

05/2020

BLOCKCHAIN

Basistechnologie der Industrie 4.0

AUF EINEN BLICK

Die Industrie ist das Rückgrat der deutschen Volkswirtschaft. Das Konzept der Industrie 4.0 zu verstehen, bei der durch cyber-physikalische Prozesse Maschinen und Dinge vernetzt werden, ist deshalb unerlässlich. Technologische Komponenten der Industrie 4.0 sind Methoden der Künstlichen Intelligenz, Blockchain und digitale Plattformen. Dieser Artikel diskutiert die Blockchain-Technologie und deren Bedeutung für die Industrie 4.0.

DIGITALISIERUNG DER INDUSTRIE DURCH IOT UND KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

Der Industrie Deutschlands stehen mindestens zwei sich gegenseitig verstärkende Disruptionen ins Haus, die Politik, Unternehmen und Arbeitnehmer_innen vor große Herausforderungen stellen: zum einen die Dekarbonisierung und Umsetzung weiterer Nachhaltigkeitskonzepte, zum anderen die umfassende Digitalisierung der Geschäftsprozesse, die mit den Schlagwörtern „Industrie 4.0“ oder – vielleicht besser – dem „Internet der Dinge“ (Internet of Things – IoT) umschrieben werden kann.

Um die Herausforderungen der Digitalisierung besser zu verstehen, muss zunächst eine ganze Reihe von Begriffen geklärt werden. Erste Orientierung gibt ein Blick in die Industriegeschichte: Bei der Industrie 1.0 (1776 bis Anfang des 20. Jahrhunderts) drehte sich alles um die Mechanisierung der Produktion unter Zuhilfenahme der Dampfkraft. Bei der Industrie 2.0 bis Mitte der 1960er Jahre handelte es sich um die arbeitsteilige Massenproduktion mithilfe der Elektrizität. Und bei der Industrie 3.0 seit den 1960er Jahren ging es im Wesentlichen um die Automatisierung manueller Routinen in den Unternehmen mithilfe des Computers bzw. Roboters. Bei der Industrie 4.0 schließlich geht es nun um die Automatisierung kognitiver Routineprozesse mithilfe einer Unterform der Künstlichen Intelligenz (KI), dem sogenannten maschinellen Lernen.

Grob gesagt, bedeutet das Konzept der Industrie 4.0 die Vernetzung von Maschinen über cyber-physikalische Systeme: Über Sensoren an den Maschinen werden Maschinendaten erhoben und ausgelesen sowie „digitale Zwillinge“ realer Aktiva und Objekte geschaffen. Diese digitalen Zwillinge stellen sozusagen „digitale Akten“ realer Objekte dar. Die resultierenden Massendaten (Big Data) werden dann in sogenannten Data Lakes (Datenseen), also Systemen zur Speicherung der Rohdaten eines Unternehmens, abgelegt, die quasi das Gedächtnis der digitalen Welt darstellen. Diese Datenseen können wiederum in sogenannte Daten-Clouds – Speicher- und Rechnerkapazitäten, die über das Internet bereitgestellt werden – überführt werden. Bei Künstlicher Intelligenz (KI) geht es in erster Linie darum, Muster in diesen Datenmengen zu erkennen und daraus Erkenntnisse zu gewinnen. KI analysiert die Daten, erstellt Prognosen und hilft, Effizienzpotenziale zu heben sowie neue Geschäftsmodelle zu entwickeln. KI könnte man damit auch als das Gehirn der digitalen Welt bezeichnen.

Die Cloud-Anbieter, die die Speicherung der Daten vornehmen (wie beispielsweise Amazon Web Services oder Microsoft Azure) bieten den Firmenkunden entsprechende KI-Anwendungen zur Analyse der Daten als Apps gleich mit an. Diese KI-Anwendungen sind auf Basis unfassbar großer Datenvolumina getestet worden und damit entsprechend robust. KI ohne eine derartige Inanspruchnahme von Cloud-Services und den entsprechenden KI-Apps (Artificial Intelligence as a Service) macht für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) nur wenig Sinn, da eine eigene Entwicklung entsprechender Fähigkeiten viel zu kostspielig wäre – nicht zuletzt, weil die entsprechende KI-Expertise bei den KMUs zumeist gar nicht vorhanden ist.

