurch können Investitionen in Eigenanlagen finanziell interessanter und die Energiewende beschleunigt werden.

8.1.4 Dezentrales Bezahlsystem

Durch diese Möglichkeit wird dem Konsumenten die Chance offeriert, gezielt in lokaler Umgebung den benötigten Strom zu kaufen. Konsumenten sind nicht mehr auf große Energieversorger angewiesen, sondern könnten ihren Strom direkt beim Nachbarn kaufen – egal in welcher Menge. So könnte ebenso der Anbieter jederzeit gewechselt werden, und keine zeitintensive Umstellung der Abrechnung ist von Nöten. Mit dieser Möglichkeit können Menschen mittels mobilen Endgeräten in Echtzeit ihren eigenen

Produktmix zusammenstellen, die Abrechnung erfolgt ohne Zwischenhändler direkt zwischen den handelnden Parteien (Diermann, 2016).

8.1.5 Aufbau und Unterstützung von Energie-Communities

Unter Energie-Communities wird der Zusammenschluss von Nachbarn oder Stadtvierteln verstanden, um selbst erzeugten Strom ins Netz einzuspeisen und/oder für den Eigenbedarf zu konsumieren (Tönjes, 2014).

Die Marktmacht renommierter Energieversorger aufzubrechen schien aufgrund zu hoher Kosten bis dato unmöglich. Doch aufgrund des technologischen Umbruchs erhalten Start-ups die Chance mit Marktführern in Kooperationen einzutreten. Die Jungunternehmer profitieren vor allem von der Bekanntheit, dem bereits vorhandenen Marktzugang sowie der Infrastruktur der Stromkonzerne. Ebenso haben etablierte Unternehmen eine größere Chance auf Förderungen, da diese oft politisch besser vernetzt sind und Förderkriterien leichter erfüllen. Die Spezialisierung hingegen kommt von den Jungunternehmen. Der Gedanke, dass nur Start-ups von solchen Kooperationen profitieren, wäre aber schlicht falsch, da ebenso Großunternehmen aufgrund der flachen Struktur ihrer Partnerunternehmen leichter und schneller auf Markteinflüsse sowie andere Gegebenheiten reagieren können (ener|gate Energie News, 2016c).

Konsumenten sind mittels Blockchain-Technologie in der Lage, ihre Versorgung selbst finanziell abzuwickeln und können sogar direkt Anteile an Anlagen oder Energie-Communities erwerben. Mit der Blockchain-Technologie können Eigentumsverhältnisse einfacher, günstiger sowie nachweislich zugeordnet werden. Als Konsequenz daraus können Konsumenten Projekte unter ihrer eigenen Verantwortung umsetzen (Hasse et al., 2016, S. 32).

8.1.6 Virtuelle Kraftwerke

Unter virtuellen Kraftwerken wird die Vernetzung von dezentralen Stromerzeugungsanlagen verstanden. Oft entsteht der Strom als Nebenprodukt von großen Industrieanlagen (Kahlbrandt, 2017, S. 350).

Industriebetriebe erzeugen bei der Weiterverarbeitung von ihren Produkten große Hitze, welche oft in Energie umgewandelt wird. Jedoch kommt es vor, dass Unternehmen die selbst erzeugte Energie nicht für die eigenen Anlagen nutzen und ein Energieüberschuss herrscht. Diese freien Kapazitäten können ins lokale Stromnetz eingespeist werden, völlig automatisch und ohne Beeinträchtigung des eigenen Betriebes. Aufgrund dieser überschüssigen Energie werden Unternehmen vom Stromkunden parallel zum Stromproduzenten. Nicht nur Industriebetriebe könnten dieses System nutzen, sondern ebenso Besitzer von Kleinwasserkraftwerken, welche bei Bedarf und bei der Notwendigkeit ihre freien Mengen zur Verfügung stellen (Wallner, 2017, S. 24 ff.).

Die Stromerzeugung durch Photovoltaik und Wind wird in vielen europäischen Ländern noch mit mehreren Milliarden Euro pro Jahr subventioniert, alleine in Deutschland sind es jährlich rund 20 Milliarden Euro. Die Stromgewinnung aus Wind und Sonne ist jedoch sehr unbeständig, wodurch für Netzbetreiber Versorgungsprobleme für Haushalte, Industrie und Landwirtschaft entstehen. Virtuelle Kraftwerke könnten aktuell bis zu 15 % dieser Energieschwankungen in Österreich ausgleichen. In den deutschsprachigen Ländern wird diese Projektidee von mehreren Unternehmen sowie Start-ups aufgegriffen. Für die Energiewende vorteilhaft bringt dieses Zusatzgeschäft der Stromproduktion ebenso monetäre Anreize für Produzenten wie Konsumenten (Wallner, 2017, S. 24 ff.).

Der Ausbau der erneuerbaren Energiegewinnung wurde in den letzten Jahren stetig vorangetrieben, womit den Menschen eine solide Versorgung zur Verfügung steht.

Doch die Stromgewinnung aus erneuerbarer Energie bedarf Instrumente, die eine gewisse Flexibilität und dadurch Netzstabilität garantieren. Vorrangig sind dies das sogenannte „Peak Shifting“ und Regelenergie, welche ebenso von virtuellen Kraftwerken unterstützt werden können.

- Peak Shifting: In Zeiten von Stromengpässen müssen zusätzliche, schnell verfügbare Kraftwerke (meistens Speicherkraftwerke) angefahren werden. Dieser zusätzliche Strom kostet bei erhöhter Nachfrage mehr an der Strombörse. In dem Pool für virtuelle Kraftwerke findet sich in der Regel ein Portfolio bestehend aus verschiedenen Kraftwerkstypen sowie unterschiedlichen Kosten. Daher sollten zuerst jene eingeschaltet werden, welche geografisch aufgrund der Netzleitungen in Frage kommen sowie die geringsten Grenzkosten aufweisen (Kosta et al., 2016, S. 26).
- Regelenergie: Um die Netzstabilität zu gewährleisten, muss eine bestimmte Frequenz im Stromnetz eingehalten werden. Ebenso dient die Regelenergie dazu, Ungleichgewichte zwischen Produktion und Verbrauch auszugleichen. Steigt der Verbrauch, müssen im jeweiligen Bilanzkreis zusätzliche Kraftwerke in das Netz speisen. Mit der Nachfrage von virtuellen Kraftwerken und der flexiblen Netzeinspeisung gewinnt die Regelenergie insofern immer mehr an Bedeutung. Mittels Blockchain-Technologie können Automatismen festgelegt werden, um die gewünschte Menge an Strom noch schneller zur Verfügung stellen zu können und diese im Regelenergiemarkt anzubieten (Kosta et al., 2016, S. 26).

8.1.7 Nachweisbare Grünstromkennzeichnung

Viele Verbraucher zeigen Bereitschaft, einen höheren Betrag für die Gewissheit zu zahlen, dass der konsumierte Strom sogenannter Grünstrom ist. Mit diesem höheren Betrag unterstützt der Käufer die Errichtung von erneuerbaren Energieanlagen.

