

Blockchain-Technologien im Bereich der Personen- und Gütermobilität – Anwendungsmöglichkeiten und Forschungspotentiale

Finanziert im Rahmen des
Programms „Mobilität der
Zukunft“ durch das BMVIT

[Version 3, Wien Juni 2019]



Partner



Impressum

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
A–1030 Wien, Radetzkystraße 2

Programmverantwortung Mobilität der Zukunft

Abteilung III/I4 - Verkehrs- und Mobilitätstechnologien

Ansprechpartner/in Personenmobilität

DI Walter Wasner
Telefon: +43 1 71162-652120
E-Mail: walter.wasner@bmvit.gv.at
Website: www.bmvit.gv.at

Programmmanagement Mobilität der Zukunft

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH
A–1090 Wien, Sensengasse 1

Ansprechpartner/in Personenmobilität:

Dr. Dietrich Leihls
Telefon: +43 5 7755 5034
E-Mail: dietrich.leihls@ffg.at
Website: www.ffg.at

Fotos

ÖBB/Harald Eisenberger, iStockphoto/Ing. Markus Schieder, INNOFREIGHT Speditions GmbH, AVL/AVL Range Extender]

Für den Inhalt verantwortlich

Wirtschaftsuniversität Wien

Institut für Transportwirtschaft und Logistik

A-1020 Wien, Welthandelsplatz 1
Univ.-Prof. Dr. Sebastian Kummer
E-Mail: sebastian.kummer@wu.ac.at

nast Consulting ZT GmbH

A-1070 Wien, Lindengasse 38
DI Dr. Friedrich Nadler
E-Mail: nadler@nast.at

Technische Universität Wien

Fachbereich Verkehrssystemplanung

A-1090 Wien, Augasse 2-6 (Spange A, 2. OG)
Ao. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Georg Hauger
E-Mail: georg.hauger@tuwien.ac.at

Vienom OG

A-1050 Wien, Margaretenstraße 106/1
Ing. Sebastian Welle
E-Mail: office@vienom.com

Haftung

Die Inhalte dieser Publikation wurden mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt. Die bereitgestellten Inhalte sind ohne Gewähr. Das Ministerium sowie die Autorinnen und Autoren übernehmen keine Haftung für die Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit der Inhalte dieser Publikation. Namentlich gekennzeichnete Beiträge externer Autorinnen und Autoren wurden nach Genehmigung veröffentlicht und bleiben in deren inhaltlicher Verantwortung.

AutorInnen

Wirtschaftsuniversität Wien
Institut für Transportwirtschaft und Logistik
Univ.-Prof. Dr. Sebastian Kummer
Mag. Mario Dobrovnik, MSc. (WU)
Dominik Höfner, BSc. (WU)

nast Consulting ZT GmbH
DI Dr. Friedrich Nadler
DIⁱⁿ Birgit Nadler
DI Daniel Elias

Technische Universität Wien
Fachbereich Verkehrssystemplanung
Ao. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Georg Hauger
DI Tabea Fian
DI Alessandra Angelini
DI Claudia Berkowitsch

Vienom OG
Ing. Sebastian Welle
Ing. Thomas Plank

BeiratsmitgliederInnen

Prof. Dr. rer. nat. Barbara Lenz
Institut für Verkehrsforschung
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

Mag. (FH) Christian Minarovits
International Business Machines (IBM) Österreich

Prof. Dr.-Ing. Petra K. Schäfer
Fachgruppe neue Mobilität
Frankfurt University of Applied Sciences

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----|
| Partner | 2 |
| Impressum | 2 |
| Für den Inhalt verantwortlich | 2 |
| Haftung | 2 |
| AutorInnen | 3 |
| BeiratsmitgliederInnen | 3 |
| Inhaltsverzeichnis | 4 |
| Abbildungsverzeichnis | 6 |
| Tabellenverzeichnis | 7 |
| Zusammenfassung | 9 |
| Summary | 12 |
| 1. Einführung | 14 |
| 1.1. Ausgangslage und Problemstellung | 14 |
| 1.2. Zielsetzung und Forschungsfragen | 17 |
| 1.3. Methode und wissenschaftlicher Lösungsansatz | 17 |
| 2. Technologiecharakterisierung und Umfeldanalyse | 19 |
| 2.1. Begriffsdefinition und grundlegende Eigenschaften | 19 |
| 2.2. Ausgewählte Blockchain-Plattformen | 26 |
| 2.3. Stärken und Schwächen | 29 |
| 2.4. Technologieevolution und Entwicklungsstufen | 31 |
| 2.5. Gestaltungsmöglichkeiten und abstrakte Einsatzbereiche | 32 |
| 2.6. Herausforderungen für die Technologieadoption in der Praxis | 37 |
| 2.7. Framework zur Beurteilung der anwendungsfeldspezifischen Eignung | 41 |
| 2.8. Blockchain-Entwicklungen in Österreich | 43 |
| 3. Anwendungsfelder in der Personenmobilität | 48 |
| 3.1. Identifikation von Einsatzmöglichkeiten der Blockchain in der Personenmobilität | 49 |
| 3.2. Szenarienmodellierung und -evaluierung | 60 |
| 4. Anwendungsfelder in der Gütermobilität | 85 |
| 4.1. Identifikation von Einsatzmöglichkeiten der Blockchain in der Gütermobilität | 86 |
| 4.2. Szenarienmodellierung und -evaluierung | 100 |
| 5. Zusammenfassende Darstellung und Interpretation der Ergebnisse | 120 |
| 5.1. Ergebnissynthese und generisch-abstrakte Einsatzbereiche | 120 |
| 5.2. Voraussetzungen für Entwicklung von Blockchain-Ökosystemen in Österreich | 135 |

| | | |
|------|---|-----|
| 6. | Handlungs- und Gestaltungsoptionen für die österreichische FTI-Landschaft | 139 |
| 6.1. | Vorschläge für die Programme des Auftraggebers | 140 |
| 6.2. | Vorschläge für das BMVIT im eigenen Wirkungsbereich | 162 |
| 6.3. | Vorschläge für die österreichische Blockchain-Community | 164 |
| 7. | Literatur | 165 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|-----|
| Abbildung 1: Publikationen zu Blockchain und Distributed-Ledger-Technologien | 16 |
| Abbildung 2: Design Science Research | 18 |
| Abbildung 3: Blockchain-Definition | 19 |
| Abbildung 4: Netzwerk mit zentralem Hub-Knoten (links) und dezentrales Peer-to-Peer Netzwerk (rechts) | 20 |
| Abbildung 5: Verkettung von "Blöcken" in einer Blockchain | 22 |
| Abbildung 6: Asymmetrische Verschlüsselung | 23 |
| Abbildung 7: Topologie von Token | 26 |
| Abbildung 8: Blockchain-Evolution im Zeitverlauf | 32 |
| Abbildung 9: Smart Contracts | 34 |
| Abbildung 10: Blockchain als Grundlage für fraktioniertes Eigentum | 36 |
| Abbildung 11: Blockchain-Adoption in Unternehmen | 37 |
| Abbildung 12: Stand der Innovation im Bereich Blockchain und Distributed Ledger im Mobilitätsbereich | 38 |
| Abbildung 13: Blockchain Landschaft in Österreich (Stand: Juli 2019) | 43 |
| Abbildung 14: Digitalisierung und Automatisierung umfassen alle Bereiche der Personenmobilität | 49 |
| Abbildung 15: Prozesse in der Personenmobilität, die eines Datenaustausches bedürfen | 50 |
| Abbildung 16: Veranschaulichung der Komponenten und Einsatzszenarien des blockchainbasierten Mobilitätsökosystems | 63 |
| Abbildung 17: Zuordnung von ausgewählten Themenkomplexen und Herausforderungen | 84 |
| Abbildung 18: Vorgehensweise Arbeitspaket 4 - Gütermobilität | 85 |
| Abbildung 19: Logistiktechnologie-Radar, Version 2018/19 | 86 |
| Abbildung 20: Zusammenfassende Darstellung von Blockchain-Einsatzmöglichkeiten im Mobilitätsbereich | 120 |
| Abbildung 21: Maßnahmen-Ökosystem für die Programme des Auftraggebers | 141 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|---|----|
| Tabelle 1: Öffentliche Blockchain vs. Konsortium/Private Blockchain | 21 |
| Tabelle 2: Beispiele für Hash-Werte | 22 |
| Tabelle 3: Vergleich üblicher Blockchain Konsensus-Mechanismen | 25 |
| Tabelle 4: Eigenschaften wichtiger Blockchain-Plattformen für Unternehmen | 28 |
| Tabelle 5: Stärken der Blockchain | 29 |
| Tabelle 6: Schwächen der Blockchain | 30 |
| Tabelle 7: Design-Entscheidungen bei Blockchain-Projekten; Quelle: Felin & Lakhani (2018) | 33 |
| Tabelle 8: ISO / TC 307 – Standards für den Bereich Blockchain | 40 |
| Tabelle 9: Blockchain-Evaluierungsraster für Anwendungen in der Gütermobilität. Quelle: Eigene Darstellung | 42 |
| Tabelle 10: Geförderte (FFG) Forschungsprojekte mit Blockchain-Schwerpunkt in Österreich | 45 |
| Tabelle 11: Arbeitsschritte, Methoden und wichtige Termine im Arbeitspaket 3 | 48 |
| Tabelle 12: Einsatzgebiete der Blockchain in der Personenmobilität (Auswahl aus der Literatur- und Dokumentanalyse) | 52 |
| Tabelle 13: Kontroll- und Informationsfunktion im Monitoring. Quelle: Eigene Darstellung | 57 |
| Tabelle 14: Kontroll- und Informationsfunktion in Betrieb und Planung | 58 |
| Tabelle 15: Einsatzgebiete in der unternehmensübergreifenden Personenmobilität | 59 |
| Tabelle 16: Potentialabschätzung des Use Case 1: Verkehrsinformationsmanagement (Statusmeldungen in Echtzeit) | 66 |
| Tabelle 17: Potentialabschätzung des Use Case 2: Automatisierte Erstellung einer skalierbaren Gesamtverkehrsstatistik | 68 |
| Tabelle 18: Potentialabschätzung des Use Case 3: Schaffung einer umfassenden Mobilitätsplattform | 71 |
| Tabelle 19: Potentialabschätzung des Use Case 4: Abbau von Hürden für den erleichterten Marktzugang von innovativen Start Ups und New Playern | 73 |
| Tabelle 20: Potentialabschätzung des Use Case 5: Umfassende Plattform für Energiedatenmanagement und -austausch | 76 |
| Tabelle 21: Potentialabschätzung des Use Case 6: Setzen von Anreizmechanismen zur Förderung von aktiver Mobilität | 78 |
| Tabelle 22: Potentialabschätzung des Use Case 7: Verschneidung von Mobilitätsangeboten mit Smart City Services | 80 |
| Tabelle 23: Potentialabschätzung des Use Case 8: Verschneidung von Mobilitätsangeboten mit Augmented Reality | 82 |
| Tabelle 24: Arbeitsschritte, Methoden und wichtige Termine im Arbeitspaket 4 | 85 |

| | |
|---|-----|
| Tabelle 25: Einsatzgebiete der Blockchain in der Gütermobilität (Auswahl aus der Literatur- und Dokumentanalyse)___ | 93 |
| Tabelle 26: Einsatzgebiete der Blockchain in der Gütermobilität (Ergebnissynthese Workshops und Interviews) ____ | 100 |
| Tabelle 27: Evaluierungsergebnis des Use-Case 1: Nachverfolgung und Transparenz _____ | 105 |
| Tabelle 28: Evaluierungsergebnis des Use-Case 2: Dokumentenmanagement _____ | 110 |
| Tabelle 29: Evaluierungsergebnis des Use-Case 3: Peer-to-Peer Marktplätze mit kollaborativer Koordinationsfunktion | 114 |
| Tabelle 30: Evaluierungsergebnis des Use-Case 4: Last Mile _____ | 119 |
| Tabelle 31: Bewertungskriterien für Beurteilung von Gestaltungsoptionen _____ | 142 |
| Tabelle 32: FTI-Potential Block 1 - Aufbau von Kernfunktionen _____ | 143 |
| Tabelle 33: FTI-Potential Block 2 - Sicherung der Diskriminierungsfreiheit _____ | 145 |
| Tabelle 34: FTI-Potential Block 3 - Datenmanagement _____ | 146 |
| Tabelle 35: FTI-Potential Block 4 - Nudging _____ | 148 |
| Tabelle 36: FTI-Potential Block 5 - Forschung und Entwicklung _____ | 151 |
| Tabelle 37: FTI-Potential Block 6 – Trip Management _____ | 153 |
| Tabelle 38: FTI-Potential Block 7 - Interdisziplinäre Pilotanwendungen _____ | 156 |
| Tabelle 39: FTI-Potential Block 8 - Asset Sharing and Management _____ | 159 |

Zusammenfassung

In den vergangenen Jahren wurden Blockchain- und Distributed-Ledger Technologien primär als eine Kerntechnologie im Bereich von Kryptowährungen verstanden und genutzt. Eine Technologieadoption ist aber auch in anderen Wirtschaftsbereichen, beispielsweise im Umfeld der Personen- und Gütermobilität möglich.

Die vorliegende Studie zeigt, dass vor allem die internationale Forschungs- und Entwicklungs-Community an zahlreichen Projekten im Mobilitätsbereich arbeitet. Neben der Publikation von Weißbüchern und Konzeptstudien demonstrieren insbesondere erste Pilotanwendungen von Mobilitäts-Start-ups, Technologieunternehmen sowie etablierten MobilitätsdienstleisterInnen disruptive und inkrementelle Möglichkeiten zur Entwicklung und Gestaltung von Mobilitäts-Ökosystemen. Basierend auf einer Technologieanalyse, einer Erfassung bestehender Projekte und Forschungsaktivitäten sowie einer interdisziplinären Reflexion mit ExpertInnen konnten exemplarische Einsatzfelder für den Güter- und Personenverkehr charakterisiert und generisch-abstrakte Einsatzfelder expliziert werden. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Blockchain u.a. zur sicheren Speicherung und zum sicheren und nachvollziehbaren Austausch von Daten, zum systematischen Management und zur Verifikation/Notarisierung digitaler Dokumente, zur Automatisierung von Prozessen und deren Abbildung in Form von intelligenten Verträgen, für die Verwaltung digitaler Identitäten, das Management von Berechtigungen, die kollaborative Koordination von AkteurInnen in fragmentierten Systemen sowie die Herstellung von Kompatibilität zwischen IT-/IS-Systemen in Form von Linking Services eignet. Darüber hinaus ermöglicht sie im Mobilitätsbereich die Erleichterung der Planung, Organisation und Durchführung multimodaler Verkehre unter Einbindung verschiedener Unternehmen, die Steuerung von Verhalten und die Realisierung von Nudging auf Basis von blockchainbasierten Anreizmechanismen, die Etablierung von dezentral organisierten Marktplätzen, die kollaborative Verwendung von Ressourcen und die Nutzung von fraktioniertem Eigentum. Weiters können auf Basis der Blockchain alternative Möglichkeiten zur Abwicklung von Finanzierungs- und Zahlungsprozessen umgesetzt sowie neue Produkte, beispielsweise Transportversicherungen, entwickelt werden. Weiters ergeben sich zahlreiche Einsatzbereiche im Bereich Infrastrukturmanagement – einerseits bei der Digitalisierung von Prozessen bei der bestehenden Infrastruktur sowie auch beim Aufbau neuer Infrastrukturen, u.a. im Bereich der Ladestationen für E-Mobilität. Im Personenverkehr ergeben sich überdies Potentiale durch eine Neugestaltung der Beziehung zwischen MobilitätsdienstleisterInnen und KundInnen, etwa im Bereich der Fahrgastinformation sowie bei der verstärkten Nutzung von (unternehmensübergreifenden) E-Tickets. Im Supply Chain Management gibt es derzeit neben den bereits genannten Einsatzmöglichkeiten viele Anwendungsbeispiele im Bereich der Nachverfolgung von Produkten sowie im Bereich der Organisation der letzten Meile.

Die Potentiale für den erwarteten verstärkten Einsatz und das hohe Zukunftspotential der Technologie resultieren dabei unter anderem aus den technischen Eigenschaften der Blockchain. Beispielsweise werden Daten in einer Blockchain de-facto nichtmanipulierbar und unveränderbar gespeichert. Darüber hinaus kann die Privatsphäre von NutzerInnen in zahlreichen Einsatzfeldern potentiell besser gewahrt werden, als bei derzeit üblichen Alternativen. Durch entsprechende Ausgestaltung des blockchainbasierten Informationssystems kann außerdem Vertrauen zwischen einander unbekanntem bzw. konfliktäre Ziele aufweisenden AkteurInnen erreicht werden. Überdies eignen sich die durch Nutzung der Blockchain entstehenden Peer-to-Peer-Netzwerke zur Erreichung von Disintermediation. Diese Netzwerke weisen

aufgrund inhärent redundanter Strukturen überdies hohe Resilienz gegenüber gezielten Angriffen und partiellen Ausfällen von Teilsystemen auf. Ein weiterer wesentlicher Vorteil ist die Erhöhung der Transparenz und – damit verbunden – der besseren Kontrolle von Verantwortungen.

Dennoch muss einbekannt werden, dass derzeit nicht unwesentliche Herausforderungen bestehen, die einen produktiven Technologieeinsatz zumindest erschweren. Beispielsweise stellt die fehlende NutzerInnenfreundlichkeit ein Hindernis dar, da die Adoption ExpertInnenwissen voraussetzt und somit einer vergleichsweise kleinen (wenngleich wachsenden) Gruppe von Personen zugänglich ist. Darüber hinaus entstehen durch die Implementierung und den Einsatz der Technologie Kosten für Investitionen und den laufenden Betrieb. In diesem Zusammenhang darf nicht außer Acht gelassen werden, dass die dezentrale Organisation trotz der potentiellen Eliminierung von Intermediären zumindest theoretisch auch in höheren Transaktionskosten resultieren kann. Außerdem müssen derzeit ein bestimmtes Maß an Ressourcenineffizienz sowie eine nicht immer sichergestellte Skalierungsfähigkeit als limitierende Faktoren erkannt werden. Im vorliegenden Bericht wird allerdings gezeigt, dass die Blockchain-Technologie bereits in den vergangenen Jahren nachhaltig weiterentwickelt werden konnte. Es ist daher unter Berücksichtigung aktueller Forschungsaktivitäten davon auszugehen, dass insbesondere Aspekte des Ressourcenverbrauchs sowie der Skalierbarkeit von Lösungen mittelfristig erfolgreich adressierbar sind, ohne dabei die positiven Technologieeigenschaften zu kompromittieren. Die aus den charakterisierten Herausforderungen ableitbare Technologieunreife ist ein Grund, warum derzeit nur sehr wenige Unternehmen blockchainbasierte Lösungen einsetzen. Darüber hinaus erschweren ein hoher Fragmentierungsgrad und eine – auch durch fehlende Technologiestandards entstehende – Inkompatibilität derzeit in Entwicklung befindlicher Lösungen höhere Adoptions- und Diffusionsraten. Überdies fehlen derzeit Governance-Strukturen, Regulierungsmechanismen und rechtliche Rahmenbedingungen. Das führt beispielsweise dazu, dass nur ca. 1% der vom Marktforschungsunternehmen Gartner (2018) befragten Unternehmen bereits Blockchain-Lösungen einsetzen, während 22% kurz- mittel- und langfristig eine Verwendung anstreben. Knapp 77% geben an, die aktuellen Entwicklungen derzeit nur zu beobachten oder zeigen gar kein Interesse an einer Technologieadoption.

Die bestehenden Herausforderungen werden insgesamt allerdings als handhabbar beurteilt. Um eine erfolgreiche Nutzung der Technologie in der österreichischen Mobilitätsbranche zu gewährleisten, ist es erforderlich, Strukturen zu schaffen, die unternehmens- und bereichsübergreifende Innovationen in diesem Bereich fördern und die Entstehung blockchainbasierter Mobilitäts-Ökosysteme begünstigen. Die AutorInnen kommen zum Ergebnis, dass eine erfolgreiche Entwicklung derartiger Ökosysteme ein gewisses Maß an Standardisierung, Offenheit und Kompatibilität voraussetzt. Werden diese Elemente als zentrale Gestaltungsgrundsätze berücksichtigt, ergeben sich strukturierende und koordinierende Wirkungen. Grundsätzlich können korrespondierende Prozesse wie die Entwicklung von Standards oder die Schaffung von Governance-Strukturen aktiv und auch unter Einbindung der Politik und öffentlichen Verwaltung organisiert werden. Behörden und Gesetzgeber sollten Märkte jedenfalls aufmerksam beobachten, jedoch primär bei Vorliegen von Marktversagen korrigierend eingreifen. Als taugliches Instrument zur Erreichung der genannten Ziele kann die Förderung von Projekten verstanden werden, die an der Entwicklung von offenen, unternehmensübergreifenden Angeboten arbeiten. Eine frühzeitige Einbindung vieler relevanter Stakeholder aus Bereichen, in denen ähnliche/gleiche Lösungen nachgefragt werden, kann die Entwicklungsgeschwindigkeit steigern und die Technologieadoptions- und -diffusionsraten erhöhen. In einigen Bereichen ist eine produktive Nutzung entwickelter Lösungen ohne eine breite Zustimmung der betroffenen

Branche nur sehr eingeschränkt realisierbar. Besonders sinnvoll sind Anreize zur Zusammenarbeit daher in jenen Bereichen, wo miteinander im Wettbewerb stehende AkteurInnen betroffen sind.

Österreich hat eine sehr aktive und heterogene Blockchain-Community. Allerdings ist anzumerken, dass viele disruptive bzw. nachhaltige Entwicklungen internationalen Charakter haben. Insofern ist es sinnvoll und erforderlich, sich über Ländergrenzen hinweg zu organisieren, um einerseits eine gegebenenfalls notwendige Anschlussfähigkeit an im Ausland entwickelte Lösungen sicherstellen zu können bzw. eine internationale Skalierbarkeit eigener Lösungen zu erreichen. Im Bereich der Mobilitätswirtschaft, in der viele Fragen grenzüberschreitenden Charakter haben, ist eine derartige Vorgehensweise essentiell. Außerdem darf, trotz aller Potentiale nicht vergessen werden, dass die derzeitigen Entwicklungen im Bereich der Kryptoökonomie nur einen Teilaspekt der Digitalisierung darstellen. Es muss berücksichtigt werden, dass derzeit viele parallele technologische, gesellschaftliche und sozioökonomische Entwicklungen stattfinden, die allesamt auf die Mobilität einwirken. Es wird daher erwartet, dass insbesondere die Konvergenz unterschiedlicher Schlüsseltechnologien (z.B. Internet der Dinge, Künstliche Intelligenz, Augmented Reality, Autonomes Fahren, 3D Druck) disruptiven Charakter hat. Insofern ist es erforderlich, bei Blockchain-Projekten immer auch komplementäre Technologien sowie weitere Trends und Entwicklungsperspektiven systematisch zu berücksichtigen.

