

Woher kommt mein Ökostrom wirklich? Mit Blockchain gegen Greenwashing

Andreas Zeiselmaier¹, Alexander Bogensperger¹, Jonte Zarth¹, Michael Hinterstocker², Florian Haberkorn²

¹Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V., ²Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH, Am Blütenanger 71, 80995 München

Die Blockchain-Technologie dient als manipulationssichere, transparente, verfügbare und verteilte Plattform für die gemeinsame Datenhaltung und Datenverarbeitung bei Integration verschiedenster Stakeholder. Gerade im Kontext der Energiewirtschaft mit einer Vielzahl von Akteuren und Prozessinteraktionen können diese Eigenschaften einen Mehrwert leisten. Die besondere Stärke der Technologie zeigt sich vor allem in der Bereitstellung einer digitalen Infrastruktur für energiewirtschaftliche Anwendungsfälle.

Zur Analyse möglicher Anwendungsfälle hat die FfE gemeinsam mit acht Projektpartnern aus den Bereichen Energieversorgung, Netzbetrieb, Technologie und Branchenverband das Projekt B10X „Blockchain – Chance zur Transformation der Energiewirtschaft?“¹ durchgeführt. Im Rahmen des Projekts wurden elf gemeinsame Workshops mit insgesamt 161 beteiligten Experten aus den Unternehmen durchgeführt, um anhand einer einheitlichen Methodik und auf Basis einer technologischen Analyse der Blockchain energiewirtschaftliche Anwendungsfälle zu identifizieren [1]. Aus dem intensiven Austausch resultieren über 90 potenzielle Anwendungsfälle [2]. Diese umfassen ein sehr breites Feld und reichen von Labeling über Systemdienstleistung bis hin zu Finanzierungsmodellen, Asset Management oder Prozessoptimierung. In einem nächsten Schritt werden mittels einer strukturierten Analyse besonders aussichtsreiche Anwendungsfälle im Detail analysiert [3]. Einer dieser ausgewählten Anwendungsfälle stellt die Stromkennzeichnung erneuerbarer Energien dar.

Stromkennzeichnung erneuerbarer Energien

Strom als homogenes Gut weist per se keine Qualitätsmerkmale und Differenzierungsmöglichkeiten auf. Stromkennzeichnung dient dazu, dennoch eine Unterscheidung der Erzeugungsarten und eine Zuordnung zum Verbrauch zu ermöglichen. Ziel ist dabei unter anderem, die Position des Letztverbrauchers zu stärken und ihm durch Kaufentscheidung und Konsumverhalten einen Einfluss auf die (Entwicklung der) Stromerzeugung zu ermöglichen.

Die Gesetzesgrundlage zur Stromkennzeichnung wurde im Jahr 2005 verabschiedet und prägt diese bis heute maßgeblich. Sie stammt aus der Zeit einer Energieversorgung, in der Erzeugungslastgänge weitestgehend repetitiv und prognostizierbar waren. So bilden lange Bilanzierungszeiträume von einem Jahr noch heute die Grundlage für die Ausweisung von Energieträgern und Erzeugungsarten (siehe § 42 EnWG und § 78 EEG). Dies führt jedoch zu einer zeitlichen Entkopplung von Verbrauch und

¹ www.ffe.de/b10x

zugeordneter Erzeugung. Durch die rein bilanzielle Zuweisung von Herkunftsnachweisen zur entsprechenden (physikalischen) Megawattstunde Energie müssen folglich keine flexiblen Erzeugungsprofile mit individuellen Verbrauchslastgängen in Einklang gebracht werden. Somit ist es für die Ausweisung von regenerativ erzeugtem Strom ausreichend, wenn der über das Jahr verbrauchte Strom bilanziell der Einspeisung entspricht. Das System bietet also keinen direkten Anreiz für einen verbrauchsorientierten Ausbau der erneuerbaren Energien. Dies führt dazu, dass dem aktuellen System der Vorwurf des „Greenwashings“ entgegengebracht wird [4]. Eine Anpassung der Stromkennzeichnung mit höherer Auflösung und einer transparenten und genauen Zuordnung von Herkunftsnachweis und Energiemenge könnte diesen Ausbau hingegen positiv beeinflussen.