>

BLOCKCHAIN ALS „BUCHHALTUNG“ FÜR INDUSTRIE 4.0

Damit die Datenströme zwischen den Maschinen sicher sind, können sie durch sogenannte Distributed-Ledger-Technologien (DLT – Technologien im Netz verteilter Kontenregister), von denen die Blockchain-Technologie die populärste Spielart ist, abgesichert werden. DLT-Systeme können als im Internet dezentral verteilte, relativ manipulationssichere Datenbanken verstanden werden. Sie stellen sozusagen die Buchhaltung der digitalen Welt dar.

Durch DLT verwandelt sich das Internet, das bislang ein Medium reinen Informationstransfers war, zu einem des Wertetransfers, weil digitale Aktiva nun sicher über das Internet transferiert werden können. DLT bergen folgende innovative Elemente in sich: Sie können genutzt werden als System für Existenzbeweise und die Zertifizierung von Daten, für einen Wertetransfer mittels sogenannter Tokens (digitaler Wertschriften) sowie zur Automatisierung von Geschäftsprozessen mittels sogenannter Smart Contracts. Bei Smart Contracts handelt es sich um Computerprogramme, die Tokens steuern und bedingungsabhängige, automatisierte Zahlungs- und Geschäftsprozesse auslösen. DLT ermöglichen damit die Schaffung von digitalen Zahlungsverkehrslösungen in diesen DLT- bzw. Industrie-4.0-Systemen. Durch Tokens ist es möglich, Mikrozahlungen, also Zahlungen mit einem Wert von weniger als 1 Cent, als Entlohnungen für Leistungen zwischen den Maschinen durchzuführen. Im Extremfall entstehen durch die Kombination verschiedener Smart Contracts gänzlich computergesteuerte Unternehmen, sogenannte Dezentralisierte Autonome Organisationen (DAO). DLT ist damit eine ganz entscheidende Basistechnologie, die dem Konzept der Industrie 4.0 erst vollständig zum Durchbruch verhelfen wird.

Rund zwölf Jahre nach dem Launch der ersten Blockchain Bitcoin hat die moderne DLT-Entwicklung somit nur noch wenig mit dem ursprünglichen Gedanken von Bitcoin zu tun, nämlich die Banken im Zahlungsverkehr obsolet werden zu lassen.¹ Um die Zukunft der Industrie 4.0 zu verstehen, ist aber das Verständnis der Kryptowährung Bitcoin bedeutsam, weil sie entscheidend zur Lösung des fundamentalen Problems mangelnden Vertrauens zwischen Kontrahent_innen in einer digital vernetzten Welt beiträgt.

Wie läuft eine Transaktion mithilfe der Bitcoin-Blockchain stilisiert ab? Möchte Teilnehmer_in X an den/die Teilnehmer_in Y eine kryptografisch verschlüsselte Überweisung von Bitcoins tätigen, so wird die Meldung über diese Transaktion an alle „Validatoren“ (d. h. ausgewählte Rechnerknoten) des Netzwerks verschickt. Diese sogenannten Miner, die nach Bitcoins „schürfen“, werden nun mit ihrer Rechnerleistung darum konkurrieren, als Erste diese Transaktion zu validieren, indem sie kryptografische Rätsel lösen. Wurde die Transaktion von einem der Miner validiert, schickt dieser die Meldung an die anderen Miner, die nun in einem etwas einfacheren Prozess bestätigen, dass die Bitcoins der Transaktion nicht von den Teilnehmer_innen X und Y bereits schon einmal verwendet wurden. Denn in einer digitalen Welt ist ja alles kopierbar, was bei digitalem Geld natürlich nicht sein darf. Nach dieser Bestätigung bekommt der Miner, der die Transaktion validiert hat, als Belohnung Bitcoins (zuzüglich einer

Transaktionsgebühr) und fügt die Transaktion zu einem bestehenden Datenordner („Block“) hinzu. Ist die vorher bestimmte Blockgröße erreicht, wird der Block an die vorhandene Blockchain, d. h. die vom Netzwerk geschaffene Kette an Blocks validierter Transaktionen angehängt. Da jeder dieser Blocks mit den vorigen kryptografisch vernetzt ist, kann keiner dieser Blocks ex post verändert werden, ohne dass die anderen Teilnehmer_innen dies mitbekommen würden. Denn alle Blocks und Transaktionen sind für alle Teilnehmer_innen des Netzwerks transparent einsehbar.

