

Mögliche Anwendungsbereiche der Blockchain-Technologie im maritimen Transport

Dr.-Ing. Alexander Goudz

Lehrstuhl für Transportsysteme und Logistik
Universität Duisburg-Essen
Duisburg
alexander.goudz@uni-due.de

Inas Ahmad

Lehrstuhl für Transportsysteme und Logistik
Universität Duisburg-Essen
Duisburg
inas.ahmad@stud.uni-due.de

I. Forschungsfrage

In den letzten Jahren haben die Entwicklungen und Anwendungen der Blockchain-Technologie drastisch zugenommen. Von ihren Einsatzmöglichkeiten im Finanzsektor bis hin zur Logistikbranche wird sie weitflächig eingesetzt. Durch die zunehmende Globalisierung entstehe immer mehr Verflechtungen zwischen Kunden, Unternehmen und Produkten. Dies gehe mit erhöhten Kundenwünschen und Kostenfaktoren einher, auf das sich das Supply Chain Management einstellen müsse.[1] Auch hier und in der Logistik schlägt die Blockchain-Technologie zu, mit dem Ziel Prozesse optimal zu gestalten. Auf Grund der erhöhten Anzahl an Akteuren im Wertschöpfungsprozess und der damit verbundenen Komplexität, kann dies vor allem zu hohen Fehleranfälligkeiten, z.B. durch manuelles Arbeiten, oder zu erhöhtem Risiko von Produktmängeln führen.[2] Gerade der Seetransport stellt in der globalen Wertschöpfungskette eine wichtige Rolle dar, da der Transport vieler Produkte über maritime Transportprozesse abläuft.[3] Hierbei ist es essentiell wichtig, dass Informations-, Kommunikations-, Finanz- und Materialflüsse transparent gestaltet werden müssen, damit es zu keinen Komplikationen in der Transportkette kommt. Jedoch wird der Seetransport mit diversen Problemstellungen konfrontiert. Die vollständige und reibungslose Dokumentation und Übermittlung der Formalitäten, z.B. der Frachtpapiere, erfolgt lediglich in sporadischer Weise. Dies sei vor allem auch durch die Dokumentenanzahl bedingt, die sich bei einer

Übermittlung per Seetransport auf ca. 200 Papierdokumente beläuft.[4]

Zudem zählt die Seefracht zu mehr als 80 % der global laufenden Transportvolumen und es zeigt sich ein stetiger Anstieg beim Containertransport. In den letzten Jahren hat diese eine jährliche Wachstumsrate von rund 5 % gezeigt. Damit ist ein vermehrtes Aufkommen von Transportmengen und Kundenanforderungen in Hinblick auf ein vereinbarungsgemäßes Ausliefern der Waren verbunden. Für die Transportprozesse und Containerlogistik bedeutet dies, dass Abläufe effizient und effektiv gestaltet werden müssen.[5]

Die Blockchain-Technologie kann dazu beitragen, Transparenz beim Transport von Gütern zu schaffen und in Form von Echtzeitübertragungen zu unterstützen.

II. Methodik

In dieser Arbeit wird ein Grundverständnis für die Blockchain-Technologie aufgebaut. Auf dieser Basis soll dann analysiert werden, wie die Blockchain-Technologie beim Seetransport ein- und umgesetzt werden kann, um die Wertschöpfungskette im maritimen Sektor zu optimieren. Dabei sollen die Problemstellungen nähergebracht und anhand der Blockchain gelöst werden.

Um in das Thema der Blockchain-Technologie einzuführen, wird zunächst die Funktionsweise, sowie Konzepte und Arten von Blockchain-Technologie erklärt. In Bezug auf dem Seetransport erfolgt eine Problemanalyse und eine Vorstellung der Möglichkeiten zur Lösung dieser Probleme mit Hilfe der Blockchain-Technologie.

III. Stand der Wissenschaft

Die Blockchain-Technologie kann als ein Datenspeicher aufgefasst werden, welches dezentralisiert, verteilt und kooperativ arbeitet. Sie beruht auf die Distributed Ledger Technologie. Diese ermöglicht eine

Dokumentation aller Informationen bzw. Transaktionen in einer Datenbank, die für alle Teilnehmer zugänglich ist.[6] Die Mitglieder besitzen jeweils eine individuelle Nachbildung des Ledgers, haben die Berechtigung diesen zu bearbeiten und eine für alle verfügbare Information zu entnehmen. Da allen Akteuren dieselbe Datenbasis vorliegt, wird dieses Netzwerk auch als Peer-to-Peer-Netzwerk beschrieben.[7]

Aufgrund der Dezentralität der Blockchain-Technologie bringt sie im Vergleich zu den zentralen Systemen einige Vorteile mit sich. Der Konsensmechanismus sowie die Irreversibilität erzeugen hier die Grundbasis. Dieser Mechanismus besagt, dass jede erzeugte Transaktion zuerst von den Mitgliedern zugelassen werden muss. Die Sicherung der Daten erfolgt erst danach auf allen Servern. Somit kann gewährleistet werden, dass die Informationen nicht fälschbar sind, da hierfür eine Manipulation auf alle Eingabegeräte hervorgerufen werden müsste.[8] Zudem kann die Kopie des Ledgers, die für jeden ununterbrochen zugänglich ist, für Transparenz sorgen. Durch dieselbe Datenbasis eines jeden Beteiligten lassen sich Koordinationsprozesse, die häufig zu Komplexität und Problemen führen, einsparen. Des Weiteren ist das dezentrale Netzwerk – bedingt durch die Menge an Kopien – gegen das Ausbrechen des Systems sicher.[9]

Die Funktionsweise der Blockchain-Technologie baut auf die Bitcoin-Blockchain auf, da die Blockchain basierend auf die Kryptowährung Bitcoin entstanden ist.[10] Einerseits beruht sie auf die Funktionsweise von Hashfunktionen. Hierbei lässt sich jeder Datensatz in der Blockchain mithilfe seines Hashwerts charakterisieren.[11] Ein Hashwert ist eine von einer Hashfunktion übersetzte Zeichenkette, die durch einen Algorithmus entsteht. Dieser Algorithmus konvertiert eine Zeichenkette willkürlicher Länge in eine festgelegte Länge. Dabei kann davon ausgegangen werden, dass immer der gleiche Hashwert erzeugt wird, wenn der gleiche Eingangswert eingegeben wird.[12]

Andererseits stellt die Public-Key-Kryptographie eine zentrale Rolle dar. Diese basiert auf einem mathematisch zusammengesetzten Schlüsselpaar, welches durch einen Algorithmus entsteht, der einen privaten Schlüssel („private key“) und einen öffentlichen Schlüssel („public key“) ausgibt.[13] Die Funk-

tion des privaten Schlüssels liegt darin, eine Transaktion digital zu signieren und zu entschlüsseln. Es ist hierbei wichtig, dass dieser Schlüssel geheim gehalten wird. Der öffentliche Schlüssel hat die Aufgabe, das Attribut zu verschlüsseln und zu verifizieren. Dieser ist für alle Netzwerkteilnehmer ersichtlich.[14]

Damit alle Inhalte auf der Blockchain festgehalten werden können, wird ein sogenannter Merkle Tree erzeugt. Dieser Hash-Baum beinhaltet eine hierarchische Verdichtung der zuvor generierten Hashwerte der Transaktionen.[15] Das Konzept beruht auf eine mehrfache Addition zweier Hashwerte zu einem, bis alle Transaktionen eines Blocks in einem einzigen Hashwert gespeichert sind. Dieser Hashwert wird auch als Merkle Root definiert. Der Vorteil dieses Prozesses liegt darin, dass Transaktionen erschwert manipuliert werden können, da eine Änderung der Daten eine Modifikation aller verknüpften Hashwerte bewirken müsste und diese wiederum den Merkle Root beeinflussen würde. Somit würde eine Anpassung im gesamten Hash-Baum ausgelöst und Manipulationsversuche festgestellt werden.[16]

Eine Blockchain entsteht aus einer Verkettung von Blöcken. Das bedeutet, dass die Merkle Trees samt ihren gespeicherten Transaktionen miteinander verbunden werden.[17] Es wird immer ein Block mit neuen Transaktionen an dem vorherigen Block gekoppelt, sodass eine große Kette mit vielen Blöcken entsteht, eine sogenannte „Chain“, von der auch der Name „Blockchain“ stammt. Bei der Verkettung greift ein jeder Block auf den Hash-Wert des Vorläufer-Blocks zurück. Zu berücksichtigen ist, dass der erste erzeugte Block keinen Verweis auf vergangene Transaktionen hat.[18] Die Erstellung eines neuen Blocks beansprucht ein kryptographisches Lösen eines Rätsels, welches von sogenannten „Miner“ gelöst wird.[19]

Unter einer Transaktion in der Blockchain werden sämtliche Arten von Informationsvermittlungen verstanden. Dazu zählen nicht nur finanzielle Überweisungen, sondern auch materielle Güter. Eine Transaktion wird mithilfe eines sogenannten „Wallet“ durchgeführt und ist gleichzusetzen mit einer Art Geldbörse. Es arbeitet anonym und umfasst keinerlei persönliche Daten des Walleträgers. Ein Wallet ist

mit dem privaten und dem öffentlichen Schlüssel hinterlegt, sodass die Übertragung der Transaktion mittels des öffentlichen Schlüssels erfolgt.[20]

Um ein Blockchain-Netzwerk betreiben zu können, werden prinzipiell drei Arten von Mitgliedern differenziert, die verschiedene Rollen und Eigenschaften in der Blockchain einnehmen. Dazu gehören die Teilnehmer, Miner und die Nodes (Knoten). Die Teilnehmer besitzen die Berechtigung Transaktionen durchzuführen. Sie müssen einen Wallet besitzen, um hauptsächlich Transaktionen ausführen zu können. Dazu muss die passende Software auf das zu verwendende Gerät vorhanden sein. Die Hauptaufgabe der Miner liegt darin, die Blockchain durch das Hinzufügen von Blöcken zu erweitern. Die Miner können als Rechner angesehen werden und dienen zum Lösen des kryptographischen Rätsels. Ziel ist es, den Hashwert für die Generierung des Blocks zu ermitteln.[21] Aufgrund des enormen Energie- und Ressourcenverbrauchs, sowie der Kosten für die Aufarbeitung der Blockchain, werden die Miner mit neuen Bitcoins ausgezahlt.[22] Damit sollen die Miner motiviert werden, die Blockchain zu pflegen, um so eine Sicherheit gegen Manipulationen zu gewährleisten.[23] Die Nodes haben die Hauptfunktion, die Blockchain zu überwachen. Eine ihrer Aufgaben stellt das Überprüfen der Hash-Werte dar, die von den Minern erzeugt wurden. Zudem wird regelmäßig von den Nodes kontrolliert, ob die Teilnehmer genügend Bitcoins im Wallet haben, um eine Transaktion durchführen zu können. Außerdem prüfen sie die digitale Signatur in Hinblick auf ihre Wahrhaftigkeit. Um einen entsprechenden Abgleich der Prüfelemente machen zu können, werden die Transaktionen in einer Transaktionshistorie gespeichert, damit diese jederzeit einsehbar sind. Aus dem Grund, dass die Nodes keine besondere Rechenleistung erbringen müssen, wird ihre Arbeit normalerweise nicht ausgezahlt. Als Anreiz dient dabei der Zugang zu der Transaktionshistorie, auf dessen Basis die Motivation besteht, die Unversehrtheit der Blockchain sicherzustellen.[24]

