

Factsheet Distributed Ledger & Blockchain-Technologie

	 Transparenz	 (Organisationales) Lernen	 Kommunikation
Automatisierung	✓	✓	✓

Tabelle 1: Informationen zu Distributed Ledger & Blockchain-Technologie

Kategorie	
Beschreibung der Technologie	Bei der Blockchain-Technologie oder allgemeiner der Distributed Ledger Technologie (verteiltes Register) handelt es sich um eine stetig zunehmende Datei, die die Anpassungen aller beteiligten Akteure und Akteurinnen beinhaltet. Hierbei wird eine immer größer werdende Kette (Chain) aus Datenblöcken (Blocks) erzeugt. Die Datei ist dabei auf den Rechnern aller Akteure und Akteurinnen gleichzeitig gespeichert, statt auf einem zentralen Server. [1] Zentrale Elemente der Technologie sind Dezentralität, Transparenz und lückenlose Nachverfolgbarkeit der Transaktionen sowie Konsens-Mechanismen. Bei der erhöhten Komplexität des Systems nimmt jedoch auch die Fehleranfälligkeit zu. Eine Abwägung, ob auch einfachere Lösungen möglich sind, kann daher sinnvoll sein. Durch Smart Contracts können vielen derzeit gängigen Prozessen Intermediäre (gezwungenermaßen beteiligte Dritte, z.B. Notare) überflüssig werden. Es handelt sich dabei um sich selbst durchsetzende Verträge auf Basis des Regelwerks einer Blockchain. [2] Bei der Blockchain-Technologie wird unterteilt in öffentliche, private und konsortiale Blockchains: [1] • <u>Private Blockchains:</u> ○ Haben keine technologischen Einschränkungen, können Proof-of-Authority problemlos durchführen [3] ○ weniger Energieverbrauch und Datentransaktionskosten, dafür Kosten für Anschaffung, Lizenzen, Wartung und Installation der Software ○ Qualitätssicherung: regelmäßiger Cut in der Historie und Vermeidung des aktiven Zugangs zu Nutzerdaten [1] • <u>Öffentliche Blockchains (Ethereum, Bitcoin):</u> ○ Haben technologische Einschränkungen ○ Gebühren je Datentransaktion

Kategorie	
	○ Qualitätssicherung: Problem mit europäischer Datenschutzgrundverordnung: Recht auf Vergessenwerden und Datenportabilität nicht realisierbar [1] • <u>Konsortiale Blockchains:</u> ○ Private und genehmigungspflichtige Blockchain-Netzwerke von Unternehmen ○ Dezentralität innerhalb des Konsortiums bietet Vorteile gegenüber standardmäßigen kryptographischen Verfahren. ○ geringerer Energieverbrauch ○ Qualitätssicherung: regelmäßiger Cut in der Historie und Vermeidung des aktiven Zugangs zu Nutzerdaten [1]
Allgemeine Anwendungsbereiche	Mögliche Anwendungen der Blockchain-Technologie: • Die Technologie lässt sich auf alle digitalen Dateiformate wie beispielsweise Fotos, Musik, Transaktionen, Zählerstände, Ladestände etc. anwenden [1] • Die derzeit am weitesten verbreitete Nutzung der Technologie sind Transaktionsregister für internationale Zahlungen und Wertpapiergeschäfte [4] • Im Energiesektor kann die Technologie für eine kryptographische Verschlüsselung von Echtzeit-Transaktionen angewendet werden, wodurch eine Reduzierung der Transaktionskosten und eine verbesserte Nachvollziehbarkeit für alle Beteiligten erzeugt wird [5] • In Finanz- und Versicherungsunternehmen kann die Technologie als Handelsplattform, dezentrales Transaktionssystem oder zur Übertragung von Eigentumsnachweisen zur Reduzierung von Transaktionskosten und Effizienzsteigerung genutzt werden [5] • Bei der Digitalisierung der öffentlichen Verwaltung kann die Technologie wie auch standardmäßige kryptographischen Verfahren für Nachweise und Validierungen von Dokumenten (z.B. Grundbuch) genutzt werden [5] • Die Blockchain-Technologie kann auch bei Wahlen eine wichtige Rolle spielen, beim sogenannten e-Voting (Digitale Stimmabgabe bei Wahlen). Hier kann nur durch end-to-end-Systeme die nötige Sicherheit gewährleistet werden [5] • In der Sharing Economy kann die Technologie zur Abwicklung von Zahlung genutzt werden [4] • Bei der Zertifizierung oder bei Herkunftsnachweisen von Grün- und Regionalstrom, CO₂-Produkten oder anderen Emissionsgütern kann die Blockchain-Technologie ebenfalls genutzt werden [1] • Im Kontext der Kreislaufwirtschaft/Circular Economy, Lebenszyklusanalyse (LCA) und bei Sorgfaltspflichten in der Wertschöpfungskette kann der Einsatz von Blockchain Technologie zur Nachverfolgbarkeit, Verifizierbarkeit und m.E. auch zur Transparenz bzgl. Gefahrstoffen, Produktions- oder Abbaubedingungen einen substantziellen Beitrag leisten [6].
Relevante Einsatzbereiche im Unternehmen bzgl. UM/NHM	• Im Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement kann die Blockchain-Technologie in der Produktion bzw. in Wertschöpfungsketten zum Einsatz kommen, um Prozesse transparenter, nachvollziehbarer, resilienter und/oder manipulationssicherer zu machen. So kann beispielsweise durch eine verbesserte Nachvollziehbarkeit der Lieferkette die nachhaltige Beschaffung gefördert werden und die Qualität und Herkunft eigener Produkte kann kostengünstig nachgewiesen werden [7]