So weit, so kompliziert. Die Grundstruktur aller DLT-Systeme ist aber der von Bitcoin sehr ähnlich: In der realen Welt lösen Teilnehmer_innen eines DLT-Systems eine Statusänderung in einer Datei aus („Transaktion“). Diese wird dann automatisch über Smart Contracts an ausgewählte Rechner des Netzwerks gesendet, die die Transaktion validieren und danach im DLT-System verschlüsselt abspeichern. Hierfür erhalten sie eine Belohnung über Tokens. DLT stellen damit quasi eine „dreifache“ Buchhaltung dar, da die bereits von Menschen geprüften Daten zusätzlich noch einmal durch Computer geprüft werden.^{2,3}

Die Blockchain-Technologie löst auf geniale Weise das fundamentale Problem des mangelnden Vertrauens zwischen Kontrahent_innen in einer digital hochvernetzten Welt. Denn jede Transaktion, die validiert zu einer Blockchain hinzugefügt wird, ist nicht mehr manipulierbar. Probleme mangelnden Vertrauens bei Überweisungen, bei Transaktionen, bei Datenspeicherungen, das Problem falscher Identitäten oder unklare Fragen des Eigentums sind damit prinzipiell lösbar. Insbesondere lösen DLT die Probleme der Datensicherheit bei Datenströmen zwischen Maschinen bei IoT-Anwendungen. Zu denken ist hier z. B. an das Einhalten einer vorab vereinbarten Prognosegüte von KI-Anwendungen, die Qualitätssicherung in den Wertschöpfungsketten der Nahrungsmittelindustrie, die Verwendung von Daten des Autonomen Fahrens in den Datenpools kooperierender Autohersteller oder die Nutzung noch nicht offiziell veröffentlichter Patentlösungen in der Pharmaindustrie durch Partner und Wettbewerber.

AUSWIRKUNGEN FÜR DEN DEUTSCHEN MITTELSTAND

Aus der Industrie 4.0 resultieren für die KMUs neue strategische Herausforderungen. Denn die Großindustrie baut längst an großen DLT-basierten digitalen Ökosystemen.⁴ Zu erwarten ist, dass es in den nächsten Jahren ein Zeitfenster geben wird, innerhalb dessen die Zulieferunternehmen von der Großindustrie Gelegenheit bekommen, sich an deren DLT-Systeme anzudocken. Die KMUs benötigen hierzu drei Dinge: (1) eine öffentliche digitale Infrastruktur, die ein Andocken überhaupt möglich macht; (2) die digitalen Fähigkeiten der Mitarbeiter_innen, um das Andocken zu bewerkstelligen; (3) die finanziellen Mittel, um die notwendigen digitalen Investitionen zu tätigen. In Bezug auf diese „Finance 4.0“, die eine tragfähige Finanzierung der Industrie 4.0 ermöglicht, ist zu sagen, dass hinter jeder Stufe der Industrie 4.0 eine ganze Wertschöpfungskette steckt, die wiederum einen spezifischen Finanzierungsbedarf hat (Siemens 2020). Da durch Sensoren und DLT genau

bestimmbar ist, wie stark eine Maschine effektiv genutzt wird, dürfte die Bedeutung des Unternehmenskredits für den Maschinenkauf in Zukunft abnehmen; gleichzeitig dürften „Pay per Use“-Lösungen, also die nutzungsbasierte Abrechnung, oder Leasing verstärkt relevant werden.

BRANCHENKONVERGENZ DURCH BLOCKCHAIN UND AUSWIRKUNGEN AUF DEN FINANZSEKTOR

Finance 4.0 betrifft natürlich als Aufgabenfeld die Banken. Anwendungsfälle von DLT im Bankenwesen sind z. B. der Zahlungsverkehr, die Außenhandelsfinanzierung von Unternehmen, der Handel, die Verwaltung von Wertpapieren oder über sogenannte Security Token Offerings neue digitale Formen der Unternehmensfinanzierung.⁵