In einem Blockchain-Netzwerk existieren also viele Teilnehmer, die Daten hinzufügen, erstellen, etc. Jedoch arbeiten sie alle dezentral, sodass keiner von ihnen der zentrale Entscheidungsträger ist. Die Teilnehmer müssen also einen Konsens schaffen, damit die Zuverlässigkeit der Blockchain aufrechterhalten

werden kann.[25] Die zurzeit gängigsten Konsensmodelle stellen das Proof of Work, Proof of Stake und das Proof of Authority dar, die im Folgenden erklärt werden.[26] Der Proof of Work Algorithmus wird von den Minern erbracht. Dieser Algorithmus hat die Aufgabe die Nonce zu finden, der einen Hashwert für eine neue Blockgenerierung ausgibt. Dieser Hashwert kann jedoch nur unter bestimmten Konstellationen und durch mehrfaches Ausprobieren ermittelt werden. Dazu muss z.B. die Nonce eine vordefinierte Anzahl an Nullen enthalten, die am Anfang der Zeichenfolge stehen müssen.[27] Ein Block wird nur dann in der Blockchain hinzugefügt, nachdem der Miner diese im Netzwerk veröffentlicht hat und von den Netzknoten auf ihre Richtigkeit überprüft worden sind.[28] Da die Ermittlung der Hashwerte eine hohe Rechenleistung beansprucht, stellt das Proof of Work eine Sicherheit dar, Manipulationen abzufangen, denn für eine Manipulation müsste eine höhere Rechenkapazität aufgesetzt werden, als die die Miner aufbringen.[29] Im Vergleich zum Proof of Work ist der Proof of Stake Mechanismus mit geringerem Energieressourcenverbrauch verbunden. Neue Blöcke entstehen hier nicht durch einen Wettbewerb zwischen den Minern, sondern nur durch Mitglieder, die einen hohen Anteil an Kryptowährung in der Blockchain aufweisen.[30] Beim Proof of Authority werden bestimmte Validatoren des Blockchain-Netzwerks ausgewählt, die das Recht haben, neue Blöcke zu bilden und Transaktionen zu prüfen. Dieses Konsensverfahren baut also auf die Glaubwürdigkeit dieser Validatoren auf. Um Manipulationen vorzubeugen, werden sie zuvor auf ihre Zuverlässigkeit und ihre Personalien überprüft.[31]

Die Blockchain kann weiterhin nach den Zugangsrechten der Mitglieder unterscheidet werden. Diese beinhaltet drei mögliche Auslegungsformen.[32]

1. Öffentliche Blockchain – Wie der Name bereits besagt, stellt die öffentliche Blockchain einen Zugriff für jeden Teilnehmer im Netzwerk frei. Alle Teilnehmer, Nodes und Miner haben das Recht, dieses Netzwerk zu benutzen und die für sie relevanten Informationen zu entnehmen. Zudem kann jeder, der ein Wallet besitzt, Teilnehmer werden, Transaktionen durchführen und bestätigen.[33]

2. Private Blockchain – Eine private Blockchain ist im Vergleich zu den öffentlichen Blockchains nicht

für alle Teilnehmer zugänglich. Nur bestimmte Mitglieder haben das Recht, auf das Netzwerk zuzugreifen. Da hier eine Einschränkung der Teilnehmer vorliegt, gibt es zentrale Instanzen, die das Netzwerk führen. Dies führt zu einem höheren Maß an Zentralisierung und Bekanntheit der Mitglieder im Vergleich zu den öffentlichen Blockchains.[34]

3. Konsortiale Blockchain – Die Konsortiale Blockchain ist eine Mischform der öffentlichen und der privaten Blockchain.[35] Die zentrale Instanz wird durch ein Konsortium ersetzt. Hier erteilt das Konsortium bestimmten Teilnehmern Zugänge für das Netzwerk.[36] Mittels des Mehrheitsentschlusses der ausgewählten Teilnehmer soll der Konsens erbracht werden. Konsortiale Blockchains sind hinsichtlich ihres Ausmaßes beschränkt, da sie einerseits selektierte Teilnehmer besitzen und andererseits jegliche Anwendung erst vom Konsortium zugesagt werden muss, bevor diese umgesetzt wird.[37]

Wird die Blockchain nach Verwaltungsrechten gruppiert, so gibt es die genehmigungsfreie und die genehmigungsbasierte Blockchain. Bei einer genehmigungsfreien (engl. „permissionless“) Bitcoin-Blockchain, ist es allen Teilnehmern erlaubt, das Proof of Work zu erbringen.[38] Das heißt, allen Mitgliedern wird das Recht gegeben, neue Blöcke zu generieren und diese zu validieren. Der Gegensatz dazu ist die genehmigungsbasierte Blockchain. In einer genehmigungsbasierten (engl. „permissioned“) Blockchain darf der Konsensmechanismus nur über ausgewählte Nutzer erfolgen. Nur diese verifizieren die neuen Blöcke. Wie bei einer privaten Blockchain auch, werden die Mitglieder vom Konsortium selektiert.[39]

Für die Anwendung der Blockchain-Technologie haben sich über die Jahre hinweg verschiedene Plattformen gegründet. Dazu gehören vor allem die drei Plattformen Bitcoin, Ethereum und Hyperledger. Diese kommen insbesondere für die Smart Contracts in Einsatz, die für den Seetransport ihre Verwendung findet.[40] Der Bitcoin kam im Jahr 2009 zum ersten Mal auf dem Markt zum Einsatz und ist die erste Kryptowährung in der Blockchain. In diesem digitalen Zahlungsnetzwerk werden die Bitcoins unter den Mitgliedern direkt ausgetauscht und alle Transaktionen lassen sich auf der Bitcoin-Blockchain erfassen.[41] Die Funktionsweise dieser Blockchain bildet eine Grundlage für die anderen Blockchain-Plattfor-

men und ist somit der Grundbaustein der Blockchainentwicklung. Dieses dezentrale Zahlungssystem wird durch eine eigene Programmiersprache, dem Bitcoin Script, gesteuert. Teilnehmer, die einen privaten Schlüssel besitzen, sind in der Lage, die Bitcoins auszugeben. Bezieht eine Transaktion mehrere private Schlüssel, so wird die Verwaltung des Bitcoins erst nach der Bestätigung aller betroffenen Mitglieder durchgeführt. Somit arbeiten Bitcoin Transaktionen nach vorgegebenen Anforderungen des Systems und werden daher nur beschränkt eingesetzt.[42] Ethereum bietet im Vergleich zum Bitcoin-Netzwerk, bei der schwerpunktmäßig die Transaktionen und das Zahlungssystem eine Anwendung finden, eine universelle Anwendung der Blockchain-Technologie.[43] Es soll der Blockchain-Technologie eine Plattform geben, um Applikationen, die auf der Blockchain basieren, zu entfalten und umzusetzen. Mittels einer universellen Programmiersprache wird ein Vertrag generiert, der kryptographisch etablierbar ist. Eine Validierung der Transaktionen wird bei Ethereum durch einen eigenen Proof of Work Algorithmus und eigene Tokens realisiert.[44] Ethereum ist eine Open-Source Plattform, auf der Smart Contracts abgewickelt werden können. Die Ethereum-Blockchain zeigt nicht, wie die Bitcoin-Blockchain, ein Verzeichnis der durchgeführten Transaktionen auf, sondern bildet den Status der Benutzerkonten ab. Der Status eines Kontos wird aktualisiert und gespeichert, wenn es von einem Austausch von Informationen, Transaktionen oder Werten betroffen ist. Somit wird hier kein Zwischenspeicher aufgebaut. Ähnlich zum Bitcoin-Netzwerk haben die Miner die Aufgabe, die Blockchain zu pflegen und zu erweitern. Sie alle bedienen sich an der Software Ethereum Virtual Machine. Mit ihr lassen sich die von den Nutzern generierten Codes, die vorher über die universelle Programmiersprache erstellt worden sind, umsetzen. Aufgrund der gleichzeitigen Nutzung der Miner dieser Ethereum Virtual Machine, wird einerseits eine Aufrechterhaltung der Applikationen sichergestellt, aber andererseits leidet die Effizienz des Netzwerks durch eine Lahmlegung der Rechner. Trotz alledem entstehen in einer Ethereum-Blockchain Blöcke in einem Takt von etwa 14 Sekunden. Sie arbeitet somit schneller als eine Bitcoin-Blockchain. Der Grund dafür ist der Entfall der Aufzeichnung einer Blockchainedition, da jeder Block den Stand der Blockchain aufweist.[45] Das Hyperledger ist ein Projekt und wurde Ende 2015 von der Linux

Foundation bekanntgegeben.[46] Es stellt eine Plattform für verschiedene Branchen dar, wie z.B. den Finanzsektor oder Unternehmen in Bezug auf Supply Chains oder das Internet der Dinge. Es agieren mehr als hundert Unternehmen auf dieser Plattform. Dazu gehören unter anderem IBM, Fujitsu, Gruppe Deutsche Börse und viele weitere. An dieser Plattform sind verschiedenste Gruppen tätig, um die Blockchain-Technologie weiterzuentwickeln. Es soll unter anderem ein offener Zugang für alle Beteiligten gewährleistet werden, sowie Verbesserungen in den Blockchain-Konzepten und -Architekturen gemacht werden.[47]

Die Smart Contracts sind eines der wichtigsten Anwendungsmöglichkeiten der Blockchains und stellen ihr zahlreiche Nutzungsmöglichkeiten dar. Smart Contracts geben einem Vertrag und dessen Ausführung eine neue Gestalt.[48] Smart Contracts zeichnen sich durch automatisiert ablaufende Verträge aus, die mittels netzbasierten Computerprotokollen, Schnittstellen und Programmcodes ablaufen. Ethereum stellt hierbei eine gute Plattform zum Durchführen solcher Abwicklungen dar.[49] Es ist hierbei wichtig zu beachten, dass unter Smart Contract kein rechtlicher Vertrag verstanden wird, sondern ein Programm, welches mit Wenn-Dann Bedingungen arbeitet. Das bedeutet, dass eine Aktion durchgeführt wird, wenn die Parteien zuvor in einem Blockchain-Netzwerk ihre Bedingungen definiert haben.[50] Betrachtet man eine Abwicklung eines Kaufvertrages, so werden zunächst die Rahmenbedingungen des Kunden und des Verkäufers in einem Programmcode festgelegt. Diese Festlegung erfolgt in der Blockchain. Bei einer gemeinsamen Bestätigung läuft der Smart Contract ab, und es erfolgt eine Übertragung des Wertobjekts, sowie eine automatische Transaktion, die in der Blockchain abgelegt wird. Eine besondere Bedeutung wird diesem Konzept vor allem der Logistik und dem Supply Chain zugeschrieben, wo Transaktionen und Warenübergaben dokumentiert werden müssen.[51] Mithilfe eines Smart Contracts kann die Sicherheit, Unveränderbarkeit, Prüfbarkeit sowie die Transparenz einer Abwicklung und dessen Vorgänge gewährleistet werden. Es ist also nicht zwingend nötig, dass zwischen zwei Parteien eine Vertrauensbasis herrscht, da z.B. Transaktionen auch „ungewollt“ ablaufen würden, wenn diese vorher in den Bedingungen festgehalten wurden. Dies bringt vor allem Kostensenkungen in Hinblick auf den Entfall einer dritten

Kontrollpartei, sowie Transaktionskosten mit sich. Die Voraussetzung dafür ist eine gültige und eine vertrauensvolle Eingabe und Pflege der Inhalte. Für das Internet der Dinge stellen Smart Contracts ebenfalls ein Einsatzgebiet dar. Objekte könnten das Potenzial aufweisen, vorherrschende Verträge autonom auszuführen.[52]