Jedoch ist in den Netzen jede Art von Strom unterwegs und dessen Herkunft nur schwer überprüfbar. Mit der Blockchain-Technologie soll ein transparenter Nachweis geschaffen werden, welcher dem Kunden gewissenhaft kommuniziert, welchen Anteil erneuerbare Energien am Gesamtstromverbrauch des Haushalts ausmachen (TRENDONE, 2017).

Eine bereits etablierte Umsetzung dieser Geschäftsidee sind die sogenannten GrünStromJetons. Mit diesen erhält der Kunde einen geprüften Nachweis an grünem Strom des tatsächlich konsumierten Verbrauchs. Es wird dafür der Grünstrom-Index herangezogen, welcher stundengenau den Anteil an Kohle-, Atom- und grünem Strom im Netz misst. Durch den Einsatz von Smart-Meter-Anwendungen erfolgt eine stundengenaue Aufzeichnung. Ein Abgleich mit dem Grünstrom-Index berechnet den individuellen Konsum von Ökostrom (GrünStromJetons, 2016).

8.1.8 Elektromobilität

Die Blockchain-Technologie könnte ebenso in der Elektromobilität von zentraler Bedeutung werden, vor allem für Bezahlvorgänge bei Elektro-Ladestationen in öffentlichen Bereichen. Ein Beispiel dieser Anwendung ist das Joint Venture „Blockcharge“. Nähere Erläuterungen dazu finden sich in Kapitel 10.5.

Elektromobilität wird als wichtiger Baustein für die Energiewende gesehen. Es soll nicht unerwähnt bleiben, dass in der Produktion von Elektrofahrzeugen schädliche Abgase entstehen. Wird Kohlestrom verwendet, kann von keiner Verbesserung die Rede sein (Auer, 2017, S. 2).

8.2 Einsparungspotential und Vorteile der Blockchain-Technologie

Laut Ingo Fiedler, Professor an der Universität Hamburg, reduziert die Blockchain-Technologie „die Transaktionskosten um bis zu 95 Prozent“. Aufgrund der

effizienteren Verwendung von Energie und einer Reduzierung des Überschusses sei mit noch höheren Kostensenkungen zu rechnen (Eble, 2016, S. 2).

8.2.1 Prozessbeschleunigung und -optimierung

Die Frage nach der monetären Höhe des Kostensenkungseffektes durch den Einsatz von Blockchain-Technologie kann im Moment nicht beziffert werden, jedoch ermöglicht die Prozessbeschleunigung und -optimierung sowohl Arbeitgebern als auch Arbeitnehmern Transaktionskosten zu senken. In einer Studie der Deutschen Energie-Agentur wurden deutsche Führungskräfte zu derzeitigen Schwerpunkten der Prozessoptimierung in ihrem Unternehmen befragt, wodurch sich folgendes Clustering ergibt.

- Abrechnung: betrifft die Auskunft über Smart-Meter-Anwendungen und Bezahlsysteme sowie eine steigende Transparenz
- Vertrieb und Marketing: bessere und schnellere Kundenakquirierung sowie die folgende Betreuung dieser Konsumenten sowie Strom inklusive Bereitstellung von Zusatzgütern und/oder Dienstleistungen
- Automatisierung: Kontrolle und Optimierung dezentraler Energiesysteme
- Zählwesen & Datentransfer: betrifft Vereinheitlichung der Daten, die Datenerfassung und Übermittlung zwischen einzelnen Systemen
- Mobilität: im Vordergrund stehen hier die Elektromobilität und dezentrale Prozesse für die Abrechnung der Elektrofahrzeuge bei der Nutzung von öffentlichen Zapfsäulen
- Kommunikation: dieser Punkt behandelt die Kommunikation zwischen Netzbetreibern und den Prozessbeteiligten
- Netzmanagement: dies betrifft vor allem die dezentralen Energieanlagen, welche zur Unterstützung ins Netz einspeisen und als Konsequenz ein verstärkter Netzausbau unterlassen werden kann

- Sicherheit: Schutz der Daten und Privatsphäre (Burger et al., 2016, S. 21 f.).

8.2.2 Flexibilität

Unternehmer können kurzfristig und spontan auf Marktveränderungen reagieren bzw. den Fokus des Unternehmens auf andere Prioritäten legen. Aufgrund von Smart Contracts können Arbeitsschritte und Verwaltungsaufwand reduziert werden, wodurch für strategische sowie inhaltliche Ziele mehr Zeit bleibt. Das Unternehmen spart sich aufgrund der automatischen Steuerung durch Smart Contracts viel Zeit und Geld (Hasse et al., 2016, S. 2).

Wirtschaftsgüter werden zu steuerbaren Elementen und können dadurch flexibel eingesetzt werden. „Auf diese Weise kann z.B. die Solardachanlage des Nachbars in dessen Abwesenheit zur lokalen Stromerzeugung genutzt werden“ (Strüker, 2016, S. 3). Diese Komponenten und Wirtschaftsgüter tauschen sich gegenseitig aus und können auf lokaler Ebene ins Netz einspeisen. Es ist nur noch eine Frage der Zeit bis solche Geräte automatisch sowie in Echtzeit Informationen austauschen und Handlungen setzen. Für diese Abläufe müssen Rahmenbedingungen, vor allem hinsichtlich Transparenz und Standardisierung geschaffen werden, um ein für alle Teilnehmer faires Marktverhalten und einen sicheren Austausch der Informationen zu gewährleisten. Die Blockchain-Technologie trägt ihren Teil zu dieser Sicherheit bei und kann für die Umsetzung von Transaktionen eine effiziente sowie kostengünstige Alternative sein. Jens Strüker erwartet Einsparungen um den Faktor 100 bis 1000 (Strüker, 2016, S. 3).

8.2.3 Reduzierung der Marktzutrittsbarrieren

Etablierte Energieunternehmen müssen in Zukunft mit höherer Konkurrenz rechnen. Diese neuen Marktmitstreiter können ebenso etablierte Unternehmen aus einer anderen Branche oder Start-ups sein (Pauritsch et al., 2017, S. 4).
Neue Marktteilnehmer haben nun die Chance kostengünstig in den Markt einzutreten. Nachdem Konsumenten selbst zu Produzenten werden, fallen für Anbieter von Softwarelösungen keine großen Anschaffungen und damit einhergehend nur geringe sunk costs an. Regionale Märkte können effizient optimiert und an unternehmenseigene Abläufe angepasst werden (Burger et al., 2016, S. 27).

9 Risiken der Blockchain-Technologie im Energiesektor

Wie bereits erwähnt, ist das Potential dieser Technologie bei Weitem noch nicht ausgeschöpft und scheinbar endlos. Jedoch gibt es keine Chancen ohne Risiken, welche in diesem Kapitel dargestellt werden. Nachdem die Technologie von Menschen geschaffen wurde, gibt es ebenso Menschen, welche die Technologie mit krimineller Absicht umgehen und sich daran illegal bereichern wollen.
Viele Geräte, welche Blockchain-Technologie verwenden, sind untereinander noch nicht kompatibel, wodurch eine enorme Sicherheitslücke entsteht. Dies verleitet Hacker dazu, diese Lücke mit irreführenden Signalen zu füllen, um sich einen illegalen monetären Vorteil zu erschleichen (Dümpelmann et al., 2017, S. 20).