Summary

In recent years, blockchain and distributed ledger technologies have been understood and used primarily as a core technology for cryptocurrencies. However an adoption of this technology is also possible in other sectors of the, for example in the area of mobility services for passengers as well as in supply chain management.

The present study shows that the international research and development community is working on numerous projects in the field of mobility. In addition to the publication of white papers and conceptual studies, the first pilot applications of mobility start-ups, technology companies and established mobility service providers in particular demonstrate disruptive and incremental opportunities for the development and design of mobility ecosystems. Based on a technology analysis, an assessment of existing projects and research activities as well as an interdisciplinary reflection with experts, exemplary fields of application for goods and passenger transport could be characterized and generic-abstract fields of application could be explicated. The results show that the blockchain can be used for the secure storage and exchange of data, for the systematic management and verification or notarization of digital documents, for the automation of processes and their mapping in the form of smart contracts, for the management of digital identities, the management of permissions, the collaborative coordination of actors in fragmented systems and the creation of compatibility between IT / IS systems in the form of linking services. It also facilitates the planning, organization and implementation of multimodal transports with the involvement of different companies, the management of behavior and the implementation of nudging based on blockchain-based incentive mechanisms, the establishment of decentralized marketplaces, the collaborative use of resources and the use of fractionated property. Furthermore, based on the blockchain, alternative options for processing financing and payment processes can be implemented and new products, such as transport insurance, can be developed. Furthermore, there are numerous fields of application in the field of infrastructure management – on the one hand in the digitization of processes in the existing infrastructure as well as in the construction of new infrastructures, i.a. in the area of charging stations for e-mobility. In passenger transport, moreover, potential arises through a reorganization of the relationship between mobility service providers and customers, for example in the area of passenger information systems and the increased use of (cross-company) e-tickets. In supply chain management product tracking as well as last mile solutions are being investigated, in addition to the generic applications already mentioned.

The expected increased use and the high future potential of the technology result, among other things, from the technical properties of the blockchain. For example, data in a blockchain is stored de facto immutable. In addition, the privacy of users in many fields of application can potentially be better protected than by using currently available alternatives. By appropriately designing the blockchain-based information system, trust between each other unknown or conflicting goals having actors can be achieved. Moreover, the peer-to-peer networks resulting from the use of the blockchain are suitable for achieving disintermediation. These networks also have high resilience to targeted attacks and partial failures of subsystems due to inherently redundant structures. Another key advantage is the increase in transparency and, associated with that, better control of responsibilities.

Nevertheless, it has to be announced that there are currently not insignificant challenges that at least make productive use of technology more difficult. For example, the lack of user-friendliness is an obstacle, as the adoption requires expert knowledge and is thus accessible to a comparatively small (albeit growing) group of

people. In addition, the implementation and deployment of the technology incurs costs for investment and ongoing operations. In this context, it should not be forgotten that, despite the potential elimination of intermediaries, the decentralized organization can, at least in theory, also result in higher transaction costs. In addition, a certain degree of resource inefficiency as well as a scalability that is not always guaranteed must currently be recognized as limiting factors. However, this report shows that blockchain technology has been substantially and sustainably developed in recent years. Therefore, taking into account current research activities, it can be assumed that, in particular, aspects of resource consumption and the scalability of solutions can be successfully addressed in the medium term, without compromising the positive technology properties. The technology immaturity which can be inferred from the identified challenges is one reason why very few companies currently use blockchain-based solutions. In addition, a high level of fragmentation and incompatibility – which is also caused by lack of technology standards – of currently developed solutions make achieving higher adoption and diffusion rates more difficult. Moreover, governance structures, regulatory mechanisms and legal frameworks are currently lacking. This is why, for example, only about 1% of companies surveyed by market research firm Gartner (2018) are already using blockchain solutions, while 22% are seeking short-term and long-term use. Under 77% say they are currently just monitoring the latest developments or are not interested in a technology adoption.

Overall, however, the existing challenges are expected to be manageable. In order to ensure successful use of the technology in the Austrian mobility industry, it is necessary to create structures that promote cross-company and cross-sectoral innovation in this area and foster the emergence of blockchain-based mobility ecosystems. The authors conclude that the successful development of such ecosystems requires a degree of standardization, openness and compatibility. If these elements are taken into account as central design principles, structuring and coordinating effects can be achieved. In principle, corresponding processes such as the development of standards or the creation of governance structures can be organized actively and also with the involvement of politics and public administration. In any case, authorities and lawmakers should keep a close eye on markets, but should intervene primarily in the event of market failures. A suitable instrument for achieving these goals may be the promotion of projects that work on the development of open, cross-company offers. Early involvement of many relevant stakeholders in areas where similar / equal solutions are in demand can increase development speed and increase technology adoption and diffusion rates. In some areas, the productive use of developed solutions can only be realized to a very limited extent without the broad approval of the industry concerned. Therefore, incentives to cooperate are particularly useful in those areas where competing actors are involved.

Austria already has a very active and heterogeneous blockchain community. However, it should be noted that many disruptive or sustainable developments have an international character. In this respect, it makes sense and is necessary to organize across national borders, in order to be able to ensure the necessary connectivity to solutions developed abroad, or to achieve international scalability of one's own solutions. In the field of mobility, where many issues are cross-border, such an approach is essential. In addition, despite all the potential, it should not be forgotten that the current developments in the field of cryptoeconomics are only one aspect of digitization. It has to be taken into account that there are currently many parallel technological, societal and socio-economic developments that all affect mobility. In particular, the convergence of different key technologies (e.g., Internet of Things, Artificial Intelligence, Augmented Reality, Autonomous Driving, 3D Printing) is expected to be disruptive. In this respect, it is necessary to systematically consider complementary technologies as well as other trends and development perspectives when conducting blockchain projects.

1. Einführung

1.1. Ausgangslage und Problemstellung

Aufgrund ihrer hohen Sicherheit wurden Blockchain- und Distributed-Ledger-Technologien in den vergangenen Jahren hauptsächlich als technische Basis für sogenannte Kryptowährungen (z.B. Bitcoin) genutzt. Es wird jedoch allgemein vermutet, dass das Leistungspotenzial dieser Technologien weit über Kryptowährungen hinausgeht (SAP, 2017) und dass sie auch in Einsatzbereichen außerhalb der Finanzbranche, beispielsweise in der Personenmobilität und im Gütertransport, nutzenstiftend angewendet werden können. Projekte, die nicht direkt an die ursprüngliche Bitcoin-Technologie gekoppelt sind, aber konzeptionell oder auf Quellcodeebene darauf basieren, werden als ‚Altchains‘ oder ‚Alternative Blockchains‘ bezeichnet. Sie erlauben EntwicklerInnen und AnwenderInnen, weitgehend von der ursprünglichen Technologie unabhängig zu sein. Obgleich auch bei den ersten Altchains ein vergleichsweise starker Fokus auf den Bereich Finance und dort insbesondere auf Kryptowährungen festzustellen gewesen ist, werden mittlerweile vermehrt Anwendungen in branchenfremden Feldern vorgestellt. Nachfolgend werden exemplarische Beispiele für aktuelle Integrationen vorgestellt.

Die Technologieführerschaft bei Altchains teilen sich derzeit mehrere Unternehmen bzw. Entwickler-Communitites. IBM und die Linux Foundation haben 2015 beispielsweise das Projekt Hyperledger (<https://www.hyperledger.org/>) initiiert. Das System wird als wichtige Alternative zu Bitcoin und Ethereum (<https://www.ethereum.org/>), das u.a. eine Grundlage für Microsofts Cloud-basiertes Blockchain-as-a-Service-Konzept (BaaS) darstellt, verstanden und von zahlreichen großen Unternehmen unterstützt. Andere bekannte Altchains sind Quorum von J.P. Morgan Chase oder der Dienst æternity. Im Transport- und Verkehrsbereich kann LaZooz (<http://www.lazooz.org/>) mit Schwerpunkt auf dezentral organisierten Mitfahrbörsen als Beispiel genannt werden, im Supply Chain Management die Lösung Gem (<https://gem.co/supply-chain/>).

Vor allem im Bereich Supply Chain Management gibt es bereits eine Vielzahl von Initiativen und Projekten. Nachstehend werden einige aktuelle Projekte exemplarisch und stellvertretend erwähnt. Ende 2016 hat Maersk, die weltweit größte Containerreederei, beispielsweise angekündigt, in einem Projekt mit der IT University of Copenhagen zu evaluieren, wie mit Blockchains die Abwicklung von Frachtdokumenten effizienter gestaltet werden kann. Im selben Jahr ist mit dem Hafen Rotterdam der größte Hafen Europas einem Blockchain-Konsortium beigetreten, um zu testen, wie logistische und vertragliche Informationen zwischen PartnerInnen ausgetauscht werden können (Port Technology, 2016). Auch der Hafen von Antwerpen und der Softwarehersteller inet-logistics aus Dornbirn testen, wie Container und Ladeeinheiten mit der neuen Technologie intelligenter gemacht und Logistikprozesse verbessert werden können.

Eines der weltweit größten Supply Chain Projekte wurde vom amerikanischen Händler Wal-Mart in Kooperation mit IBM initiiert und adressiert das Problem der Lebensmittelsicherheit. Mit Hilfe von Blockchain-basierten Tracking & Tracing Konzepten sollen Lebensmittel besser nachverfolgt werden können. Die bessere Nachverfolgbarkeit wird auch vom Logistiksoftwarehersteller Savi Technologies betont, wo man u.a. dem Bereich der Mängelabwicklung große Bedeutung zuschreibt. Die unternehmensübergreifende Blockchain in Trucking Alliance (BiTA) adressiert hingegen kein konkretes unternehmerisches Problem, sondern versucht

die Entwicklung von gemeinsamen Standards zu unterstützen sowie sich als Plattform für Ausbildung und Zusammenarbeit zu positionieren.

Neben Unternehmen investieren außerdem zunehmend auch Behörden und staatliche Institutionen in diese Technologien. In Dubai entwickelt IBM gemeinsam mit acht Kernpartnern eine übergreifende Finanz- und Logistiklösung, um Handelsprozesse der Im- und Exportwirtschaft effizienter zu managen. In Dubai geht die politische Führung grundsätzlich davon aus, dass Blockchains die Prozesse revolutionieren werden, wie Unternehmen untereinander sowie mit KundInnen und LieferantInnen interagieren und hat sich daher zum Ziel gesetzt, ein ‚internationaler Blockchain-Hub‘ zu werden (Vaske, 2017).

Auch im Verkehrsbereich gibt es neben der bereits erwähnten Altchain LaZooz weitere Beispiele für Entwicklungen. Während den Blockchains und Distributed-Ledger-Technologien langfristig durchaus große Potentiale im Bereich umfassender, intelligenter Verkehrssysteme zugeschrieben werden, sind in der Praxis derzeit aber vor allem erste Konzeptstudien und Prototypen vorzufinden. Das Start-up ‚Blockchainfirst‘ aus Deutschland hat mit Car Wallet und dem Blockchain-Mautsystem Truck-Wallet Anfang 2017 beispielsweise zwei entsprechende Projekte vorgestellt (vgl. Blockchainfirst, 2017). Das von Jaguar Land Rover unterstützte britische Start-up DOVU verwendet eine Altchain-Plattform auf Basis von Ethereum, um eine sichere Umgebung für das Teilen von mobilitätsbezogenen Daten (z.B. Ort, gefahrene Distanz, Wetterverhältnisse) zu etablieren. Als globaler Marktplatz für Transportdaten will DOVU eine bessere Verkehrssteuerung sowie die Entwicklung von besseren, datenbasierten Services ermöglichen (vgl. Butcher, 2017). Im Bereich der Elektromobilität wird vom Start-up Share&Charge (<https://shareandcharge.com>) aus Essen Blockchain-Technologie als Grundlage für Finanztransaktionen bei dezentral organisierten Ladestationen verwendet. Die Technologie wird u.a. von der Oxygen Initiative in Kalifornien eingesetzt (<http://oxygeninitiative.com>). Bei Herstellern von Kraftfahrzeugen beschäftigt sich insbesondere Toyota mit der neuen Technologie. Das Unternehmen arbeitet intensiv mit dem MIT Media Lab sowie mit ausgewählten Start-ups und Blockchain-Initiativen zusammen, um die Entwicklung innovativer Produkte (autonomes Fahren, Elektromobilität) und Services (Versicherungsprodukte) voranzutreiben (vgl. Shieber, 2017).

Auch in der akademischen Forschung stellen Bitcoin, Blockchain und Distributed-Ledger-Technologien einen der Trends der vergangenen zehn Jahre bzw. insbesondere der jüngeren Vergangenheit dar. Ausgelöst wurde er von Nakamoto (2008) durch einen wissenschaftlichen Beitrag mit dem Titel ‚Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system‘ (Nakamoto, 2008). Die nachstehende Graphik zeigt, dass die Publikationen in den letzten Jahren signifikant zugenommen haben. Der Anstieg bei den Veröffentlichungen betrifft nicht nur allgemeine Arbeiten im Bereich Blockchain und Distributed Ledger, sondern auch Beiträge, die sich explizit Fragestellungen aus dem Umfeld von Transportwirtschaft und Logistik widmen.

Ein wesentlicher Grund für das forschungsdisziplinübergreifende Interesse an Blockchain und Distributed-Ledger-Technologien vor allem aber für die Zunahme an kommerziellen und wirtschaftsnahen Projekten und Initiativen ist, dass diese Technologien grundsätzlich in der Lage sind, ein klassisches Problem der Ökonomie zu adressieren – jenes der Transaktionskosten. Grundsätzlich kann postuliert werden, dass in marktwirtschaftlichen Systemen die Organisation jeder ökonomischen Aktivität mit derartigen Kosten

verbunden ist (vgl. Jost, 2000).¹ Grundsätzlich wird daher – rationales Handeln unterstellend – angenommen, dass Organisationen bestrebt sind, diese Transaktionskosten weitgehend zu reduzieren. In arbeitsteiligen Gesellschaften mit hohem Fragmentierungsgrad, bei denen Güter und Dienstleistungen oft nicht durch einen einzigen Anbieter/eine einzige Anbieterin, sondern durch das Zusammenwirken von vielen – oft räumlich voneinander getrennten und zueinander in keinen direkten Geschäftsbeziehungen stehenden – AkteurlInnen gemeinsam erbracht werden, sind Transaktionskosten eine wichtige Determinante.

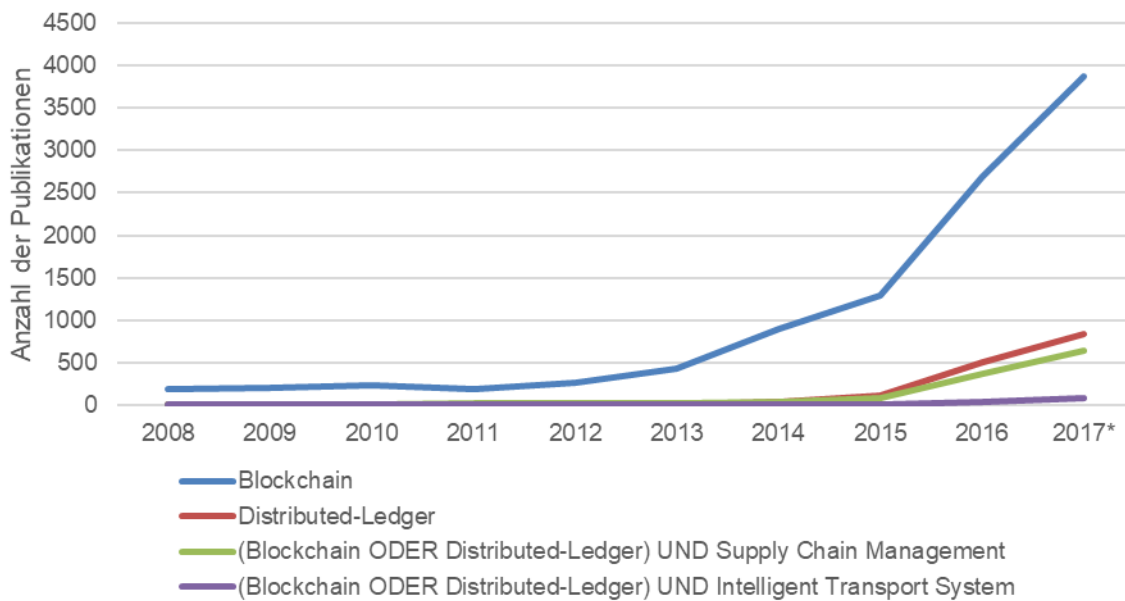


Abbildung 1: Publikationen zu Blockchain und Distributed-Ledger-Technologien²

Eine wesentliche Stärke von Blockchains und Distributed-Ledger-Technologien ist, dass sie es erlauben, solche Transaktionskosten signifikant zu reduzieren. Durch die sich aus der einfachen Nachverfolgbarkeit von Transaktionen ergebende Transparenz und der hohen Widerstandsfähigkeit gegen Manipulationen können u.a. Anbahnungskosten, Informationsbeschaffungskosten oder Kontrollkosten stark gesenkt werden.

¹ Weiterführend: Die der Neuen Institutionenökonomik zuordenbare Transaktionskostentheorie möchte erklären, warum bestimmte Transaktionen in bestimmten institutionellen Arrangements, also Organisationsformen des Tausches, mehr oder weniger effizient abgewickelt und organisiert werden., siehe hierzu z.B. Ebers & Gotsch (1999)

² Datenbasis: Google Scholar Suche ohne Patente und Zitate, Anm. 1: bei den Suchanfragen wurde jeweils eine Kombination aus Synonymen und Akronymen abgefragt. In der Legende der Graphik ist nur der jeweilige Hauptbegriff dargestellt. Anm. 2: Die Darstellung für 2017 enthält Publikationen bis zum 15. September 2017.

1.2. Zielsetzung und Forschungsfragen

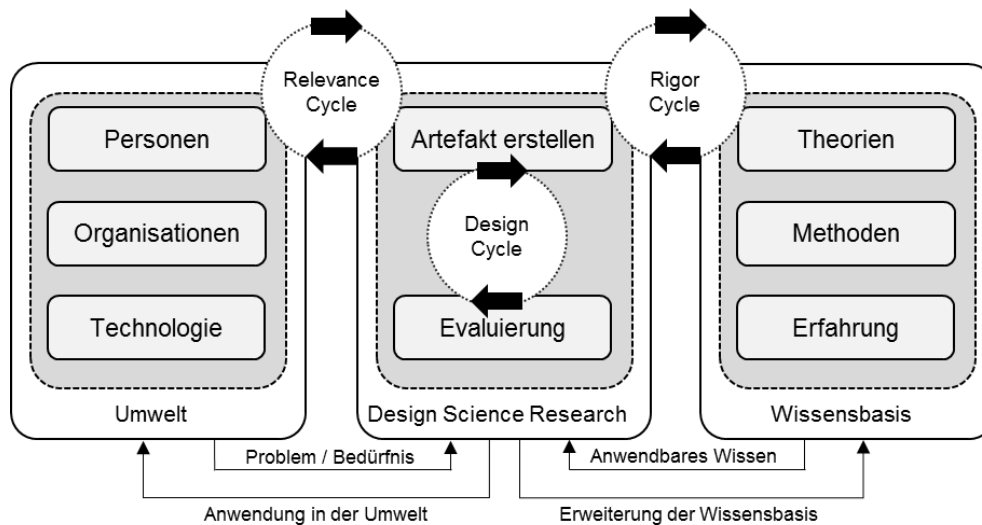
Ziel dieser F&E-Dienstleistung ist es, Blockchain- und Distributed Ledger-Technologien systematisch auf ihre Rolle und Einsatzmöglichkeit im Verkehrs- und Mobilitätsbereich zu untersuchen, entsprechende Entwicklungspfade abzuleiten und darauf aufbauend mögliche Anknüpfungspunkte für unternehmerische Handlungsalternativen sowie verkehrs- und wirtschaftspolitische Gestaltungsoptionen zu identifizieren. Im Rahmen einer systematischen Betrachtung werden in Bezug auf die Ausschreibung generelle Aussagen zu nachfolgend präsentierten Fragestellungen abgeleitet:

- Welche Nutzenpotenziale für Blockchain und Distributed-Ledger-Technologien gibt es im Bereich Mobilität und Transport von Personen und Gütern bzw. welche Risiken entstehen?
- Wo und wie werden diese Technologien international bereits jetzt im Mobilitäts- und Verkehrsbereich in der Praxis eingesetzt bzw. was ist dazu in Planung oder Erforschung?
- Welche aktuell ungelösten bzw. nur unzureichend gelösten bzw. in Zukunft zu erwartenden Probleme könnten damit adressiert werden?
- Wie verändern sich traditionelle Rollen und Aufgaben der AkteurInnen wie z.B. von Frächtern und Spediteuren im Kontext des Güterverkehrs und verändern sich auch die Rollen von neuen Intermediären (z.B. von digitalen Transportplattformen)?
- Welche Bedeutung haben diese Technologien für den Verkehrssektor in Österreich und Europa und welche Rolle hat künftig die zentrale Organisation?
- Können diese disruptiven Entwicklungen einen Beitrag zur Erreichung verkehrs- und mobilitätsbezogener Zielsetzungen leisten?
- Welche Risiken müssen in Betracht gezogen werden und wie können diese beherrscht werden? Welche Kompetenzen, AkteurInnen und Strukturen braucht es, um diese Technologien sinnvoll einzusetzen?
- Welche neuen Forschungsfragen ergeben sich durch die Resultate dieser F&E-Dienstleistung und welche AkteurInnen sollen in Österreich damit befasst werden? Auf welche Kompetenzen kann dabei aufgebaut werden? Welche (internationalen) Netzwerke sind notwendig? Welche Anknüpfungspunkte gibt es dazu bereits, insbesondere im Bereich der themenrelevanten Forschung des Programms Mobilität der Zukunft?