Über das Internet der Dinge sollen materielle, smarte Objekte digital vernetzt werden, mit dem Ziel, die Kommunikation zwischen Menschen und Maschine, sowie zwischen Geräten, selbst auszubessern.[53] In einem großen Netzwerk wird den Objekten und Maschinen ihre eigene Identität zugewiesen, die mit eingebauten cyber-physischen Systemen (CPS) (z.B. RFID oder smarte Sensoren) ausgestattet sind. Diese Systeme bieten die Möglichkeit, dass das jeweilige Objekt mit anderen Geräten interagiert und automatisiert Aufgaben bewältigt.[54] Das RFID ist eine Hardware und bedeutet Radio-Frequency Identification. Bei dieser Technologie kohäriert ein RFID-Chip mit einem RFID-Lesegerät. Die Interaktion erfolgt mittels hoch-frequenter elektromagnetischer Felder. Mithilfe eines Codesystems, welches das RFID-Chip beinhaltet, soll den Geräten eine eindeutige Identität sichergestellt werden. Optimiert man die RFID-Technologie, so kann eine Nahfeldkommunikation zustande kommen, auch NFC (Near Field Communication) genannt. Sie kommt zum Einsatz, wenn Geräte, die in unmittelbarer Nähe zueinander sind, eine Verbindung aufbauen sollen. Eine Identifikationsnummer besitzt ein jedes NFC-Chip hierbei auch. Die Blockchain-Technologie bietet dem Internet der Dinge eine globale Netzwerk-Plattform dar, in Form einer verbesserten Interaktion und Kontrolle der Objekte und Applikationen. Diese Plattform bezieht Geschäftsmethodiken und Regeln, die für den Betrieb solcher Geräte und Programme eingesetzt werden, mit ein. Die Aufbesserung, die Überwachung und der automatisierte Betrieb der Objekte kann dann über die Blockchain-Plattform realisiert werden. Zudem lassen sich auf ihr Objektdaten speichern und mittels der Dezentralität der Blockchain-Technologie eine vertrauensvolle Datenbasis schaffen. Je nach Zugangs- und Verwaltungsrechten der Blockchain kann gewährleistet werden, dass Unbefugte keinen Zugang zu den Daten und den Geräten haben, um diese auszuarbeiten oder für eigene Zwecke zu nutzen. Somit kann Manipulationen entgegengewirkt werden. Um jedes Gerät im Netzwerk eindeutig identifizieren zu

können, wird in der Blockchain das Gerät unmittelbar durch den Hersteller aufgezeichnet. Alle weiteren Informationen zu diesem Gerät werden dann darunter zusammengetragen, wie z.B. die Produkt- und Transaktionsdaten. Die Kombination des Internet der Dinge mit der Blockchain-Technologie stellt für die Logistik und den Supply Chain Management einen Hauptanwendungsbereich dar, um Prozessverbesserung und mehr Transparenz entlang der Wertschöpfungskette zu realisieren.[55]

IV. Erläuterung des Problems

Beim Seetransport sind eines der wichtigsten Akteure zum einen der Versender, der Empfänger, die Spediteure und Reedereien.[56] Diese haben es nötig, relevante Unterlagen und Informationen untereinander auszutauschen. Dafür werden verschiedene zahlreiche Kommunikationswege eingesetzt, wie z.B. E-Mails, Telefonate, Post, etc.[57] Das sogenannte Bill of Lading gehört zu den grundlegendsten Dokumenten beim Seetransport. Dieses Dokument liegt in Papierform vor und gibt Auskunft über die verfrachteten Güter. Das Bill of Lading bringt drei Funktionen mit sich. Es dient zum einen als Nachweis für die Entgegennahme oder das Befördern von Waren per See. Zum anderen soll das Bill of Lading ein Indiz dafür darstellen, dass der Frachtvertrag zwischen dem Versender oder Spediteur und dem Frachtführer, welches vor dem Transport erstellt wurde, vollzogen worden ist. Für die dritte Funktion dieses Dokuments ist das Eigentumsrecht der Güter von Bedeutung. Da das Dokument gleichzeitig ein Warenwertpapier ausmacht, kann es zur Wahrung der Banken zur Verwendung kommen.[58] Das Bill of Lading wird von dem Verfrachter erzeugt, nachdem dieser die Waren erhalten hat. Die Unterlagen werden als erstes an dem Exporteur, also dem Versender, verschickt. Dieser leitet das Dokument an dem Importeur, also dem Empfänger der Ware, weiter, sofern eine Zahlung beim Exporteur eingegangen ist. Erst beim Darlegen des Bill of Ladings beim Verfrachter, kann der Importeur die Ware am Zielort annehmen.[59]

Eines der zentralen Probleme beim Bill of Lading entsteht durch das Versenden dieser Dokumente. Da das Dokument in Papierform vorliegt, muss es zwischen den Akteuren per Express-Versand verschickt werden. In Hinblick auf den Kosten- und Zeitfaktor liegt die Versandzeit zwischen fünf bis zehn Tage und ein Versand beläuft sich auf rund 60 Euro.[60]

Das bedeutet, dass es in der Transportkette zu erheblichen Wartezeiten kommen kann, wenn z.B. die Ladung den Bestimmungsort erreicht hat, aber die erforderlichen Dokumente noch nicht vorliegen, sodass die Güterübergabe nicht stattfinden kann. Eine Konsequenz, die das nach sich zieht, sind die Lagerkosten der Ware im Hafen. Wird das Gut nicht in einem anforderungsgerechten Lagerort gelagert (z.B. für Lebensmittel nicht entsprechende Temperaturen eingehalten), so kann es an dem Gut zu Schaden kommen. Die erheblichen Kosten für den Dokumentationsprozess beinhalten vor allem die Anschaffung, der Druck und der Transport der Papiere. Mittlerweile machen allein die Dokumentationskosten bis zu 15 % der gesamten Transportkosten aus.[61] Des Weiteren besteht die Gefahr, dass Papierdokumente verloren gehen oder manipuliert werden könnten, da der Transportweg des Dokuments einen langen Weg mit sich bringt, indem viele Kurierdienste integriert sind.[62] Zudem führt ein Austausch zahlreicher Dokumente zu erhöhten Fehleranfälligkeiten, die die Übereignung und Annahme des Bill of Ladings negativ beeinflusst. Das Dokument kann außerdem nicht nachgebildet werden, sodass nur ein Originaldokument vorliegen darf, da das Warenwertpapier als Zertifikat für den Besitz des Guts angesehen wird und es nur ein Akteur besitzen darf. Somit kann eine Kopie des Bill of Ladings nicht als geeigneter Lösungsansatz gewählt werden.[63] Die Blockchain bringt jedoch das Potenzial mit sich, beim Seefrachtgeschäft viele vorhandene Hindernisse zu beheben.

Ein weiteres großes Problem stellen die Rückverfolgung von Lebensmitteln im maritimen Transport dar. Aufgrund der Globalisierung steigt die Anzahl an Gütern, die transportiert werden, stetig. Somit stellt sich die Herausforderung der immer komplex werdender Lieferketten mit international agierenden Akteuren, den Stand der Produkte im Blick zu halten. Dabei sind vielen Parteien kaum der Status über ihre Produkte oder ihrer Materialien bekannt.[64] Es wird bemängelt, dass es keine richtigen Beweisketten für die Objekte existieren, die den Nachweis der Waren sicherstellen können. Das bedeutet, dass die Transportketten transparenter und zuverlässiger gestaltet werden müssen, um so den Akteuren sichere Informationen zur Verfügung stellen zu können.[65] Gerade die Lebensmittelindustrie macht sich vom günstigen Seefrachtgeschäft immer mehr Gebrauch. Der

Transport der Nahrungsmittel kann über Kühl- oder Containerschiffen erfolgen.[66] Doch vor allem hier sind die Lebensmittel auf eine Rückverfolgung angewiesen, da durch eine frühzeitige Benachrichtigung von verdorbenen Produkten seitens der Produzenten als auch für die Konsumenten ein großer Schaden verhindert werden könnte. Außerdem muss für gekühlt gelagerte Produkte eine Kühlkette nachgewiesen werden und regelmäßig die Temperaturen aufgezeichnet werden. Die Aufzeichnung und Auswertung dieser Daten sind mit viel manuellem Aufwand verbunden. Hinzu kommt noch die Herausforderung zu wissen, in welchem Container sich das Gut und wo der Container sich befindet.[67]

Weiterhin entstehen Probleme beim Seetransport aufgrund der Leercontainerlogistik. Die Container sind für den Transport von Gütern eine gute Lösung. Jedoch bringen sie in ihrer Anwendung im Containerverkehr ineffiziente Prozesse mit. Gegenwärtig werden die Container jeweils einer Containerreederei zugeordnet. Dies bedeutet, dass die Reedereien ihre eigenen Behälter benutzen, um das Frachtgut zu transportieren. Das Problem ergibt sich hierbei, wenn z.B. die Reederei X ihren Behälter an einem Seehafen entleert, diese jedoch nicht wieder befüllt und einfach zurückschickt, da an diesem Ort kein Bedarf an Gütertransport von Reederei X vorliegt. Es kommt also zu einem Leercontainertransport. Jedoch ist es möglich, dass an demselben Seehafen eine Reederei Y ihr Frachtgut mittels eines Containers befördern möchte und für diese aber kein Behälter zur Verfügung steht. Daraus resultieren lange Wartezeiten in der Lieferkette und eine verspätete Ankunft des Produkts beim Empfänger.[68] Der Anteil an Leercontainertransport per See liegt bei ca. 20 % aller weltweit laufenden Containertransporte und der im Inland befördernden leeren Container macht ungefähr 40 % aus. Somit ist die Produktivität der Container fragwürdig, da nahezu jeder Behälter 56 % in seiner Gesamtnutzbarkeit leer transportiert wird.[69] Hervorgerufen wird das Problem unter anderem dadurch, dass bei jedem Vollcontainertransport normalerweise ein Leercontainertransport stattfindet. Dieser verursacht wie bei einem Vollcontainertransport Umschlags-, Aufbereitungs- und Lagerkosten, sowie Ressourcen. Demzufolge fallen die Transportkosten eines Leercontainertransports gleich aus, wie beim Vollcontainertransport.

Was dieser jedoch nicht mit sich bringt, ist der Mehrwert in der Lieferkette und einen Kundennutzen.[70] Das Aufbringen eines erfolgreichen Leercontainermanagements wird im Schifffahrtsgeschäfts eine wichtige Rolle zugeordnet, da vor allem geringe Frachtraten kleine Umsätze mitbringen, jedoch die Kosten beim maritimen Transport stetig zunehmen. Um die Seetransportkosten für den Leercontainertransport zu senken, die einen mitwirkenden Teil der Gesamtkosten ausmachen, ist es wichtig, dass die geleerten Container im Importgebiet direkt wieder mit Frachtgut beladen werden.[71] Ferner entsteht hier die Schwierigkeit, auszuweisen, wann welcher Behälter frei ist und für einen Carrier zur Verfügung steht. Es mangelt also an Echtzeitinformationen zur Standortermittlung der Container.[72] Die Blockchain kann hierbei helfen, einen Ansatz zur Reduzierung der Leercontainertransporte zu finden.