Kategorie	
	• Im Energiemanagement kann die Technologie zur Verbesserung der Transparenz erzeugter/eingekaufter Energie genutzt werden, sowie für Smart Contracts oder die Verifizierung von Grünstrom, Regionalstrom oder Emissionsgütern [1] • Beim Management von Umweltaspekten kann die Blockchain-Technologie verbesserte Daten zu den Umweltauswirkungen am Ende des Lebenszyklus eines Produktes oder zum Umweltverhalten der Kunden liefern. Dadurch können Maßnahmen im Umweltmanagement zielgenauer geplant und rechtliche Anforderungen besser eingehalten werden [8] , Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)
Voraussetzung zur Nutzung	• Der realisierbare Nutzen der Blockchain-Technologie hängt wesentlich von den technischen Kriterien der Geschwindigkeit, dem Energieverbrauch, der Interoperabilität zwischen verschiedenartigen Blockchains sowie IT-Sicherheit, Akzeptanz und Zuverlässigkeit ab [1] • Die rechtlichen Rahmenbedingungen, der Datenschutz, die Wirtschaftlichkeit und hieraus resultierend die Akzeptanz bei allen beteiligten Akteuren und Akteurinnen sind ebenfalls entscheidend für eine erfolgreiche Implementierung der Technologie [1] • Der derzeitige regulatorische Rahmen kann nicht durch alle Blockchain-Anwendungen vollumfänglich abgebildet werden und muss neue Fragen des Vertrags-, Energie- und Datenschutzrechts adressieren und beantworten, bevor die Technologie flächendeckend zur Anwendung kommen [1] • Der Einsatz der Technologie erfordert fachliche Kompetenzen, die sich je nach Art der Blockchain (öffentlich, privat oder konsortial) unterscheiden können. Die Voraussetzungen für die Nutzung über eine gängige Applikation verlangt vom Nutzer bzw. Mitarbeiter keine besonderen weiteren Kenntnisse [1] • Investitionen und ausreichend finanzielle Ressourcen sind zur Implementierung der Blockchain ebenfalls erforderlich, sowie geschultes Fachpersonal zur Sicherstellung von Datenschutz und Informationssicherheit [7]
Hemmnisse und Barrieren für Unternehmen zur Nutzung	• Ein Hemmnis der Blockchain-Technologie ist die fehlende Skalierbarkeit öffentlicher Blockchains: Bei zu vielen Anwendungen besteht die Gefahr, dass das System gestört wird [4] • Insbesondere unter der Betrachtung der Umweltverträglichkeit wird augenfällig, dass öffentliche Blockchains zum Zweck des Datenabgleichs einen rechen- und somit energieintensiven Konsensusalgorithmus ausführen müssen. Somit steht der Einsatz öffentlicher Blockchains, z.B. Ethereum, diametral dem Umweltgedanken entgegen. Der Einsatz privater Blockchains umgeht diesen kritischen Punkt durch den Einsatz eines alternativen Konsensusalgorithmus. • Auch wenn die Technologie das Potenzial hat, vor Manipulationen und Fälschungen zu schützen, sind die Punkte des Datenschutzes und der Datensicherheit für Unternehmen ein Hemmnis zur Nutzung dar und bedürfen eines bestimmten Setups / Konfiguration, um diesen Aspekten Rechnung zu tragen [4] • In professionellen Anwendungsszenarien und insbesondere bei privaten Blockchains hängt die Datensicherheit von der Anzahl der Teilnehmer ab, welche sich aktiv am Konsensusalgorithmus, über sog. „Nodes“ beteiligen. Die Teilnahme bedarf häufig einer professionellen Serverinfrastruktur, welche ein Hemmnis für viele Teilnehmer ist. Bedingt durch die dezentrale und somit redundante Datenspeicherung benötigt der Einsatz einer Blockchain in Summe ein Vielfaches des