Status-Quo

Die Entkopplung von Herkunftsnachweisen (HKN) und Lieferverträgen ermöglicht es derzeit, „Grünstrom“-Zertifikate frei zu handeln. Ausgehend von regionalen Überangeboten an Strom aus erneuerbaren Energien, wie beispielsweise in den skandinavischen Ländern durch hohe Wasserkrafterzeugung, kommt es auf europäischer Ebene zu einer Entkopplung von bilanziellen Herkunftsnachweisen und physischer Energielieferung. [5], [6], [7]. Dies ermöglicht aus Marketingsicht eine Doppelverwendung der regenerativ erzeugten Energiemenge. Physikalisch geht ein regionaler Stromkunde korrekterweise von einer „Belieferung“ mit Strom aus erneuerbaren Energien aus; bilanziell könnten die dazugehörigen Herkunftsnachweise jedoch theoretisch an die Lieferanten von Stromkunden in Süd- oder Mitteleuropa verkauft sein, welche ebenfalls von einer „Belieferung“ mit Strom aus erneuerbaren Energien ausgehen. Dieser Umstand ist vielen Stromkunden nicht unmittelbar bewusst und kann derzeit nicht transparent nachvollzogen werden. Insofern könnte eine transparenter gestaltete Umsetzung die korrekte und untrennbar bilanziell und zeitaufgelöste Zuordnung von Erzeugung und Verbrauch ermöglichen. Dies würde nicht zuletzt auch einen wertvollen Beitrag zum Verbraucherschutz leisten.

Aus Sicht des Letztverbrauchers erschweren die zuvor beschriebenen Gegebenheiten eine fundierte Bewertung des Stromlieferanten hinsichtlich der Spezifikation des belieferten Stroms. Informationen wie Herkunftsort, Erzeugungsart und Alter der Anlage werden ausschließlich im Herkunftsnachweisregister (HKNR) des Umweltbundesamts (UBA) geführt, welches für den Letztverbraucher nicht einsehbar ist. Zwar existiert eine Vielzahl an Gütesiegeln mit teils unterschiedlichen Bewertungskriterien, welche die Tätigkeiten der Lieferanten überprüfen und dem Verbraucher die Kaufentscheidung erleichtern sollen; durch die uneinheitlichen Zertifizierungskriterien wird jedoch eine Vergleichbarkeit der Gütesiegel erschwert. [8]

Blockchain-basierte Konzeptansätze

Eine Neukonzeptionierung der Stromkennzeichnung sollte zwei Grundanforderungen gerecht werden: Zum einen sollte sie hochaufgelöste Bilanzierungszeiträume darstellen können und zum anderen eine lückenlose Dokumentation von Stromerzeugung bis zum Verbrauch gewährleisten.

Die Grundeigenschaften der Blockchain-Technologie erlauben eine Verbesserung des aktuellen Prozesses. So können u. a. Herkunftsnachweise und die korrespondierende erzeugte Strommenge transparent und untrennbar auf der Blockchain dokumentiert werden. Diese zeitlichen Abläufe können

hochauflösend dokumentiert und mithilfe von Smart Contracts der Prozess weiter automatisiert werden.

An der Forschungsstelle für Energiewirtschaft wurden drei Konzeptansätze entwickelt, welche an verschiedenen Prozessebenen der bestehenden Stromkennzeichnung ansetzen (vgl. Abbildung 1) [9], [10]:

1. **nachgelagerte Prüf-Ebene:** Qualitätssteigerung durch Einführung eines Blockchain-Siegels
2. **Kommunikations- und Datenmanagement-Ebene:** Prozessoptimierung durch behördlich moderiertes Blockchain-Register
3. **Plattform-Ebene:** Neukonzeption der Stromkennzeichnung durch Peer-to-Peer Herkunftsnachweise