Dem Finanzsystem steht über DLT eine Digitalisierungsrevolution dreier zentraler Funktionen ins Haus. Erstens können Wertpapiere digitalisiert und mittels Tokens über das Internet sicher transferiert werden. Zweitens kann Geld nun im Prinzip programmiert werden. Hierfür stehen langfristig unter Umständen Angebote digitalen Zentralbankgelds (Central Bank Digital Currency – CBDC) oder privatwirtschaftliches digitales Geld (z. B. Facebooks Libra Coin) zur Verfügung, sei es in Form eines digitalen Kontos bei einer Zentralbank, sei es als Kryptowährung auf einer DLT-Plattform, die für den Zahlungsverkehr in den IoT-Systemen genutzt werden könnte. Drittens dürfte in Zukunft jede natürliche und juristische Person sowie jedes Objekt eine digitale Identität besitzen. Denn diese ist zwingende Voraussetzung, um in DLT-Systemen die entsprechenden automatisierten Wertetransfers durchführen zu können.

Was den Aufbau von DLT-Systemen im Finanzsektor noch behindert sind in erster Linie technische Probleme der Skalierung. Aber auch die hohen Kosten des Aufbaus einer neuen digitalen Kapitalmarktinfrastruktur stellen eine Hürde dar. Problematisch ist zudem eine europaweit nicht einheitliche Regulierung, die zumeist die herkömmlichen IT-Legacy-Systeme bevorzugt. Auch das oft noch mangelnde Verständnis der Akteur_innen sowie ein nicht immer erkennbarer Nutzen vermeintlicher Use Cases stehen der Entwicklung im Weg. Dass aber die Grundidee einer DLT-basierten digitalen Kapitalmarktinfrastruktur Sinn macht, darauf weisen die vielfältigen Initiativen der Zentralbanken, der Regulierungsbehörden und der großen Finanzinstitute hin.

Auf die Zentralbanken kommen hier neue Aufgaben zu, sind sie doch unter Umständen in Zukunft gezwungen, selbst Kryptowährungen zu emittieren. Denn das Potenzial von Blockchain-Projekten wird durch die Schwierigkeit begrenzt, Zahlungen in der Blockchain zu automatisieren, wenn keine auf ein gesetzliches Zahlungsmittel lautende „tokenisierte“ Zahlungslösung vorhanden ist (European Union Blockchain Observatory and Forum 2020: 21).

Welche Auswirkungen haben die DLT also auf den Bankensektor? Das ist die Gretchenfrage, war doch der puristische Grundsatz von Blockchain im Rahmen von Bitcoin ursprünglich, mit einem vollständig dezentralisiertem Finanzsystem (Decentralized Finance) Banken als Intermediär gänzlich überflüssig zu machen. Da die Bankenregulierung aber auch in

Zukunft zentrale, haftbare Ansprechpartner haben möchte (EZB 2017: 46), ist eher von einem DLT-basierten offenen Finanzsystem (Open Banking) auszugehen, in dem sich die Rollen von Banken verändern. Traditionelle Intermediäraufgaben werden durch DLT verschwinden, Softwareapplikationen werden stark an Bedeutung gewinnen, und das Universalbankenkonzept vieler Banken im Sinne der Produktion einer breiten Produktpalette dürfte durch ein vielfältiges Angebot von Diensten und Produkten spezialisierter Anbieter auf Open-Banking-Plattformen ersetzt werden. DLT sind für die Finanzindustrie damit eine große Chance zur Gestaltung neuer Geschäftsmodelle.

Finanzinstitute dürften sich nämlich im Rahmen einer Branchenkonvergenz, also dem Aufheben von Branchengrenzen, in Zukunft gemeinsam mit der Industrie in digitalen „Ökosystemen“ bzw. Transaktionsnetzwerken bewegen und in diesen mit Wettbewerbern partnerschaftlich arbeiten. Hauptstolpersteine dürften dabei die Erstellung von Regeln für die Zusammenarbeit (Governance) sowie die Schaffung eines europaweiten verbindlichen Rechtsrahmens sein. Die Problemstellung für Banken ist nun, sich hier auf die eigene Kernkompetenz in einem Netzwerk aus Partnerschaften zu konzentrieren. Denn die traditionelle Wertschöpfung wird durch DLT aufgebrochen und neu definiert. Die Finanzindustrie steht nämlich als Bindeglied zwischen Industriepartnern, Kund_innen, Bankenaufsicht und gesellschaftlicher Verantwortung in einer besonderen Position. Gerade die traditionellen Banken müssen in dieser Situation aufpassen, dass ihnen nicht durch Big-Tech-Firmen oder branchenfokussierte Banken der Industriekonzerne zukünftige Aufgaben wie die Organisation des Zahlungsverkehrs in Industrie-4.0-Netzwerken weggenommen werden, sodass ihnen im Extremfall am Ende lediglich regulatorische Dienstleistungen verbleiben.