1.3. Methode und wissenschaftlicher Lösungsansatz

Dieser Arbeit ist mit Design Science Research (DSR) ein konstruktionswissenschaftliches Forschungsdesign zugrunde gelegt. Primäres Ziel gestaltungsorientierter Forschung ist die Erstellung und Evaluierung von sogenannten ‚IT-Artefakten‘ zur Adressierung definierter Probleme (vgl. Hevner et al., 2004; vgl. Wilde/Hess, 2007). Standardisierte Vorgehensweisen, Geschäftsmodelle oder Algorithmen stellen Beispiele für derartige Artefakte dar (vgl. Hevner et al., 2004). In dieser Projektskizze sind Technologieeinsatzszenarien die Artefakte und damit die zentralen Untersuchungsobjekte.

Design Science Research besteht aus drei miteinander verschränkten Forschungsphasen. Dieser, sich aus dem (1) Relevance Cycle, (2) Design Cycle und (3) Rigor Cycle (vgl. nachstehende Abbildung) zusammensetzenden, Vorgehensweise soll auch in dieser Arbeit gefolgt werden.

Abbildung 2: Design Science Research³

In einem ersten Schritt wird im sogenannten Relevance Cycle das zu behandelnde Problem kontextbezogen charakterisiert und motiviert. In der geplanten Studie sollen die Einsatzpotentiale von Blockchain und Distributed-Ledger-Technologien im Bereich der Personen- und Gütermobilität untersucht werden. Die Forschungs- und Wirtschaftsbereiche der Güter- und Personenmobilität stellen folglich die jeweiligen Problemumwelten dar. In einem ersten Schritt werden daher aktuelle Herausforderungen und mögliche Potentiale für Technologieeinsatz in beiden Bereichen identifiziert und charakterisiert. Diese Erstcharakterisierung von Herausforderungen und möglichen Anwendungsfeldern erfolgt dabei ausgehend von einer Literaturanalyse unter Einbindung von StakeholderInnen und durch Einsatz von Kreativmethoden in mehreren Workshops.

Bezugnehmend auf die definierte Problemumwelt werden im anschließenden Design Cycle in einem iterativen Prozess – unter erneuter Einbindung von StakeholderInnen – Einsatzszenarien (hier: Artefakte) entwickelt. Die Entwicklung erfolgt durch interdisziplinäre Teams im Rahmen von Design Thinking Workshops. Design Thinking ist eine Methode bzw. eine aus mehreren Phasen bestehende Heuristik zur systematischen Entwicklung neuer Ideen und Problemlösungsszenarien. Eine Besonderheit dieser Vorgehensweise ist, dass die Methode so konzipiert wurde, dass sie in Forschungs- und Entwicklungsprojekten ein hohes Maß an Flexibilität erhalten bzw. sicherstellen soll.

Im Anschluss an die Erstellung der Szenarien werden diese umfassend und multidimensional (u.a. ökonomisch, technisch, sozioökonomisch, ökologisch) evaluiert. Die Ergebnisse der Szenarientwicklung und -evaluierung bilden den Ausgangspunkt für die Identifizierung von, in den ursprünglichen Problemumwelten umsetzbaren, Anwendungen und stellen weiters eine wesentliche Grundlage für die Ableitung von zukünftigen Forschungspotentialen dar.

³ In Anlehnung an Hevner et al. (2004), S. 80 und Hevner (2007), S. 88

Um die österreichischen AkteurInnen im Bereich der Verkehrsforschung, -planung und -politik über dieses Thema zu informieren, werden die Ergebnisse entsprechend in Form eines geeigneten StakeholderInnen-Prozesses disseminiert.

2. Technologiecharakterisierung und Umfeldanalyse

2.1. Begriffsdefinition und grundlegende Eigenschaften

Unter einer Blockchain wird eine innovative IT-Lösung verstanden, deren charakteristisches Merkmal der hohe Widerstand gegen nachträgliche Manipulation ist (vgl. Wright & de Filippi, 2017). Technisch kann eine Blockchain als Aneinanderreihung von Datenblöcken verstanden werden, in denen entweder eine oder mehrere Transaktionen – wie beispielsweise erfolgte Lieferungen, Leistungen oder Zahlungen – aufgezeichnet, nacheinander angelegt und dabei kryptografisch verkettet und somit verschlüsselt werden. Die Funktionsweise ähnelt dabei grundsätzlich dem Prinzip der Buchführung.

Vereinfacht könnte formuliert werden, die Blockchain ist ein „gemeinsames, dupliziertes und synchrones Transaktionsbuch mit mehreren Lese- und Schreibrechten, verifiziert durch ein technisches Konsens-Protokoll, programmierbar und unveränderlich“ (Jünger & Plöchl-Krejci, 2018).



In Anlehnung an Jünger / Plöchl-Krejci (2018)

Abbildung 3: Blockchain-Definition⁴

Aufgrund ähnlicher Charakteristika werden in der betrieblichen Praxis und nicht selten auch im wissenschaftlichen Umfeld die Termini „Distributed Ledger“ und „Blockchain“ oft gänzlich synonym verwendet.

⁴ Jünger / Plöchl-Krejci (2018)

Wenngleich ein bestimmtes Maß an begrifflicher Unschärfe kennzeichnend für neue und sich entwickelnde Themenbereiche ist, so ist es dennoch wünschenswert und sinnvoll, ein möglichst einheitliches und klar definiertes Vokabular zu verwenden.

In diesem Forschungsprojekt werden Blockchains als Teilmenge des breiteren Konzeptes der Distributed-Ledger-Technologien verstanden, da nicht jeder Distributed Ledger eine Blockchain verwendet (vgl. Metzger & Mitschele, 2017), und damit auch nicht als solche klassifiziert werden sollte. Die Gemeinsamkeit beider Lösungen besteht darin, dass es sich jeweils um verteilte Systeme handelt, die auf Basis von technischen Verfahren automatisiert Vertrauen zwischen Vertragsparteien bzw. PartnerInnen herstellen können.

Blockchain als Netzwerk mit Peer-to-Peer Strukturen

Eine Besonderheit von Blockchain-Lösungen ist, dass die Daten, im Gegensatz zu konventionellen Datenbanksystemen, nicht auf einem zentralen Server, sondern in einem Netzwerk – bei sämtlichen das Netzwerk bildenden AkteurInnen (Knoten) – gespeichert sind. Jeder verfügt also immer über dieselben Informationen.



Abbildung 4: Netzwerk mit zentralem Hub-Knoten (links) und dezentrales Peer-to-Peer Netzwerk (rechts)

Darüber hinaus sind Netzwerke ohne zentralen Koordinationspunkt üblicherweise durch ein hohes Maß an Ausfallssicherheit und Resilienz charakterisiert. In einem klassischen Netzwerk stellen Hub-Knoten sogenannte „Single Points of Failure“ dar. Kann dieser Knoten seine Koordinationsfunktion nicht wahrnehmen (z.B. aufgrund einer technischen Störung oder eines Angriffs auf den Knoten), besteht das Risiko, dass die Funktion des gesamten Netzwerkes beeinträchtigt wird.

Blockchain-Archetypen

Anhand unterschiedlicher Attribute kann zwischen unterschiedlichen Typen von Blockchains differenziert werden. Allerdings sind derzeit sowohl die wissenschaftliche Literatur als auch die betriebliche Praxis durch begriffliche Unschärfe charakterisiert, was in abweichenden Interpretationen und Kategorisieren resultiert. Die nachstehend beschriebenen Varianten kennzeichnen derzeit übliche Klassifizierungsformen.

Öffentliche Blockchains (Public Blockchains) sind dadurch gekennzeichnet, dass jeder ohne Erlaubnis an dieser teilnehmen kann. TeilnehmerInnen können öffentliche Knoten auf ihren lokalen Computern ausführen, Transaktionen im Netzwerk überprüfen und signieren und somit am Konsensprozess (Erklärung s.u.) teilnehmen. Jeder auf der Welt kann Transaktionen über das Netzwerk senden und davon ausgehen, dass sie

in die Blockchain aufgenommen werden, sofern sie gültig sind. Außerdem kann jeder die Transaktion im öffentlichen Netzwerk mit Hilfe eines „Block Explorer“ lesen und interpretieren. Transaktionen sind dadurch transparent und für alle sichtbar. Die am Netzwerk mitwirkenden TeilnehmerInnen sind dabei in der Regel nicht im engeren Sinne anonym, sondern es erfolgt oft nur eine sogenannte Pseudonymisierung der Beteiligten.

Im Gegensatz zu öffentlichen Blockchains stehen Federated Blockchains bzw. Konsortium-Blockchains unter der Führung einer Gruppe und es ist nicht allen AkteurInnen gestattet, an dieser Blockchain teilzunehmen. Der Konsensprozess wird durch eine vorab selektierte Gruppe von Knoten gesteuert und kann individuell ausgestaltet sein (z.B. basierend auf einer Regel, dass eine Transaktion nur von x % der „Hauptknoten“ bestätigt werden muss). Die Möglichkeit, die in der Blockchain abgebildeten Transaktionen zu lesen, kann öffentlich oder auf die Teilnehmer beschränkt sein. Zu den Vorteilen der Konsortium-Blockchain gehören eine höhere Verarbeitungsgeschwindigkeit von Transaktionen sowie eine sich dadurch ergebendem, höhere Skalierbarkeit.

Bei privaten Blockchains werden Schreibberechtigungen von einer Organisation zentral verwaltet. Leseberechtigungen können öffentlich sein oder auf ein beliebiges Ausmaß an TeilnehmerInnen beschränkt werden. Private Blockchains können damit als Sonderform von Konsortium-Blockchains verstanden werden, bei denen das maßgebende Konsortium aus einer einzigen Entität besteht. Durch die Zentralisierung besteht allerdings die Gefahr ähnlicher Sicherheitsverletzungen und Risiken, wie in einem zentralisierten System. Für private Blockchains gibt es dennoch Anwendungsbereiche, insbesondere dann, wenn es um eine hohe Skalierbarkeit und die Einhaltung von Datenschutzbestimmungen durch den Staat und andere regulatorische Probleme geht.

In nachstehender Tabelle werden die dargestellten Blockchain-Typen anhand ausgewählter Merkmale verglichen.

| | Öffentlich | Konsortium / Privat |
|--------------------------------------|---|---|
| Zugang | Freie Schreib- und Leserechte | Selektive Vergabe bzw. Einschränkung von Schreib- und Leserechten möglich |
| Geschwindigkeit | Langsam(er) | Schnell(er) |
| Sicherheit gewährt durch | Proof of Work / Proof of Stake oder andere Konsensmechanismen | Konsensusmechanismen mit vorab ausgewählten TeilnehmerInnen |
| Identität der TeilnehmerInnen | Anonym / Pseudonym | Bekannt |

Tabelle 1: Öffentliche Blockchain vs. Konsortium/Private Blockchain

Kryptographische Verschlüsselung

Bei Blockchains kommen in der Regel zwei kryptographische Methoden zur Anwendung. Einerseits sogenannte Hash-Verfahren und darüber hinaus das Prinzip der asymmetrischen Verschlüsselung. Mit der

Entwicklung des Internets wurde verstärkt an mathematischen Algorithmen gearbeitet, welche Informationen in zufällige Buchstaben-Zahlenkombinationen mit einer fixen Länge verwandeln. Anspruch an solche Verfahren ist, dass die Transformation der Originalinformation in einen Hash-Wert für jeden ganz einfach durchführbar sein muss. Kleinste Veränderungen am Original führen darüber hinaus zur Generierung eines signifikant unterschiedlichen Hash-Wertes. Weiters soll es unmöglich sein, den Hash-Wert einfach in die ursprüngliche Form konvertieren zu können. Nachstehend sind beispielhafte Hash-Werte auf Basis des SHA256-Algorithmus dargestellt, die zeigen, wie unterschiedlich die generierte Buchstaben-Zahlenkombination ist, wenn sich die Originalinformation nur marginal unterscheidet (vgl. Hosp, 2018).

Mit Hilfe von Hash-Verfahren kann man Informationen in einer Blockchain eindeutig als Code (Hash-Wert) darstellen. Beispielsweise kann die Information „Person X verleiht am 1. Februar 2019 um 10:23 seinen PKW für einen Zeitraum von 60 Minuten zu einem Preis von EUR 13,- an Person Y“ mit dem Hash-Algorithmus SHA256 als „8241620D0098F45503C4BFA79BAE4AF7833430433CB2E841A112EE92AE25BF4F“ abgebildet werden. Der Hash-Wert kann daher auch als digitaler Fingerabdruck der Originalinformation interpretiert werden.

| Originaltext | Hash-Wert |
|--------------|--|
| transport | 6694EA8075001F6628DA20F1AFDAFC74A763E2098BAFC633B057534792DB6AAD |
| Transport | AAEAD4ABF5D0FD5ECC08D1DCB7EFFADFC4B65034AA0F3F80EDB8BB3932411637 |

Tabelle 2: Beispiele für Hash-Werte

Blockchains bestehen aus unveränderbaren Hashes, welche Originalinformationen codiert darstellen. In der Blockchain werden mehrere Updates (z.B. mehrere Verleihvorgänge von PKWs, wie im skizzierten Beispiel) zeitgleich zusammengefasst und nochmals in einem einzigen Hash-Wert konsolidiert, der dann als Hash-Baum (Merkle Root) bezeichnet wird. Somit lässt sich ein Block von Aussagen eindeutig repräsentieren. Die Kodierung der Aussagen ist gegenüber Manipulationsversuchen sicher, da die Änderung bereits einer einzigen Aussage den Hashwert des Blocks verändern würde und der Hash-Baum somit nicht mehr konsistent wäre. Eine Besonderheit der Blockchain ist, dass Informationen historischer Blöcke als Hash-Wert in jeden neuen Block übernommen werden, wodurch eine systematische Verkettung der Blöcke erfolgt (siehe Abbildung 5).

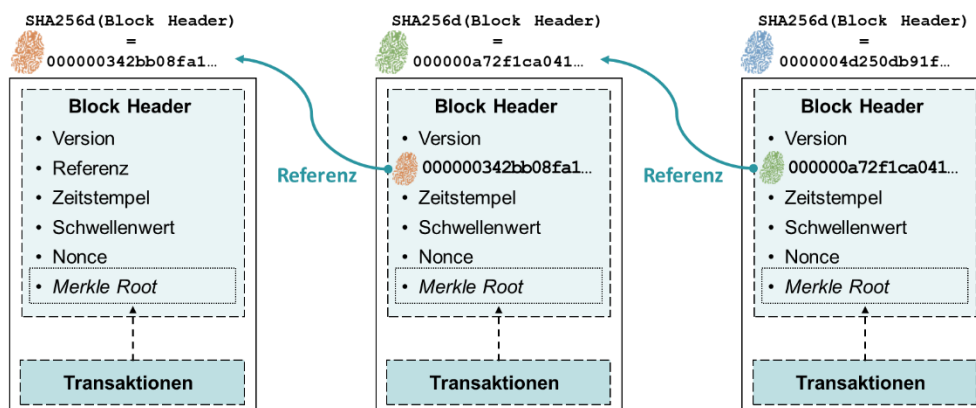


Abbildung 5: Verkettung von "Blöcken" in einer Blockchain

Da, zumindest in jeder öffentlichen Blockchain, alle TeilnehmerInnen des Netzwerkes gleichberechtigt sind, wird darüber hinaus noch ein weiterer kryptographischer Mechanismus benötigt, um sicherzustellen, dass AkteurInnen nicht willkürlich Informationen erstellen, verändern oder löschen können, sondern nur jene, die über die entsprechende Berechtigung verfügen.

Zu diesem Zweck werden bei Blockchain-Lösungen sogenannte asymmetrische Schlüsselpaare eingesetzt. Ein Schlüsselpaar bezeichnet in diesem Fall eine Regel oder ein Verfahren, auf deren Basis eine Nachricht verschlüsselt wird. Wird die gleiche Regel für das Ver- und Entschlüsseln von Nachrichten verwendet, spricht man von symmetrischen Verschlüsselungen. Bei einer asymmetrischen Verschlüsselung gibt es ein Schlüsselpaar, das aus einem privaten und einem zugehörigen öffentlichen Schlüssel besteht. In einem ersten Schritt wird ein geheimer, privater Schlüssel erstellt. Danach wird ein zugehöriger öffentlicher Schlüssel auf Basis des privaten Schlüssels erstellt. Dieser öffentliche Schlüssel kann veröffentlicht werden und darf allen Personen bekannt sein, während der private Schlüssel nur im Besitz des erstellenden Individuums bleibt. Analog zur Funktionsweise des oben beschriebenen Hash-Verfahrens ist es zwar einfach, aus einem privaten Schlüssel einen öffentlichen Schlüssel zu generieren, wohingegen eine Rückrechnung des öffentlichen Schlüssels in den privaten Schlüssel praktisch unmöglich ist.

Möchte jemand eine Nachricht versenden, kann diese mit dem privaten Schlüssel verschlüsselt bzw. signiert werden. Da der öffentliche Schlüssel bekannt ist, kann jede Person die Nachricht entschlüsseln und die Originalinformation darstellen. Empfänger können durch den Einsatz/die Anwendung des öffentlichen Schlüssels nachweisen, dass die Originalinformation mit dem privaten Schlüssel signiert wurde. Da dieser Schlüssel geheim ist, kann eindeutig identifiziert werden, wer die ursprüngliche Nachricht erstellt hat.

Umgekehrt kann eine Information, die mit dem öffentlichen Schlüssel signiert/verschlüsselt worden ist, nur vom Besitzer des privaten Schlüssels gelesen werden. Damit ist sichergestellt, dass fremde Personen keinen Zugriff auf sensible bzw. nicht für sie bestimmte Inhalte haben.

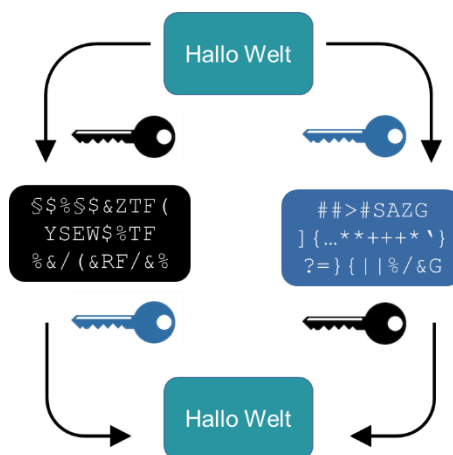


Abbildung 6: Asymmetrische Verschlüsselung

Konsensus-Mechanismen

Entstehen in einzelnen Knoten der Blockchain neue Blöcke als Ergänzung der bestehenden Blockchain, so ist im gesamten Netz ein Konsens über die Änderung zu erzielen. Damit es in einer Blockchain zum Konsens

kommt, müssen mindestens 51 % der TeilnehmerInnen einen Eintrag in ihre Blockchain übernehmen. Erst in diesem Fall gilt ein neuer Block als bestätigt.

Einer der bekanntesten Konsensus-Algorithmen, der auch bei der Kryptowährung Bitcoin angewendet wird, nennt sich Proof of Work und bezeichnet die Erbringung eines mathematischen Beweises (= Lösung eines kryptographischen Rätsels) durch Arbeitsleistung. Das bedeutet, dass jemand nachweislich eine Arbeitsleistung (Rechenleistung) erbringen muss, um ein Update auf der Blockchain durchzuführen. Diese Arbeit kann entweder in Form von Eigenleistung erbracht werden, oder es wird eine Transaktionsgebühr entrichtet, um sogenannte „Miner“ die Arbeit stellvertretend durchführen zu lassen. Häufig wird das Proof-of-Work Verfahren dafür kritisiert, besonders energieintensiv zu sein und unnötig viel Energie zu ver(sch)wenden. Aus diesem Grund werden laufend neue Konsensus-Mechanismen entwickelt, die alternativ zu diesem Verfahren eingesetzt werden können.

Ein populäres Alternativmodell ist das sogenannte Proof of Stake Verfahren. Dabei wird eine gewichtete Zufallsauswahl durchgeführt. Die Gewichtung der einzelnen TeilnehmerInnen wird beispielsweise auf Basis deren Teilnahmedauer am Netzwerk und/oder dem als Sicherheit eingesetzten Vermögen (dem sogenannten „Stake“) ermittelt. Ausschlaggebend ist der Stake eines Nutzers, also der Anteil an der gesamten Menge an Token, die er besitzt. Je größer der Anteil, desto wahrscheinlicher ist es, dass dieser Nutzer ausgewählt wird, um den nächsten Block zu generieren. Ein besonderer Vorteil dieses Algorithmus ist, dass dieses Verfahren - im Gegensatz zu Proof of Work ohne das klassische Mining auskommt und daher auch signifikant weniger zeit- und ressourcenintensiv ist. Darüber hinaus besteht keine Gefahr, dass das Netzwerk durch die Inbesitznahme von Netzwerkrechenleistung im Ausmaß von über 50% übernommen werden kann. Sogenannte 51%-Angriffe stellen beim klassischen Proof of Work, insbesondere im Falle von kleinen Netzwerken mit wenigen Token, ein zumindest theoretisches Risiko dar. Die Funktionsweise eines Proof of Stake Mechanismus ähnelt dem Stimmprinzip in Aktiengesellschaften. AkteurInnen mit einem größeren Anteil am Unternehmen haben in diesen Systemen üblicherweise auch mehr Stimmrechte.

Eine weitere Möglichkeit, um im Netzwerk Konsensus herbeizuführen, ist der Einsatz eines Proof of Elapsed Time (PoET) Protokolls. Damit wird ein Algorithmus bezeichnet, der auf einem „fairen Lotteriesystems“ basiert, bei dem jeder Knoten mit der gleichen Wahrscheinlichkeit zur Generierung neuer Blöcke ausgewählt wird. Hierzu wird in einem ersten Schritt von jedem Knoten im Blockchain-Netzwerk eine randomisierte Wartezeit generiert. Jeder Knoten wechselt anschließend für diese von ihm zufällig berechnete Dauer in einen Ruhezustand. Nachdem beim Knoten mit der kürzesten Wartezeit die Periode abgelaufen ist, wird dieser wieder automatisch aktiv und schreibt einen neuen Block in die Blockchain. Alle relevanten Informationen werden im Anschluss an das gesamte Netzwerk ausgesendet.

Der Algorithmus für die byzantinische Fehlertoleranz (BFT) beschreibt eine Lösungsstrategie für das Erreichen eines Konsenses angesichts byzantinischer Misserfolge. Als solche bezeichnet man in der Informatik Fehler, bei denen sich ein System beliebig falsch verhält. Beispielsweise erreichen Informations- bzw. Computersysteme mitunter nicht korrekte Systemzustände. Die ursprüngliche Problemstellung betrachtet eine Gruppe byzantinischer Generäle, die beim Versuch, sich auf den nächsten militärischen Schritt zu einigen, Kommunikationsprobleme hat. Die Generäle, die an unterschiedlichen Orten der Stadt positioniert sind und nicht direkt miteinander in Verbindung stehen, müssen sich auf einen Angriff oder Rückzug einigen. Es ist in diesem Fall nicht relevant, ob sie sich für einen Angriff entscheiden oder sich zurückziehen. Wichtig ist nur, dass alle Generäle einen Konsens erzielen und sich auf eine koordinierte Vorgehensweise einigen.