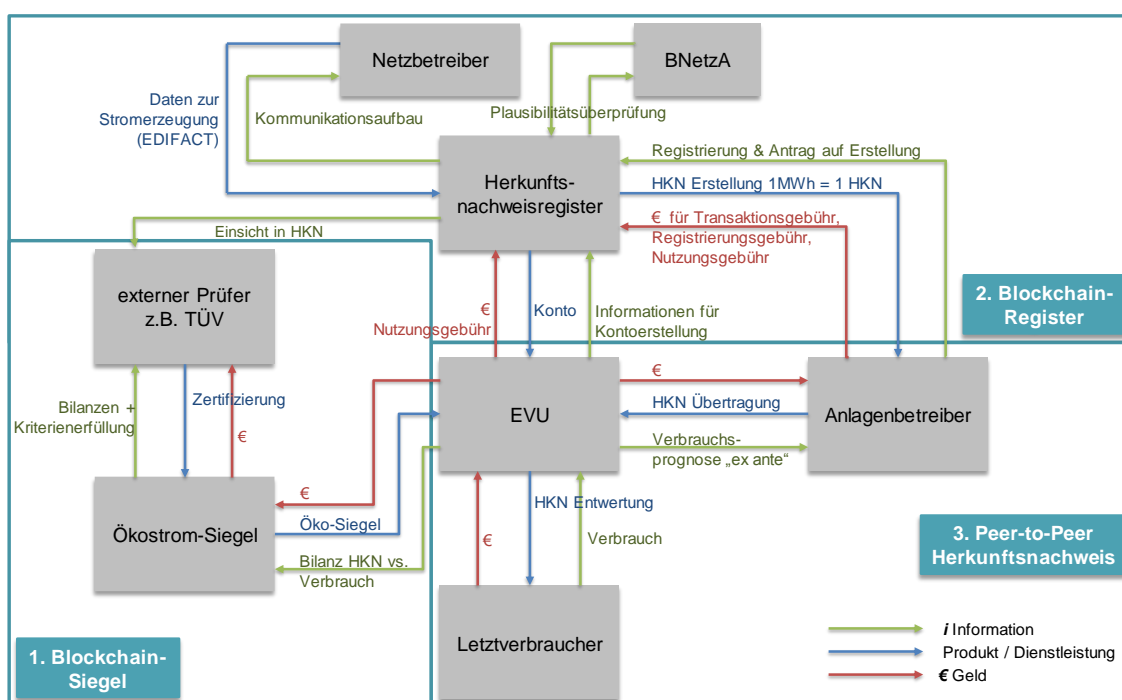


Abbildung 1: Ökostrom-Zertifizierung - Status Quo² und mögliche Konzeptansätze einer Blockchain-Umsetzung (Visualisierung angelehnt an das e³ value Model)

1. Blockchain-Siegel

Das erste Konzept, ausgehend vom Status quo der Zertifizierung (in Deutschland), setzt auf der Ebene der unregulierten nachgeordneten Zertifizierung durch Siegelvergabestellen an. Innerhalb der nachgelagerten Ebene der Stromkennzeichnung kann der Konzeptansatz des Blockchain-Siegels eine transparente und verbraucherfreundliche Bewertungsübersicht der verschiedenen Stromlieferanten geben. Das Konzept ist im derzeit geltenden Rechtsrahmen und damit parallel zu bestehenden Prozessen umsetzbar. Der Blockchain kommt dabei die Rolle einer manipulationssicheren Siegelvergabe zu, wobei die Prüf- und Bewertungskriterien transparent sind. Die Blockchain hätte

² Kosten für HKNR-Verwaltungsaufwände fallen für Registrierung, Nutzungsgebühr, Transaktion (Erstellung, Übertragung, Entwertung) und Änderung von Anlagendaten an.