HERAUSFORDERUNGEN FÜR DIE POLITIK

Die Politik hat in den vergangenen Jahren eine ganz Reihe von Maßnahmen zur Förderung der Digitalisierung in Deutschland angestoßen.⁶ Hier kann aber sicher noch mehr gemacht werden. Digitalisierung ist, wie sich am Beispiel der Blockchain-Technologie zeigt, ein vielschichtiges Phänomen. Auch wenn z. B. der Business-to-Consumers-Markt wohl uneinholbar an die Big-Tech-Firmen der USA verloren gegangen ist, so ist Deutschland doch z. B. bei der Anwendung von Hightech (Autonomes Fahren, Industrie 4.0, Sensorik) in der Industrie noch weltweit führend. Um diese Position zu behaupten, muss aber mehr getan werden, z. B. beim Aufbau einer eigenen Cloud, um die Datensouveränität zu wahren. Zentral ist zudem, die Forschungsgelder effizient einzusetzen, um den komparativen Vorteil in der Industrieproduktion zu sichern. Deutschlands Förderlandschaft sollte sich daher auf die Tech-Bereiche konzentrieren, die für die Sicherung, wenn nicht gar den Ausbau dieser komparativen Vorteile notwendig sind. Dafür erforderlich sind große Investitions- und Fördersummen für spezielle Technologien, die dem Maschinenbau, der Automobilindustrie und weiteren strategisch bedeutsamen Schlüsselindustrien nutzen, damit nicht auch der Business-to-Business-Markt an die Konkurrenz in China und den USA verloren geht (Wübbeke et al. 2016; Neugebauer 2020).

Worauf kommt es also beim Übergang zur Industrie 4.0 jetzt konkret an? Essenziell für die wirtschaftliche Zukunft Europas ist die Wahrung seiner technologischen Souveränität. Dafür benötigt Europa einen umfassenden digitalen Wirtschaftsraum mit eigener Governance und Rechtsrahmen, um Skaleneffekte bei digitalen Geschäftsmodellen ausschöpfen zu können. Des Weiteren bedarf es quasi eines „Schengen-Raums“ für Daten, damit Daten zwischen den teilnehmenden Ländern frei fließen können. Dieser Austausch muss aber durch entsprechende Cybersicherheitsinitiativen abgesichert sein. Blockchain kann hier eine zentrale Rolle spielen. Die europäischen Blockchain-Anstrengungen müssen daher weiter vorangetrieben werden. Insbesondere in Deutschland muss zudem der Ausbau der digitalen Infrastruktur forciert werden, damit die KMUs „in der Fläche“ nicht technologisch abgehängt werden. Denn die Nutzung von Cloud-Services ist für sie ohne eine schnelle Datenübertragungsgeschwindigkeit einfach nicht möglich (Streibich 2020).

Neben der technischen Infrastruktur und mehr Wagniskapital ist das Know-how für Erfolge an der digitalen Front entscheidend. Politik und Tarifpartner müssen deshalb dafür sorgen, dass Deutschland nicht in eine Weiterbildungskrise gerät. Denn da Digitalexpert_innen zu bezahlbaren Gehältern aller Wahrscheinlichkeit nach auch in Zukunft nicht von KMUs zu akquirieren sind, müssen die Unternehmen ihre Mitarbeiter_innen entsprechend fortbilden. Mögliche neue Konzepte zur Abwendung dieser Krise wären hier die Öffnung der Hochschulen auch für Arbeitnehmer_innen oder eine neue Rolle für die Gewerkschaften als Weiterbildungsberater von KMUs.

Work“ der Miner exorbitante Energiemengen, weil die Rechner a) immer leistungsfähiger werden müssen, um die kryptografischen Rätsel zu lösen, und weil b) lediglich einer der Rechnerknoten die Validierung von Transaktionen „gewinnt“. Der Einsatz der Rechnerleistung der anderen Miner war damit quasi umsonst. Privatwirtschaftliche DLT-Systeme von Konsortien von Unternehmen verwenden andere, wesentlich energiesparsamere Validierungsmechanismen.