Mit Delegated Proof of Stake, Proof of Identity, Proof of Burn, Proof of Kernel Work, Proof of Importance sowie Proof of Luck (Milutinovic et al., 2016; Berg et al., 2018) und anderen Alternativen gibt es eine Reihe weiterer Konsensus-Verfahren. Darüber hinaus werden in der Forschung laufend neue Verfahren entwickelt und getestet, um in Peer-to-Peer Netzwerken Konsens herzustellen. Die zuvor näher beschriebenen Konsensus-Mechanismen werden in der nachstehenden Tabelle anhand von acht unterschiedlichen Kriterien differenziert.

| | PoW | PoS | PoET | BFT |
|--|-----------------|--------------------------|-----------------|--------------|
| Welcher Blockchain-Typ (permissioned / permissionless) wird unterstützt? (Type) | Permissionless | Beide | Beide | Permissioned |
| Ist eine der Blockchain hinzugefügte Transaktion final? (Transaction finality) | Probabilistisch | Probabilistisch | Probabilistisch | Unmittelbar |
| Wie hoch ist die Transaktionsrate (Transaction rate) | Gering | Hoch | Mittel | Hoch |
| Sind kryptographische Token erforderlich? (Token dependency) | Ja | Ja | Nein | Nein |
| Ist die Teilnahme am Konsensus-Verfahren mit ökonomischen Kosten verbunden (Cost) | Ja | Ja | Nein | Nein |
| Ist es möglich, Konsensus zu erreichen, wenn das Netzwerk wächst? (Scalability) | Hoch | Hoch | Hoch | Gering |
| Müssen am Konsensus teilnehmende Knoten bekannt sein? (Trust model) | Untrusted | Untrusted | Untrusted | Semi-trusted |
| Resilienz (Adversary tolerance) | <= 25% | Abhängig vom Algorithmus | N/A | <= 33% |

Tabelle 3: Vergleich üblicher Blockchain Konsensus-Mechanismen⁵

⁵ Adaptiert von Baliga (2017)

Token

Eine weitere Grundlage für das Verstehen von Blockchain- und Distributed Ledger Technologien im unternehmerischen Umfeld bildet die Differenzierung unterschiedlicher Token. Ein Token in einer Blockchain kann ein Eintrag in der Blockchain sein. Der Besitz des Tokens ergibt sich dadurch, dass der Besitzer den Schlüssel hat, mit dem er einen neuen Eintrag in der Blockchain erzeugen und damit den Besitz an jemand anderen übertragen kann. Der Token kann als eine digitale Verbriefung verstanden werden. (vgl. Brandt & Werner, 2018). Hahn & Wons (2018) teilen Token in vier Kategorien ein (vgl. Abbildung 7). Jeder Token bezieht seinen Wert aus der Kombination seines Existenzgrundes (Purpose) und den dem Token zugrunde liegenden Rechten. Bei diesem Wert kann es sich einerseits um physische Assets oder um virtuelle Werte, wie beispielsweise Netzwerkeffekte, handeln sowie um den sich auf Basis von Produkten und/oder Dienstleistungen ergebenden Wert des Netzwerkes selbst (vgl. ebenda, 2018). In Kapitel 2.5 wird kurz charakterisiert, wie Token eingesetzt werden können, um beispielsweise Anreizmechanismen (als Grundlage für „Nudging“) umzusetzen oder um kollektive Eigentumsverhältnisse an grundsätzlich unteilbaren, physischen Gütern abbilden zu können.

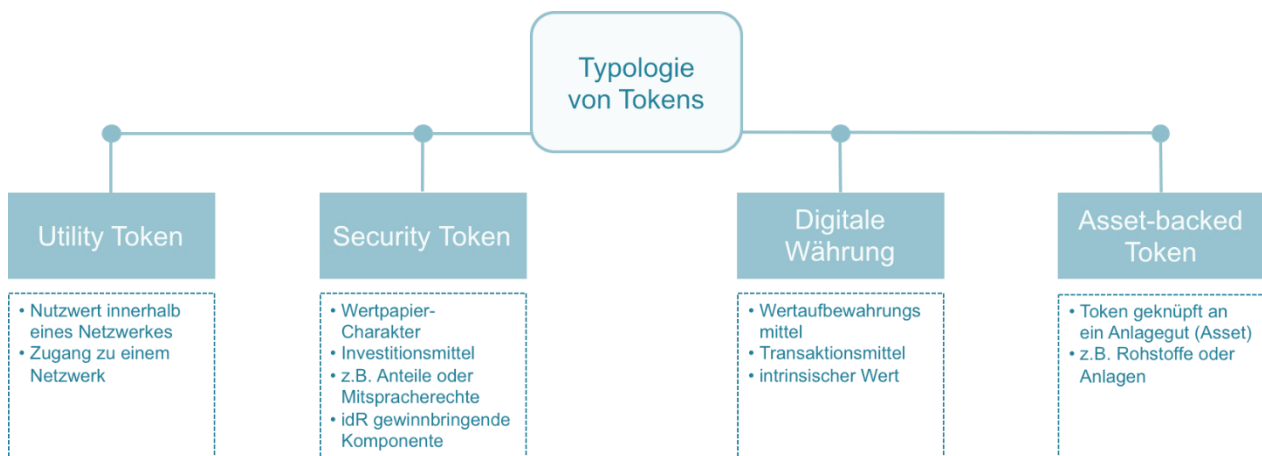


Abbildung 7: Topologie von Token

2.2. Ausgewählte Blockchain-Plattformen

Im Folgenden werden ausgewählte Blockchain-Plattformen, die in Industrieprojekten aktuell vorrangig eingesetzt werden, kurz vorgestellt und deren wichtigste Eigenschaften beschrieben. Auf Basis dieser Charakteristika lassen sich die Blockchain-Typen systematisch differenzieren. Die nachstehende Tabelle 4 zeigt einen direkten Vergleich der wichtigsten Eigenschaften der angeführten Plattformen. Von den in der Tabelle dargestellten Punkten sind vor allem der Ledger-Typ, der implementierte Konsens-Algorithmus sowie die Möglichkeit zur Abbildung von Smart Contracts hervorzuheben. Der Ledger-Typ beschreibt, ob und in welcher Form AkteureInnen an der Blockchain teilnehmen können. Bei in Unternehmensnetzwerken umgesetzten Projekten werden in der Regel Konfigurationen mit differenzierten Berechtigungsstrukturen auf Basis von Permissioned-Blockchains umgesetzt. Durch den gewählten Konsens-Mechanismus kann vor allem die Skalierbarkeit stark eingeschränkt werden, weshalb dieser Eigenschaft bei transaktionsintensiven Anwendungen eine hohe Bedeutung beigemessen werden kann. Durch die Abbildbarkeit von Smart Contracts

können in der sicheren Blockchain-Umgebung unterschiedliche Anwendungsmöglichkeiten umgesetzt und Prozesse mit mehreren AkteurlInnen systematisch digital unterstützt werden.

Corda R3 wurde im Jahr 2015 durch ein Konsortium global agierender Finanzinstitute als Open-Source-Plattform initiiert. Das Partnernetzwerk ist mittlerweile auf mehr als 60 Unternehmen angewachsen. Während Corda ursprünglich mit Blick auf das Bankwesen konzipiert wurde, werden mittlerweile immer mehr Anwendungsfälle in anderen Domänen, z.B. im Supply Chain Management, im Gesundheitswesen oder in der internationalen Handelsfinanzierung realisiert. Bei Corda gibt es keine integrierten Token oder eine Kryptowährung. Es handelt sich außerdem um eine sogenannte Permissioned-Blockchain, da sie den Zugriff auf Daten innerhalb einer Vereinbarung auf nur die explizit dafür Berechtigten und nicht das gesamte Netzwerk beschränkt. Das Corda zugrundeliegende Konsens-System berücksichtigt die Realität der Verwaltung komplexer (finanzieller) Vereinbarungen. Corda wurde, im Gegensatz zu Bitcoin und anderen Kryptowährungen ausdrücklich für den Einsatz im geschäftlichen Kontext konzipiert. Die Lösung nutzt primär vorhandene Technologiebausteine und Infrastruktur und wurde entwickelt, um sich in die Systeme von Unternehmen zu integrieren, was eine schnelle Bereitstellung neuer Prozesse ermöglicht.

Ethereum ist eine offene (permissionless) Blockchain-Plattform, die es theoretisch jeder Person ermöglicht, dezentrale Anwendungen zu verwenden, die mit der Blockchain-Technologie umgesetzt werden können. Analog zum Konzept von Bitcoin, kontrolliert oder besitzt niemand Ethereum – es ist ein Open-Source-Projekt, das von vielen Menschen auf der ganzen Welt entwickelt wurde. Jedoch im Gegensatz zum Bitcoin-Protokoll wurde Ethereum konzipiert, um anpassungsfähig und flexibel zu sein, weshalb es eine erheblich höhere Eignung für die Unterstützung betrieblicher Prozesse aufweist. Es ist vergleichsweise einfach, neue Anwendungen auf der Ethereum-Plattform zu erstellen. Derzeit wird die Lösung insbesondere zur Entwicklung von dezentralen Systemen für intelligente Verträge, sogenannte Smart Contracts verwendet. Diese laufen auf einer speziell angefertigten Blockchain, einer enorm leistungsstarken, gemeinsam genutzten globalen Infrastruktur, die Werte verschieben und z.B. Eigentumsrechte an Vermögensgegenständen repräsentieren kann. Dies ermöglicht Entwicklern, Märkte zu schaffen, Register von Schulden oder Versprechen zu speichern oder Gelder in Übereinstimmung mit bereits in der Vergangenheit gegebenen Anweisungen zu verteilen – ohne Zwischenhändler oder Gegenparteirisiko.

Hyperledger Fabric ist ein weiteres Open-Source-Projekt, welches zum Ziel hat, die Blockchain-Technologie in unterschiedlichen Industrien zu implementieren. Es wird von der Linux-Foundation gehostet und ist eine globale Kollaboration zwischen Finanzsektor, IoT-Industrie, Supply-Chains, dem Gesundheitswesen, Produktionsunternehmen und zahlreichen weiteren AkteurlInnen. Die Hyperledger-Technologie kann als umfassende Infrastruktur für Frameworks verstanden werden, die sich durch Konfiguration weitgehend flexibel an unterschiedliche Einsatzgebiete anpassen lässt. Viele Projekte in den Bereichen Logistik und Supply Chain Management werden aktuell auf Basis dieser Lösung umgesetzt. Die in dieser Domäne vergleichsweise hohe Adoptionsrate ergibt sich einerseits aus den technischen Eigenschaften der Plattform und andererseits aus der Unterstützung und intensiven Nutzung im Rahmen zahlreicher Projekte durch den globalen IT-Dienstleister IBM.

Quorum wurde 2015 von J.P. Morgan Chase entwickelt und nutzt Ethereum als Basis. Die Lösung wurde konzipiert, um Anwendungsfälle zu adressieren, die eine Verarbeitung von privaten Transaktionen mit hoher Geschwindigkeit und hohem Durchsatz erfordern, an der nur eine Gruppe berechtigter Teilnehmer involviert sein darf. Es verwendet nicht den beispielsweise bei Bitcoin oder Ethereum üblichen Proof-of-Work-

Konsensus-Algorithmus, sondern wahlbasierte Verfahren und alternative Algorithmen, die es ermöglichen, hunderte von Transaktionen pro Sekunde zu verarbeiten – in Abhängigkeit davon, wie implementierte, intelligente Verträge und zugrundeliegende Netzwerke konfiguriert sind. Da Quorum die Grundeigenschaften von Ethereum weitgehend erhält, kann ein hoher Grad an Kompatibilität sichergestellt werden. Dadurch ist Quorum in der Lage, die meisten Weiterentwicklungen von Ethereum schnell in die eigene Umgebung zu übernehmen.

| | Ethereum | Hyperledger Fabric | R3 Corda | Ripple | Quorum |
|--------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------|---|
| Industriefokus | nicht industriespezifisch | nicht industriespezifisch | Finanzindustrie | Finanzindustrie | nicht industriespezifisch |
| Governance / Verwaltung | Ethereum Entwickler | Linux Foundation | R3 Konsortium | Ripple Labs | Ethereum Entwickler & J.P. Morgan Chase |
| Ledger-Typ | Permissionless | Permissioned | Permissioned | Permissioned | Permissioned |
| Kryptowährung | Ether (ETH) | keine | keine | Ripple (XRP) | keine |
| Markt-kapitalisierung | USD 46,1 Mrd. | nicht anwendbar | nicht anwendbar | USD 17,5 Mrd. | nicht anwendbar |
| Konsensus Algorithmus | Proof of Work | unterschiedliche Alternativen | unterschiedliche Alternativen | „Probabilistic Voting“ | „Majority Voting“ |
| Smart Contract Unterstützung? | Ja | Ja | Ja | Nein | Ja |

Tabelle 4: Eigenschaften wichtiger Blockchain-Plattformen für Unternehmen⁶

Ripple wurde 2012 gegründet und 2015 in OpenCoin umbenannt. Ziel ist es, Banken, ZahlungsanbieterInnen, Digital Asset Exchanges und Unternehmen über RippleNet mit nahezu kostenlosen globalen Transaktionen ohne Rückbuchungen zu verbinden. Es ermöglicht globale Zahlungen über digitale Assets (Ripples oder XRP). Die Lösung verspricht, schneller und skalierbarer zu sein, als die meisten anderen Blockchains (4 Sekunden Zahlungsausgleich gegenüber 1+ Stunde bei Bitcoin; außerdem besteht die Möglichkeit der Abwicklung von bis zu 1.500 Transaktionen pro Sekunde im Vergleich zu 3-6 bei Bitcoin). Das Produkt hat derzeit ca. 100 KundInnen, wobei mehr als 75 % in verschiedenen Phasen des kommerziellen Einsatzes drei primären Anwendungsfällen zugeordnet werden können: grenzüberschreitende Zahlungen; Minimierung der Liquiditätskosten; und Zahlungen über verschiedene Netzwerke. Es liegt, wie die Ausführungen zeigen, ein vergleichsweise starker Fokus auf den Finanzsektor vor.

⁶ Adaptiert von HfS Research (2018), Marktkapitalisierung vom 29.07.2018

2.3. Stärken und Schwächen

Obgleich es aufgrund der unterschiedlichen Konfigurationsmöglichkeiten und der sich auf dieser Basis ergebenden Eigenschaften von Blockchains nur bedingt möglich ist, allgemeingültige Vor- und Nachteile der Technologie zu beschreiben, werden nachstehend jene Stärken (vgl. Tabelle 5 und Schwächen (vgl. Tabelle 6) reflektiert, die auf eine Vielzahl möglicher Konfigurationsvarianten zutreffen.

| Stärke | Kurzbeschreibung |
|-------------------|--|
| Unveränderbarkeit | Die meisten Konsensus-Mechanismen stellen sicher, dass für Änderungen an der Blockchain Kosten anfallen. Durch die kryptographische Verkettung aller Blöcke wird sichergestellt, dass historische Daten somit nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand geändert werden können. Für TeilnehmerInnen gibt es aufgrund dieser in der Regel prohibitiv hohen Kosten somit keinen Anreiz, historische Daten zu verändern, weshalb Blockchains als de facto unveränderlich gelten. |
| Privatsphäre | Üblicherweise muss man sich zur Teilnahme an Netzwerken über ein bestimmtes Merkmal Zugangsdaten in Form von Benutzername-Passwort-Kombinationen authentifizieren. Zur Mitwirkung an Blockchains ist in der Regel nur ein privater Schlüssel erforderlich. Da üblicherweise nicht öffentlich bekannt ist, wer diesen Schlüssel verwaltet/steuert, ist ein bestimmtes Maß an Anonymität gegeben. In einigen Fällen ist es allerdings möglich, auf Basis der durch einen Schlüssel getätigten Transaktionen Rückschlüsse über dessen BesitzerIn anzustellen, weshalb in diesem Fall von Pseudonymität gesprochen wird. |
| Vertrauen | Durch die Nutzung von mathematischen Regeln und sicheren, kryptographischen Verfahren ist Vertrauen ein inhärenter Bestandteil von blockchainbasierten Systemen. |
| Komptabilität | Grundsätzlich ist es möglich, dass Blockchains unter einander über definierte Protokolle Informationen austauschen, ohne dabei auf Intermediäre angewiesen zu sein. Dadurch ergibt sich ein bestimmtes Maß an Interoperabilität. |
| Transparenz | Blockchains können so gestaltet sein, dass historische Transaktionen und Änderungen der Blockchain-Zustände lückenlos nachvollzogen werden können. Aus diesem Grund sind können sowohl Transparenz sichergestellt und Verantwortlichkeiten (Accountability) festgehalten werden. |
| Redundanz | Aufgrund der dezentralen Logik, bei der die Daten an jedem bzw. zumindest an vielen Knoten gespeichert sind, ergibt sich Redundanz. Ausfälle von Teilen des Netzwerkes sind somit unkritisch, da die Daten bei den anderen Knoten weiterhin verfügbar sind. |
| Offenheit | Blockchains können so ausgestaltet sein, dass jeder einen privaten Schlüssel erzeugen und auf diese Weise am Netzwerk mitwirken kann. |

Tabelle 5: Stärken der Blockchain⁷

⁷ Adaptiert von Hosp (2018)

| Schwäche | Kurzbeschreibung |
|-------------------------------------|--|
| Fehlende NutzerInnen-freundlichkeit | <p>Viele Blockchain-Lösungen werden derzeit nur von ExpertInnen mit einschlägigen, technischen Kompetenzen verstanden. Auch Unternehmen und Forschungseinrichtungen konzentrieren sich derzeit in der Regel (noch) stark auf die Lösung technischer Probleme. Das hat zur Folge, dass die Nutzung und Mitwirkung an Blockchain-Projekten im Moment noch spezielle Kenntnisse und Fähigkeiten voraussetzt. Analog zu Entwicklungen des Internets, das in seiner Anfangsphase ebenfalls nur von einer geringen Anzahl an fachkundigen Individuen genutzt werden konnte, ist aber davon auszugehen, dass die Eintrittsbarrieren auf dieser Ebene künftig abgebaut und die Partizipationsmöglichkeiten steigen werden.</p> |
| Kosten | <p>Der Einsatz einer blockchainbasierten Lösung ist mit Kosten verbunden. Abhängig von der jeweiligen Einsatzsituation können beispielsweise Kosten der Herstellung von Blockchain-Capabilities (z.B. Ausbildung von MitarbeiterInnen, Rekrutierung von MitarbeiterInnen, Zukauf von Beratungsdienstleistungen), Kosten für die Technologieakquisition selbst (neben Open Source Angeboten gibt es auch eine Vielzahl kommerzieller Lösungen, die kostenpflichtig erworben werden müssen) sowie Kosten für die Herstellung von Kompatibilität der bestehenden IT-Infrastruktur und Kosten für den laufenden Betrieb berücksichtigt werden.</p> <p>Die Entscheidung für bzw. gegen eine Nutzung der Blockchain ist daher immer das Ergebnis einer Kosten-Nutzen-Analyse. Die anfallenden Kosten werden dabei den erwarteten Vorteilen gegenübergestellt. Die Bewertung kann monetäre und nicht-monetäre Aspekte berücksichtigen. In Kapitel 2.7 wird ein Framework vorgestellt, um Projekte systematisch zu beurteilen.</p> <p>Darüber hinaus ist anzumerken, dass Blockchains oft dazu eingesetzt werden (sollen), um sogenannte Transaktionskosten zu reduzieren. Allerdings muss in diesem Zusammenhang auch verstanden werden, dass durch die Dezentralisierung neue Kosten entstehen können. Diese können höher sein, als die erzielbaren Einsparungen. Effizient gestaltete, zentrale Systeme können in der Regel günstiger betrieben werden, als dezentral organisierte Netzwerke.</p> |
| Ressourcen-ineffizienz | <p>Bereits bei der Beschreibung der Konsensus-Verfahren konnte demonstriert werden, dass der in vielen Blockchains eingesetzte Proof of Work Algorithmus (unnötig) viel Energie verbraucht. Aufgrund der hohen Entwicklungsdynamik in diesem Bereich ist allerdings davon auszugehen, dass dieses Problem sukzessive minimiert bzw. mittelfristig eliminiert werden kann, ohne dabei negative Auswirkungen auf die Funktionsweise und Sicherheit der Technologie zu haben.</p> |
| Skalierungs-limitierung | <p>Die Anzahl an möglichen Updates pro Zeiteinheit ist bei der Blockchain limitiert. Dadurch ergeben sich Grenzen bei der Skalierbarkeit. Durch Design-Entscheidungen können grundsätzlich aber auch Blockchains konfiguriert werden, die über eine vergleichsweise hohe Skalierbarkeit verfügen.</p> |

Tabelle 6: Schwächen der Blockchain⁸⁸ Adaptiert von Hosp (2018)

2.4. Technologieevolution und Entwicklungsstufen

Die bisherigen Ausführungen zeigen bereits, dass eine Blockchain-Realisierung das Ergebnis einer Reihe unterschiedlicher Design-Entscheidungen ist. So sind beispielsweise Entscheidungen zu treffen, wer an der Blockchain teilnehmen darf, mit welchen Schreib- und Leserechten diese AkteurInnen ausgestattet sein sollen, ob bzw. welche Token eingesetzt werden sollen sowie auch, in welcher Art und Weise im Netzwerk Konsens erreicht wird. Diese Entscheidungen hängen von unterschiedlichen Faktoren, wie beispielsweise den verfügbaren IT-Ressourcen oder den jeweiligen Anwendungszwecken und den sich daraus ableitenden Anforderungen ab.

Darüber hinaus kann grundsätzlich konstatiert werden, dass die Zahl der Design-Entscheidungen aufgrund einer laufenden Verbesserung und Weiterentwicklung der zugrundeliegenden Technologie sowie der Anpassungen an neue Problemstellungen kontinuierlich zunimmt. Nachstehend sind vier Evolutionsstufen der Blockchain-Technologie beschrieben (vgl. Abbildung 8).