hierbei Zugriff auf das HKNR und würde zudem über eine Schnittstelle zum Lieferanten verfügen, über welche sie Informationen zur Stromlieferung erhalten könnte. Über einen Smart Contract werden diese Informationen gegenübergestellt und geprüft. Wenn die verkaufte, als regenerativ erzeugter Strom deklarierte Strommenge identisch der beim Umweltbundesamt erworbenen HKN ist, wird über die Blockchain öffentlich einsehbar ein Siegel für den Lieferanten ausgestellt. Dieser Nachweis stellt somit eine Alternative zu bestehenden Ökostrom-Siegeln dar. Ferner erlaubt es dieses Konzept, ebenso wie bisher lediglich 1 HKN für 1 MWh zuzuordnen und kann somit die gewünschte hochauflösende Dokumentation nicht gewährleisten. Der Mehrwert liegt somit lediglich in der automatisierten Überbrückung externe Prüfer. Dieses Nachweissystem kann voraussichtlich ohne notwendige vorausgehende regulatorische Anpassungen des Gesetzgebers implementiert werden.

2. Blockchain-Register

Der zweite Ansatz setzt an der Kommunikations- und Datenmanagement-Ebene an, mit dem Ziel einer zeitlich und bilanziell hochauflösenden transparenten Dokumentation von HKN. Das Blockchain-Register würde demnach an die Stelle des aktuellen HKNR treten. Die Marktkommunikation würde sich dadurch jedoch verbessern lassen, da durch den direkten Handel von HKN auf der Blockchain Verwaltungsaufwände durch Prozessautomatisierung verringert und Ineffizienzen durch einheitliche Systemschnittstellen zur Blockchain vermieden werden können. Eine unmittelbare Information des Stromerzeugers, der für jede erzeugte kWh erneuerbaren Stroms einen HKN auf der Blockchain erzeugt, garantiert den nachvollziehbaren und gekoppelten Verbrauch von physikalischer Strommenge und bilanziellen HKN in beliebiger zeitlicher Auflösung. Der derzeitige Zusammenhang 1 MWh = 1 HKN kann somit aufgelöst werden, was perspektivisch zudem die Integration beliebig kleiner Erzeugungsanlagen ermöglicht. Eine Prozessoptimierung auf behördlicher Seite könnte durch eine Novellierung des Herkunftsnachweisregisters auf Basis der Blockchain-Technologie erfolgen. Dabei ist eine Standardisierung und Zusammenlegung der unterschiedlichen nationalen Register im europäischen Elektrizitätsbinnenmarkt nach EU-Richtlinie 2009/72/EG möglich.

3. Peer-to-Peer Herkunftsnachweis

Setzt man bei der Neukonzeption der Stromkennzeichnung noch eine Prozessebene höher an, kann die Zertifizierung von Ökostrom auf Basis eines Peer-to-Peer Herkunftsnachweises entwickelt werden. Die Kennzeichnung von Strom ist demnach kein singuläres Ereignis, sondern ein dynamischer Prozess, der Erzeugung und Verbrauch in kurzen Zeitintervallen einander zuordnet. So wird eine anlagenscharfe Zuordnung gewährleistet und weiter ein regionaler Nachweis der Erzeugung ermöglicht. Im Rahmen des Projekts wurde an der FfE ein Proof-of-Concept für diese Umsetzungsvariante auf Basis der Blockchain-Plattform Ethereum³ umgesetzt.

Vor dem Hintergrund der steigenden Dezentralität und dem zunehmenden Digitalisierungsgrad wird eine Einbindung dezentraler Kleinanlagen in das Energiesystem an Bedeutung zunehmen. So ist zu erwarten, dass die heutigen Prozesse in Zukunft auf diese veränderten Gegebenheiten angepasst werden müssen. Eine Peer-to-Peer Lösung kann hier eine adäquate Alternative bieten.

³ www.ethereum.org

Zusammenfassung und Ausblick

Alle hier diskutierten Konzeptansätze zeigen Potenzial zur Optimierung der bestehenden Stromzertifizierung. Abbildung 2 zeigt einen Vergleich der drei Umsetzungskonzepte.