3 – In fernerer Zukunft dürfte aber in DLT-Systemen diese DLT-basierte „dreifache“ Buchführung zu einer einfachen Buchführung mutieren, da in einer DLT für alle sicht- und nicht veränderbar der Zahlungs- und Wertetransfer einer Transaktion verbucht ist. Damit ist auch der in der traditionellen doppelten Buchführung durch Wirtschaftsprüfer_innen notwendige Wertabgleich der Buchungen der Kontrahent_innen nicht mehr notwendig.

4 – Z. B. Siemens Mindsphere, die „Ökonomie der Dinge“ von Bosch oder die „Blockchain Factory“ von Daimler.

5 – Bei STOs handelt es sich um regulierte Möglichkeiten der digitalen Unternehmensfinanzierung in DLT-Systemen – entweder über Eigenkapital oder Fremdkapital – mittels der Emission von Tokens an Investor_innen.

6 – Man denke an die Nationale Industriestrategie 2030, die KI-, die Blockchain- und Gaia-X-Cloud-Strategien der Deutschen Bundesregierung oder das Hightech-Forum als das zentrale Beratungsgremium der Bundesregierung zur Umsetzung der Hightech-Strategie 2025. Leider fehlt bislang eine explizite Digitalisierungsstrategie des Bundes.

Literaturverzeichnis

European Union Blockchain Observatory and Forum 2020: Blockchain and the Future of Digital Assets, https://www.eublockchainforum.eu/sites/default/files/report_digital_assets_v1.0.pdf?width=1024&height=800&iframe=true (15.3.2020).

EZB 2017: The Potential Impact of DLTs on Securities Post-Trading Harmonisation and on the wider EU Financial Market Integration, https://www.ecb.europa.eu/paym/intro/governance/shared/pdf/201709_dlt_impact_on_harmonisation_and_integration.pdf (15.3.2020).

Neugebauer, Reimund 2020: Tritt fest auf! Mach's Maul auf! Hör bald auf!, in: FAZ Digitec-Podcast, 6.2.2020, Folge 86.

Siemens 2020: Countdown to the Tipping Point for Industry 4.0: Practical Steps for Manufacturers to Gain Competitive Advantage from Industry 4.0 Investment, <https://new.siemens.com/global/en/products/financing/whitepapers/whitepaper-tipping-point-for-manufacturers.html> (15.3.2020).

Streibich, Karl-Heinz 2020: Offen, stark, relevant sein – darum geht es für Europa, in: FAZ, 19.2.2020, S. 16.

Wübbecke, Jost et al. 2016: Made in China 2025: The Making of a High-Tech Superpower and Consequences for Industrial Countries, Merics Mercator Institute for China Studies, No. 2, https://www.merics.org/sites/default/files/2018-07/MPOC_No.2_MadeinChina2025_web_0.pdf (15.3.2020).

Impressum

© 2020

Friedrich-Ebert-Stiftung

Herausgeberin: Abteilung Wirtschafts- und Sozialpolitik
Godesberger Allee 149, 53175 Bonn, Fax 0228 883 9202, 030 26935 9229,
www.fes.de/wiso

Für diese Publikation ist in der FES verantwortlich:
Dr. Robert Philipps, Abteilung Wirtschafts- und Sozialpolitik
Bestellungen/Kontakt: wiso-news@fes.de

Die in dieser Publikation zum Ausdruck gebrachten Ansichten sind nicht notwendigerweise die der Friedrich-Ebert-Stiftung.
Eine gewerbliche Nutzung der von der FES herausgegebenen Medien ist ohne schriftliche Zustimmung durch die FES nicht gestattet.

Diese Publikation wird aus Mitteln der Franziska- und Otto-Bennemann-Stiftung gefördert.

ISBN: 978-3-96250-551-6

Autor

Dr. Guido Zimmermann ist bei der Landesbank Baden-Württemberg (LBBW)* als Senior Economist tätig.

* Die hier vertretenen Meinungen und Aussagen entsprechen nicht notwendigerweise denen der Landesbank Baden-Württemberg (LBBW).

Anmerkungen

1 – Neuere DLT-Systeme sind z. B. Ethereum, R3 Corda, Hyperledger, IOTA.

2 – Die öffentlichen Blockchain-Systeme Bitcoin und Ethereum benötigen aufgrund der Verwendung des hier beschriebenen sogenannten „Proof-of-