Als ein wichtiger Bestandteil in der Seefrachtindustrie kann auch das Container Asset Management angesehen werden. Da in einer maritimen Transportkette die Inhaber und Besitzer häufiger wechseln können und somit die Behälter ständig angemietet oder weiterveräußert werden, muss der ganze Lebenszyklus eines Containers beobachtet und aufgezeichnet werden, um unter anderem feststellen zu können, ob die Behälter weiterhin verwendbar sind oder aussortiert werden müssen. Um den Lebenszyklus des Containers besser überwachen zu können, kann die Blockchain auch hier in Betracht genommen werden.[73]

Ein weiteres Problem in der Schifffahrtindustrie betrifft die Containerreedereien, die von sogenannten „No-Shows“ bzw. dem daraus resultierenden „Rolling“ konfrontiert werden. Unter No-Shows wird das Nichterscheinen des Exporteurs am Hafen verstanden. Dies bedeutet, dass die Ladung für den maritimen Transport nicht vor Ort vorliegt, obwohl eine Reservierung für die Ladung vom Exporteur auf ein Schiff vorher vorgenommen wurde. Mit einer Reservierung ist hier nur eine Vormerkung auf ein Schiff gemeint, keine vorgenommene Zahlung. Die Zahlung erfolgt erst nach dem Transport der Frachtladung. Dadurch, dass die Exporteure die No-Shows verursachen, weisen die Containerschiffe eine 90 prozentige Auslastung aus, was für die Containerreedereien zusätzliche Kosten verursacht. Als Gegenmaßnahme

lassen sich die Reedereien überbuchen. D.h. es werden mehr Ladeplätze angeboten, als das Schiff tatsächlich besitzt. Somit kann dem Exporteur nicht garantiert werden, dass seine reservierte Ladung überhaupt befördert wird und dieser reserviert dann Ladeplätze auf mehreren Schiffen. Dieser Konflikt wird als Rolling bezeichnet. Da nun der Transport auf einer Einheit stattfinden kann, sind die anderen Reedereien von No-Shows betroffen. Dadurch entwickelt sich eine ausweglose Situation für die dazugehörigen Akteure. Exporteure haben das Ziel, ihre Ladung zeitkonform beim Importeur vorzulegen, wohingegen die Containerreedereien ihre Kapazität voll ausschöpfen möchten.[74] Laut dem Vorstandsvorsitzenden, Rolf Habben Jansen, der Containerreederei Hapag-Lloyd AG, wird bei 3 von 4 Reservierungen, die sie erhalten, die Ladung nach Vereinbarung eingetroffen. Dies stellt somit ineffiziente Prozesse in der Transportkette dar. Durch das Entstehen von No-Shows und Rolling fallen zusätzliche Kosten von rund 23 Milliarden US-Dollar an, die hätten eingespart werden können. Zudem werden jährlich 5 Millionen TEU auf Schiffen unbenutzt transportiert. Zur Lösung dieser beiden Konflikte sind schon Ideen, wie zum Beispiel das Durchführen von Strafzahlungen, diskutiert worden. Jedoch haben sich diese aus Kostengründen nicht einbringen lassen.[75]

V. Realisierung

Eine Lösung des Bill of Ladings Problems kann mithilfe der Blockchain-Plattform CargoX gelöst werden. CargoX ist ein slowenisches Pilotprojekt, das eine Plattform für das Bill of Lading darstellt, auch bekannt als Smart Bill of Lading. Ziel ist es, das Eigentümerrecht in digitale Dokumente zu integrieren, um so den bürokratischen Aufwand und Verzögerungen durch Dokumentenverluste oder Kurierdienste entgegenzuwirken. Damit sind einerseits Kosteneinsparungen, sowie eine Sicherheit gegen Diebstahl verbunden.[76] CargoX beruht auf der Ethereum-Blockchain, einem Open-Source System, und stellt ein eigenes Ökosystem dar. Um das Bill of Lading dezentral in der Blockchain abzubilden und zu verwalten, kann die Bill of Lading-Austauschplattform benutzt werden. Nach wie vor generiert ein verifizierter Verfrachter der Blockchain das Dokument und signiert es mit einem Hash-Wert. Dies wird dann auf der dezentralen Datenbank abgelegt und in einem

Smart Contract integriert. Um die Effizienz der Plattform zu erhöhen, wird die Signatur an Stelle des gesamten Dokuments gesichert. Damit kann eine erhöhte Datenspeicherung auf der Blockchain erreicht werden. Es entsteht also bei jedem Dokument ein individueller Hash-Wert, der bei allen Blockchain-Netzwerkteilnehmern einsehbar ist. Manipulationen könnten also schnell aufgedeckt werden, da eine Änderung beim Bill of Lading eine Modifikation des Hash-Werts auslösen würde und diese von den Teilnehmern abgefangen werden kann. Die Thematik, dass Unterlagen nach dem traditionellen Konzept verschwinden können, ist durch die dezentrale Speicherung auch behoben. Um bei den Frachtpapieren Ergänzungen machen zu können, bietet die Plattform den Vorteil an, Anlagen an das bereits existierende Dokument anzuhängen.[77]

Ferner lassen sich mit Integration der Public-Key-Kryptographie die Weitergabe und der Nachweis der Besitzerrechte abwickeln. Wenn zum Beispiel ein Importeur dem Verfrachter nachweisen will, dass er der tatsächliche Besitzer des Bill of Ladings ist, muss der Verfrachter einen Hash-Wert generieren. Dieser Hash-Wert wird dann vom Importeur mit seinem privaten Schlüssel seiner Ethereum Adresse unterschrieben und er gibt die Signatur und den öffentlichen Schlüssel, der dafür benutzten Adresse, frei. Der Verfrachter kann nun die Unterschrift prüfen. Der Smart Contract überprüft dann, ob die in der Blockchain enthaltene Ethereum-Adresse wirklich dem Inhaber des Frachtpapiers zuzuordnen ist. Diese Kontrolle mittels der im Smart Contract aufgeführten Signatur läuft automatisch auf der Plattform ab. Die Weitergabe des Besitzerrechts funktioniert nach dem annähernd gleichen Konzept. Es wird zuerst nach dem Vorhandensein der Empfänger-Adresse und nach der Authentizität des Eigentümers des Bill of Lading Dokuments untersucht, bevor eine Weitergabe des Inhaberrechts ausgeübt wird.[78]

Um das Smart Bill of Lading überhaupt verwalten zu können, wird der sogenannte CXO Token eingesetzt. Dieser verleiht den Teilnehmern Rechte, unterschiedliche Anwendungen auf der Plattform ausführen zu dürfen. Er wird zum Beispiel für Transaktionsgebühren, für die Abwicklung des Smart Contracts, um in das System eintreten oder Zahlungen durchführen zu können, benötigt. CargoX bringt außerdem die Funktion mit, das Bill of Lading Dokument in Teilen

aufzuspalten und als CXO Token verwendbar zu machen. Diese können dann weitergegeben oder mit gehandelt werden.[79]

Mit der Verwendung einer dezentralen autonomen Applikation (DApp) von CargoX soll ein verbessertes Zusammenspiel zwischen den verschiedenen Parteien realisiert werden. Die DApp soll die Anwendungen auf der Austauschplattform des Smart Bill of Ladings praktikabler ausführen lassen, indem diese in bereits existierenden Systemen verbunden werden. Dafür wird der Einsatz eines öffentlichen Quellcodes benötigt. Aus dem Grund, dass eine DApp die Eigenschaft der Dezentralität aufweist und sie somit nicht wie traditionelle Applikationen zentral gesteuert wird, bringt sie eine vielversprechende Sicherheit gegen Manipulationen und einen Schutz gegen Netzwerkausfall mit sich.[80]

Um abschließend auf das Beispiel für den Seefrachtgeschäft zurückzugreifen kann der Verfrachter das Smart Bill of Lading nun über die DApp anlegen, unterschreiben und das Dokument in einem Token umwandeln. Dieser wird an dem Versender weitergeleitet. Über die DApp kann der Versender nach Eingang der Zahlung das Besitzerrecht an den Empfänger übermitteln.[81] Die Übermittlung dieses Rechts dauert bei CargoX nur zwanzig Sekunden, wohingegen ein normaler Versand der Papiere 5-10 Tage in Anspruch nehmen würde. Dies bringt also eine erhebliche Zeitverkürzung in der Transportkette mit sich.[82] Hat die Fracht ihren Zielort erreicht, übergibt der Verfrachter das Gut dem Empfänger. Demzufolge muss der Verfrachter vorher das Besitzerrecht über die DApp verifiziert haben.[83]

Es lässt sich sehen, dass mithilfe der Digitalisierung des Bill of Ladings in der Blockchain der Aspekt der Sicherheit auf ein neues Niveau gebracht werden kann und die Kosten bei Verwaltung der Frachtpapiere beim Seetransport eliminiert werden können. Zudem entfallen die langen Wartezeiten bedingt durch das unpünktliche Eintreffen der Papiere, da diese elektronisch schnell versendet werden können und Inhalte durch eine dezentrale Datensicherung nicht verloren gehen können. In Hinblick auf die Transparenz in der gesamten Transportkette stellt dies einen ersten möglichen Ansatz dar.[84]

Für die Lösung der Probleme der Rückverfolgung von Lebensmitteln im maritimen Transport soll zunächst die Fähigkeit des Internets der Dinge in Betracht genommen werden. Dabei können die Behälter „intelligent“ ausgestattet werden und verschiedene Fähigkeiten umfassen. Dazu werden die Container zum einen mit Sensoren ausgestattet, die Auskunft über den Zustand, die Umgebung oder den Inhalt des Behälters an sich, geben. Zum anderen gehört das Anbringen von Mikrocontrollern, die die aufgezeichneten Inhalte zusammentragen. Durch bestimmte, vorausgesetzte Logik, können eigenständig, also ohne einen äußeren Einfluss, Aktionen ausgeführt werden. Soll nun eine Kühlkette für Lebensmittel verfolgt werden, so werden im und am Kühlcontainer der Wärmezustand mittels Temperaturmessfühler gemessen. In einem eingebauten Speicher werden die Inhalte aufgezeichnet und der Mikrocontroller dahingehend überprüft, ob die Daten in ihren Grenzen liegen.[85] Weichen die Daten aus dem Wertebereich aus, so bekommt der Verwalter eine Benachrichtigung vom Gerät. Die Temperatur kann dann vom Verwalter angeglichen werden. Weitere Abweichungen, wie zum Beispiel ein Schaden an den Sensoren, gehen mit einer Meldung an dem Bevollmächtigten einher. All dies begünstigt ein schnelles Auffinden der Fehler und dient der verbesserten Sicherheit der Lebensmittel.[86] Die Smart Contracts können in Kombination mit der Containerüberwachung in Einsatz kommen. Sie können dazu genutzt werden, Bußzahlungen automatisch auszuführen, wenn die Kühlkette nicht die im Vertrag festgehaltene Temperatur aufweist. Für einen möglichen Ablaufs des Smart Contracts werden die ermittelten Ergebnisse in Form von Transaktionen in die Blockchain gespeichert und nachverfolgt. Stellt sich nun eine Abweichung in der Kühlkette ein, kann die jeweilig verantwortliche Partei ermittelt werden und eine Zahlung zwischen den beteiligten Partnern erfolgt automatisch. Die Höhe der Zahlung wird in den Smart Contracts vordefiniert.[87] Demgegenüber können Smart Contracts auch so ausgelegt sein, dass keine Strafzahlungen stattfinden sollen, sondern, dass eine automatische Zahlung zwischen Empfänger und Versender der Ware durchgeführt wird, wenn der Kühlcontainer stets den Wärmezustand einhält.[88] Durch den Smart Contract können daher Prozesse sofort abgewickelt werden, ohne dass es die Prüfung einer dritten Instanz bedarf.