9.1 Hackerangriffe

„Blockchain benötigt kein Vertrauen durch Dritte, denn sie erzeugt Vertrauen durch ihr technologisches Prinzip“ (Leadvise, 2017).
Obwohl die Blockchain-Technologie als unüberwindbar gilt, kommt es dennoch zu virtuellen „Verbrechen“, womit die Technologie einen negativen Beigeschmack erfährt und es zu Unsicherheiten seitens der Anwender kommt. Im Nachhinein wird selten die Technologie für diese Taten verantwortlich gemacht, sondern vielmehr werden die Programmierer und Techniker im Hintergrund zur Verantwortung gezogen. In der Wahrnehmung der Menschen bleibt die Technologie jedoch fehleranfällig.
Bei der Verwendung der Blockchain-Technologie muss sichergestellt werden, dass keine Einwirkungen von innen und außen in Form von Spionage oder Cyberkriminalität durchgeführt und Prozesse sowie Abläufe geändert werden können (Hasse et al., 2016, S. 25).
Wie jede Software wird auch die Blockchain-Technologie von Programmierern stets weiterentwickelt. Nachdem die menschliche Komponente nicht völlig unfehlbar ist,

können hier unweigerlich Fehler entstehen und im schlimmsten Fall beim nächsten Update zu Systemabstürzen führen (Badertscher, 2016).
Der Hackerangriff ist die digitale Bezeichnung für den physischen Einbruch. Obwohl als sicherste Technologie angepriesen, gibt es doch immer wieder Versuche, die Kodierung zu knacken. Tyler Moore schätzt in seiner Studie, dass die Quote bei rund einem Drittel liegt. Diese 33 % sind jedoch nur die berichteten Attacken, es gibt mit Gewissheit auch Angriffe, welche gar nicht entdeckt wurden (Gierow, 2016).

9.2 Ransomware

Bei Ransomware handelt es sich um eine Erpresser-Software, welche Computer befällt, für den Benutzer sperrt und erst nach Geldüberweisungen wieder freigibt. Die Software wird durch Mails in das jeweilige Netzwerk eingeschleust und legt dieses völlig lahm.
Solche Attacken werden im Zeitalter der Digitalisierung immer häufiger und zeigen die Verletzlichkeit dieser Systeme. Regierungen und Institutionen weltweit setzen daher den Schutz vor solchen Angriffen weit oben auf ihre Tagesordnung, um im Bedarfsfall gerüstet zu sein (Weidmann, 2017, S. 3).

9.3 Kosten

Eine realistische Schätzung der Kosten ist aktuell nicht möglich. Monetäre Aufwendungen finden sich in den Bereichen Forschung und Entwicklung, der Wartung sowie Verbreitung der Technologie bei den Endkunden (Smart Meter). Des Weiteren fallen im Unternehmen Personalkosten im Bereich von Schulungen an, welche schwer abschätzbar sind (Kastrati & Weissbart, 2016, S. 76).
Je umfassender die Prozesse sind, desto mehr Rechnerleistung wird benötigt. Durch diese ansteigende Komplexität sinkt auf der einen Seite die

Transaktionsgeschwindigkeit, auf der anderen Seite steigen dadurch die Kosten für den Betrieb des Rechners (z.B. aufgrund des Energieverbrauchs) (Jentzsch, 2016).
Nachdem sich die Technologie noch am Beginn befindet und von Tag zu Tag weiterentwickelt wird, existieren wenig Erfahrungswerte. Es werden in Projekten sämtliche Daten gesammelt, wodurch eine zukünftige Auswertung sehr aufwendig wird. Ebenso ist nicht bekannt, welche Rechnerleistung ein Computer mit sich bringen muss, um diese Datensätze richtig zu lesen. Wird nur ein Teil der gesammelten Informationen an die Marktteilnehmer weitergegeben, würde das wiederum dem Prinzip dieser Technologie widersprechen. Aufgrund der wenigen bereits umgesetzten Großprojekte können die Kosten der Implementierung in bereits bestehende Marktplätze nicht abgeschätzt werden, auch nicht der Aufwand für die Kontrolle und Steuerung des Systems (Conrads, 2017).

10 Pilot-Projekte der Blockchain-Technologie in der Energiewirtschaft

Das folgende Kapitel dieser Arbeit zeigt aktuelle Projekte, welche in ihrer Anwendung die Blockchain-Technologie einsetzen und damit einen Beitrag zur optimalen Energienutzung leisten.

10.1 Brooklyn Microgrid

Das Brooklyn Microgrid war das weltweit erste öffentliche und daher höchst revolutionäre Blockchain-Projekt für die Energiewirtschaft. Es ist ein Beispiel einer Energie Community mit dem zentralen Geschäftsmodell, dass Nachbarn Strom für Nachbarn produzieren und vertreiben. Die eine Straßenseite nützt die optimale Lage ihrer Häuser, um mittels Solarenergie den Strom für die gesamte Straße zu erzeugen und verkauft ihn an jene Nachbarn, welche Strom aus erneuerbarer Energie konsumieren wollen. Angefangen hat das Projekt mit jeweils 5 produzierenden sowie konsumierenden Nachbarn. Es soll jedoch schrittweise erweitert werden und mehr Nachbarn in das Netz eingebunden werden. Voraussetzung für die Umsetzung des Brooklyn Microgrids war die Entwicklung der Blockchain-Technologie, wodurch die Nachbarn schnell und transaktionskostenfrei Geld gegen Strom tauschen können. Aufgrund dieser Autarkie ist eine Abhängigkeit von großen Energieversorgern nicht mehr gegeben, Kunden werden zu Produzenten. Durch die gesammelten Informationen und den Datenaustausch innerhalb der Blockchain kann genau erfasst werden, welcher Nachbar welche Strommenge konsumiert (Bernau & Werner, 2016, S. 13).

Dieses Pilotprojekt entstand als Konsequenz des Sturmes „Sandy“ im Jahre 2012 und ist ein in sich geschlossenes Stromnetz. Die Stadt New York hat durch Förderprogramme ihren Teil dazu beigetragen, um eine Umstellung auf erneuerbare

Energiegewinnung möglich zu machen. Grundsätzlich bezieht New York Strom aus weit entfernten Kohlekraftwerken sowie noch weiter entfernten Wasserkraftwerken, verteilt über ineffiziente, teure und veraltete Stromleitungen. Dieser Abhängigkeit von wenigen großen Stromversorgern sowie der Instabilität der Netze ist daher dieses Projekt zu verdanken (Märtel, 2016).

10.2 Wien Energie GmbH

Das Energieversorgungsunternehmen Wien Energie testet die Blockchain-Technologie im Gashandel, in einem gemeinsamen Projekt mit BTL GROUP LTD. Erprobt wird hierbei die Geschäftsabwicklung in Echtzeit, welche ohne menschlichen Eingriff erfolgen soll. Im Vordergrund des Tests stehen die Sicherheit sowie die Einhaltung regulatorischer Vorgaben durch die EU („EMIR“). Die Geschäftsführer Strebl und Gönitzer der Wien Energie erwarten bis zu 200 Transaktionen pro Sekunde, welche nach erfolgreicher Durchführung in andere Geschäftsprozesse übernommen werden sollen (ener|gate Energie News, 2017b).