Blockchain 1.0 (Kryptowährungen)

Erstmals erfolgreich eingesetzt wurde die Blockchain-Technologie im Bereich der Kryptowährung Bitcoin. Dabei handelt es sich um ein vollständig digitales Zahlungsmittel/-system. Die meisten der heute bekannten Kryptowährungen nutzen die Blockchain als technologische Grundlage.

Blockchain 2.0 (Intelligente Verträge)

Die nächste Entwicklungsstufe ist durch Blockchains charakterisiert, deren Funktionsumfang deutlich über jenen von Kryptowährungen hinausgeht. Einen neuralgischen Punkt kennzeichnet dabei die Entwicklung von Blockchains, welche intelligente Verträge, sogenannten „Smart Contracts“ ermöglichen. Dabei handelt es sich um autonome Computerprogramme, die auf Basis zuvor definierter Regeln automatisch ausgeführt werden und auf diese Weise die Überprüfung oder Durchsetzung der Vertragserfüllung unterstützen können. Ein großer Vorteil der Kombination von Smart Contracts mit der Blockchain-Technologie ist, dass es nahezu unmöglich ist, diese Smart Contracts zu manipulieren oder zu „hacken“. Daher reduzieren sich durch ihren Einsatz Transaktionskosten. Intelligente Verträge werden in Kapitel 2.5 etwas genauer beschrieben.

Blockchain 3.0 (Dezentralisierte Applikationen)

Dezentrale Anwendungen (DApps) verzichten auf die Nutzung einer zentralen Infrastruktur. Sie verwenden dezentrale Logiken für die Datenspeicherung und Kommunikation, sodass der Backend-Code von DApps üblicherweise in einem dezentralen Peer-to-Peer-Netzwerk auf Basis der Blockchain ausgeführt wird. Im Gegensatz dazu läuft bei einer traditionellen Applikation der Backend-Code auf zentralen Servern. Um als DApp klassifiziert zu werden, müssen Anwendungen vier Kriterien erfüllen:

- Die Anwendung ist Open Source.
- Alle Daten und Transaktionen müssen kryptographisch gesichert sein.
- Die Applikation muss kryptographische Token verwenden.
- Die Applikation muss Token generieren können.

Blockchain 4.0 (Dezentral organisierte, autonom agierende Ökosysteme)

Blockchain 4.0 Lösungen und Ansätze bezeichnen Versuche, die Blockchain-Technologie für komplexe, geschäftliche Anwendungen nutzbar machen. Sie kann in Kombination mit anderen Technologien, insbesondere dem Internet der Dinge (IoT) sowie Entwicklungen im Bereich der Künstlichen Intelligenz (KI/AI) als Grundlage für die Gestaltung dezentral organisierter, autonom agierender Ökosysteme verstanden werden. In der Logistik sowie in vielen anderen Bereichen werden Geschäftsprozesse zunehmend digitalisiert. Prozesse werden auf Basis von Sensordaten gesteuert und Maschinen und Objekte kommunizieren ohne Einwirkung von Personen miteinander und treffen selbst Entscheidungen. Diese industrielle Revolution erfordert jedoch ein wachsendes Maß an Vertrauen in die Kommunikation zwischen den Objekten von cyberphysischen Systemen und einen Schutz der Privatsphäre. Durch den systematischen Einsatz der Blockchain in IT-Systemen werden systemübergreifende bzw. blockchainübergreifende Geschäftsprozesse ermöglicht. Das erlaubt Maschinen beispielsweise, Bestellungen sicher und autonom durchzuführen und auf diese Weise sowohl den Materialfluss als auch eine etwaige Bevorratung mit Ersatzteilen zu gewährleisten. Lieferkettenmanagement, Genehmigungsworkflows, Finanztransaktionen und zustandsbasierte Zahlungen, IoT-Datenerfassung und Asset-Management sind nur einige Beispiele für Bereiche, die durch die Blockchain-Technologie unterstützt werden können.

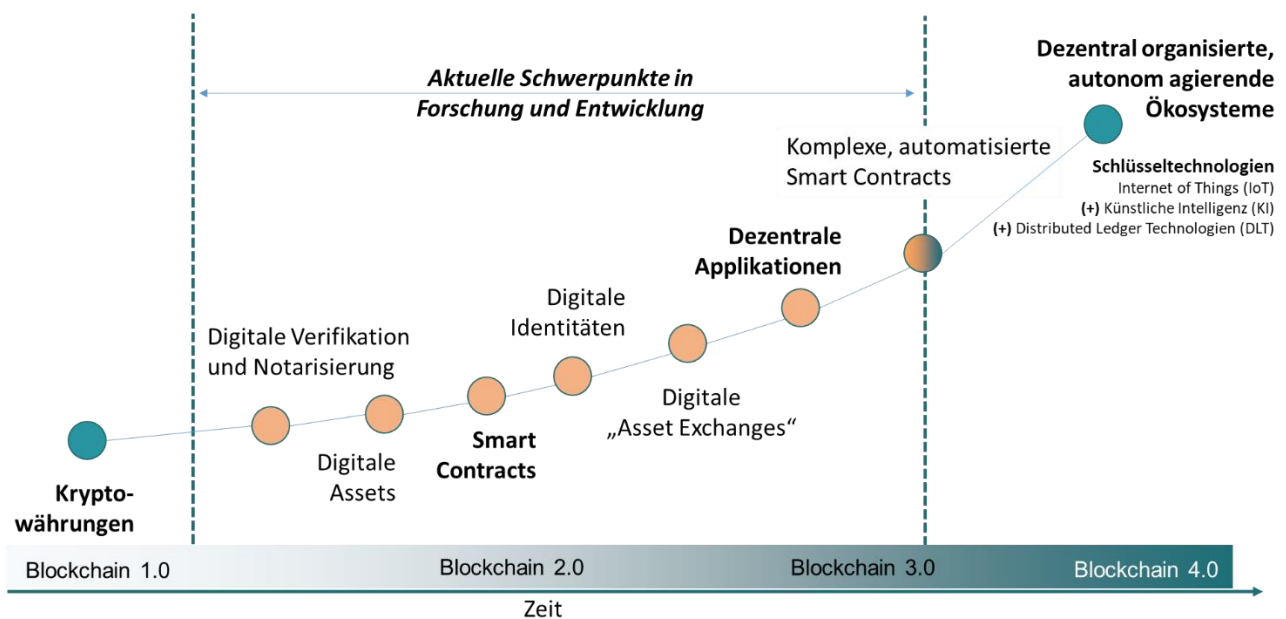


Abbildung 8: Blockchain-Evolution im Zeitverlauf

2.5. Gestaltungsmöglichkeiten und abstrakte Einsatzbereiche

Blockchains und Distributed Ledger Technologien können für eine Vielzahl potentieller Anwendungen eingesetzt werden. In Kapitel 3 und Kapitel 0 werden konkrete Einsatzmöglichkeiten für die Bereiche der Personen- und Gütermobilität evaluiert. Davor sollen an dieser Stelle kurz ausgewählte, allgemeine Gestaltungsoptionen aufgezeigt werden.

Felin & Lakhani (2018) definieren drei zentrale Fragen, die bei der Umsetzung von Blockchain-Projekten berücksichtigt werden sollen (vgl. Tabelle 7). Sie merken an, dass deren Reflexion und Beantwortung Unternehmen dabei unterstützen kann, die Technologie gezielt(er) zur Lösung strategischer Probleme einzusetzen. Neben dem grundsätzlichen Ziel sollen die darstellbaren Werte sowie die adressierten StakeholderInnen definiert werden.

| Was soll erreicht werden? | Welcher Wert soll dargestellt werden? | Für wen? |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Aufzeichnen - Nachverfolgen - Verifizieren - Aggregieren | <ul style="list-style-type: none"> - Daten, Informationen bzw. Wissen - Zuständigkeiten/Verantwortung - Zugriffsrechte - Stimmrechte - Reputation und Vertrauen - Transaktionen - Verträge | <ul style="list-style-type: none"> - KundInnen - MitarbeiterInnen - LieferantInnen - ProduzentInnen - Gläubiger/Investoren - Regierungen/Behörden - BürgerInnen |

Tabelle 7: Design-Entscheidungen bei Blockchain-Projekten; Quelle: Felin & Lakhani (2018)

Speicherung von sensiblen Daten zur Dokumentation, Protokollierung und Verifikation

Da eine Blockchain als dezentrale Datenbank verstanden werden kann, ist es möglich, sie zum Speichern und Aufbewahren von Daten einzusetzen. Im Gegensatz zu klassischen Datenbanken, deren Hauptzweck in der Speicherung der Daten liegt, können in der Blockchain darüber hinaus vor allem Änderungen der Datenbestände protokolliert werden. Bei Anwendungsbereichen, die von einer transparenten Informationshistorie profitieren, können entsprechende Vorteile dargestellt werden.

Darüber hinaus korrespondiert die dezentrale Speicherung der Daten mit einem höheren Sicherheitsniveau bzw. einem geringeren Risiko, durch Angriffe (Hacks) kompromittiert zu werden. Zentrale Datenspeicher stellen hingegen einen „Single Point of Failure“ dar. Allerdings ist an dieser Stelle anzumerken, dass auch bei traditionellen Datenbanksystemen verteilte Systeme auf Basis einer dezentralen Logik zu Einsatz kommen können, weshalb in diesem Fall nicht zwingend der Einsatz von Distributed Ledger Technologien erforderlich wird.

Intelligente Verträge

Mit Hilfe der Blockchain-Technologie können auch intelligente Verträge, sogenannte Smart Contracts manipulationssicher ausgeführt und dokumentiert werden. Sie bezeichnen auf bestimmten Regeln basierende Systeme, mittels derer die spezifizierten Rechte der Vertragspartner automatisch durchgesetzt werden können. Beispielsweise kann ein solcher Vertrag im Bereich der Personenmobilität zwischen einer zu befördernden Person und einem Mobilitätsdienstleister geschlossen werden. In diesem Vertrag kann spezifiziert sein, dass der Dienstleister einen determinierten Betrag erhält, nachdem die Leistung in Anspruch genommen wurde. Darüber hinaus könnte der Vertrag beispielsweise auch eine Zusatzklausel abbilden, die

besagt, dass bei einer Verspätung von unter 10 Minuten nur 90 % des Fahrpreises zu zahlen wären und bei einer Verspätung von über einer Stunde keine Zahlung erfolgt und die Leistungserbringung kostenlos erfolgt. Nach der Durchführung der Beförderung kann das System – unter der Voraussetzung, dass die Informationen über die Verspätung dem System zugeführt wurden bzw. von diesem ermittelt werden können – die Zahlung unter Berücksichtigung der spezifizierten Regeln durchführen.

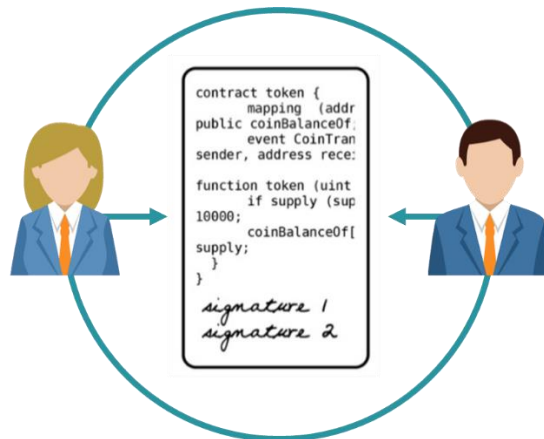


Abbildung 9: Smart Contracts

Üblicherweise handelt es sich bei intelligenten Verträgen um Regeln, die auf Basis von Wenn-Dann-Logiken formuliert sind – „wenn X eintritt, dann erfolgt Y“. Das grundsätzliche Funktionsprinzip von Smart Contracts ist kein inhärenter Bestandteil der Blockchain bzw. wurde es auch nicht im Zusammenhang mit dieser Technologie entwickelt. In der Informatik werden ähnliche Konstrukte bereits seit vielen Jahren eingesetzt und erforscht. Die zunehmende Digitalisierung von Geschäftsprozessen erlaubt jedoch zunehmend, einfache und standardisierte bzw. grundsätzlich standardisierbare Vertragsbestandteile manipulationssicher in Form solcher Smart Contracts abzubilden.

Allerdings muss an dieser Stelle kritisch angemerkt werden, dass der Terminus „Intelligente Verträge“ irreführend ist. Aufgrund der zumeist simplen Wenn-Dann-Logik ist es derzeit nur bedingt möglich, komplexe Verträge auf diese Weise abzubilden. Außerdem geben sich Einschränkungen aufgrund des deterministischen Charakters. Wenn-Dann-Logiken müssen zur automatisierten Verarbeitung grundsätzlich in der Lage sein, alle Eintrittsmöglichkeiten abzubilden. In vielen Fällen ist das in der Praxis jedoch nicht bzw. nur mit hohem Aufwand darstellbar. Darüber hinaus gibt es, auch im österreichischen Recht, viele „unbestimmte Begriffe“, die eine Auslegung erforderlich machen.

Digitale Identitäten

Unsere Welt besteht aus zahlreichen Entitäten (z.B. Personen, Maschinen, Produkte, Verkehrsmittel, Patente, Software) und deren Beziehungen zu einander. Die Identifikation einer Entität erfolgt in der physischen Welt durch sensorische Wahrnehmung (optisch, haptisch, akustisch, olfaktorisch, gustatorisch) und korrespondierender kognitiver Prozesse, wie dem Vergleich mit vorhandenem Wissen. In der virtuellen Welt erfolgt die Darstellung und Identifikation einer Entität „über Nullen und Einsen“ (vgl. DIN, 2019). Die sichere Authentifizierung unterschiedlicher Entitäten bildet eine wesentliche Grundlage für die Digitalisierung.

Zur digitalen Authentifizierung von Personen gibt es beispielsweise mehrere Möglichkeiten. Diese können u.a. über traditionelle Kombinationen aus Benutzernamen und Passwörtern, über abgeleitete Informationen aus offiziellen (behördlichen) Dokumenten (z.B. Führerschein, Reisepass) oder über erfasste, biometrische Merkmale identifiziert werden.

Im Internet authentifizieren sich Personen derzeit oft über Benutzername-Passwort-Kombinationen, die für unterschiedliche Services separat angelegt und verwaltet werden. Die korrespondierenden (persönlichen) Informationen zur Person sind dann im Internet verteilt und liegen beispielsweise bei den BetreiberInnen von Webseiten bzw. AnbieterInnen von Diensten. Die NutzerInnen haben nur mehr eingeschränkte Kontrolle über die Verwendung ihrer persönlichen Daten und es besteht ein hohes Missbrauchsrisiko. Auch für Unternehmen stellt die Identifikation von Personen ein Problemfeld dar. Neben unvollständigen oder fehlerhaften Angaben stellen die Gefahr von Identitätsbetrug, hohe Kosten für die Etablierung von robusten KYC-Prozessen (Anm.: Know Your Customer) sowie auch rechtliche Anforderungen (z.B. DSGVO-Konformität in der EU) Herausforderungen in diesem Bereich dar.

Die Blockchain kann eine bessere Selbstverwaltung der eigenen (digitalen) Identität sicherstellen. Das würde beispielsweise die Nutzung unterschiedlicher Accounts für verschiedene Services obsolet machen. Die Hauptverantwortung für die Verwaltung der eigenen Identität über eine Blockchain läge dann bei der betroffenen Person selbst und nicht bei einer zentralen Institution. Darüber hinaus wären repetitive Authentifizierungsverfahren in vielen Fällen nicht mehr notwendig, da einer Person bzw. Identität auf der dezentralen Datenbank einer Blockchain persönliche Informationen oder Berechtigungen manipulationssicher, permanent und transparent zugeordnet werden könnten. Die Projekte myIDSafe, Uport oder Blockstack bieten bereits derartige Lösungen an.

Das Prinzip einer solchen digitalen Identität ist nicht nur auf Personen beschränkt, auch Unternehmen oder Services können hinter einer digitalen Identität stehen. Diese Identitäten können mit weiteren Informationen, etwa personenbezogenen Daten, angereichert werden. Die Freigabe dieser Daten zur Nutzung durch Dritte obliegt dann den jeweiligen InhaberInnen. Die Verfügungsmacht über die eigene Identität in „dezentraler Selbstverwaltung“ ermöglicht auch die selbstständige und souveräne Entscheidung darüber, ob und welche Informationen Dritten zur Verfügung gestellt werden sollen. Bei einem entsprechenden Design der Blockchain könnte außerdem sichergestellt werden, dass punktuell entschieden werden kann, welche personenbezogenen Daten zu welchem Zweck kommuniziert werden. Außerdem können bei der Nutzung einer digitalen Identität auf Basis der Blockchain-Technologie neue Anforderungen im Datenschutz durch die EU-Datenschutz-Grundverordnung (EU-DSGVO) gelöst werden, da die Idee, dem Nutzer wieder die vollständige Kontrolle seiner eigenen Daten wiederzugeben, mit den Schutzzielen der EU-DSGVO vereinbar ist.

Kollektives, fraktioniertes Eigentum

Asset-backed Token (vgl. Kapitel 2.1) können in der Blockchain verwendet werden, um ein physisches Gut digital zu repräsentieren. Während diese Güter in der Regel nicht sinnvoll teilbar sind (z.B. Häuser, PKW, Maschinen), sind Token in den meisten Blockchain-Netzwerken teilbar – und zwar selbst dann, wenn dieser Token ein unteilbares physisches Gut digital abbildet.

Durch Nutzung von teilbaren Token kann die digitale Darstellung des Eigentums an diesem Gut in unterschiedliche Teile zerlegt und an mehrere EigentümerInnen verkauft/distribuiert werden. Beispielsweise

könnte ein PKW (oder ein Pool an Fahrzeugen) in Zukunft von mehreren Personen gemeinsam besessen werden und die zugrundeliegenden Token könnten die jeweiligen Eigentumsanteile repräsentieren. Diese Anteile können handelbar sein und somit zwischen unterschiedlichen Personen übertragen werden.

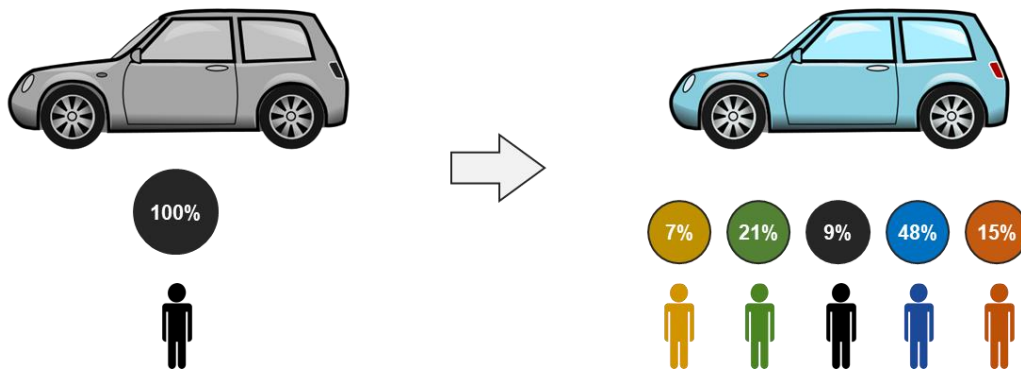


Abbildung 10: Blockchain als Grundlage für fraktioniertes Eigentum

Sowohl das Prinzip der Teilung von Eigentum als auch die Idee des kollektiven Eigentums sind nicht neu. Allerdings wird es durch die Blockchain-Technologie möglich, derartige Anwendungen leichter umzusetzen als bisher. Bereits jetzt gibt es Unternehmen, die beispielsweise fraktioniertes Eigentum an Immobilienprojekten oder Kunstwerken anbieten.

Blockchainbasierte Anreizsysteme auf Basis von Token – Nudging

Nicht nur in der Verkehrswirtschaft, sondern auch in anderen Wirtschafts- und Lebensbereichen kann es ein Ziel (der Politik) sein, das Verhalten von Personen zielgerichtet zu steuern oder diese dazu zu bewegen, unerwünschte Verhaltensweisen zu reduzieren/unterlassen bzw. erwünschte Verhaltensweisen (verstärkt) zu zeigen. Beispielsweise könnte behauptet werden, dass Menschen oft weniger Sport treiben oder ungesünder essen, als sie es sich vorgenommen haben, zu wenig Geld für das Alter zurücklegen oder unangenehme Aufgaben aufschieben. Auf Basis der experimentellen Wirtschaftsforschung kann beispielsweise demonstriert werden, dass Menschen selbst bei einer vermeintlich rationalen Beurteilung von Entscheidungsalternativen systematische Fehler unterlaufen (Bruttel et al., 2014).

Im Bereich der Transport- und Verkehrswirtschaft wird oft konstatiert, dass Verkehrsmittelentscheidungen nicht rational getroffen werden bzw. wird kritisiert, dass bestimmte Aspekte (z.B. Nachhaltigkeit) nur unzureichend berücksichtigt werden. In diesem Zusammenhang ist es außerdem möglich, dass eine grundsätzlich positive Einstellung zu nachhaltigen Verhaltensweisen (z.B. nachhaltigen Mobilitätsformen) nicht in einem diesen Einstellungen entsprechenden Konsumverhalten mündet. Dieses Phänomen ist auch unter den Begriffen Attitude-Behavior-Gap (Vermeir & Verbeke, 2006) bzw. Value-Action-Gap (Blake, 1999) bekannt.

Bezugnehmend auf Arbeiten von Thaler und Sunstein (zit. bei Bruttel et al., 2014) aus dem Bereich der Verhaltensökonomie kann der diesem Problem zugrundeliegende Mangel an Selbstkontrolle und Rationalität durch sogenannte „Nudges“ ausgeglichen werden. Diese beschreiben eine möglichst behutsame Umgestaltung der Entscheidungssituation, um beispielsweise komplexe Entscheidungen zu erleichtern oder

Selbstkontrollprobleme zu reduzieren, ohne dabei die Entscheidungsfreiheit und KonsumentInnensouveränität signifikant zu limitieren.

In der Blockchain können Token (vgl. Kapitel 2.1) die Grundlage von Anreizsystemen bilden, welche Nudging ermöglichen. Bei blockchainbasierten Buchungssystemen für Mobilitätsdienstleistungen könnten Personen beispielsweise mittels eigener Token belohnt werden, wenn diese ein gewünschtes Verhalten (z.B. Nutzung aktiver Mobilitätsformen oder Verwendung des ÖPNV) zeigen. Diese Token könnten dann für den Kauf von Produkten oder Dienstleistungen genutzt werden und hätten daher einen wahrnehmbaren Wert bzw. Nutzen. Im Bereich der Logistik könnten Unternehmen in ähnlicher Form beispielsweise zur Auswahl von LieferantInnen, die bestimmte Kriterien erfüllen (z.B. hinsichtlich der Einhaltung von Sozialstandards) angeregt werden. Die Verkehrspolitik sowie auch Organisationen und Unternehmen können die Blockchain folglich als effektives Werkzeug nutzen, um Anreize für bestimmte Verhaltensweisen zu schaffen.