Für die Aufrechterhaltung der im Kühlcontainer transportierten Lebensmittel gehören weiterhin noch der Einbau von Luftfeuchtigkeits- sowie Vibrationsensoren. Die Daten werden in einer grafischen Abbildung als Kurvenverlauf festgehalten, um so Rückschlüsse auf eine Weiterentwicklung machen zu können. Es wird somit immer der Behälterzustand rückverfolgend überprüft, ob er sich in adäquaten kalten Lagerplätzen oder Containern aufhält.[89]

Um nun die Position des Containers jederzeit ermitteln zu können, stellt das Anbringen von GPS-Sensoren am Container eine Lösung dar. Mit ihr lassen sich Echtzeitinformationen übertragen.[90] Die GPS-Koordinaten werden auch, wie die Messdaten, in Form von Transaktionen fortlaufend abgespeichert. Diese Aufzeichnung in der Blockchain gewährleistet, dass die Daten nicht mehr manipulierbar sind und somit glaubhafte Informationen für alle Akteure zur Verfügung gestellt werden.[91] Mithilfe dieser Ergebnisse kann eine bessere Transparenz in der Transportkette realisiert werden. Es können Ankunftszeiten der Container abgeschätzt und zur besseren Planung für Folgeprozesse in Betracht genommen werden.[92]

Eine mögliche Auffassung der GPS-Koordinaten als Transaktionen in einem Block kann zum Beispiel Inhalte zu der Koordinate sein, der Zeitpunkt der Erfassung, sowie die Ortsermittlung (Land, Region, etc.). Die entsprechenden nachfolgenden Koordinaten werden nach demselben Schema erfasst. Alle erfassten Transaktionen werden dann jeweils als Hash-Wert in der Blockchain gespeichert. Damit die Daten auf der Blockchain für alle Beteiligten einzusehen sind, kann ein offener Zugang in Betracht genommen werden. Somit kann für jede Partei dieselbe Informationsgrundlage zu jeder Zeit geschaffen und Entscheidungen in der Transportkette schneller getroffen werden.

Für die Umsetzung dieses Konzeptes stellt eines der größten Handelsplattformen die sogenannte TradeLens eine Möglichkeit dar. Sie wurde von der Reederei Maersk und der IT-Firma IBM zusammen entwickelt. Ziel ist es, die Akteure in der gesamten Transportkette miteinander zu verknüpfen und ihnen die Möglichkeit zu geben, untereinander zu interagieren und nachgewiesene Daten zu übermitteln, um so die Transparenz und die Sicherheit in der Lieferkette zu erhöhen.[93]

Ein Lösungsansatz zur Reduzierung der Leercontainerlogistik kann eine Registrierung aller weltweit benutzen Container darstellen. Dabei sollen alle Container in einem globalen Containerpool gesteuert werden, unabhängig davon, zu welcher Reederei sie gehören. Es soll also jedem Verfrachter der Zugang zu allen Behältern verschafft werden und der Container soll ihm zum richtigen Ort und Zeit zur Verfügung stehen. Diese Ansammlung der gesamten Container in einem Pool ist auch bekannt als das Greybox-Konzept. Um eine geeignete Plattform für die Verwaltung der Behälter vorzusehen, kann die Verwendung der Global Shared Container Platform (GSCP) in Betracht gezogen werden. Es handelt sich hierbei um ein Projekt, das auf der Blockchain aufbaut und von dem dänischen Unternehmen Blockshipping gesteuert wird. Um nun die Repositionierung der Leercontainer auszulöschen, ist es möglich, den Transportbehälter eines Importeurs sofort einem Exporteur in seiner Nähe zu übergeben. Dies ist realisierbar, da auf der GSCP die Behälter für alle Verfrachter verwendbar sind und jeder Verfrachter einsehen kann, ob ein Behälter frei steht. Damit können Fahrten zu Containerterminals reduziert und die dadurch potenziell entstandenen Kosten abgefangen werden. Um auf das vorherige Beispiel zurückzugreifen kann also die Reederei Y, die am selben Hafen wie Reederei X steht, den geleerten Behälter von Reederei X benutzen, um ihr Frachtgut zu transportieren. Der Transportcontainer würde also wieder direkt zur Verwendung kommen und somit seine Produktivität steigern. Diese Anwendung wird auch als Street-Turn-Methode bezeichnet.[94]

Auch hier kann das Internet der Dinge in Kombination mit dem Greybox-Konzept und dem Street-Turn-Methode zur Verwendung kommen. Die Reederei Y hat mit dem Internet der Dinge die Möglichkeit, Echtzeitinformationen über den Container zu erhalten, um so z.B. die Ankunftszeit der Reederei X besser abschätzen zu können. Es soll also die Effektivität der Street-Turn-Methode intensiviert werden. Dadurch, dass alle Informationen zu jedem Zeitpunkt jedes Containers erfasst werden können, kann auch dies auf der Plattform abgebildet und festgehalten werden. Somit haben alle Teilnehmer die Möglichkeit, nachzusehen, wann und wo sich ein leerer Container befindet bzw. befinden wird.[95] Übertragen werden

die Daten, indem die GPS-Koordinaten als Transaktionen in der Blockchain unveränderbar gespeichert und mittels eines GPS-Trackers erkannt werden.[96]

Ein weiterer Ansatz stellt eine automatische Buchung eines vollen Containers dar, wenn dieser sich in der Nähe des Hafens befindet und dort entleert werden muss. So kann ein Verloader, der am selben Hafen seine Ladung verschiffen will, direkt den ankommenden Container buchen. Diese Buchung kann über einen Smart Contract abgewickelt werden. Ein möglicher Ansatz dazu, stellt die Integration von NFC-Chips an den Containern dar. Damit wird eine Verbindung zwischen dem Hafen und dem Container aufgebaut. Diese Information soll dann in der Blockchain liegenden Smart Contract abgefangen werden. Um solch eine Abwicklung überhaupt durchführen zu können, müssen im Smart Contract die Bedingungen festgehalten werden, bevor der Contract ausgelöst wird. Erst nach Kontrolle bzw. Realisierung dieser Bedingungen, kann der Smart Contract abgewickelt werden. Sind eines dieser Umstände nicht gegeben, so wird die Abwicklung nicht durchgeführt. Dies macht vor allem dann Sinn, wenn zum Beispiel kein geeigneter Container von Größe und Ausstattung, für die zu transportierende Ladung, am Hafen ankommt und entsprechend keine Buchung erfolgt, da auch kein Transport der Ware zustande kommt. Damit eine Zahlung seitens des Verladers stattfinden kann, muss dieser auf der Blockchain-Plattform, wie auch die Reederei, registriert sein. Ebenso müssen die Informationen zur Überprüfung der Bedingungen auf der Blockchain zuvor vorhanden sein. Diese automatische Abwicklung bringt den Vorteil, dass der manuelle Aufwand zu der Abwicklung einer Buchung des Behälters entfällt. Zudem kann sichergestellt werden, dass für jede Ladung ein entsprechender Container zur Verfügung steht. Es ist möglich, einen freiwerdenden Behälter sofort zu nutzen, ohne dass es an Verzögerungen in der Transportkette bedarf, um die Ware pünktlich am Ort abzuliefern.

Um den Lebenszyklus des Containers überwachen zu können, kann der Stand der einzelnen Prozesse des Containers auf einer Ethereum-Blockchain festgehalten werden. Dabei nutzen die Teilnehmer das Ethereum-Wallet, um Transaktionen durchführen zu können. Ein Teilnehmer kann eines oder mehrere Funktionen aufweisen. Es kann zum einen ein Hersteller der Behälter sein. Diese können ihre Container

auf der Blockchain aufzeichnen. Alle Fakten zu dem Behälter, z.B. Identifikationsnummer, Hersteller oder Maße können eingetragen werden. Erst wenn alle wesentlichen Daten auf der Blockchain gespeichert sind, kann es weiterveräußert werden. Zum anderen kann es ein Abnehmer, Nutzer oder ein Verkäufer von den Containern sein. Einige Beispiele sind Reedereien, Verfrachter oder Leasinggesellschaften. Darüberhinaus sind Teilnehmer Unternehmen, die einen Reparatur-Service anbieten. Sie übernehmen die regelmäßige Aufarbeitung und Kontrolle der Behälter. Soll nun eine mögliche Abwicklung des Container Asset Managements in Betracht genommen werden, so kann zum Beispiel, wenn ein Behälter produziert wird, bei der Registrierung alle Daten des Containers aufgefasst werden. Wird nun der Container verkauft, überprüft ein Ethereum Node, ob der Käufer ausreichende Ether besitzt, bevor die Transaktion stattfindet. Somit wird der Eigentümer nun der Käufer und diese Information wird den Containerdaten hinzugefügt. Möchte der Käufer nun den Behälter einer Wartung aussetzen, so kann eine Zahlung an die Ethereum-Adresse des Reparatur-Dienstleisters durchgeführt werden. Alle Inhalte zu den Reparaturen und Mängeln, sowie Echtzeitstandorte und Transporte der Behälter werden im Block Container verzeichnet und ständig aktualisiert. Jedoch reicht es, die Daten als Hash-Werte zu speichern, um die Speicherkapazität nicht voll auszunutzen und eine Lahmlegung der Rechner zu vermeiden. Smart Contracts können hier auch angewendet werden, um eine automatische Transaktion, zum Beispiel zwischen Reparatur-Dienstleister und einem Eigentümer, durchzuführen. Erfolgt eine Reparatur eines Behälters, so wird dies im Containerverzeichnis aufgeführt und eine Transaktion könnte zwischen den Parteien von selbst ausgelöst werden. Die Höhe der Zahlung wird vorher im Smart Contract festgelegt.[97]

Damit in diesem Fall ein Smart Contract durchgeführt werden kann, sollten die Bedingungen im Smart Contract festgestellt werden. Es ist zunächst wichtig, dass überhaupt ein Mangel und dessen Ausmaß festgestellt worden ist. Je nach Ausmaß des Fehlers, können unterschiedliche Zahlungshöhen anfallen. Die Mängel können im Smart Contract den Zahlungshöhen durch Wenn-Dann Bedingungen zugeordnet werden. Es muss kontrolliert werden, ob die Zahlungshöhen definiert worden sind und der Eigentümer genug Einheit im Wallet besitzt. Ebenso muss die

Ethereum-Adresse vorhanden und verifiziert werden. Erst wenn diese Vorgaben erfüllt sind, kann die Abwicklung beginnen.

Damit die Daten zu den jeweiligen Containern nicht nur auf der Blockchain verbleiben, sondern auch von der CSC-Plakette am Container selbst abgelesen werden können, bietet sich hier der Einsatz der RFID-Chips an. Die CSC-Plakette ist an den Containern angebracht und beinhaltet Fakten, wie z.B. die Identifikationsnummer, Hersteller, Gewicht etc. Die Informationen werden aber normalerweise nicht mehr aktualisiert. Die CSC-Plakette kann daher durch einen RFID-Chip ersetzt werden, die die gespeicherten Daten der Behälter in der Blockchain aufzeigt, wenn ein Lesegerät in die Nähe gehalten wird. Voraussetzung ist dafür eine Verbindung zwischen dem RFID-Chip und der Blockchain.[98] Mit diesem Konzept können die Containerkonditionen während des gesamten Lebenszyklus jederzeit mitverfolgt und eine Pflege des Behälters gewährleistet werden. Zudem kann ein manipulationssicherer Nachweis der Besitz- und Inhaberrechte sichergestellt werden.[99]