10.3 sonnenCommunity

Hier werden hunderte Energiespeicher in Haushalten miteinander vernetzt, welche mithilfe der Blockchain-Technologie ihre Informationen und Daten austauschen. In diesem Projekt werden Nachfrage und Angebot durch Energiespeicherung ausgeglichen. Mitglieder dieser Energie-Community sollen sich völlig autark mit Ökostrom versorgen. Mit Solarenergie laden die teilnehmenden Kunden ihre Haushaltsbatterien auf, damit die gespeicherte Energie dann bei Bedarf unter den Teilnehmern verteilt werden kann. Ziel dieses Projektes ist es, ungenutzte „Flexibilitäten für das Engpassmanagement im Netzbetrieb“ (Bollinger-Kanne, 2017, S. 18) zu erschließen. Ein weiterer Vorteil sollen sinkende Netzkosten sein, da

ungenutzte überschüssige Energie nicht geregelt werden muss und die Haushalte dadurch ihren Beitrag zur Netzstabilisierung leisten. Die mit der Blockchain-Technologie unterstützte Software steuert automatisch Überfluss und Mangel in den jeweiligen Regionen durch Auslesen der Ladestände der Haushaltsbatterien aus (Bollinger-Kanne, 2017, S. 18).

Im Pilotversuch wird eine Kapazität von 24 Megawatt getestet. Wenn rund 1,5 Mio. Häuser eine Haushaltsbatterie einsetzen entspricht dies einer Kapazität von etwa 6.000 Megawatt, womit das Stromnetz in Deutschland ausgesteuert werden kann. Zum Vergleich sei erwähnt, dass diese hohe Leistung von sechs Großkraftwerken kompensiert werden könnte (Wetzel, 2017a).

10.4 Car eWallet

Im Projekt Car eWallet will die Tochterfirma des deutschen Energieversorgers RWE Innogy SE („Innogy“ ist eine Wortschöpfung und setzt sich aus den Worten „Innovation“ und „Energy“ zusammen) in Kooperation mit der Schweizer Bank UBS den Bezahlprozess für E-Autos effizienter gestalten. Neben dem Bezahlsystem für das Aufladen von E-Autos sollen zusätzliche Geschäftsbereiche wie Autobahn- und Parkgebühren oder sogar Carsharingdienste erschlossen werden. Das Car eWallet soll Zahlungen in beide Richtungen ermöglichen, damit das Fahrzeug dritten Personen angeboten werden kann bzw. sogar für Carsharing-Portale verfügbar wird. Der Besitzer könnte sich im Zeitraum einer Nichtnutzung durch Mietgebühren etwas dazu verdienen. Dieses Projekt soll die bisherigen unterschiedlichen Bezahlsysteme und Abrechnungsinstrumente ersetzen. Nach einem Aufladen von Guthaben ermächtigt diese elektronische Geldbörse den Besitzer des Car eWallet Geschäfte bis zu einem gewissen Betrag eigenständig abzuwickeln. Der Benutzer soll damit einen schnelleren Ladevorgang durchführen können, da ein An- und Abmelden nicht mehr nötig ist. Innogy und UBS gehen sogar noch einen Schritt weiter und ermöglichen komplett

automatisierte Zahlungen von geringen Geldbeträgen bei nur geringer Stromaufladung (z.B. in der Stehzeit während einer roten Ampelphase oder der Zeit am Parkplatz selbst). Der zentrale Vorteil der Blockchain-Technologie ist in diesem Bereich die automatisierte Abwicklung in Echtzeit, welche Voraussetzung für die Implementierung der kurzfristigen Ladeprozesse und die Erweiterung des Systems darstellt (ener|gate Energie News, 2017a).

Die Blockchain-Technologie wird den Tankvorgang, allen voran den Bezahlvorgang, von Elektrofahrzeugen effizienter abwickeln. Mittels Smartphone-App verbinden sich Fahrzeug und Tankstelle vollkommen automatisch und wickeln den Zahlungsvorgang binnen weniger Sekunden ab (Zdrzalek, 2017).

10.5 Blockcharge

Oft werden Fahrer von Elektrofahrzeugen mit nicht standardisierten Zahlungsvorgängen bei der Aufladung ihrer Wägen konfrontiert. In vielen Fällen bietet der jeweilige Anbieter ein eigenes System sowie eigene Plastikkarten an, welche nicht mit anderen Systemen kompatibel sind. Ähnlich dem Car eWallet arbeiten RWE und das Start-up Slock.it derzeit mittels Blockchain-Technologie an einer Möglichkeit, diese Bezahlvorgänge zu vereinfachen. Die Blockchain-Technologie verschlüsselt das dahinterstehende System, damit eine einfache, schnelle, aber vor allem sichere Transaktion zwischen Kunden und Anbietern gewährleistet wird. Derzeit wird an einem Prototyp namens „Blockcharge“ gearbeitet, welcher bei Erfolg einen raschen Aufbau der Infrastruktur für die Elektromobilität ermöglichen soll (Hiller, 2016).

10.6 EnerChain von Ponton

EnerChain ist eine Software, welche Abwicklungsprozesse im Energiehandel effizienter umsetzt. Nachdem sämtliche Mitspieler am Markt jedoch noch nicht

standardisierte Programme oder Applikationen verwenden, steckt dieses Projekt noch in den Kinderschuhen und unterstützt vorerst nur den außerbörslichen P2P-Handel. Teilnehmer schließen ihre Geschäfte über diese Trading-Software ab und können in der Folge das weitere Marktgeschehen verfolgen sowie neue Geschäftsprozesse entwickeln (Merz, 2016, S. 43 f.).

10.7 SolarCoin

Bei SolarCoin handelt es sich um eine digitale Währung, welche die Blockchain-Technologie als Grundlage nimmt. Der Anbieter Smappee belohnt jene privaten Stromproduzenten, welche Solarenergie anbieten. Per erreichtem Produktionsvolumen (1.000 kWh) werden SolarCoins gutgeschrieben, welche sogar einen realen Wechselkurs haben und umgetauscht werden können. Mittels mobiler Endgeräte kann jederzeit auf das Konto zugegriffen werden. Der eigene Stromverbrauch wird zusätzlich mittels Datenanalyse abgefragt und optimiert (ener|gate Energie News, 2016b).
Mit dieser virtuellen Währung soll der Ausbau von Solarkraft vorangetrieben werden. Durch die Deckelung auf 98,1 Milliarden Stück SolarCoins soll einer Inflation vorgebeugt werden. Diese Summe wurde aufgrund eines 40-Jahres-Plans erstellt, welcher eine Produktion von 97,5 Terrawattstunden vorsieht (Pfeifer, 2014, S. 12).