2.6. Herausforderungen für die Technologieadoption in der Praxis

Das zunehmende Interesse der wissenschaftlichen Community an kryptoökonomischen Fragestellungen, die Vielzahl an Berichten in Medien sowie Ankündigungen von Unternehmen und Organisationen suggerieren – zumindest auf den ersten Blick – großes Interesse der Praxis am Thema Blockchain. Dennoch muss angemerkt werden, dass aktuell erst wenige Unternehmen die Blockchain produktiv einsetzen, wie eine aktuelle Untersuchung des Marktforschungsinstituts Gartner (2018) zeigt.

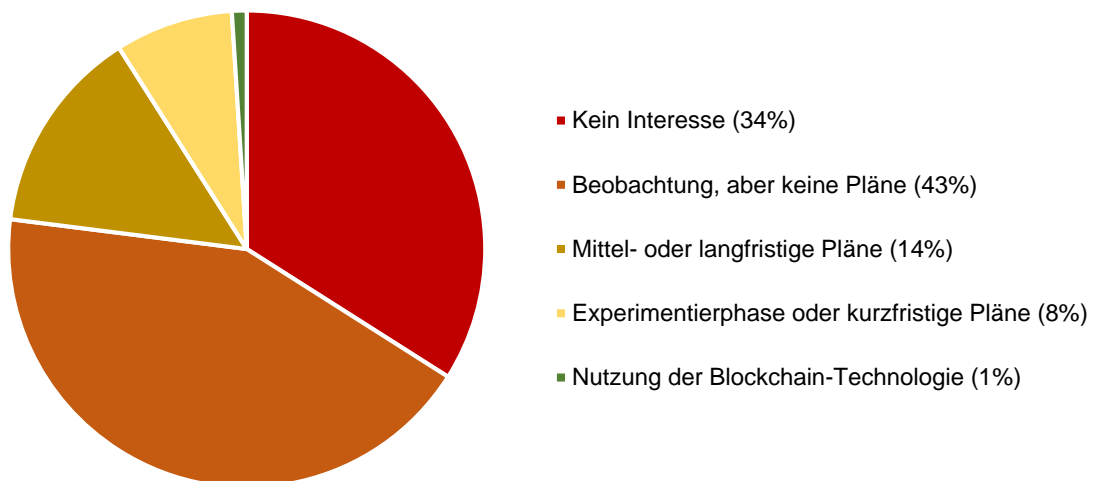


Abbildung 11: Blockchain-Adoption in Unternehmen⁹

⁹ vgl. Gartner (2018)

Nur 1 % der Befragten setzen bereits Blockchain-Lösungen ein, während 22% kurz- mittel- und langfristig eine Verwendung anstreben. Knapp 77% geben an, die aktuellen Entwicklungen derzeit nur zu beobachten oder zeigen gar kein Interesse an einer Technologieadoption.

Neben den bereits dargestellten Schwächen der Blockchain existieren weitere Herausforderungen, die den produktiven Einsatz erschweren bzw. verzögern können. Dazu zählen insbesondere folgende Aspekte:

- hohe Entwicklungsdynamik und fehlende Technologiereife
- Fragmentierung und Inkompatibilität aufgrund fehlender Standards
- fehlende Governance-Strukturen und Regulierung

Für viele Unternehmen bzw. potentielle AnwenderInnen ist es derzeit nur mit hohem Aufwand möglich, die Blockchain-Technologie zu verstehen. Eine besondere Herausforderung ist die hohe Entwicklungsdynamik des Feldes. Sowohl auf Basis einer Analyse wissenschaftlicher Publikationen sowie anhand der Sichtung und Bewertung von aktuellen Projekten wird geschlussfolgert, dass sich sowohl die akademische Forschung als auch bestehende Praxisprojekte (im Mobilitätsbereich) jeweils noch in einer sehr frühen Entwicklungsphase befinden.

Diese Phase ist, bezugnehmend auf das Modell (vgl. nachstehende Abbildung) von Abernathy & Utterback (1978), von radikalen Entwicklungen und hoher Produktinnovation geprägt. Präsentierte Lösungen sind darüber hinaus oft an individuellen Bedürfnissen ausgerichtet und daher sehr heterogen und zueinander inkompatibel. Die korrespondierenden Prozesse sind flexibel aber in der Regel noch sehr ineffizient, was einen wirtschaftlichen Einsatz erschwert.

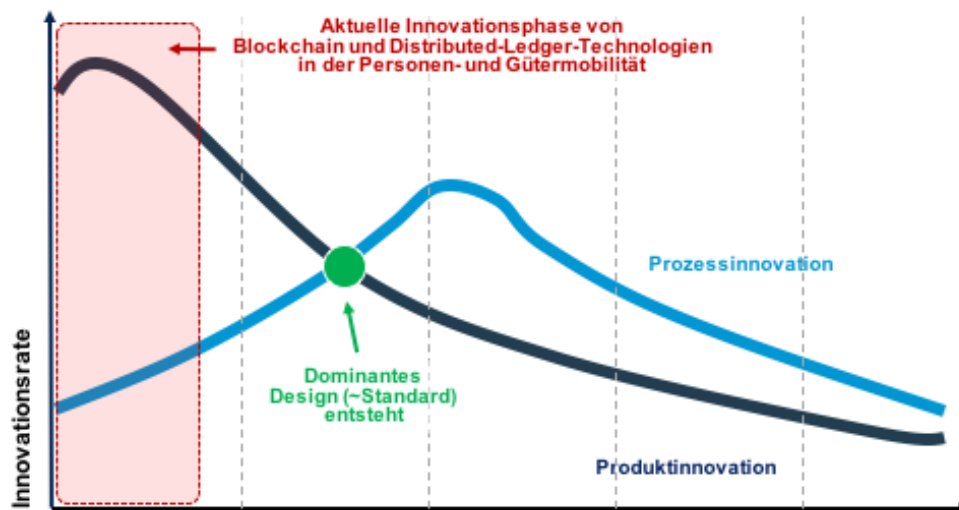


Abbildung 12: Stand der Innovation im Bereich Blockchain und Distributed Ledger im Mobilitätsbereich¹⁰

¹⁰ Adaptiert von Abernathy & Utterback (1978)

Frühe Innovationsphasen können überdies dadurch charakterisiert werden, dass sie aufgrund ihrer Heterogenität einen besonders hohen Komplexitätsgrad aufweisen. Aus diesem Grund ist es sowohl für Unternehmen als auch für politische EntscheidungsträgerInnen besonders herausfordernd, wissensbasierte Entscheidungen zu treffen. Eine systematische Evaluierung möglicher Entwicklungspfade ist in diesen Phasen daher besonders wichtig.

Unternehmen mit Marktmacht bzw. jene AkteurInnen, denen eine Koordinationsfunktion zukommt, sind teilweise in der Lage, bereits frühzeitig Technologieentscheidungen zu treffen bzw. die Entwicklung von sogenannten Branchenstandards direkt und indirekt zu beeinflussen. Beispielsweise konnte im Bereich der Handelslogistik das Unternehmen Wal-Mart bereits erfolgreich Blockchain-Lösungen zur Herstellung von Transparenz in den eigenen Wertschöpfungsketten einsetzen. Aufgrund der Verhandlungsmacht gegenüber LieferantInnen ist es für ein Unternehmen dieser Größe grundsätzlich leichter möglich, neue Technologien und Prozesse im gesamten Ökosystem zu verankern. Für kleinere Unternehmen bestehen hingegen in der Regel nur eingeschränkte Möglichkeiten, auf diese Entwicklungen Einfluss zu nehmen bzw. präferierte Lösungen im eigenen Netzwerk durchzusetzen. Viele dieser AkteurInnen warten daher ab, bis sich am Markt sogenannte „dominante Designs“ herausgebildet haben. Dominante Designs kennzeichnen de-facto Standards. Solchen Standards kommt sowohl in der Industrie als auch im privaten Kontext besondere Bedeutung zu. So gibt es beispielsweise DIN-Standards für Papiergrößen oder ISO-Normen, welche die erlaubte Abstrahlung von Mobiltelefonen begrenzen. Normen und Standards sorgen dafür, „dass alles passt, [damit] wir unbeschadet durch den Alltag kommen oder die im Internet bestellte Ware rechtzeitig eintrifft“ (Heldt 2018). Das Normungsinstitut British Standards International (BSI) definiert einen Standard als „ein Dokument, das die beste Praxis (im engl. Original: best practice) definiert, einvernehmlich festgelegt und das von einer anerkannten Stelle genehmigt wurde“ (British Standards International, 2006). Die International Organization for Standardisation (ISO) versteht darunter – etwas allgemeiner – ein Dokument, das Anforderungen, Spezifikationen, Richtlinien oder Merkmale definiert und bei konsequenter Nutzung sicherstellt, dass Materialien, Produkte, Prozesse und Dienstleistungen für ihren Zweck geeignet sind und genutzt werden können (vgl. ISO, 2018, zit. bei Heldt, 2018). Sie können daher auch als „gemeinsame Sprache“ verstanden werden, die dafür sorgt, dass unterschiedliche Systeme einander verstehen und verlässlich sowie effizient zusammenwirken (Heldt, 2018).

Wenn sich Technologien (weiter)entwickeln, sind derartige Standards erforderlich, um die Leistung, Konformität und Sicherheit neuer Produkte und Prozesse zu gewährleisten (vgl. Utterback, 1994). Der Prozess der Herausbildung von dominanten Designs ist in der Regel jedoch sehr komplex und dynamisch. Standardisierungsorganisationen, TechnologielieferantInnen, technologieeinsetzende Unternehmen und Organisationen sowie nationale und internationale Behörden und Organisationen verfolgen nicht selten unterschiedliche Ziele bzw. haben divergierende Interessen (z.B. Präferenzen für unterschiedliche Technologien). Dadurch droht dieser Prozess zum „Spielball der Mächte“ zu werden. Ritt (2018) hat dieses Phänomen in seinem Beitrag „Der Krieg der Standardisierung in der additiven Fertigung“ analysiert und zeigt auf Basis einer sich entwickelnden Technologie auf, wie nationalstaatliche Interessen der Entwicklung und Diffusion international anerkannter Standards entgegenstehen können. Stakeholder im Innovationsprozess müssen die auf den Innovationsprozess einwirkenden Kräfte kennen und verstehen, um wissensbasierte Entscheidungen (im eigenen Interesse) treffen zu können. Beispielsweise gibt es bei der Entwicklung neuer Technologien in der Regel Bestrebungen von Unternehmen, Organisationen bzw. Ländern, Standards auf Basis ihrer (Markt-)Macht zu ihren Gunsten zu beeinflussen und damit die Wettbewerbsfähigkeit von anderen

AkteurInnen einzuschränken. Beispielsweise können diese „ihre eigenen und nicht abgestimmten Standards in lokale Märkte bringen [und können diese für Anwender] als verpflichtend in Kaufverträgen festschreiben. So entstehen auf den ersten Blick unpolitische Importhemmnisse für ausländische Produzenten, insbesondere dann, wenn Technologien dort schneller und weiter entwickelt sind. Solch ein Verhalten ist von vielen Ländern bekannt, allen voran von den USA, den GUS-Staaten oder China“ (Ritt, 2018). Für AkteurInnen, die sich in solchen Fällen mit prohibitiv hohen Kosten oder im Extremfall sogar der Unmöglichkeit einer Teilnahme am Markt (z.B. aufgrund von zu entrichtenden Lizenzgebühren bei proprietären de-facto Standards) konfrontiert sehen würden bzw. für Länder, denen aus dem Nichtvorhandensein von globalen Regeln Nachteile erwachsen würden, kann es sinnvoll sein, den Prozess der Herausbildung offener, international anerkannter Standards proaktiv zu unterstützen. British Standards International argumentiert außerdem, dass StakeholderInnen, die neue Technologien kommerzialisieren möchten, Teil eines sich entwickelnden Ökosystems sind. Je stärker sie die Netzwerke innerhalb des Ökosystems nutzen können, desto schneller wächst der Markt für ihre Produkte. Aus diesem Grund können Normen den Erfolg innovativer Unternehmen entscheidend verbessern: Sie schaffen einen gemeinsamen Rahmen für Innovationen. Ihre Einführung beschleunigt das Innovationstempo und erhöht die Wahrscheinlichkeit von Erfolg (vgl. British Standards International, 2018). Diese Betrachtung zeigt die positiven, netzwerkökonomischen Effekte von Standards. Historische Analogien (z.B. in Bezug auf die Entwicklung des Internets) zeigen außerdem, dass proprietäre Lösungen langfristig oft von offenen Standards abgelöst werden (Roland Berger/BDI, 2015; zit. bei Engels, 2017). Daraus ergibt sich die These, dass auch für Blockchain- und Distributed-Ledger-Technologien offene Standards entwickelt werden sollten. Neben technischen Standards und Normen im engeren Sinne ist es außerdem erforderlich, Governance-Strukturen und rechtliche Grundlagen für eine Verwendung der Blockchain-Technologie zu entwickeln, da auch deren Fehlen ein Hemmnis für die Implementierung darstellen kann.

Nationale und internationale Standardisierungsorganisationen beschäftigen sich bereits intensiv mit der Entwicklung von Standards für Blockchain und Distributed-Ledger-Technologien. So arbeitet die ISO derzeit an Standards in 11 unterschiedlichen Teilbereichen (vgl. Tabelle 8) zu diesem Thema. Die ersten Standards im Bereich ISO / TC 307 sollen bis 2021 veröffentlicht werden.

| Identifikation | Bereich der Standardisierung |
|------------------|---|
| ISO/CD 22739 | Terminology |
| ISO/NP TR 23244 | Privacy and personally identifiable information protection considerations |
| ISO/DTR 23245 | Security risks, threats and vulnerabilities |
| ISO/NP TR 23246 | Overview of identity management using blockchain and distributed ledger technologies |
| ISO/CD 23257 | Reference architecture |
| ISO/AWI TS 23258 | Taxonomy and Ontology |
| ISO/AWI TS 23259 | Legally binding smart contracts |
| ISO/DTR 23455 | Interactions between smart contracts in blockch. and distributed ledger tech. systems |
| ISO/NP TR 23576 | Security management of digital asset custodians |
| ISO/NP TR 23578 | Discovery issues related to interoperability |
| ISO/NP TS 23635 | Guidelines for governance |

Tabelle 8: ISO / TC 307 – Standards für den Bereich Blockchain

Auch das World Wide Web Konsortium (W3C) hat frühzeitig auf die Relevanz von Blockchain-Standards hingewiesen und erarbeitet im Rahmen einer „Blockchain Community Group“ ein „Web Ledger Protokoll“ (vgl. W3C, 2018). Darüber hinaus gibt es viele länderspezifische Initiativen. Beispielsweise fördern China und Russland proaktiv die Entwicklung von Governance-Strukturen und Standards für den Bereich Blockchain. Auch die nationalen Standardisierungsbehörden von Großbritannien (British Standards International) und Australien (Standards Australia) haben frühzeitig entsprechende Projekte initiiert bzw. unterstützen proaktiv die Entwicklungen auf Ebene der ISO.

Besonders relevant für die Logistik ist beispielsweise die zielgerichtete Definition von Standards unter Berücksichtigung von handels- und transportwirtschaftlichen Fragestellungen. Die sogenannte Blockchain in Transport Alliance (vgl. BiTA, 2019) und Blockchain in Supply Chain Alliance (BiSCA) bearbeiten Blockchain-relevante Fragestellungen aus einer domänenspezifischen Perspektive. Durch die Kollaboration mit unterschiedlichen Vertretern aus der Transport- und Logistikbranche sollen die entwickelten Standards die Bedürfnisse dieses Feldes berücksichtigen, das Risiko der Technologieadoption reduzieren und den Nutzen von entwickelten Anwendungen erhöhen. Auch das United Nations Centre for Trade Facilitation and Electronic Business (UN/CEFACT) untersucht derzeit, wie die Blockchain-Technologie eingesetzt werden kann, um Handelsbarrieren abzubauen. In einem 2018 veröffentlichten White Paper wird explizit darauf eingegangen, dass sichergestellt werden sollte, dass bestehende UN/CEFACT-Standards durch einen „Mapping-Prozess“ systematisch mit Entwicklungen im Bereich neuer Technologien verknüpft werden sollten (vgl. UN/CEFACT, 2018).

2.7. Framework zur Beurteilung der anwendungsfeldspezifischen Eignung

Neben den bereits skizzierten Herausforderungen ist die Entscheidung für oder gegen eine Blockchain aus Sicht potentieller NutzerInnen immer auch das Ergebnis einer Kosten-Nutzen-Analyse. Die theoretischen Vorteile (z.B. Transparenz, Nichtmanipulierbarkeit, hohe Datensicherheit, potentielle Disintermediation) müssen für die jeweiligen Einsatzbereiche relevant sein und einen den Kosten entsprechenden bzw. einen diese Kosten übersteigenden Gegenwert generieren. Die oft nur unzureichend mögliche monetäre Bewertung von Nutzenbestandteile, fehlende Erfahrungen hinsichtlich tatsächlich erzielbarer Effizienzsteigerungen, Kosten bei der Herstellung einer Blockchain-kompatiblen Umgebung (Qualifizierung der MitarbeiterInnen, Anpassung bestehender IT-Systeme) sowie Risiken aufgrund des dynamischen Blockchain-Marktes sowie wegen fehlender Governance-Strukturen und Regeln erschweren eine seriöse ökonomische Beurteilung in vielen Fällen. Darüber hinaus müssen, selbst bei einer grundsätzlichen Eignung der Blockchain für ein bestimmtes Anwendungsfeld, auch bestehende Technologien bzw. in der Entwicklung befindliche Substitute ausreichend berücksichtigt werden.

Für das Treffen wissensbasierter Entscheidungen ist es jedoch von großer Bedeutung, die Potentiale möglichst systematisch zu evaluieren. Unternehmen (u.a. IBM), Behörden und Organisationen (u.a. US DHS) und Forschungseinrichtungen (u.a. ETH Zürich) haben Frameworks und Entscheidungsbaum-Modelle entwickelt, die AnwenderInnen dabei unterstützen sollen, die Tauglichkeit ihrer Blockchain-Projekte zu bewerten. Während einige Modelle grundsätzlich dabei helfen, festzustellen, ob Blockchain- und Distributed-Ledger-Technologien für einen Anwendungsbereich eingesetzt werden können, haben andere Frameworks zum Ziel, konkrete Implementierungs- und Konfigurationsvorschläge zu formulieren.

Zum Zwecke einer Beurteilung der in dieser Forschungsarbeit untersuchten Anwendungsfelder wurde auf Basis von zehn untersuchten Modellen aus der Literatur ein Evaluierungsframework abgeleitet. Es soll dabei unterstützen, zu bewerten, ob die in den nächsten Kapiteln dargestellten Anwendungsfälle in Form einer Blockchain überhaupt sinnvoll realisiert werden können. Das Framework besteht aus zwei Komponenten. In einem ersten Schritt müssen für jeden Anwendungsfall vier Ausschlussfragen beantwortet werden. Können alle diese Fragen bejaht werden, erfolgt eine mittels zwölf gewichteten Fragen approximierende Potentialabschätzung (Scoring-Methode). Die Kalibrierung des Modells (Vergabe von Gewichten) wurde für die gesamte Studie einheitlich vorgenommen, um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu erhöhen. Evaluierende können jedoch – in Abhängigkeit der Anforderungen des untersuchten Anwendungsfalles – auch spezifische Anpassungen vornehmen.

| Ausschlussfragen | ja | nein |
|--|----|------|
| Handelt es sich um einen Geschäftsprozess mit mehreren externen TeilnehmerInnen? | x | |
| Kann/soll auf eine zentrale Datenspeicherung verzichtet werden? | x | |
| Kann auf eine High Performance im Millisekunden-Bereich verzichtet werden? | x | |
| Kann der Datenaustausch im Regelfall internetbasiert/netzwerkbasierend erfolgen? | x | |

| Potentialabschätzung | Punkteanzahl | Punkte |
|---|--------------|--------|
| Soll ein Intermediär ersetzt werden? | | 5 |
| Handelt es sich um digitale Datenbestände, die ausgetauscht werden? | | 5 |
| Fehlt Vertrauen zwischen den Parteien bzw. muss dieses erhöht werden? | | 10 |
| Ist es wichtig, einen unveränderlichen Prüfpfad zu haben? | | 10 |
| Handelt es sich um einen neuen Prozess, der noch nicht digitalisiert wurde? | | 10 |
| Gibt es viele Eigentümer der Daten? | | 10 |
| Gibt es eine Vielzahl an Datenquellen? | | 5 |
| Ist eine technische Machbarkeit kurz-/mittelfristig realistisch möglich? | | 10 |
| Profitiert das Ökosystem von größerer Transparenz? | | 10 |
| Gibt es technische/betriebswirtschaftliche Vorteile durch den Einsatz? | | 5 |
| Sind bisherige Technologien nicht / bedingt geeignet, um den Use Case abzubilden? | | 10 |
| Sind durch die Realisierung positive Auswirkungen auf den Markt zu erwarten? | | 10 |

100

Tabelle 9: Blockchain-Evaluierungsraster für Anwendungen in der Gütermobilität. Quelle: Eigene Darstellung

In den nachfolgenden Kapiteln 3 und 4 werden potentielle Einsatzgebiete im Bereich der Personen- und Gütermobilität identifiziert, beispielhafte Anwendungen charakterisiert und unter Verwendung der vorgestellten Bewertungssystematik hinsichtlich der grundsätzlichen Realisierbarkeit evaluiert. Darüber hinaus werden in Kapitel 5 übergreifende Anwendungsfelder skizziert, die sowohl personen- als auch güterverkehrsrelevante Aspekte beinhalten bzw. Synergien zwischen diesen Bereichen aufweisen.

2.8. Blockchain-Entwicklungen in Österreich

Die Blockchain-Community in Österreich kann – im internationalen Vergleich – als sehr aktiv und dynamisch charakterisiert werden. Die EnliteAI GmbH und Robert Schwertner (alias CryptyRobby) identifizieren und klassifizieren in regelmäßigen Abständen die den Markt bearbeiteten AkteureInnen und geben mit ihrer Arbeit einen guten Überblick der lokalen Blockchain-Aktivitäten. In ihrer Klassifikation unterscheiden sie zwischen Unternehmen und Start-ups, welche die Blockchain-Technologien einsetzen bzw. entsprechende Lösungen entwickeln und am Markt anbieten sowie jenen AkteureInnen, die als Enabler bzw. erweitertes Ökosystem bezeichnet werden können. Ausgewählte Gruppen, denen im Zusammenhang mit dem Mobilitätsumfeld eine entsprechende Bedeutung beigemessen werden kann, sind im Anschluss an die nachstehende Abbildung kurz beschrieben.