Um das Problem des No-Shows und des Rollings zu lösen, kann die TEU als eine Art Token agieren und in der Blockchain als eine Kautionsvorgelegt werden. Das TEU Token kann also eine digitale Währung widerspiegeln und in Peer-to-Peer Gemeinschaft zwischen den Teilnehmern ausgetauscht werden. Die Teilnehmer können zum Beispiel Containerreedereien oder Exporteure sein. Sie erhalten bei ihrer Registrierung einige TEU Token, um diese später einsetzen zu können. Wird ein Vertrag zwischen dem Exporteur und der Reederei erstellt, müssen zunächst Vereinbarungen bezüglich der Frachtraten, Ladungsmenge, etc. getroffen werden. Vor allem muss die Anzahl der Tokens festgelegt werden. Sind diese Bedingungen untereinander abgestimmt worden, so werden diese in einem Smart Contract integriert. Diese Buchungsanfrage generiert der Exporteur. Zudem muss er seine TEU Tokens im Smart Contract ablegen. Das Dokument für die Buchungsanfrage kann unter Anwendung der Hash-Funktion in einem Hash-Wert hinterlegt werden. Für eine Verifizierung für die Reederei, wird der Hash-Wert mit dem privaten Schlüssel und Adresse des Exporteurs unterschrieben und die Signatur als auch der öffentliche Schlüssel, der dafür benutzten Adresse freigege-

ben.[100] Um die Anfrage zu verschlüsseln, verschlüsselt der Exporteur dies mit dem öffentlichen Schlüssel der Containerreederei.[101] Diese Anfrage wird an die Reederei übermittelt. Diese macht dann einen Abgleich mit den Informationen, die im Smart Contract aufgefasst sind.[102] Dazu muss die Anfrage von der Reederei zunächst entschlüsselt werden. Die Entschlüsselung erfolgt mit ihrem privaten Schlüssel. Um die Anfrage dahingehend zu prüfen, ob sie tatsächlich vom Exporteur stammt, muss die Reederei mit dem öffentlichen Schlüssel des Exporteurs die Signatur dechiffrieren. Erst danach kann ein Abgleich gemacht werden.[103] Stimmt alles überein, wird ein offener Ladeplatz für den Exporteur reserviert. Dies geschieht, indem die Reederei die gleiche Menge ihrer TEU Token dem Smart Contract zuführt. Als Bestätigung erhält der Exporteur eine Reservierungsnummer. Nachdem dieser Schritt stattgefunden hat, ist es nicht mehr möglich, die im Smart Contract festgelegten Daten abzuändern, da diese in den Blöcken auf der Blockchain fest gesichert sind. Das heißt, dass beide Parteien an den Vertrag gebunden sind und dass bei Nichteinhaltung der Bedingungen, des jeweiligen Akteurs, auch mit ungewollten Konsequenzen zu rechnen ist. Es verlangt also kein Vertrauen bzw. persönliche Beziehungen unter den Teilnehmern.[104] Die Prüfung, ob z.B. der Exporteur und die Reederei die richtige Menge an Token abgelegt bzw. überhaupt zur Verfügung haben, können von den Nodes realisiert werden. Diese gehören mit den Minern zu den Blockchain-Verwaltern und haben das Recht, alle Daten auf der Blockchain einzulesen. Die Miner können zudem die Schreibberechtigung ausführen, da sie die Blöcke generieren.[105]

Weiterfolgend werden die Konsequenzen über den Smart Contract wie folgt durchvollzogen. Die TEU-Tokens sollen als Kautions für beide Akteure dienen. Bringt der Exporteur sein Versandgut pünktlich zum Hafen mit und wurde die Ladung seitens der Containerreederei auf den freien Ladeplatz des Schiffes abgelegt, so haben beide Akteure ihre Aufgaben zweckmäßig ausgeführt. Da hier keine Partei benachteiligt wurde, übergibt der Smart Contract die hinterlegten Tokens an die jeweilige Partei zurück. Die TEU Tokens werden erst dann an die gegenüberliegende Partei übergeben, wenn entweder der Exporteur nicht mit seinem Versandgut am Bestimmungsort erscheint oder die Reederei keinen freien Ladeplatz auf dem Schiff mitbringt

bzw. die Ladung nicht auf dem Schiff transportiert werden kann. Die Kautions wird hier als eine Art Gegenleistung für einen No-Show bzw. Rolling angesehen.[106]

Zur Umsetzung des oben genannten Konzepts könnten in einem Block zum Beispiel Daten zu der Buchungsanfrage und der Reservierung abgelegt werden. Unter der Buchungsanfrage können Informationen, wie die Höhe der Frachtrate oder die Zeit und der Ort der Verladung, niedergeschrieben werden. Für eine Reservierung müssten zum Beispiel der Zeitpunkt und die Beteiligten der Reservierung festgehalten werden. All diese Daten sind in einem Block, in dem Merkle Root Hash-Wert, gespeichert. Dadurch wird gewährleistet, dass keiner die Daten manipulieren kann. Zudem gibt der Block Auskunft über dem Target, die Nonce und den Zeitpunkt der Blockgenerierung. Des Weiteren verweist der Block auf den Hash-Wert des Vorgänger-Blocks. Die Speicherung dieser Elemente ist insofern relevant, dass der Smart Contract auf die Daten zugreifen und beim Erfüllen der Bedingungen diesen auslösen kann.

Dieser Smart Contract stellt für die Transportkette einen sicheren Weg dar, dem Exporteur und der Reederei gerecht zu werden und transparente Transportvereinbarungen durchzuführen. Entstandene Verluste einer Partei sollen durch eine Kautions abgedeckt werden. Mit dem Vorlegen einer Kautions sollen die Parteien indirekt aufgefordert werden, ihre Vereinbarungen regelrecht einzuhalten. Somit können die No-Shows und das Rolling reduziert und die damit verbundenen Folgen, wie in etwa die Kosten und der Auslastungsgrad der Schiffe, optimiert werden. Ein Anwendungsbereich dieses Konzepts zeigt das Unternehmen 300cubits. Es basiert auf dem TEU-Token Ökosystem und bietet der Schifffahrtsindustrie eine elektronische Währung, um Nachteile durch Nichteinhalten der Transportvereinbarungen entgegenzuwirken.[107]

VI. Interpretation der Ergebnisse

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Blockchain-Technologie für den maritimen Transport vielerlei Anwendungen und Verbesserungspotential mit sich bringt. Zum einen können die Kosten durch ein digitales Bill of Lading enorm eingespart werden. Die Kosten für das Drucken und den Versand der Dokumente können eliminiert werden.

Zum anderen kann der Problematik des Verlorengehens der Papiere und Manipulationsversuche durch die Bildung der Hash-Werte und Verwendung der Public-Key-Kryptographie entgegengewirkt werden. Auch die drei Funktionen eines Frachtpapieres, vor allem die Übermittlung der Eigentümerrechte der Ladung bildet die Blockchain einfach und transparent ab. Für die Transportkette bringt sie die Fähigkeit mit, eine termintreue Logistik zu verschaffen und Lieferverzögerungen zu minimieren.

Die Verknüpfung von Blockchain mit dem Internet der Dinge und den Smart Contracts bietet allen Akteuren in der Transportkette und somit auch beim Seetransport eine Kommunikation durch Echtzeitverfolgung der Waren und eine Abschätzung der Lieferzeit. Für die Rückverfolgbarkeit von Lebensmitteln und als Nachweis für die Kühlkette, können alle Daten auf der Blockchain abgespeichert und eingesehen werden. Mittels der Sensoren und der Aufzeichnung aller Temperatur- und Feuchtigkeitswerte erlaubt die Blockchain das Durchführen von Smart Contracts, wenn die Werte eingehalten bzw. nicht eingehalten werden. Somit können Prozesse auch ohne eine weitere Instanz stattfinden und eine Sicherheit entlang des Transportweges garantiert werden.

Für die Containerlogistik kann die Blockchain dazu beitragen, Leerfahrten zu verringern, indem alle weltweiten Behälter auf einer Plattform registriert werden und Informationen zum Aufenthalt und Stand der Container festgehalten werden und somit die Produktivität der Behälter erhöht wird. Die sofortige Nutzung der Behälter kann in der Transportkette erhebliche Verzögerungen vorbeugen. Des Weiteren kann der Lebenszyklus eines Containers mitverfolgt werden, um immer eine fortläufige Kontrolle und Sicherheit des Containers aufzuzeichnen.

Um die Thematik des No-Shows und des Rollings abzuwenden, zeigt die Verwendung eines Token als Kautions einen Ansatz, um der jeweiligen Partei gerecht zu werden. Die Blockchain stellt sicher, dass kein Vertrauen zwischen den Parteien existieren muss. Durch den Smart Contract kann der benachteiligten Partei ein sofortiger Schadenersatz erstattet werden und zudem können die Kosten gesenkt werden.

Da sich die Blockchain-Technologie noch in ihren Anfangsstadien befindet, müssen vor allem Aspekte

in Bezug auf Energieverbrauch, Skalierbarkeit, Privatsphäre und Datenschutz untersucht werden.[108] Dies wird für die Konkurrenten im maritimen Transport weiterhin ein Konflikt darstellen.

VII. Literaturverzeichnis

- [1] BearingPoint (Hrsg.) (2018): Blockchain als Treiber im modernen Supply Chain Management 4.0. Frankfurt/Main: BearingPoint GmbH.
- [2] Henke, Michael; Schulte, Axel T.; Jakob, Sabine (2019): Blockchain-basiertes Supply Chain Management. In: B. Vogel-Heuser et al. (Hrsg.): Handbuch Industrie 4.0. Berlin Heidelberg: Springer Vieweg: 1-17.
- [3] Buss, Klaus-Peter (2018): Branchenanalyse Hafenwirtschaft – Entwicklungslinien des Hafenwettbewerbs und Herausforderungen der öffentlichen Akteure. In: Working Paper Forschungsförderung, Nr.078: 1-141.
- [4] Vallée und Partner – Logistik- und IT-Beratung (2018-2020): Anwendungen von Blockchain-Technologie in der Logistik. URL: <https://www.valleepartner.de/blog/blockchain>, Abruf am 22.02.2020.
- [5] Coleman, Katrin (2019): Arbeitsteilige Auftragsabwicklung in der Transportkette – Unternehmensübergreifende Systeme in der See- und Luftfracht. Wiesbaden: Springer Gabler.
- [6] Jakob, Sabine; Schulte, Axel T.; Sparer, Dominik; Koller, Roman; Henke, Michael (2018): Blockchain und Smart Contracts – Effiziente und sichere Wertschöpfungsnetzwerke. Dortmund: URL: https://www.iml.fraunhofer.de/content/dam/iml/de/documents/OE260/10_Whitepaper_BlockchainSmart-Contracts_Ausgabe_10_WEB.pdf, Abruf am 22.02.2020.
- [7] Scherk, Johannes; Pöchhacker-Tröscher, Mag. Gerlinde (2017): Die Blockchain – Technologiefeld und wirtschaftliche Anwendungsbereiche. Linz: Pöchhacker Innovation Consulting GmbH.
- [8] Jakob, Sabine; Schulte, Axel T.; Sparer, Dominik; Koller, Roman; Henke, Michael (2018): Blockchain und Smart Contracts – Effiziente und sichere Wertschöpfungsnetzwerke. Dortmund: URL: https://www.iml.fraunhofer.de/content/dam/iml/de/documents/OE260/10_Whitepaper_BlockchainSmart-Contracts_Ausgabe_10_WEB.pdf, Abruf am 22.02.2020.
- [9] Scherk, Johannes; Pöchhacker-Tröscher, Mag. Gerlinde (2017): Die Blockchain – Technologiefeld und wirtschaftliche Anwendungsbereiche. Linz: Pöchhacker Innovation Consulting GmbH.
- [10] Scherk, Johannes; Pöchhacker-Tröscher, Mag. Gerlinde (2017): Die Blockchain – Technologiefeld und wirtschaftliche Anwendungsbereiche. Linz: Pöchhacker Innovation Consulting GmbH.
- [11] Hinckeldeyn, Johannes (2019): Blockchain-Technologie in der Supply Chain – Einführung und Anwendungsbeispiele. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- [12] Schlatt, Vincent; Schweizer, André; Urbach, Nils; Fridgen, Gilbert (2016): Blockchain – Grundlagen, Anwendungen und Potenziale. Augsburg Bayreuth: Projektgruppe Wirtschaftsinformatik des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Informationstechnik (FIT).
- [13] Schlatt, Vincent; Schweizer, André; Urbach, Nils; Fridgen, Gilbert (2016): Blockchain – Grundlagen, Anwendungen und Potenziale. Augsburg Bayreuth: Projektgruppe Wirtschaftsinformatik des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Informationstechnik (FIT).
- [14] Hein, Cathrin; Wellbrock, Wanja; Hein, Christoph (2019): Rechtliche Herausforderungen von Blockchain-Anwendungen – Straf-, Datenschutz- und Zivilrecht. Wiesbaden: Springer Gabler.
- [15] Prinz, Wolfgang; Rose, Thomas; Osterland, Thomas; Putschli, Clemens (2018): Blockchain. In: Neugebauer, Reimund (Hrsg.): Digitalisierung –

Schlüsseltechnologien für Wirtschaft und Gesellschaft. Berlin Heidelberg: Springer Vieweg: 311-319.