10.8 Co-Tricity

Das Projekt Co-Tricity testet anhand eines lokalen Marktes den Kauf und Verkauf von Solarstrom. Im Vordergrund steht hier vor allem die Transaktion im C2B-Bereich. Stromproduzenten offerieren ihre Überproduktion kleineren Unternehmen in der Umgebung. Dieses Überangebot entsteht vor allem dadurch, dass private Haushalte zur Mittagszeit am wenigsten Strom verbrauchen, die Produktion jedoch am höchsten

ist. Mithilfe der Blockchain-Technologie werden monetäre Anreize geschaffen, welche den Handel effizient gestalten. Durch digitale Währungseinheiten können sich Konsumenten ihren sparsamen Stromverbrauch abgelten lassen. Solange der Anreiz des Unternehmens für den Konsumenten geringer ist als die Kosten des Stromes am üblichen Strommarkt, entsteht für beide Parteien ein positives Geschäft (TRENDONE, 2017).

10.9 Grid Singularity

Das Wiener Start-up schafft einen digitalen Marktplatz, auf welchem zukünftig ein direkter Handel zwischen allen Teilnehmern stattfinden kann. Mithilfe der Blockchain-Technologie sollen komplexe Kraftwerksbewertungen vereinfacht, stabile Netze geschaffen sowie Markteintrittsbarrieren in den Energiemarkt beseitigt werden. Nutzer sollen selbst entscheiden können, mit welchem Partner Informationen ausgetauscht und ein Handel durchgeführt werden soll. Der Informationsaustausch könnte der Verkauf von Strom sein, die Leistung einer Batterie, aber auch Vorgänge in Kraftwerken oder Netzen (Industriemagazin, 2017, S. 25 ff.).

10.10Kiwigrid

Kiwigrid verfolgt das Ziel, durch den Einbau von Smart-Meter-Komponenten sowie intelligenten Steckern und Softwareprogrammen den Stromverbrauch eines Haushaltes so zu steuern, dass dieser mit einer eigens am Dach installierten Solaranlage auskommt. Die Steuerung und Optimierung von Energieflüssen soll durch die Blockchain-Technologie vereinfacht werden (swe, 2011, S. 13).

10.11Scanergy

Scanergy ist ein EU-unterstütztes Projekt in Brüssel, welches es Prosumern erlaubt, den von ihnen erzeugten Grünstrom (Wind- oder Solaranlage) mit anderen Teilnehmern zu „tauschen“. Produziert ein Haushalt mehr Strom, als er gerade selbst verbraucht, bekommt er durch die Einspeisung in ein lokales Netz bestimmte Einheiten einer Kryptowährung (NRGcoin genannt) gutgeschrieben. Kommt er jedoch in die Situation, dass der eigene Bedarf höher als die Produktion ist, können die angesammelten Geldeinheiten wieder in Strom getauscht werden. Ebenso besteht die Möglichkeit, das virtuelle in reales Geld umzutauschen (Hiller, 2016).

10.12Next Kraftwerke

„Next Kraftwerke“ ist ein bereits umgesetztes Projekt, welches ohne Eigenanlagen am Markt Strom vertreibt. „Next Kraftwerke“ verbindet Erzeuger aus erneuerbaren Energien mit Verbrauchern in jenem Ausmaß, welches die Netze sowie andere Betreiber zulassen. Mittels selbst entwickelter Algorithmen analysiert „Next Kraftwerke“ den Markt und kann daher sagen, wann für Erzeuger die wertvollste Zeit zur Produktion sowie für Produzenten der günstigste Moment für den Verbrauch ist. Durch diese Geschäftsidee will das Unternehmen einen nachhaltigen Weg in Richtung 100 % Stromversorgung aus erneuerbaren Energien gehen (Next Kraftwerke, 2017).

11 Fazit und Empfehlungen / Conclusio

Die Blockchain-Technologie ist eine relativ junge und noch nicht ausgereifte Technologie, welche sich spezialisierter entwickeln muss, um einen höheren Nutzen stiften zu können. Aktuell wird sie in vielen Bereichen getestet, wodurch einige Schwachstellen aufgedeckt werden. Sowohl die Risiken wie auch das Potential dieser Technologie sind noch nicht abschätzbar. Auch öffentliche regulierende Institutionen müssen sich auf die Verbreitung der Blockchain-Technologie und dadurch entstehende neue Marktsituationen einstellen (Kosta et al., 2016, S. 45).

Das Thema Blockchain ist im Energiesektor weit verbreitet. Energieversorger befürchten, dass Stromlieferungen zwischen dezentralen Erzeugern und Verbrauchern ohne Zwischenhändler abgewickelt werden, womit ihnen Entgelte abhandenkommen. Demgegenüber steht der Wunsch nach wirtschaftlichen Möglichkeiten mithilfe der Blockchain-Technologie. Mit neuen Marktteilnehmern sollen neue Geschäftsmodelle entwickelt und umgesetzt werden, welche die Energiewirtschaft revolutionieren. Im Vordergrund steht dabei die Zahlungsabwicklung in Echtzeit bei einer großen Anzahl von Produzenten. Immer mehr PV-Anlagen sowie smarte Anlagen erfordern Automatismen und Standardisierungen, welche mit der Blockchain-Technologie möglich sind (Strüker, 2017, S. 5).

Edelmann von Ernst & Young GmbH weist darauf hin, dass Unternehmen bestehende Mechanismen und Unternehmenshierarchien auflockern bzw. sogar auflösen müssten, um neue Geschäftsmodelle unter der Verwendung der Blockchain-Technologie implementieren zu können. Beharren Manager in etablierten Unternehmen weiterhin auf ihren abgegrenzten Bereichen, wird eine übergreifende Automatisierung und Digitalisierung von Prozessen nicht möglich sein. Aufgrund dieser Überlegung befinden sich Start-ups im Vorteil, da diese flexibler in ihrer Organisation sind und dadurch schneller auf Marktänderungen reagieren können (Nallinger, 2017, S. 2).

Günter Pauritsch, Mitarbeiter der Energy Agency, ist der Überzeugung, dass Digitalisierung und Geschäftsmodelle basierend auf der Blockchain-Technologie in Zukunft nicht mehr aus der Strombranche wegzudenken sein werden. Er geht noch weiter und behauptet, dass ohne Digitalisierung eine erfolgreiche Energiezukunft nicht möglich sei. Aufgrund dieser Technologien würden neue Möglichkeiten umgesetzt und realisiert, da der Ausbau an erneuerbaren Energieträgern limitiert sei. Strom müsse in Zukunft intelligent verwendet und nicht verschwendet werden, wodurch weiterhin neue Geschäftsmodelle entstehen (Pauritsch et al., 2017, S. 6).

Die Blockchain-Technologie birgt noch viele Möglichkeiten, ihr potentieller Beitrag zur Energiewende kann aktuell nicht abgeschätzt werden. Es fehlen derzeit sowohl die Evidenz, dass die Blockchain-Technologie hinsichtlich der Energie- und Emissionsbilanz tatsächlich einen positiven Einfluss auf den Energiesektor nehmen kann, wie auch der Gegenbeweis, welcher die negativen Aspekte bestätigen würde. Nur weil Unternehmen aufgrund der Blockchain-Technologie monetäre Anreize und Ersparnisse erwarten, ist das noch kein Garant, dass dieser Geldbetrag für die Energiewende herangezogen wird.