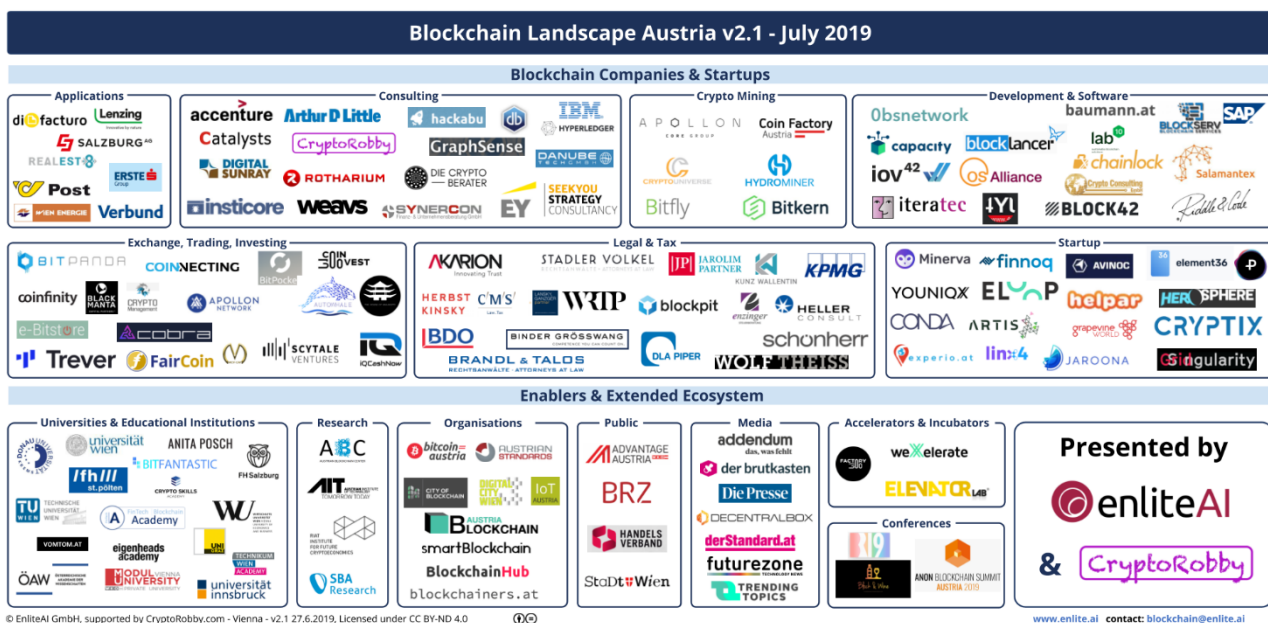


Abbildung 13: Blockchain Landschaft in Österreich (Stand: Juli 2019)¹¹

¹¹ EnliteAI GmbH & CryptyRobby (2019)

Bei den Beratungsunternehmen (Consulting) kann – vereinfachend – zwischen globalen Lösungsanbietern (z.B. Accenture, EY, IBM) sowie lokal(er) agierenden AnbieterInnen (z.B. CryptoConsulting GmbH, CryptoRobby) differenziert werden. Global agierende Anbieter können in der Regel bereits heute auf ein breiteres Portfolio an (Pilot-)Anwendungen und Demonstratoren verweisen und sind in der Lage, auch große Projekte effizient zu begleiten, während kleinere Beratungsunternehmen oft spezialisierter agieren und die Blockchain-Technologie niederschwellig auch dem KMU-Sektor anbieten können.

Auch der Bereich der System- und Softwareentwicklung (Development & Software) ist in Österreich sehr aktiv und befasst sich mit der Umsetzung von (neuen) Projekten sowie die Pilotierung im Rahmen von Testlaboren. Ein Beispiel ist das Unternehmen Obsnetwork. Es hat seinen Schwerpunkt im Bereich der Bereitstellung von kommerziellen/industriellen Blockchain-Lösungen im B2B und B2C-Bereich. Es wirbt bezugnehmend auf seine Technologie u.a. mit Einsatzoptionen im Mobilitätsbereich (fraktioniertes Eigentum, Carsharing) sowie Anwendungsmöglichkeiten im Bereich der Steuerung von grenzüberschreitenden Supply Chain Netzwerken (vgl. Obsnetwork, 2019).

Hervorzuheben sind außerdem die grundsätzlichen Bemühungen, in Österreich eine aktive Forschungs-Community im Umfeld der Blockchain-Technologie aufzubauen. Zahlreiche technische und wirtschaftswissenschaftliche Hochschulen haben Blockchain- und Distributed-Ledger-Technologien bereits in die Lehre sowie in an Betriebe gerichtete Aus- und Weiterbildungsprogramme integriert, um für den sinnvollen Technologieeinsatz wichtige Kompetenzen zu vermitteln und Potentiale, Herausforderungen und Forschungslücken sichtbar zu machen. An der Wirtschaftsuniversität Wien wurde 2018 beispielsweise das Forschungsinstitut für Kryptoökonomie gegründet, das zum Ziel hat, Einsatz- und Gestaltungsoptionen im betriebs- und volkswirtschaftlichen Umfeld mithilfe einer interdisziplinär agierenden Forschungsgruppe zu erarbeiten. Ebenfalls seit 2018 gibt es an der Technischen Universität Wien ein eigenes Blockchain-Forschungslabor. Aufgrund des facettenreichen und komplexen Untersuchungsgegenstandes wurde außerdem frühzeitig die Notwendigkeit für eine Systematisierung und Institutionalisierung der organisationsübergreifenden Bearbeitung des Themenfeldes erkannt. Aus diesem Grund haben sich 21 wissenschaftliche Forschungseinrichtungen und 54 Unternehmen gemeinsam dazu entschlossen, im Rahmen des Austrian Blockchain Center (ABC) eines der größten Blockchain-Forschungszentren der Welt in Wien einzurichten. Finanziert wird das Projekt als sogenanntes COMET Forschungszentrum (K1) über die FFG vom bmvit, dem bmwd, den Ländern Wien, Niederösterreich und Vorarlberg, sowie zahlreichen Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft. Die Einrichtung des ABC als gefördertes Forschungszentrum demonstriert auch die Notwendigkeit, aufgrund der fehlenden Technologiereife sowie bestehender Risikofaktoren für Unternehmen (vgl. Kapitel 2.6) einer proaktiven Unterstützung von Blockchain-Projekten. In Österreich wurden in den letzten Jahren bereits mehrere (vergleichsweise kleinere) Forschungsprojekte mit einem Schwerpunkt im Bereich von kryptoökonomischen Anwendungen gefördert. Die nachstehende Tabelle zeigt exemplarisch die über die österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) abgewickelten Projekte aus diesem Umfeld. Hierbei können zwei – für die gegenständliche Studie relevante – inhaltliche Schwerpunkte identifiziert werden. Einerseits ist festzustellen, dass es mehrere Projekte aus dem Bereich der Energiewirtschaft gibt. In diesem Zusammenhang kann überdies konstatiert werden, dass dieses Forschungsfeld eines der ersten domänenspezifischen Cluster der österreichischen Blockchain-Forschung gewesen ist und – im Vergleich zu anderen Branchen und Anwendungsfeldern – in diesem Umfeld bereits eine höhere Technologiekompetenz aufgebaut werden konnte.

Tabelle 10: Geförderte (FFG) Forschungsprojekte mit Blockchain-Schwerpunkt in Österreich

| Projekttitle u. Programm | Laufzeit u. Ausschreibung |
|---|--|
| BitPanda Crypto Currency Market V2.0 austrian electronic network | 02/2017 - 08/2018 AT-net (4) 3. Ausschreibung 2016 |
| Blockchain Grid Energieforschung | 11/2018 - 10/2020 Vorzeigeregion Energie 2017 |
| Crowdfunding Market Place Plattform FFG-Basisprogramm | 09/2017 - 02/2019 Service Innovationen 2017 |
| Cultural Places - The Cultural Social Network austrian electronic network | 01/2018 - 07/2019 AT-net (4) 4. Ausschreibung 2017 |
| Rechnungsportal auf Basis Blockchain (difacturo) FFG-Basisprogramm | 11/2017 - 02/2019 Service Innovationen 2017 |
| Data Market Austria IKT der Zukunft | 10/2016 - 09/2019 IKTdZ - 4. Ausschreibung (2015) Leitprojekt Daten-Service-Ökosystem |
| Easy Contracts – Blockchain-Anwendungen für Organisationen FFG-Forschungspartnerschaften | 09/2019 - 02/2022 4. AS Forschungspartnerschaften |
| Gamification für die Optimierung des Energieverbrauchs von Gebäuden und übergeordneten Systemen Energie der Zukunft | 01/2019 - 12/2020 SdZ 5. Ausschreibung 2017 |
| Generische Datenintegrationsplattform für das Physical Internet Mobilität der Zukunft | 10/2018 - 09/2020 MdZ - 10. Ausschreibung (2017) |
| Gamification als Möglichkeit für die Generierung von Daten zur energieorientierten Quartiersplanung Energie der Zukunft | 10/2018 - 03/2021 SdZ 5. Ausschreibung 2017 |
| Securing of Food Production and Logistics with Distributed Ledger Technology Sicherheitsforschung | 02/2019 - 01/2021 KIRAS Kooperative F&E-Projekte 2017 |
| Peer2Peer im Quartier Energie der Zukunft | 08/2018 - 07/2020 SdZ 5. Ausschreibung 2017 |
| Blockchain-Technologien im Bereich der Personen- und Gütermobilität Mobilität der Zukunft | 01/2018 - 12/2018 MdZ - 9. Ausschreibung (2017) FFT&PM |
| Prosumer- und Nutzeranbindung im Verteilnetz mittels Blockchain Energieforschung | 02/2018 - 03/2019 Energieforschung 4. Ausschreibung 2017 |
| Semantic Containers for Data Mobility IKT der Zukunft | 10/2018 - 06/2019 IKT der Zukunft - Ausschreibung Data Market AT |
| Effizienter Lösungen für Photovoltaik-Energiemanagement basierend auf Blockchain-Technologie Energie der Zukunft | 10/2017 - 09/2019 ERA.Net Cofund SG 2. Call (PV EVO 2016) |

Der zweite inhaltliche Schwerpunkt der geförderten Projekte kennzeichnet Entwicklungen, die im weiteren Sinne dem Management von Wertschöpfungsketten zuordenbar sind. So wurde beispielsweise ein Rechnungsportal (difacturo) entwickelt, um elektronische Dokumente (in diesem Fall Rechnungen) zwischen GeschäftspartnerInnen abwickeln zu können. Im Rahmen des Projektes Easy Contracts werden Blockchain-Anwendungen für Organisationen erforscht. Die in diesem Zusammenhang untersuchten, intelligenten Verträge bilden auch in zahlreichen mobilitätsspezifischen Anwendungen eine wichtige Grundlage. Das physische Internet kann, gemeinsam mit anderen Entwicklungen (künstliche Intelligenz, Internet der Dinge, Cloud-Computing, usw.), als eine Komplementärtechnologie der Blockchain betrachtet werden. Aufgrund der erzielbaren Synergieeffekte bei einer zeitgleichen Anwendung der Technologien wurde im Rahmen eines Projektes eine generische, blockchainbasierte Datenintegrationsplattform für das physische Internet entwickelt. Unmittelbaren Bezug zu Produktionsnetzwerken und logistischen Systemen weist außerdem das Projekt „Securing of Food Production and Logistics with Distributed Ledger Technology“ auf. Darüber hinaus charakterisiert die vorliegende, vom bmvit finanzierte, Forschungs- und Entwicklungs-Dienstleistung eine umfassende Untersuchung von Anwendungsmöglichkeiten der Blockchain im Mobilitätsumfeld.

Eine Analyse der mobilitätsspezifischen Blockchain-Entwicklungen in Österreich zeigt, dass sowohl im Bereich der Gütermobilität als auch im Bereich der Personenmobilität bereits erste Aktivitäten beobachtbar sind. Im forschungsnahen Bereich hat im Jahr 2018 das Logistikum der FH Steyr beispielsweise die „Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der Binnenschifffahrt durch Nutzung von Blockchain-Technologie“ im Auftrag der viadonau untersucht. Im von der WKO nahestehenden Organisation AUSTRIAPRO initiierten Arbeitskreis Blockchain befasst sich die „Arbeitsgruppe Transportlogistik“ unter Leitung des Instituts für Transportwirtschaft und Logistik der Wirtschaftsuniversität Wien mit blockchainspezifischen Fragestellungen im transportlogistischen Umfeld. Neben einer Analyse der Digitalisierbarkeit unterschiedlicher Frachtdokumente wurden bisher vor allem Anforderungen hinsichtlich Rahmenbedingungen und Standardisierung erarbeitet. Darüber hinaus hat sich eine vom Beratungsunternehmen EY koordinierte Initiative zum Ziel gesetzt, den elektronischen Frachtbrief e-CMR mithilfe der Blockchain-Technologie für die DACH-Region umzusetzen. Aktiv unterstützt wird dieses Vorhaben durch die Logistikdienstleister DB Schenker und LKW Walter sowie die renommierte Standardisierungsorganisation GS1/Editel. Als wissenschaftlicher Begleiter tritt die Wirtschaftsuniversität Wien auf (vgl. EY, 2019). Erste Projekte im logistischen Umfeld werden außerdem bei der Österreichischen Post AG (u.a. Entwicklung der weltweit ersten Blockchain-Briefmarke, vgl. Futurezone, 2019) sowie bei den Österreichischen Bundesbahnen (ÖBB) umgesetzt bzw. evaluiert. Mehrere etablierte Unternehmen versuchen außerdem, durch Kooperationen mit Start-ups und neuen Anbietern gemeinsam Anwendungsmöglichkeiten und Kooperationspotentiale zu identifizieren. So wurde von den ÖBB im April 2019 in der vom Unternehmen selbst betriebenen Open Innovation Factory gemeinsam mit Obsnetwork ein Blockchain-Workshop und Hackathon abgehalten.

Auch im Bereich des Personenverkehrs gibt es (neben den bereits angesprochenen Aktivitäten der ÖBB) erste positive Entwicklungstendenzen. Das vom Unternehmen Caroo Mobility GmbH betriebene und von Obsnetwork mitentwickelte Projekt ELOOP ist eine E-Carsharing-Lösung in Wien. Sie verwendet einerseits eine blockchainbasierte Sharing-Umgebung und ermöglicht außerdem fraktioniertes Eigentum, das mittels der Blockchain umgesetzt wird (vgl. ELOOP, 2019). Das Grazer E-Mobility-Startup Easelink, das ebenfalls aus Graz kommende Blockchain-Startup Artis und das "Innovationslabor" act4.energy des bmvit haben 2019 darüber hinaus demonstriert, wie Laden von E-Fahrzeugen elektronisch abgewickelt werden kann, indem über die Minerva-Wallet der Artis-Blockchain Coins analog zum Stromfluss beim Ladevorgang gestreamt werden.

Durch Nutzung der Technologie wird hier eine Echtzeit-Bezahlung für den Konsum von Elektrizität im Mobilitätsbereich ermöglicht (vgl. Der Brutkasten, 2019).

Die von den Wiener Stadtwerken bzw. deren Tochterunternehmen Wiener Linien und Neue Urbane Mobilität (NeuMo) gegründete Upstream - next level mobility GmbH untersucht laufend, wie dynamische Verkehrssteuerung in der österreichischen Bundeshauptstadt erfolgen kann. Die Blockchain soll in diesem Zusammenhang zukünftig beispielsweise die technologische Basis für das Produkt „Identify.me“, eine „Mobility Identity Wallet“ auf Basis der Blockchain bilden. Diese Wallet soll dann wiederum als Modul in Lösungen des Unternehmens zur Anwendung kommen.

In einigen Fällen wird die Blockchain auch in Österreich bereits als Instrument zur Erreichung von Nachhaltigkeitszielen erkannt. Das Unternehmen lab10 von Thomas Zeinzinger verfolgt beispielsweise das u.a. Ziel, mit der neuen Technologie nachhaltige Mobilitätslösungen zu entwickeln (vgl. lab10, 2019). Ein weiteres Beispiel der Stadt Wien zeigt, wie die Blockchain genutzt werden kann, um das Verhalten von Organisationen und Personen zu beeinflussen. So wird derzeit an einer App gearbeitet, welche durch Personen zurückgelegte Schritte systematisch in einer Blockchain-Umgebung erfasst. Durch das Gehen zu Fuß können die NutzerInnen der Applikation sogenannte „Wien Tokens“ erwerben. Diese erworbenen „Gutpunkte“ können anschließend bei teilnehmenden Museen oder anderen kulturellen Institutionen gegen Vergünstigung oder die Möglichkeit zum Besuch spezieller Veranstaltungen konvertiert werden (vgl. Grass, 2019).

Die bestehenden Blockchain-Entwicklungen in Österreich sind – insbesondere im Vergleich mit anderen Staaten der europäischen Union – positiv zu beurteilen. Besonders hervorzuheben sind an dieser Stelle die Vielzahl von unternehmensübergreifenden Kooperationen sowie interdisziplinäre Ansätze in der Forschung. Wenngleich die Beispiele ein grundsätzliches Interesse an der neuen Technologie zeigen, so muss an dieser Stelle auch betont werden, dass das Projektteam in mehreren Workshops und ExpertInneninterviews auch mit einem gewissen Maß an Technologie-Skepsis konfrontiert worden ist. Die sich daraus ergebende Zurückhaltung sollte bzw. darf jedoch nicht negativ bewertet werden. Grundsätzlich ist es zu begrüßen, wenn Unternehmen neuen Technologien zwar offen, zeitgleich jedoch auch kritisch gegenüberstehen. Nur so kann sichergestellt werden, dass mittel- und langfristig relevante Technologieentscheidungen wissenschaftsbasiert und reflektiert getroffen werden.

Für einige Unternehmen der österreichischen Mobilitätsbranche und andere Wirtschaftsbereiche kann in diesem Zusammenhang eine an die von Sull (2005) als „aktives Warten“ angelegte Strategie attestiert werden. Bei dieser Vorgehensweise nutzen jene Unternehmen, die eine neue Technologie noch nicht einsetzen (können / möchten / dürfen) die Zeit bis zur tatsächlichen Implementierung (die erfolgen kann, aber nicht muss) zum Aufbau von Kompetenzen, um kurzfristig handlungsfähig zu bleiben bzw. zu werden. Es wird in diesem Zusammenhang jedoch auch ersichtlich, dass die Entstehung von Blockchain-Ökosystemen (noch) weitgehend auf eine Förderung durch die öffentliche Hand angewiesen ist. Vor diesem Hintergrund scheint es sinnvoll, entsprechende Initiativen weiterhin proaktiv zu unterstützen.

3. Anwendungsfelder in der Personenmobilität

In Arbeitspaket 3 werden allgemeine Anwendungsfelder der Blockchain-Technologie im Bereich der Personenmobilität identifiziert. Basierend auf diesen Anwendungsfeldern erfolgt in einem weiteren Schritt die Definition von zusammenhängenden, sich ergänzenden Anwendungsszenarien der Blockchain im Bereich der Personenmobilität. Ziel ist es, einerseits durch das Aufzeigen von Interdependenzen zwischen den einzelnen Anwendungsszenarien und andererseits durch die Verschneidung dieser Anwendungsszenarien mit den aktuellen Trends in der Personenmobilität (BMVIT, 2018) die Vision eines blockchainbasierten Mobilitätsökosystems für den Bereich Personenmobilität näher zu skizzieren. Das Arbeitspaket 3 und der korrespondierende Aufbau dieses Kapitels gliedern sich in die folgenden drei Arbeitsschritte:

Arbeitsschritt 3.1: Kreative Szenarienfindung

Arbeitsschritt 3.2: Szenarienmodellierung

Arbeitsschritt 3.3: Szenarienevaluierung

In Tabelle 11 findet sich eine Übersicht zur dreistufigen Vorgehensweise des Arbeitspakets.

| <i>Arbeitsschritt</i> | <i>Methode</i> | <i>Wichtige Termine</i> |
|---|---|--|
| AS 3.1 Kreative Szenarienfindung | <ul style="list-style-type: none"> - Literatur- und Dokumentenanalyse - Brainstormings - ExpertInnenworkshop | <ul style="list-style-type: none"> - ExpertInnenworkshop I am 18.07.2018 |
| AS 3.2 Szenarienmodellierung | <ul style="list-style-type: none"> - Konsolidierung im Konsortium, - Einbindung des Projektbeirates, - Abstimmung mit dem Auftraggeber | <ul style="list-style-type: none"> - Beiratsmeeting I am 14.08.2018 |
| AS 3.3 Szenarienevaluierung | <ul style="list-style-type: none"> - ExpertInnenworkshop, - Konsolidierung im Konsortium, - Einbindung des Projektbeirates, - Abstimmung mit dem Auftraggeber | <ul style="list-style-type: none"> - ExpertInnenworkshop II am 30.08.2018 - Beiratsmeeting II am 06.09.2018 - Abstimmung mit BMVIT am 4.12.2018 - Beiratsmeeting III am 19.12.2018 - Abstimmung mit BMVIT am 01.02.2019 |

Tabelle 11: Arbeitsschritte, Methoden und wichtige Termine im Arbeitspaket 3

Die Ziele des Arbeitspaketes 3 umfassen:

- Die Definition relevanter Einsatzbereiche der Blockchain-Technologie in der Personenmobilität

- Die Identifikation von Anwendungsszenarien (Use-Cases) und das Aufzeigen notwendiger Realisierungsmaßnahmen (Prioritätenreihung)
- Die Einschätzung der Praxistauglichkeit und des Realisierungsaufwandes der einzelnen Use-Cases hinsichtlich der Umsetzung der Blockchain-Technologie
- Die Definition von Schnittstellen und parallelen Anwendungsbereichen mit dem Bereich Güterverkehr
- Kreative Szenarienfindung

3.1. Identifikation von Einsatzmöglichkeiten der Blockchain in der Personenmobilität

Digitalisierungs- und Automatisierungsprozesse finden verkehrsträgerübergreifend in allen Bereichen der Personenmobilität statt. Disruptive Technologien schaffen dabei neue Rahmenbedingungen in der öffentlichen, kollektiven und privaten Mobilität (siehe Abbildung 14). Die spezifischen Potenziale und Herausforderungen dieser Innovationen sind zum Teil noch weitestgehend unbekannt. Um Potenziale und Herausforderungen der Blockchain-Technologie in der Personenmobilität zu erforschen, werden in einem ersten Arbeitsschritt (i.e. kreative Szenarienfindung) relevante Einsatzbereiche für die Blockchain in der Personenmobilität identifiziert.