[16] Hinckeldeyn, Johannes (2019): Blockchain-Technologie in der Supply Chain – Einführung und Anwendungsbeispiele. Wiesbaden: Springer Vieweg.

[17] Hinckeldeyn, Johannes (2019): Blockchain-Technologie in der Supply Chain – Einführung und Anwendungsbeispiele. Wiesbaden: Springer Vieweg.

[18] Mika, Bartek; Goudz, Alexander (2020): Blockchain-Technologie in der Energiewirtschaft – Blockchain als Treiber der Energiewende. Berlin: Springer Vieweg.

[19] Fill, Hans-Georg; Meier, Andreas (2020): Blockchain kompakt – Grundlagen, Anwendungsoptionen und kritische Bewertung. Wiesbaden: Springer Vieweg.

[20] Hönig, Michaela (2020): ICO und Kryptowährungen – Neue digitale Formen der Kapitalbeschaffung. Wiesbaden: Springer Gabler.

[21] Bundesnetzagentur (Hrsg.) (2019): Die Blockchain-Technologie – Potenziale und Herausforderungen in den Netzsektoren Energie und Telekommunikation. Bonn: URL: <https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/Berichte/2019/DiskussionspapierBlockchain.pdf>;jsessionid=EA0C0840B47034DE5E205E5D5215FC12?__blob=publicationFile&v=2, Abruf am 22.02.2020.

[22] Bitkom (Hrsg.) (2019): Online-Konsultation zur Erarbeitung der Blockchain-Strategie der Bundesregierung – Bitkom-Stellungnahme. Berlin: URL: https://www.bitkom.org/sites/default/files/2019-04/190408_stellungnahme_blockchain-strategie-konsultation_online.pdf, Abruf am 22.02.2020.

[23] Hein, Cathrin; Wellbrock, Wanja; Hein, Christoph (2019): Rechtliche Herausforderungen von Blockchain-Anwendungen – Straf-, Datenschutz- und Zivilrecht. Wiesbaden: Springer Gabler.

[24] Bundesnetzagentur (Hrsg.) (2019): Die Blockchain-Technologie – Potenziale und Herausforderun-

gen in den Netzsektoren Energie und Telekommunikation. Bonn: URL: <https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/Berichte/2019/DiskussionspapierBlockchain.pdf>;jsessionid=EA0C0840B47034DE5E205E5D5215FC12?__blob=publicationFile&v=2, Abruf am 22.02.2020.

[25] Hinckeldeyn, Johannes (2019): Blockchain-Technologie in der Supply Chain – Einführung und Anwendungsbeispiele. Wiesbaden: Springer Vieweg.

[26] Bogensperger, Alexander; Zeiselmaier, Andreas; Hinterstocker, Michael (2018): Die Blockchain-Technologie – Chance zur Transformation der Energieversorgung?. München: URL: https://www.ffe.de/attachments/article/803/Blockchain_Teilbericht_Technologiebeschreibung.pdf, Abruf am 22.02.2020.

[27] Prinz, Wolfgang; Rose, Thomas; Osterland, Thomas; Putschli, Clemens (2018): Blockchain. In: Neugebauer, Reimund (Hrsg.): Digitalisierung – Schlüsseltechnologien für Wirtschaft und Gesellschaft. Berlin Heidelberg: Springer Vieweg: 311-319.

[28] Schlatt, Vincent; Schweizer, André; Urbach, Nils; Fridgen, Gilbert (2016): Blockchain – Grundlagen, Anwendungen und Potenziale. Augsburg Bayreuth: Projektgruppe Wirtschaftsinformatik des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Informationstechnik (FIT).

[29] Hinckeldeyn, Johannes (2019): Blockchain-Technologie in der Supply Chain – Einführung und Anwendungsbeispiele. Wiesbaden: Springer Vieweg.

[30] Bundesnetzagentur (Hrsg.) (2019): Die Blockchain-Technologie – Potenziale und Herausforderungen in den Netzsektoren Energie und Telekommunikation. Bonn: URL: <https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/Berichte/2019/DiskussionspapierBlockchain.pdf>;jsessionid=EA0C0840B47034DE5E205E5D5215FC12?__blob=publicationFile&v=2, Abruf am 22.02.2020.

- [31] Hinckeldeyn, Johannes (2019): Blockchain-Technologie in der Supply Chain – Einführung und Anwendungsbeispiele. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- [32] Mika, Bartek; Goudz, Alexander (2020): Blockchain-Technologie in der Energiewirtschaft – Blockchain als Treiber der Energiewende. Berlin: Springer Vieweg.
- [33] Hein, Cathrin; Wellbrock, Wanja; Hein, Christoph (2019): Rechtliche Herausforderungen von Blockchain-Anwendungen – Straf-, Datenschutz- und Zivilrecht. Wiesbaden: Springer Gabler.
- [34] Mika, Bartek; Goudz, Alexander (2020): Blockchain-Technologie in der Energiewirtschaft – Blockchain als Treiber der Energiewende. Berlin: Springer Vieweg.
- [35] Mika, Bartek; Goudz, Alexander (2020): Blockchain-Technologie in der Energiewirtschaft – Blockchain als Treiber der Energiewende. Berlin: Springer Vieweg.
- [36] Bundesnetzagentur (Hrsg.) (2019): Die Blockchain-Technologie – Potenziale und Herausforderungen in den Netzsektoren Energie und Telekommunikation. Bonn: URL: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Down-loads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/Be-richte/2019/DiskussionspapierBlockchain.pdf;jsessionid=EA0C0840B47034DE5E205E5D5215FC12?__blob=publicationFile&v=2, Abruf am 22.02.2020.
- [37] Mika, Bartek; Goudz, Alexander (2020): Blockchain-Technologie in der Energiewirtschaft – Blockchain als Treiber der Energiewende. Berlin: Springer Vieweg.
- [38] Schlatt, Vincent; Schweizer, André; Urbach, Nils; Fridgen, Gilbert (2016): Blockchain – Grundlagen, Anwendungen und Potenziale. Augsburg Bayreuth: Projektgruppe Wirtschaftsinformatik des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Informationstechnik (FIT).
- [39] Prinz, Wolfgang; Rose, Thomas; Osterland, Thomas; Putschli, Clemens (2018): Blockchain. In: Neugebauer, Reimund (Hrsg.): Digitalisierung – Schlüsseltechnologien für Wirtschaft und Gesellschaft. Berlin Heidelberg: Springer Vieweg: 311-319.
- [40] Hinckeldeyn, Johannes (2019): Blockchain-Technologie in der Supply Chain – Einführung und Anwendungsbeispiele. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- [41] Burgwinkel, Daniel (2016): Blockchaintechnologie und deren Funktionsweise verstehen. In: Burgwinkel, Daniel (Hrsg.): Blockchain Technologie – Einführung für Business- und IT Manager. Berlin Bosten: Walter de Gruyter: 3-50.
- [42] Hinckeldeyn, Johannes (2019): Blockchain-Technologie in der Supply Chain – Einführung und Anwendungsbeispiele. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- [43] Scherk, Johannes; Pöchhacker-Tröscher, Mag. Gerlinde (2017): Die Blockchain – Technologiefeld und wirtschaftliche Anwendungsbereiche. Linz: Pöchhacker Innovation Consulting GmbH.
- [44] Schlatt, Vincent; Schweizer, André; Urbach, Nils; Fridgen, Gilbert (2016): Blockchain – Grundlagen, Anwendungen und Potenziale. Augsburg Bayreuth: Projektgruppe Wirtschaftsinformatik des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Informationstechnik (FIT).
- [45] Gerhardt, Daniel (2019): Blockchain Technologie in der Schifffahrt. Berlin: Wissenschaftlicher Verlag Berlin.
- [46] Kienzler, Romeo (2016): Hyperledger – eine offene Blockchain Technologie. In: Burgwinkel, Daniel (Hrsg.): Blockchain Technologie – Einführung für Business- und IT Manager. Berlin Bosten: Walter de Gruyter: 111-122.
- [47] Scherk, Johannes; Pöchhacker-Tröscher, Mag. Gerlinde (2017): Die Blockchain – Technologiefeld und wirtschaftliche Anwendungsbereiche. Linz: Pöchhacker Innovation Consulting GmbH.
- [48] Rasinski, Anna (2017): Blockchain-Technologie: Analyse ausgewählter Anwendungsfälle und Bewertung rechtlicher Aspekte. Dissertation/Magisterarbeit der Universität Ulm. Ulm: URL: <https://oparu.uni-ulm.de/xmlui/bitstream/handle/123456789/6948/Blo>

ckchain_Rasinski.pdf?sequence=3&isAllowed=y,
Abruf am 22.02.2020.

[49] Hinckeldeyn, Johannes (2019): Blockchain-Technologie in der Supply Chain – Einführung und Anwendungsbeispiele. Wiesbaden: Springer Vieweg.

[50] Henke, Michael; Schulte, Axel T.; Jakob, Sabine (2019): Blockchain-basiertes Supply Chain Management. In: B. Vogel-Heuser et al. (Hrsg.): Handbuch Industrie 4.0. Berlin Heidelberg: Springer Vieweg: 1-17.

[51] Hinckeldeyn, Johannes (2019): Blockchain-Technologie in der Supply Chain – Einführung und Anwendungsbeispiele. Wiesbaden: Springer Vieweg.

[52] Scherk, Johannes; Pöchlacker-Tröscher, Mag. Gerlinde (2017): Die Blockchain – Technologiefeld und wirtschaftliche Anwendungsbereiche. Linz: Pöchlacker Innovation Consulting GmbH.

[53] Schütte, Julian et al. (2017): Blockchain und Smart Contracts – Technologien, Forschungsfragen und Anwendungen. Augsburg Bayreuth: URL: https://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/forschung/artikel/2017/Fraunhofer-Positionspapier_Blockchain-und-Smart-Contracts_v151.pdf, Abruf am 22.02.2020.

[54] Henke, Michael; Schulte, Axel T.; Jakob, Sabine (2019): Blockchain-basiertes Supply Chain Management. In: B. Vogel-Heuser et al. (Hrsg.): Handbuch Industrie 4.0. Berlin Heidelberg: Springer Vieweg: 1-17.

[55] Gerhardt, Daniel (2019): Blockchain Technologie in der Schifffahrt. Berlin: Wissenschaftlicher Verlag Berlin.

[56] Coleman, Katrin (2019): Arbeitsteilige Auftragsabwicklung in der Transportkette – Unternehmensübergreifende Systeme in der See- und Luftfracht. Wiesbaden: Springer Gabler.

[57] Furrer, Andreas (2017): Der Einsatz der Blockchain in der Logistik. In: Jusletter 4 (2017): 1-8.