Die Chance besteht, dass sich die Technologie durchsetzt und eine messbare Effizienzsteigerung in der Energiewirtschaft festgestellt wird. Im nächsten Schritt kann die Blockchain-Technologie ältere Systeme und Prozesse ablösen. Bis dahin wird jedoch noch einige Zeit vergehen.

Auf der anderen Seite muss ebenso bedacht werden, welche Ressourcen in die Entwicklung weiterer Technologien sowie Geschäftsmodelle gesteckt werden sollen. Ebenso ist die benötigte Rechnerleistung für die im Einsatz befindlichen Computer nicht zu unterschätzen, welche einen höheren Strombedarf als normale Privat-Computer aufweisen.

Im Moment entsteht der Eindruck, dass viele Unternehmen einen gewissen Beitrag zur Energiewende leisten, doch nicht alle an einem gemeinsamen Strang ziehen, um die

gewünschten Klimaziele zu erreichen. Dies könnte in der Furcht am Verlust einer Vormachtstellung begründet sein, niemand will Wissen preisgeben. Unternehmen sehen sich selbst als first mover und versuchen weniger die Umwelt zu entlasten und die definierten Ziele zu erreichen, als vielmehr den höchstmöglichen Profit zu generieren. Unternehmen verwenden die Blockchain-Technologie vorrangig, um interne Strukturen sowie Abläufe zu standardisieren und zu beschleunigen.

Ergänzend soll nicht unerwähnt bleiben, dass die Blockchain-Technologie Prozesse oder bereits etablierte Dienste nur schwer ersetzen wird. Vielmehr steht hier die Unterstützung durch diese neue Technologie im Vordergrund. Durch Standardisierungen werden neue Rahmenbedingungen geschaffen, wodurch der Anwendungsbereich konsumentenfreundlicher gestaltet wird und sich der Allgemeinheit öffnet.

Betrachtet man die Entwicklungen der letzten Jahre, ist ein Trend absehbar, welcher Start-ups an die Spitze ihrer Branche setzt, ohne dabei hohe versunkene Kosten zu verursachen. Uber gilt beispielsweise als größtes Dienstleistungsunternehmen zur Personenförderung, ohne jedoch nur ein Taxi physisch zu besitzen. Hier steht ganz klar die Verteilung von bereits bestehenden Ressourcen im Vordergrund. Die effiziente Nutzung von Fahrzeugen gewinnt an Bedeutung.

Ein weiteres Beispiel für die effiziente Nutzung von Ressourcen wäre AirBnB. In diesem Fall wird temporär ungenutzter Wohnraum anderen Personen zur Verfügung gestellt, ohne dass AirBnB nur einen Wohnraum selbst im Anlagevermögen besitzt.

Beide Geschäftsmodelle stehen hier exemplarisch für die effiziente Nutzung von bereits vorhandenen Ressourcen, dem kostengünstigen Markteintritt sowie dem raschen Marktaufstieg. Diese Gefahr der neuen Konkurrenz sollte Energieversorgern bewusstwerden. Aufgrund neuer Technologien entstehen Plattformen, auf welchen Start-ups mit Hilfe von Blockchain-Technologie enorme Marktmacht gewinnen können.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass mit der Blockchain-Technologie die effizientere Nutzung von bereits bestehenden Energieressourcen gefördert werden kann. Durch eine gezielte Stromverwendung sowie die Vermeidung von Energieverschwendung kann die Technologie unterstützend für die Erreichung der Klimaziele des Pariser Klimaabkommens sein und eine Energiewende, weg von fossilen Energieträgern, herbeiführen.

Software-Systeme und Standardisierungen ermöglichen einen schnellen Umgang von Informationen. Durch den größeren und schnelleren Austausch von Daten können Strommengen best- und schnellstmöglich an die Endkunden verteilt und Kosten gespart werden. Jedoch soll zum Abschluss die Bedeutung der Stromnetze hervorgehoben werden, welche die Grundlage des Stromkreislaufs bilden. Selbst bei Anwendung der Blockchain-Technologie in vielen Bereichen wird ohne einem entsprechenden Netzausbau eine Energiewende im geplanten Ausmaß nicht umsetzbar sein.

Auf einem Symposium erwähnte der österreichische Bundesminister Mahrer, dass der aktuelle Status der Digitalisierung und Blockchain-Technologie vergleichbar mit dem „Gruß aus der Küche“ in einem Haubenlokal ist – es wird ein mehrgängiges Menü folgen (Mahrer, 2017).

12 Literaturverzeichnis

Auer, M. (2017). „Die kleinen Makel der grünen Stromfresser“. Die Presse vom 29.07.2017

AWP Finanznachrichten. (2017). „GDI-Tagung: Blockchain-Technologie zwischen Enthusiasmus und Blase“. AWP Finanznachrichten Nr. 692 vom 13.06.2017

Bernau, V., & Werner, K. (2016). „Sonnenstrom für die Nachbarn“. Tagesanzeiger vom 10.09.2016

Bollinger-Kanne, J. (2017). „Verkettete Netzstabilisierung“. VDI nachrichten NR. 28/29 vom 14.07.2017

Burger, C., Kuhlmann, A., Richard, P., & Weinmann, J. (Berlin, November 2016). „Blockchain in der Energiewende. Eine Umfrage unter Führungskräften der deutschen Energiewirtschaft“. Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) und ESMT European School of Management and Technology GmbH.

Cerbe, A. D. (Juni 2016). „Digitale Energienetze. Neue Hauptschlagadern der Energiewende“. Handelsblatt Journal im Juni 2016. Euroforum Deutschland SE.

Dümpelmann, M., Schlaak, T., & Schröder, T. (2017). 3. Handelsblatt Jahrestagung. Digitale Energiewirtschaft.

Eble, G. (2016). „Endkundenmarkt wird erst durch Blockchain effizient“. Interview mit Ingo Fiedler. ZfK - Zeitung für kommunale Wirtschaft Nr. 10/2016.

Edelmann, H., Fidan, M., Fleischle, F., Kuhn, S., Grabow, J. & Christiansen, T. (2016). „Geschäftsmodelle 2020“. Ernst & Young GmbH.

ener|gate Energie News. (2016a). „Kapferer: Digitalisierung erfordert Schnelligkeit, Mut und Kreativität“. ener|gate Energie News vom 23.09.2016.

ener|gate Energie News. (2016b). „Virtuelles Geld für die Solarstromernte“. ener|gate Energie News vom 15.11.2016.

ener|gate Energie News. (2016c). „Start-ups brauchen Partner“. ener|gate Energie News vom 23.11.2016.

ener|gate Energie News. (2017a). “Innogy will mit Blockchain Ladevorgänge abrechnen“. ener|gate Energie News vom 06.01.2017.

ener|gate Energie News. (2017b). „Strebl/Gönitzer: Die Einsatzchancen für Blockchain sind vielfältig". ener|gate Energie News vom 06.03.2017.

ener|gate Energie News. (2017c). „Deckers: Ohne regulatorische Anpassungen kann Blockchain nicht realisiert“. ener|gate Energie News vom 19.05.2017.