Kategorie	
	Speicherplatzes gegenüber eines traditionellen Datenspeichers, wie z.B. einer relationalen Datenbank. Somit ist die Blockchain für den Einsatz als Datenspeicher ungeeignet. Der Datenaustausch und die Teilnahme sind jedoch auch ohne „Nodes“ möglich.
Chancen und Mögliche positive Auswirkungen auf Umweltaspekte	Chancen der Technologie: • Die Blockchain-Technologie hat das Potenzial die Steuerung, Sicherheit, Transparenz, Resilienz und den Informationsaustausch zu verbessern [1] • Transaktionskosten können durch das Ersetzen einer zentralen Verwaltung verringert werden [4] • Die Technologie bietet eine hohe Transparenz und Manipulationssicherheit in Prozessen [4] • Verifizierungen werden bei der Blockchain-Technologie über die Blockchain-Knoten, betrieben durch bestimmte Nutzer, durchgeführt und die Validierung erfolgt kryptografisch was zu einer hohen Fälschungssicherheit führt [4] • Ein weiterer Vorteil von der Blockchain-Technologie ist ein Zugewinn an Resilienz. Im Vergleich zur Nutzung von zentralen Datenbanken gibt es keinen „Single-Point-of-Failure“. Informationen sind somit gegen Serverausfälle und Attacken weitestgehend geschützt [1] • Durch die Verwendung der Blockchain-Technologie können Informationen für alle fälschungssicher zugänglich gemacht werden, ohne ihre Herkunft zu verraten. Dadurch können Privatsphäre und Firmengeheimnisse gewahrt werden [9] Mögliche positive Auswirkungen auf Umweltaspekte: • Durch Smart Contracts kann von privaten Anbietern dezentral erzeugter Strom aus Photovoltaikanlagen lokale Netze eingespeist werden gegen Zahlungen mit geringer Gebühr in einer virtuellen Währung von Menschen in der Umgebung abgenommen werden. Dadurch, dass keine Energieversorgungsunternehmen als zwischengelagerte Instanzen agieren, kann der erneuerbar produzierte Strom auf diese Weise deutlich günstiger abgenommen werden [1] • Die Blockchain-Technologie kann Wertschöpfungsketten nachvollziehbarer und teilweise transparenter gestalten und so eine nachhaltige Beschaffung, Austausch von Produkt- und Produktionsdaten, z.B. spezifische CO₂eq-Daten, und nachhaltigen Konsum vereinfachen [7] • Verbesserte Daten zu Umweltauswirkungen am Ende des Lebenswegs von Waren und Produkten sowie zum Umweltverhalten der Kunden ermöglichen zielgenauere Maßnahmenplanung in der Produktentwicklung und im Umweltmanagement und vereinfachte Einhaltung rechtlicher Anforderungen [8]
Mögliche negative ökologische und soziale Effekte	• Die Nutzung öffentlicher Blockchainnetzwerke, wie z.B. BitCoin oder Ethereum, wird insbesondere im Hinblick auf den notwendigen Ressourceneinsatz und die negativen Auswirkungen auf die Umwelt kritisch betrachtet. Der Strom- und Energieverbrauch ist so hoch, dass eine vermehrte Nutzung der öffentlichen Blockchains die Transformation der Energiesysteme und den Klimaschutz gefährden kann [4][7]. Dies gilt jedoch nicht für den Einsatz privater Blockchains, welche diesen Aspekt durch den Einsatz eines alternativen Konsensusalgorithmus explizit adressieren und vom Energieverbrauch mit dem Einsatz anderer digitaler Technologien vergleichbar sind.