[58] Stahlbock, Robert; Heilig, Leonard; Voß, Stefan (2018): Blockchain in der maritimen Logistik. In: HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik (2018) 55:

1185-1203. URL: <https://link.springer.com/article/10.1365%2Fs40702-018-00464-8>, Abruf am 22.02.2020.

[59] Gerhardt, Daniel (2019): Blockchain Technologie in der Schifffahrt. Berlin: Wissenschaftlicher Verlag Berlin.

[60] Gerhardt, Daniel (2019): Blockchain Technologie in der Schifffahrt. Berlin: Wissenschaftlicher Verlag Berlin.

[61] Stahlbock, Robert; Heilig, Leonard; Voß, Stefan (2018): Blockchain in der maritimen Logistik. In: HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik (2018) 55: 1185-1203. URL: <https://link.springer.com/article/10.1365%2Fs40702-018-00464-8>, Abruf am 22.02.2020.

[62] Gerhardt, Daniel (2019): Blockchain Technologie in der Schifffahrt. Berlin: Wissenschaftlicher Verlag Berlin.

[63] Stahlbock, Robert; Heilig, Leonard; Voß, Stefan (2018): Blockchain in der maritimen Logistik. In: HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik (2018) 55: 1185-1203. URL: <https://link.springer.com/article/10.1365%2Fs40702-018-00464-8>, Abruf am 22.02.2020.

[64] BearingPoint (Hrsg.) (2018): Blockchain als Treiber im modernen Supply Chain Management 4.0. Frankfurt/Main: BearingPoint GmbH.

[65] Henke, Michael; Schulte, Axel T.; Jakob, Sabine (2019): Blockchain-basiertes Supply Chain Management. In: B. Vogel-Heuser et al. (Hrsg.): Handbuch Industrie 4.0. Berlin Heidelberg: Springer Vieweg: 1-17.

[66] Alimentarium (Hrsg.) (2020): Nahrungsmitteltransport. URL: <https://www.alimentarium.org/de/wissen/nahrungsmitteltransport>, Abruf am 22.02.2020.

[67] Lieberoth-Leden, Christian; Röschinger, Marcus; Lechner, Johannes; Günthner, Willibald A. (2017): Logistik 4.0. In: Reinhart Gunther (Hrsg.): Handbuch Industrie 4.0 – Geschäftsmodelle, Prozesse, Technik. München: Carl Hanser: 451-507.

- [68] Gerhardt, Daniel (2019): Blockchain Technologie in der Schifffahrt. Berlin: Wissenschaftlicher Verlag Berlin.
- [69] Schlingmeier, Johannes (2017): Kooperationen in der maritimen Leercontainerlogistik – Eine empirische Untersuchung mit Fokus auf Equipment Interchange und Container Pools. Stuttgart: Fraunhofer Verlag.
- [70] Vojdani, Nina; Lootz, Felix (2011): Modellierung und Bewertung der maritimen Leercontainerlogistik unter Berücksichtigung des Container-Poolings. URL: <https://www.logistics-journal.de/proceedings/2011/3106>, Abruf am 22.02.2020.
- [71] Schlingmeier, Johannes (2017): Kooperationen in der maritimen Leercontainerlogistik – Eine empirische Untersuchung mit Fokus auf Equipment Interchange und Container Pools. Stuttgart: Fraunhofer Verlag.
- [72] Gerhardt, Daniel (2019): Blockchain Technologie in der Schifffahrt. Berlin: Wissenschaftlicher Verlag Berlin.
- [73] Hinckeldeyn, Johannes (2019): Blockchain-Technologie in der Supply Chain – Einführung und Anwendungsbeispiele. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- [74] Gerhardt, Daniel (2019): Blockchain Technologie in der Schifffahrt. Berlin: Wissenschaftlicher Verlag Berlin.
- [75] Behrend, Claudia (2018): Ein Bitcoin für die Schifffahrt. In: DVZ Deutsche Verkehrs-Zeitung, Heftnr. 5: 6.
- [76] Chamlou, Nina (2018): CargoX pilots blockchain-based lading document exchange platform. URL: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&sid=d956830c-1e25-403a-b56f-fe11dd42925f%40sessionmgr4006>, Abruf am 22.02.2020.
- [77] Gerhardt, Daniel (2019): Blockchain Technologie in der Schifffahrt. Berlin: Wissenschaftlicher Verlag Berlin.
- [78] Gerhardt, Daniel (2019): Blockchain Technologie in der Schifffahrt. Berlin: Wissenschaftlicher Verlag Berlin.
- [79] Gerhardt, Daniel (2019): Blockchain Technologie in der Schifffahrt. Berlin: Wissenschaftlicher Verlag Berlin.
- [80] Gerhardt, Daniel (2019): Blockchain Technologie in der Schifffahrt. Berlin: Wissenschaftlicher Verlag Berlin.
- [81] Gerhardt, Daniel (2019): Blockchain Technologie in der Schifffahrt. Berlin: Wissenschaftlicher Verlag Berlin.
- [82] CargoX (Hrsg.) (2017): Presentation (Video). URL: <https://cargox.io/videos/cargox-will-transform-paper-blockchain-one-most-important-documents-logistics-bill-lading/>, Abruf am 22.02.2020.
- [83] Gerhardt, Daniel (2019): Blockchain Technologie in der Schifffahrt. Berlin: Wissenschaftlicher Verlag Berlin.
- [84] Gerhardt, Daniel (2019): Blockchain Technologie in der Schifffahrt. Berlin: Wissenschaftlicher Verlag Berlin.
- [85] Lieberoth-Leden, Christian; Röschinger, Marcus; Lechner, Johannes; Günthner, Willibald A. (2017): Logistik 4.0. In: Reinhart Gunther (Hrsg.): Handbuch Industrie 4.0 – Geschäftsmodelle, Prozesse, Technik. München: Carl Hanser: 451-507.
- [86] Bahr, Linus; Dokic, Ivan; Kühnel, Corinna; Kraus, Fabian; Lenk, Simon; Papic, Aleksa; Schanz, Jessica; Reutlingen, Johann Jakob Staaake (2018): IoT-Lösungen für den Container 4.0 – Vorstellung eines Modells zur Entwicklung von IoT-Anwendungsfällen in der Containerlogistik und Überblick über die aktuelle Marktsituation. In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (2018) 113: 601-604.
- [87] Stahlbock, Robert; Heilig, Leonard; Voß, Stefan (2018): Blockchain in der maritimen Logistik. In: HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik (2018) 55: 1185-1203. URL: <https://link.springer.com/article/10.1365%2Fs40702-018-00464-8>, Abruf am 22.02.2020.
- [88] Stommel, Sebastian (2017): Blockchain-basiertes Supply Chain Management. In: Norbert, Pohl-

- mann (Hrsg.): Blockchain. Tagungsband zum TeleTrusT-Informationstag "Blockchain". Berlin: o.V.: 30-33.
- [89] Lieberoth-Leden, Christian; Röschinger, Marcus; Lechner, Johannes; Günthner, Willibald A. (2017): Logistik 4.0. In: Reinhart Gunther (Hrsg.): Handbuch Industrie 4.0 – Geschäftsmodelle, Prozesse, Technik. München: Carl Hanser: 451-507.
- [90] Bahr, Linus; Dokic, Ivan; Kühnel, Corinna; Kraus, Fabian; Lenk, Simon; Papic, Aleksa; Schanz, Jessica; Reutlingen, Johann Jakob Staake (2018): IoT-Lösungen für den Container 4.0 – Vorstellung eines Modells zur Entwicklung von IoT-Anwendungsfällen in der Containerlogistik und Überblick über die aktuelle Marktsituation. In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (2018) 113: 601-604.
- [91] Seifert, Christina (2017b): Faizod. Blockchain-GPS-Tracker. Dresden: URL: <https://faizod.com/wp-content/downloads/faizod.Blockchain-GPS-Tracker-de.pdf>, Abruf am 22.02.2020.
- [92] Bahr, Linus; Dokic, Ivan; Kühnel, Corinna; Kraus, Fabian; Lenk, Simon; Papic, Aleksa; Schanz, Jessica; Reutlingen, Johann Jakob Staake (2018): IoT-Lösungen für den Container 4.0 – Vorstellung eines Modells zur Entwicklung von IoT-Anwendungsfällen in der Containerlogistik und Überblick über die aktuelle Marktsituation. In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (2018) 113: 601-604.
- [93] DVZ (Hrsg.) (2019): Blockchain erobert Containerschifffahrt. In: DVZ Deutsche Verkehrs-Zeitung, Heftnr. 23: 11.
- [94] Gerhardt, Daniel (2019): Blockchain Technologie in der Schifffahrt. Berlin: Wissenschaftlicher Verlag Berlin.
- [95] Gerhardt, Daniel (2019): Blockchain Technologie in der Schifffahrt. Berlin: Wissenschaftlicher Verlag Berlin.
- [96] Seifert, Christina (2017b): Faizod. Blockchain-GPS-Tracker. Dresden: URL: <https://faizod.com/wp-content/downloads/faizod.Blockchain-GPS-Tracker-de.pdf>, Abruf am 22.02.2020.
- [97] Hinckeldeyn, Johannes (2019): Blockchain-Technologie in der Supply Chain – Einführung und Anwendungsbeispiele. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- [98] Gerhardt, Daniel (2019): Blockchain Technologie in der Schifffahrt. Berlin: Wissenschaftlicher Verlag Berlin.
- [99] Hinckeldeyn, Johannes (2019): Blockchain-Technologie in der Supply Chain – Einführung und Anwendungsbeispiele. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- [100] Gerhardt, Daniel (2019): Blockchain Technologie in der Schifffahrt. Berlin: Wissenschaftlicher Verlag Berlin.
- [101] Hinckeldeyn, Johannes (2019): Blockchain-Technologie in der Supply Chain – Einführung und Anwendungsbeispiele. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- [102] Gerhardt, Daniel (2019): Blockchain Technologie in der Schifffahrt. Berlin: Wissenschaftlicher Verlag Berlin.
- [103] Hinckeldeyn, Johannes (2019): Blockchain-Technologie in der Supply Chain – Einführung und Anwendungsbeispiele. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- [104] Gerhardt, Daniel (2019): Blockchain Technologie in der Schifffahrt. Berlin: Wissenschaftlicher Verlag Berlin.
- [105] Mika, Bartek; Goudz, Alexander (2020): Blockchain-Technologie in der Energiewirtschaft – Blockchain als Treiber der Energiewende. Berlin: Springer Vieweg.
- [106] Gerhardt, Daniel (2019): Blockchain Technologie in der Schifffahrt. Berlin: Wissenschaftlicher Verlag Berlin.
- [107] Gerhardt, Daniel (2019): Blockchain Technologie in der Schifffahrt. Berlin: Wissenschaftlicher Verlag Berlin.
- [108] Bundesnetzagentur (Hrsg.) (2019): Die Blockchain-Technologie – Potenziale und Herausforderungen in den Netzsektoren Energie und Telekommunikation. Bonn: URL: <https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/Berichte/2019/DiskussionspapierBlockchain.pdf>;jsessi-

o-
nid=EA0C0840B47034DE5E205E5D5215FC12?__
blob=publicationFile&v=2, Abruf am 22.02.2020.

DuEPublico

Duisburg-Essen Publications online

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Offen im Denken

ub

universitäts
bibliothek

Dieser Text wird über DuEPublico, dem Dokumenten- und Publikationsserver der Universität Duisburg-Essen, zur Verfügung gestellt. Die hier veröffentlichte Version der E-Publikation kann von einer eventuell ebenfalls veröffentlichten Verlagsversion abweichen.

DOI: 10.17185/duepublico/71592

URN: urn:nbn:de:hbz:464-20200409-090436-6

Alle Rechte vorbehalten.