European Securities and Markets Authority (ESMA). (2016). „Discussion Paper. The Distributed Ledger Technology Applied to Securities Markets“.

Felbermayr, G. (2015). „Globalisierung und regionale Integration“. 68. Jahrgang. ifo Schnelldienst Heft 16/2015 vom 27.08.2015.

Gaulhofer, K. (2016). „Verbund-Chef: Förderung macht Ökostromanbieter träge". Die Presse vom 06.09.2016

Hasse, F., von Perfall, A., Hillebrand, T., Smole, E., Lay, L. & Charlet, M. (Düsseldorf, Juli 2016). „Blockchain – Chance für Energieverbraucher? Kurzstudie für die Verbraucherzentrale NRW“. PricewaterhouseCoopers Aktiengesellschaft Wirtschaftsprüfungsgesellschaft.

Heckmann, J., & Kaulartz, M. (2017). „Smart Contracts auf dem rechtlichen Prüfstand“. 65. Jahrgang. Die Bank Heft 01/2017.

Holthusen, J., Kufeld, S. & Glatz, F. (2016). „Vorstellung der Blockchain-Technologie Hallo, Welt!”. Deloitte Consulting GmbH.

Industriemagazin. (2017). "Wir haben eine Büchse der Pandora geöffnet". Industriemagazin Nr. 04/2017 vom 29.03.2017.

Kahlbrandt, L. (2017). „Virtuelle Kraftwerke im Energiewirtschaftsrecht. Mögliche Erscheinungsformen und daraus resultierende Rechtsfragen“. 21. Jahrgang. Zeitschrift für Neues Energierecht, Heft 05/2017

Kastrati, G., & Weissbart, C. (2016). „Kurz zum Klima: Blockchain - Potenziale und Herausforderungen für den Strommarkt“. 69. Jahrgang. ifo Schnelldienst Heft 23/2016 vom 8.12.2016

Kemfert, C. (März 2017). „Zukunftsfähiges Deutschland. Blaupause für den globalen Klimaschutz“. 35. Jahrgang. oekom verlag.

Kerscher, D. (August 2014). „Handbuch der digitalen Währungen“. Kemacon UG

Kosta, G., Mayer, M., Pichler, A., Schick, A., Sponring, M., & Steffen, F. (September 2016). „Österreichs Energiewirtschaft im Fokus. Die Branche im Umbruch“. PwC Österreich GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft.

Loidl, R., & Martens, P. (2017). „Dieser Mann elektrisiert die Industrie“. Industriemagazin Nr. 04/2017 vom 29.03.2017

Machnig, M. (2015). „Energiewirtschaft 4.0“. Handelsblatt Journal im Juli 2015.

Merz, M. (2016). „Einsatzpotenziale der Blockchain im Energiehandel“.

Nallinger, M. (2017). „Die alten Strukturen dominieren noch zu stark“. ZfK - Zeitung für kommunale Wirtschaft Heft 03/2017

Pauritsch, G., Brandauer, W., Hierzinger, R., Lechner, H., & Dolna-Gruber, C. (Mai 2017). „Digitale Transformation der Energiewelt“. Austrian Energy Agency – Österreichische Energieagentur.

Pfeifer, S. (2014). „Mit spezieller Währung Solarausbau forcieren“. Der Standard vom 15.05.2014.

Rabl, T., & Buchleitner, C. (Jänner 2017). „Blockchain und Smart Contracts“. ecolex 01 im Jänner 2017

Rhein-Zeitung. (2017). „“" Blockchain" soll Hacker stoppen. Sicherheit Neue Softwaretechnologie könnte Kettenreaktionen verhindern“. Rhein-Zeitung vom 27.05.2017

Ruhm, F. (2016). „Energie aus der Wende“. Gewinn Nr. 11/2016 vom 02.11.2016.

Schlatt, V., Schweizer, A., Urbach, N. & Fridgen, G. (2016). „Blockchain: Grundlagen, Anwendungen und Potenziale“. Projektgruppe Wirtschaftsinformatik des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Informationstechnik FIT.

Schneider, A. (2017a). „Digitalisierung der Energiewirtschaft – Erste Anwendungen der Blockchain-Technologie“. GENIOS BranchenWissen vom 24.01.2017.

Schneider, A. (2017b). „Erneuerbare global - Make renewables great (again)“. GENIOS BranchenWissen vom 20.02.2017.

Streicher, W., Schnitzer, H., Titz, M., Tatzber, F., Heimrath, R., Wetz, I., Hausberger, S., Haar, R., Kalt, G. Damm, A., Steininger, K & Oblasser, S. (2010). „Energieautarkie für Österreich 2050“.

Strüker, J. P. (2016). „Bit für Bit in das Internet der Energie“. Handelsblatt Journal im Juni 2016.

Strüker, J. P. (2017). „Hype oder Heilsbringer. Blockchain in der Energiewirtschaft“. Handelsblatt Journal im Jänner 2017.

swe. (Hannover, 2011). „Smart Metering setzt sich nur langsam durch“. VDI NR. 09 vom 04.03.2011. VDI Verlag GmbH.

Wallner, H. (2017). „STROM SPAREN, ABER RICHTIG“. Profil Nr. 13/2017 vom 27.03.2017

Weidmann, J. (2017). „Betreiber müssen ihre Systeme immer wieder auf den Prüfstand stellen und fortentwickeln“. 70. Jahrgang. Zeitschrift für das gesamte Kreditwesen Heft 12/2017.

Wenzel, E. (2015). „Energiewende 2.0: Wie die Digitalisierung unsere Märkte auf den Kopf stellt“. Handelsblatt Journal im Juli 2015.

Wetzel, D. (2017a). „Die Tür in eine völlig neue Energiewelt“. Welt online vom 03.05.2017.

Wetzel, D. (2017b). „KURZSCHLUSS oder Wie viel Strom verbraucht ein Windrad“. Welt am Sonntag vom 23.07.2017.

WIRTSCHAFTS-INFORMATIONS-DIENST ENERGIE, (2016). „Europa: Zuwachs bei erneuerbaren Energien“. WIRTSCHAFTS-INFORMATIONS-DIENST ENERGIE vom 06.04.2016.

Wolf, S. (2016). „Klimaziele für Österreich“. Die Wirtschaft Nr. 02/2016 vom 25.04.2016.

Zdrzalek, L. (2017). „Wie Konzerne mit Blockchain experimentieren“. WirtschaftsWoche online vom 21.03.2017.

Zöchbauer, F. (2017). „Blockchain: Ein neuer Puzzlestein für den Energiemarkt der Zukunft“. VERBUND AG Power Facts Ausgabe 26 im Februar 2017.