Kategorie	
	Die Berechnung des Energieverbrauchs von öffentlichen Blockchain-Technologien kann über öffentlich einsehbare Transaktionsdaten und den Strommix der Standorte der großen Miner näherungsweise erfolgen. Die tatsächlich notwendigen Strom- und Energieverbräuche werden jedoch nicht systematisch erfasst [1].
Entwicklungspfade und Reifegrad der Technologie	- Insgesamt befindet sich die Blockchain-Technologie derzeit noch in einem Entwicklungsstadium, wodurch Bewertungen der zukünftigen Entwicklung und Anwendung der Technologie noch nicht abschließend möglich sind [10] - Die Blockchain-Technologie bietet ein enormes Potenzial, während Einschätzungen, ob die Technologie in großem Umfang genutzt werden sollte und wird stark variieren [10]
Verzahnung mit anderen Digitalisierungstrends	- Internet of Things und Sharing Economy: Blockchain könnte bei Sharing-Systemen im Transportsektor vernetzte Schlösser öffnen und Zahlungen abwickeln [4] - Internet of Things: Eine Integration von IoT Ressourcen in das Stromsystem als Marktteilnehmer führt zu einer Verbesserung der Auslastung und Flexibilität der Netze. [1] Darüber hinaus werden Anwendungsszenarien wie der Digital Twin¹, Track-&-Trace-Lösungen und Pay-per-Use-Geschäftsmodelle als potenzielle Verzahnungen der Blockchain-Technologie mit dem IoT angesehen [5] - Cloud: Plattformen, die eine Cloud nutzen, bewerten die Umweltleistung von Unternehmen, während Blockchains einen transparenten und nachvollziehbaren Informationsaustausch in der Lieferkette regeln [7]
(Pilot-)Projekte oder Best Practice Beispiel	Pilotprojekte im Energiesektor: - StromDAO: vergleichen den Stromverbrauch von Haushalten mit dem Grünstromindex im Postleitzahlengebiet – Haushalte erhalten Kryptowährung (GrünStrom-Jetons) für ihren Anteil am Grünstrom [1] - LO3 Energy: Peer-to-Peer Austauschplattform für Strom (Microgrid Energiemarkt auf Basis privater Blockchain: Ethereum). Nutzung von Smart Contracts zur Anfrage von lokalem Grünstrom o. und automatisierte Abbrechung [1] - Pilotprojekt sonnen und TenneT: Nutzung von Heimbatterienspeichern zur Aufnahme und Abgabe von überschüssigem Strom – Ziel: Reduktion von Transportengpässen [1] - Enerchain: Plattform für Stromgroßhandel ohne Intermediär [1] - SustainBlock: Verbesserung der Nachverfolgbarkeit und Nachhaltigkeit von verantwortungsvoll abgebauten Rohstoffen entlang der Lieferkette in der Automobilindustrie - DIBICHAIN: Abbildung von Geschäftsprozessen und Nachverfolgbarkeit im Rahmen der Kreislaufwirtschaft, u.a. in der Luft- und Raumfahrt [BMW]

¹ Der digitale Zwilling bzw. Digital twin ist eine digitale Repräsentanz eines realen immateriellen oder materiellen Prozesses oder Objektes in der digitalen Welt.

Literatur

- [1] bdew. Blockchain in der Energiewirtschaft.
- [2] Maher Alharby und Aad van Moorsel. BLOCKCHAIN-BASED SMART CONTRACTS: A SYSTEMATIC MAPPING STUDY. <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1710/1710.06372.pdf>.
- [3] L. M. Bach et al. Comparative analysis of blockchain consensus algorithms.
- [4] Mittelstand 4.0 - Agentur Handel (2018). Leitfaden Blockchain in der Praxis. Funktionsweise und Anwendungsfälle.
- [5] Gentermann, L. (2019). Blockchain in Deutschland – Einsatz, Potenziale, Herausforderungen. Studienbericht 2019.
- [6] Dr. Elmer Lenzen. Wie die Blockchain Kinderarbeit und Konfliktminerale auf die Spur kommt. <https://www.umweltdialog.de/de/wirtschaft/lieferkette/2018/Wie-die-Blockchain-Kinderarbeit-und-Konfliktminerale-auf-die-Spur-kommt.php>.
- [7] Pagano, D., Krause, G. (2019). Umweltmanagement und Digitalisierung – Praktische Ansätze zur Verbesserung der Umweltleistung.
- [8] Umweltbundesamt (2019). Digitalisierung nachhaltig gestalten: Ein Impulspapier des Umweltbundesamtes, Dessau.
- [9] Factory – Magazin für nachhaltiges Wirtschaften. Digitalisierung. Der digitale Wandel. 14. Jahrgang Ausgabe 1-2018.
- [10] WBGU - Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2019). Hauptgutachten: Unsere gemeinsame digitale Zukunft. https://issuu.com/wbgu/docs/wbgu_hg2019?fr=sM2JiOTeyNzMy (letzter Zugriff am 18.1.2021).

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
buergerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de
 [/umweltbundesamt.de](https://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)
 [/umweltbundesamt](https://twitter.com/umweltbundesamt)

Autorenschaft, Institution

Isabel Vihl, Joris Docke, Philipp Poferl
Arqum Gesellschaft für Arbeitssicherheits-, Qualitäts- und Umweltmanagement mbH, München

Katharina Bütow, Michael Vötsch
KATE Umwelt & Entwicklung e.V., Stuttgart

Simon Schnabel,
iPoint-systems GmbH, Reutlingen

Dr. Stephan Theis
nekst one GmbH, München

Stand: Juli/2021