	1. Blockchain-Siegel	2. Blockchain-Register	3. Peer-to-Peer Herkunftsnachweis
Zusammenfassung	<p>Bilanzieller Nachweis von erzeugter und verbrauchter Energiemenge</p> <ul style="list-style-type: none"> Überbrückung von Prüfinstanzen für Ökostrom-Siegel Schnittstelle für Verbraucher zur Einsicht denkbar 	<p>Herkunftsnachweisregister auf der Blockchain</p> <ul style="list-style-type: none"> Prozessoptimierung und Schnittstellenminimierung Hochauflösende Bilanzierungszeiträume möglich (1 HKN ≠ 1 MWh) EU-weite Standardisierung möglich 	<p>Direkte Verbindung von Verbraucher und Erzeugungsanlage</p> <ul style="list-style-type: none"> Überbrückung von sämtlichen Intermediären Direkte Messung und Zuordnung von erzeugter und verbrauchter Energie
Notwendige Schnittstellen	 Herkunftsnachweisregister, EVU	 Anlagenbetreiber, EVU	 Anlagenbetreiber, Letztverbraucher
Labeling Zeitpunkt	 Jährlich (ex-post)	 Kurzfristig möglich (ex-post)	 Kurzfristig möglich (ex-post)
verbrauchsscharf	✓	✓	✓
zeitscharf		✓	✓
anlagenscharf		✓	✓
verbraucherscharf			✓
Einsicht für Verbraucher	(✓)	(✓)	✓

Abbildung 2: Konzeptioneller Vergleich der drei unterschiedlichen Implementierungsmöglichkeiten für den Herkunftsnachweis mittels Blockchain

Das Blockchain Siegel als Konzept mit dem kürzesten Umsetzungshorizont nutzt die Blockchain-bedingten technischen Eigenschaften der Transparenz und Manipulationssicherheit bei großer Verfügbarkeit, um dem Letztverbraucher die korrekte bilanzielle Verknüpfung von verkaufter Strommenge und gekaufter HKN des EVU zu garantieren. Es setzt somit an der nachgelagerten Zertifizierungsebene an, welche heute von verschiedenen Zertifizierungsstellen übernommen wird. Zwar ist eine anlagenscharfe Zuordnung theoretisch möglich, doch kann weiterhin nur eine retrospektive, zeitlich und bilanziell niedrigauflösende Zuordnung vorgenommen werden (1 HKN = 1 MWh).

Das zweite Konzept des Blockchain-Registers optimiert den Handel und die Zuordnung der HKN, indem sie das HKNR des UBA ersetzt und eine einheitliche Systemschnittstelle garantiert. Durch die Integration der Blockchain in die Kommunikations- und Datenmanagement-Ebene kann eine anlagenscharfe, zeitlich und bilanziell hochauflösende Zertifizierung erfolgen (1HKN ≠ 1 MWh). Eine direkte Zuordnung zum einzelnen Verbraucher ist allerdings nur über Umwege möglich. Eine zeitnahe Umsetzung ist technisch möglich, auch wenn durch folgende Pilotprojekte Fragen bzgl. der Skalierbarkeit beantwortet werden müssen.

Die Neukonzeption der Stromzertifizierung auf Basis eines Peer-to-Peer Herkunftsnachweises bietet neben hoher zeitlicher und bilanzieller Auflösung auch eine eindeutige Zuordnung von Erzeugungsanlage zu Letztverbraucher. Im Rahmen des Projekts wurde hierzu bereits ein Proof-of-Concept umgesetzt und die Machbarkeit demonstriert. Denkbar wäre es, diesen Ansatz als

Mehrwertdienstleistung für Letztverbraucher zur Verfügung zu stellen und somit eine deutlich verbesserte Transparenz hinsichtlich Herkunft und zeitlicher Verfügbarkeit erneuerbarer Erzeugung zu erlauben. Eine regionale Zuordnung von Erzeugung und Verbrauch ist immanenter Teil des Konzepts und kann ohne Mehraufwand integriert werden. Diese Plattform kann perspektivisch auch als standardisierte Kommunikationsinfrastruktur für die Umsetzung weiterer Marktprozesse dienen [11].