13 Online-Quellen

Amprion. „Bilanzkreise“. https://www.amprion.net/Strommarkt/Bilanzkreise/, abgerufen am 8.9.2017

APA. (18.01.2015). „Wasserkraftprojekte auf Eis“. https://derstandard.at/2000029259937/Niedriger-Strompreis-Wasserkraftprojekte-auf-Eis, abgerufen am 13.09.2017

Badertscher, M. (23.12.2016). „Bitcoin explodiert – das sind jetzt die 8 Risiken“. http://www.handelszeitung.ch/blogs/bits-coins/bitcoin-explodiert-das-sind-jetzt-die-8-risiken-1301885, abgerufen am 12.9.2017

Bergmann, C. (13.1.2017). „Warum die deutsche Energiewirtschaft auf Blockchain steht“. https://bitcoinblog.de/2017/01/13/warum-die-deutsche-energiewirtschaft-auf-blockchain-steht/, abgerufen am 8.9.2017

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. (kein Datum). „Die nächste Phase der Energiewende kann beginnen“. https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/energiewende.html, abgerufen am 8.9.2017

Conrads, L (16.1.2017). „Blockchain in der Energiewirtschaft“. http://www.energieagentur.nrw/finanzierung/blockchain_in_der_energiewirtschaft1, abgerufen am 12.9.2017

Deloitte Consulting GmbH (März 2016). „Vorstellung der Blockchain-Technologie“. Seite 2. https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/Innovation/Vorstellung%20der%20Blockchain-Technologie.pdf, abgerufen am 8.9.2017

Kemacon UG Diermann, R. (14.8.2016). „Wie Blockchain-Technik das Energiesystem revolutionieren kann“. http://www.sueddeutsche.de/wissen/energie-wie-blockchain-technik-das-energiesystem-revolutionieren-kann-1.3117309, abgerufen am 12.9.2017

Geiling, L. (15.2.2016). „Distributed Ledger: Die Technologie hinter den virtuellen Währungen am Beispiel der Blockchain“. https://www.bafin.de/SharedDocs/Veroeffentlichungen/DE/Fachartikel/2016/fa_bj_1602_blockchain.html, abgerufen am 8.9.2017

Gierow, H. (31.8.2016). „Ein Drittel aller Bitcoin-Börsen wurde gehackt“. https://www.golem.de/news/blockchain-technologie-ein-drittel-aller-bitcoin-boersen-wurde-gehackt-1608-122975.html, abgerufen am 12.9.2017

Greveler, U. (16.6.2016). „Blockchain-Mania: Smart Contracts“. https://scilogs.spektrum.de/datentyp/blockchain-smart-contracts/, abgerufen am 12.9.2017

GrünStromJetons (5.10.2016). „GrünStromJetons machen den Ökostromverbrauch sichtbar“. http://jetons.stromstunde.de/pressemitteilung/launch, abgerufen am 12.9.2017

Haase, F., von Perfall, A., Hillebrand, T., Smole, E., Lay, L., Charlet, M. Studie PricewaterhouseCoopers AG (26.7.2016). „Blockchain – Chance für Energieverbraucher?“. https://www.verbraucherzentrale.nrw/media242404A, abgerufen am 8.9.2017

Hiller, S. (20.11.2016). „Energiewende mit der Blockchain: Schlüssel zum Smart-Grid?“. http://energyload.eu/energiewende/international/energiewende-mit-der-blockchain/, abgerufen am 12.9.2017

Horch, P. (10.02.2018). „Was zu Ledger – Teil 1: Distributed-Ledger-Technologie vs. Blockchain“. https://www.btc-echo.de/was-zur-ledger-teil-1-distributed-ledger-technologie-vs-blockchain/, abgerufen am 13.04.2018

Janzing, B. (2017). „Bitcoin verbraucht zu viel Strom“. http://www.taz.de/!5462709/, abgerufen am 13.04.2018

Jentzsch, N. (1.8.2016). „Die Blockchain-Technik elektrisiert die Finanzwelt. Das Potenzial der neuen Technik ist gewaltig. Allerdings dürfen die Risiken von Blockchain nicht übersehen werden.“. http://www.focus.de/finanzen/experten/diw/finanzen-blockchain-revolution-der-finanzwelt_id_5781212.html, abgerufen am 12.9.2017

Karaklajic, D & Egger, P. (2017). „Blockchain-Sicherheit”. https://www2.deloitte.com/ch/de/pages/risk/articles/blockchain-security.html, abgerufen am 18.9.2017

Leadvise (2017). „Wir zeigen Ihnen, wie Sie Chancen und Risiken frühzeitig erkennen und bewerten“. http://www.leadvise.de/latest-thinking/blockchain/, abgerufen am 12.9.2017

Mahrer, H. (25.9.2017). „5G wird neue Formen der Kommunikation ermöglichen“. https://www.horizont.at/home/news/detail/harald-mahrer-5g-wird-neue-formen-der-kommunikation-ermoeglichen.html, abgerufen am 5.6.2018

Märtel, C. (1.9.2016). „Rettet Brooklyns Blockchain die deutsche Energiewende?“. http://www.energie-experten.org/experte/meldung-anzeigen/news/rettet-brooklyns-blockchain-die-deutsche-energiewende-4624.html, abgerufen am 8.9.2017

Next Kraftwerke. „Über uns“. https://www.next-kraftwerke.de/unternehmen, abgerufen am 12.9.2017

Ponton Gmbh (2015). „Ponton goes Blockchain“. http://www.ponton-consulting.de/index.php?option=com_content&view=article&id=35%3Aponton-goes-blockchain&catid=7%3Anews&Itemid=2&lang=de, abgerufen am 8.9.2017

Schmidt, O. (22.9.2015). „Smart Contracts: Vertragsabwicklung durch Computer“. https://www.datenschutzbeauftragter-info.de/smart-contracts-vertragsabwicklung-durch-computer/, abgerufen am 12.9.2017

Schulz, B. (28.1.2016). „Das ärgert Betrüger“. http://www.zeit.de/2016/03/blockchain-bitcoin-digital-sicherheit-anonymitaet, abgerufen am 18.9.2017

Schweizerische Energie-Stiftung. „Fossile Energien“. http://www.energiestiftung.ch/fossile-energien.html, abgerufen am 8.9.2017

Streicher, W., Schnitzer, H., Titz, M., Tatzber, F., Heimrath, R., Wetz, I., Hausberger, S., Haas, R., Kalt, G., Damm, A., Steininger, K. & Oblasser, S. (Dezember 2010). „Energieautarkie für Österreich 2050“. https://www.klimafonds.gv.at/assets/Uploads/Studien/Energieautarkie205012pt20110308Final.pdf, abgerufen am 8.9.2017

TRENDONE (2017). „Blockchain und die Energiewirtschaft“. http://futuregram.trendone.com/blockchain/blockchain-und-die-energiewirtschaft/, abgerufen am 12.9.2017

Tönjes, R. (2014). „Hochschule Osnabrück erforscht das Umweltbewusstsein“. https://www.noz.de/lokales/osnabrueck/artikel/492930/hochschule-osnabruck-erforscht-das-umweltbewusstsein, abgerufen am 13.09.2017

Wienhold, C. (26.9.2017). „Mit Partnern aus Baden-Württemberg die Energiewende 2.0 angehen“. https://www.dialog-energie-zukunft.de/energiewende-2-0/, abgerufen am 8.9.2017

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides Statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe.

Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.