Da für Anlagen, für die eine Förderung nach EEG in Anspruch genommen wird (aktuell ca. 90 % der regenerativen Erzeugung), keine Teilnahme am Herkunftsnachweisregister möglich ist (vgl. § 78 EEG), stellt dies den wesentlichen limitierenden Faktor hinsichtlich der Reichweite der beschriebenen Konzepte dar. Perspektivisch ist jedoch mit einer Zunahme potenziell teilnehmender Anlagen zu rechnen, deren EEG-Vergütung ausläuft. [12], [13], [14]

Eine Neugestaltung des Herkunftsnachweises könnte einen wesentlichen Mehrwert zur Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Stromflüsse für den Letztverbraucher und somit auch einen Anreiz zum weiteren Ausbau erneuerbarer Erzeugungsanlagen bieten. Zudem kann mit dem Einsatz der Blockchain der Vorwurf des Greenwashings entkräftet werden. Zwar bedarf der regulatorische Rahmen einer umfassenden Novellierung, doch lohnt es sich bereits jetzt, entsprechende Umsetzungs- und Pilotprojekte aufzusetzen, um in der Digitalisierung der Energiewende den nächsten Schritt einzuleiten. Die FfE plant derzeit gemeinsam mit ihren Projektpartnern ein Umsetzungsprojekt, welches wichtige Erkenntnisse zu Skalierung und technischer Umsetzung liefern kann.



Literatur

- [1] Bogensperger, Alexander; Zeiselmaier, Andreas, Hinterstocker, Michael: Die Blockchain-Technologie - Chance zur Transformation der Energieversorgung? - Berichtsteil Technologiebeschreibung. München: Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V. (FFE), 2018.
- [2] Bogensperger, Alexander; Zeiselmaier, Andreas; Hinterstocker, Michael; Dufter, Christa: Die Blockchain-Technologie - Chance zur Transformation der Energiewirtschaft? - Berichtsteil: Anwendungsfälle. München: Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V., 2018.
- [3] Hinterstocker, Michael; Dufter, Christa; von Roon, Serafin; Bogensperger, Alexander; Zeiselmaier, Andreas: Potential Impact of Blockchain Solutions on Energy Markets. In: 15th International Conference on the European Energy Market; Łódź: Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH, 2018.
- [4] FAQ - Herkunftsnachweisregister (HkNR) in: http://www.umweltbundesamt.de/energie/archiv/hknr/faq_hknr.pdf. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt (UBA), 2012
- [5] Köpke, Ralf et al.: E&M-Ökostrom-Branchenumfrage 2017. Hamburg: Energie & Management Verlagsgesellschaft mbH, 2017.
- [6] Marktanalyse Ökostrom - Endbericht. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt, 2014.
- [7] Kalinka, Claudia et al.: Ökostrom: Labels und Tarife - Marktuntersuchung zu niedersächsischen Tarifen und Bewertung gängiger Labels. Hannover: Verbraucherzentrale Niedersachsen e.V., 2016.
- [8] Grüner Strom-Label Kriterienkatalog 2015 Version 1.2. Bonn: Grüner Strom Label e.V., 2015.
- [9] Zeiselmaier, Andreas: Blockchain - Chance zur Transformation der Energieversorgung?. In: ZD.B Roadshow Blockchain 2018; München: Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V., 2018.
- [10] Zarth, Jonte: Stromkennzeichnung mittels Blockchain-Technologie zur Integration erneuerbarer Energien - Vergleich verschiedener Implementierungskonzepte und energiewirtschaftliche Potenzialanalyse. Masterarbeit. Herausgegeben durch die Technische Universität München, betreut durch die Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.: München, 2018.
- [11] Hinterstocker, Michael et al.: Faster switching of energy suppliers – a blockchain-based approach. In: Energy Informatics Volume 1 / 2018. Berlin: Springer Nature, 2018.
- [12] Association of Issuing Bodies: Certificate of Origin Annual Report 2016. Brüssel, Belgien: Association of Issuing Bodies, 2017.
- [13] Erneuerbare Energien in Zahlen - Nationale und internationale Entwicklung im Jahr 2016. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), 2017.
- [14] EEG in Zahlen: Vergütungen, Differenzkosten und EEG-Umlage 2000 bis 2018. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), 2017.