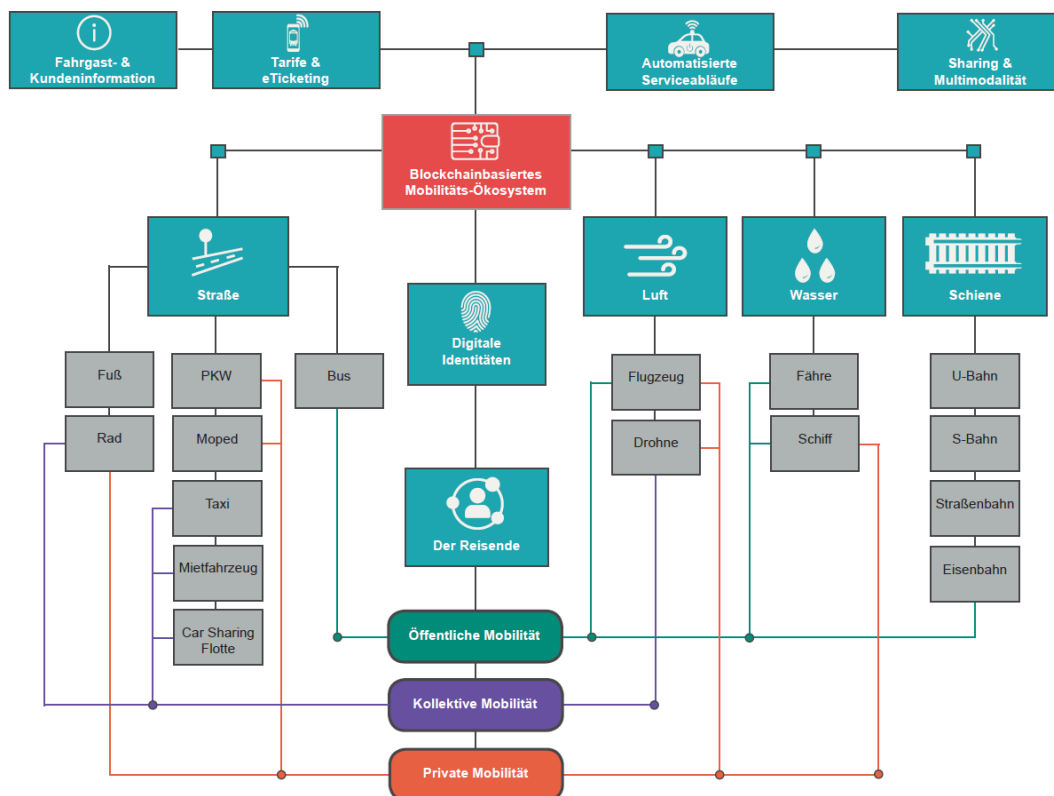


Abbildung 14: Digitalisierung und Automatisierung umfassen alle Bereiche der Personenmobilität

Basierend auf Literatur- und Dokumentanalysen sowie unter dem Einsatz von Kreativmethoden (Workshops und Brainstormings) werden insbesondere jene Prozesse in der Personenmobilität genauer untersucht, die eines erhöhten Datenaustausches bedürfen. Eine erste überblicksmäßige Zusammenstellung dieser Prozesse

ist in Abbildung 15 dargestellt. Die Prozesse werden nach pre-, on- und post-trip sowie nach den unterschiedlichen Mobilitätssystemen differenziert dargestellt.

Abbildung 14 und Abbildung 15 stellen somit eine erste exemplarische Veranschaulichung dar, welche Prozesse und Mobilitätssysteme (öffentliche, kollektive und private Mobilität) und Komponenten bei der Entwicklung eines blockchainbasierten Mobilitätsökosystems zu berücksichtigen sind.

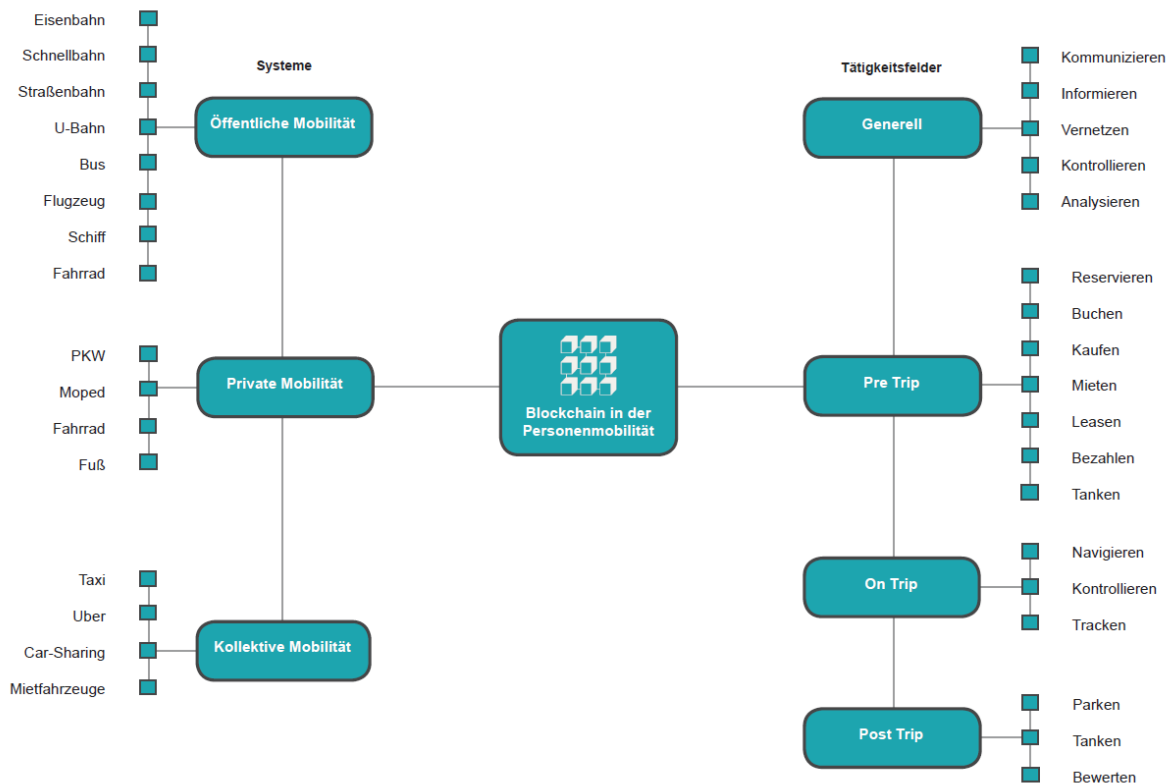


Abbildung 15: Prozesse in der Personenmobilität, die eines Datenaustausches bedürfen

Im Zuge der kreativen Szenarienfindung werden insbesondere aktuelle Entwicklungen im Verkehrswesen (z.B. Multimodalität, Sharing, Elektromobilität, Nudging, Internet of Things, Nutzung digitaler Identitäten) sowie Entwicklungen im Bereich der Automatisierung und Digitalisierung berücksichtigt (beispielsweise die Entwicklung neuer Mobilitätskonzepte wie Peer-2-Peer Car Sharing, eine dynamische und multimodale Reiseplanung oder die automatisierte Bezahloption für alle Verkehrsmittel).

Die identifizierten Einsatzgebiete der Blockchain-Technologie in der Personenmobilität werden im nächsten Abschnitt differenziert nach

- Literatur- und Dokumentenanalyse
- Expertenworkshop und Brainstorming

dargestellt. Die daraus generierten Ergebnisse stellen das Grundgerüst für die Ableitung relevanter und sich ergänzender Einsatzszenarien für die Blockchain im Bereich der Personenmobilität dar, die gleichzeitig den grundlegenden Input für die Skizzierung eines blockchainbasierten Mobilitätsökosystems liefern.

Implementierungsmöglichkeiten der Blockchain in der Personenmobilität: Ergebnisse aus der Literatur- und Dokumentenanalyse

In der folgenden Tabelle 12 findet sich eine Zusammenstellung ausgewählter Projekte, die sich mit der Anwendung der Blockchain-Technologie im Bereich der Personenmobilität beschäftigen. Es handelt sich dabei um bereits realisierte, sich in der Testphase befindende oder rein theoretische Implementierungsmöglichkeiten der Blockchain-Technologie in der Personenmobilität.

| Anwendungsfall | | Beschreibung |
|-------------------------------|-------------------|---|
| Sharing-Konzepte | Darenta | Gemietete Fahrzeuge können mit einer Kryptowährung bezahlt werden. Besitzer von Fahrzeugen können ihre Fahrzeuge zum Mieten freigeben und erhalten im Gegensatz dazu PROD-Token. |
| | DAV | Fahrzeuge können über die Transportplattform gemietet werden. Bietet man Transportservices an, können DAV-Token verdient werden. |
| | Tesseract | Eigene Fahrzeuge können geteilt bzw. Autos von Dritten gemietet werden. |
| | Helbiz | Es können private Autos, Motorräder oder Fahrräder über eine Applikation gebucht werden. |
| | HireGo | Über die HireGo-App können Autos gesucht, die Community gemanaged sowie das Öffnen bzw. Schließen von Autos gesteuert werden. |
| | DOVU | DOVU ist eine Belohnungsplattform für das Teilen von Daten von „connected cars“. |
| | Invers | Aufbauend auf dem Betriebssystem Shared Mobility OS, wird mit dem Chatbot „Momo“ kommuniziert und somit ein blockchainbasiertes Scootersharing realisiert, bei dem die Transaktionen automatisiert im Hintergrund ablaufen. |
| | Oaken Innovations | Das Leihen von Autos eines Dritten bzw. Ride Sharing wird durch eine App über einen Smart Contract ermöglicht. |
| Integrierte Hol- bzw. Brindie | La'ZooZ | La'ZooZ versucht auf Basis der Blockchain und Tokenisierung Personen zum Betrieb von Carsharing anzuregen. Verfügbare Sitzplätze und Routen können in das System eingepflegt werden und mit den bekanntgegebenen Fortbewegungswünschen einzelner Personen abgeglichen werden. |
| | XAIN | Über XAIN wird eine flexible Schlüsselnutzung und somit das sichere Teilen des eigenen Fahrzeuges ermöglicht. Auch Kofferraumzustellungen werden ermöglicht. |

| Anwendungsfall | | Beschreibung |
|--------------------------------|-----------------|---|
| | Car eWallet | Über das Smartphone wird eine Verbindung mit dem Auto hergestellt. Entsperren, Kofferraumzustellungen und Car-Sharing werden ermöglicht. |
| Peer-to-peer Netzwerke | Arcade City | Arcade City basiert auf der Ethereum-Blockchain und möchte ein globales Netzwerk mit lokalen FahrerInnen-Netzwerken aufbauen. |
| | DACSEE | DACSEE ist eine blockchainbasierte, dezentrale und autonome Mobilitätsplattform, die keine zentrale Verwaltung benötigt. |
| Fahr(zeug)-datenerfassung | MVL | Fahrzeugdaten werden über eine App aufgenommen. |
| | HPE | Mit dem Bemühen, die Blockchain-Technologie über die Kryptowährung hinaus zu erweitern, hat HPE einen Prototyp für eine Blockchain-Lösung entwickelt. Daten werden unmittelbar während der Fahrt gesammelt und sofort analysiert. |
| Seamless Mobility as a Service | OMOS | OMOS verfolgt das Ziel, bereits bestehende Sharing-Konzepte und Mobilitätsplattformen miteinander zu verbinden und somit den Weg zu einer ganzheitlichen Schnittstelle für intermodale und diskriminierungsfreie Mobilitätsplanung und Fortbewegung zu ermöglichen. |
| | VMC | VMC bietet eine blockchainbasierte Lösung zur nahtlosen Verknüpfung urbaner Mobilität. VMC hat die weltweit erste mobile Blockchain-Zahlungsapp für den öffentlichen Verkehr entwickelt. |
| E-Mobilität | Demos | Private können durch ihre Ladesäulen Geld verdienen, indem sie diese teilen. Dazu muss die Ladesäule registriert und der Preis angegeben werden. |
| | Blockcharge | Ziel ist es, eine sichere flexible und messbare Ladeinfrastruktur zu schaffen. |
| | SwheelS2Go &VMC | Die shared E-Scooter von Swheels2Go (Niederlande) werden im Jahr 2019 an die VMC-Blockchain angeschlossen. User können dann über ihr Smartphone buchen, entsperren, reisen und bezahlen – während sie die Kontrolle über ihre persönlichen Daten behalten. |

Tabelle 12: Einsatzgebiete der Blockchain in der Personenmobilität (Auswahl aus der Literatur- und Dokumentanalyse)

Eine nähere Erläuterung zu den in Tabelle 12 vorgestellten Projekten ist den folgenden Absätzen zu entnehmen.

DOVU

DOVU, deren Motto „Blockchain powered Mobility“ ist, ist eine Belohnungsplattform für das Teilen von Daten von „connected cars“. Das Teilen bzw. Freigeben führt zum Verdienst von DOV, der Mobilitätskryptowährung von DOVU, welche auf der Ethereum Blockchain basiert. Smart Contracts werden zwischen den Personen, welche die Daten teilen, und den verbundenen Geräten über die Blockchain abgeschlossen. Die verdienten DOV-Token können für das Bezahlen von öffentlichen Verkehrsmitteln, zum Tanken oder um Flüge zu buchen verwendet werden. Der Sinn dahinter ist, dass zum Beispiel durch freigegebene Daten bei Stoßzeiten über den Verkehrsfluss gelernt werden kann. Das Belohnungsschema soll auch Anreize schaffen, dass mit gemieteten Autos gut umgegangen wird, sodass eine Win-Win Situation für Benutzer und Vermietungsfirmen entsteht. Die Vision dahinter ist, dass in Zukunft das Auto den Fahrer bezahlen kann (DOVU, 2018a, 2018b).

Darenta

Darenta (Akronym von Decentrally Autonomously Rent Auto) hat Probleme der Konsumenten erkannt und bietet nun Blockchain-Lösungen an: Token werden durch abgegebene Bewertungen für gemietete Autos oder die Vermieter verdient. Gemietete Fahrzeuge können mit einer Kryptowährung bezahlt werden und Besitzer von Fahrzeugen können ihre Fahrzeuge zum Mieten freigeben und erhalten im Gegensatz dazu PROD-Token. Autos werden um \$20 pro Tag vermietet. Wird das Auto eines Besitzers oft gemietet und positives Feedback gegeben, so wird das Profil öfter in der App sowie auf der Website angezeigt (Darenta, 2018).

Dēmos

Das Projekt Dēmos hat den deutschen Mobilitätspreis 2016 gewonnen, basiert auf der Blockchain-Technologie und will private E-Ladesäulen öffentlich machen. Private können durch ihre Ladesäulen Geld verdienen, indem sie diese teilen. Dazu muss die Ladesäule registriert und der Preis angegeben werden. Als Nutzer kann man über eine App die Ladestationen finden und entscheiden, ob man zu dem angezeigten Preis laden möchte. Die Vision von Dēmos ist, dass neben Ladestationen auch Parkmöglichkeiten oder Fahrzeuge über eine Blockchain sicher geteilt werden kann (Demos, 2018). Ein Teil von diesem Projekt, das bereits realisiert wurde, ist share&charge, welches im Vereinigten Königreich E-Mobilitätsstationen miteinander vernetzt (Share&Charge, 2018).

Blockcharge

Auf Elektrofahrzeuge hat sich das Projekt Blockcharge spezialisiert. Ziel ist es, eine sichere flexible und messbare Ladeinfrastruktur zu schaffen, indem das sogenannte Smartplug (Ladestation für E-Fahrzeuge mit inkludiertem Computerchip für Autorisierung), die Blockcharge App und das Blockchain-Netzwerk vereint werden. Die Zukunftsvision von Blockcharge sieht vor, dass Autos während kurzen Wartephasen (z.B. bei einer roten Ampel) automatisch laden (Slock.it, 2015).

XAIN

XAIN ist ein Projekt, welches auf der Ethereum-Blockchain basiert und sich auf die automatisierte Zukunft mit Fahrzeugen fokussiert. Dabei wird das Fahrverhalten durch eine spezielle Fahrdatenerfassung analysiert. Außerdem kann das Fahrzeug über eine Online-Transaktion geöffnet und anderen Accounts Zugriff zum Fahrzeug gegeben werden. Dadurch ist eine flexible Schlüsselnutzung und somit das sichere Teilen des

eigenen Fahrzeuges über die XAIN-Blockchain möglich. Auch Kofferraumzustellungen werden so ermöglicht. Der Zusteller kann den Kofferraum beispielsweise durch seine Smart Watch öffnen und der Besitzer bekommt eine Benachrichtigung, dass das Auto von einem anderen Account geöffnet wurde. Die Kofferraumöffnung über die Blockchain dauert in etwa 1,5 Sekunden (anstatt wie bisher mit anderen Systemen bis zu 15 Sekunden) (XAIN, 2017).

DAV

Eine weitere Blockchain-basierte Transportplattform ist DAV. Deren Vision ist, dass ein globales peer-to-peer Transportnetzwerk entsteht, indem autonome Fahrzeuge wie Autos, Schiffe oder Drohnen automatisch miteinander kommunizieren. Fahrzeuge können über die Transportplattform gemietet werden und es können DAV-token verdient werden, indem man anderen Transportservices anbietet. Fahrzeuge können zum Beispiel auch automatisch nach Tankstellen suchen (DAV, 2018).

Oaken innovations

Oaken innovations entwickelt in Zusammenarbeit mit dem Toyota Research Institute neue Mobilitätsökosysteme. Auf der Blockchain werden die Fahrzeug-ID und GPS-Daten gespeichert und mit der Straßenkarte verbunden. Verschiedene Institutionen können Zugriff auf diese Daten bekommen und sie für die Weiterverarbeitung nutzen. Des Weiteren wird die Datenbank auch von Smart Road Sensoren gefüllt, wodurch eine komplette Darstellung aller Fahrzeuge und der Infrastruktur möglich wird. Zusätzlich wird das Leihen von Autos eines Dritten bzw. Ride Sharing durch eine App über einen Smart Contract ermöglicht. Die dabei erfassten Daten können an den Fahrzeugbesitzer, den Fahrer, die Versicherung, die Mautstelle etc. übermittelt werden. Mautstellen sollten durch dieses System überflüssig werden, da die Fahrzeuge durch GPS genau verfolgt werden können. Bei diesem Mautstraßensystem wäre eine automatische sofortige Bezahlung denkbar und/oder eine Einführung einer Maut nur zu Stoßzeiten. Außerdem könnte eine nutzungsbasierte Versicherung abgeschlossen werden (Oaken Innovations, 2018; Toyota Research Institute, 2017).

Tesseract

EY möchte mit Tesseract, einer integrierten Mobilitätsplattform, die auf der Blockchain-Technologie basiert, im Blockchain-Markt mitwirken. Die Plattform soll Transport- und Mobilitätsfirmen, Infrastrukturanbieter, Städte und Hersteller vereinen. Durch Smart Contracts werden Daten erfasst und generiert, wodurch eine automatische Benützungsg Gebühr be- und verrechnet wird. Eigene Fahrzeuge können geteilt bzw. Autos von Dritten gemietet werden. Außerdem ist es möglich, ein Wallet mit einer Geldanlage anzulegen und sich mit der Digitalwährung am Teilen von Fahrzeugflotten wie Elektroautos zu beteiligen. Im Gegensatz dazu können Ownership-Token verdient werden (EY, 2017; EY Global, 2018).

MVL

MVL – Maas Vehicle Ledger- will alle Services, die ein Auto betreffen, in einem System vereinen. Dies reicht von Versicherungen und Mechanikern bis hin zu Waschanlagen. Fahrzeugdaten werden über eine App aufgenommen. Fahrer können für sicheres Fahren und Anbieter von Fahrten oder Mechaniker für gutes Service MVP-Punkte erhalten. Diese Punkte können in der Folge in die eigene Kryptowährung (MVL) umgetauscht werden. Darüberhinaus können Punkte für das Teilen von Daten gesammelt werden (MVL Foundation, 2018).

Arcade City

Mit Arcade City handelt es sich um ein Pilotprojekt aus Amerika, welches eine Konkurrenzplattform zu beispielsweise Uber darstellen soll. Arcade City basiert auf der Ethereum-Blockchain und möchte ein globales Netzwerk mit lokalen Fahrer-Netzwerken aufbauen (Arcade City, 2018).

HireGo

HireGo basiert ebenso auf der Ethereum-Blockchain und ist ein Anbieter für CarSharing und CarHire. Über die HireGo-App können Autos gesucht, die Community gemanaged sowie das Öffnen bzw. Schließen der Autos gesteuert werden. In sogenannten Communities, die in der App erstellt werden können, gibt es die Möglichkeit, dass Firmen oder Privatpersonen selbst entscheiden, wem sie ihr Fahrzeug anbieten möchten. Innerhalb der Applikation können HGO-Token in andere Währungen getauscht werden (HireGo, 2018).

Invers

Einen Prototyp, der eine blockchainbasierte Zukunft von Sharing-Konzepten anbieten will, stellt Invers dar. Aufbauend auf dem Betriebssystem Shared Mobility OS, wird mit dem Chatbot „Momo“, der einen virtuellen Mobilitätsassistenten darstellt, kommuniziert. Der Nutzer muss zuerst die Fahrzeugnummer, welche am Scooter angebracht ist, dem Chatbot mitteilen. Danach muss die voraussichtliche Dauer kommuniziert und bestätigt werden. Im Hintergrund läuft die Transaktion auf der Blockchain ab. Durch die Bestätigung wird das Fach, in dem sich der Helm befindet, geöffnet. Wenn man am Ziel angekommen ist, gibt man „Momo“ wieder Bescheid. Danach bekommt der eigentliche Besitzer des Scooters eine Benachrichtigung, wie viel durch den Vermietungsprozess verdient wurde (Invers, 2018).

Helbiz

Eine weitere Lösung, die auf Car-Sharing abzielt, ist Helbiz. Es können private Autos, Motorräder oder Fahrräder über eine Applikation gebucht werden. Über einen Smart Contract wird der Besitzer des Verkehrsmittels verifiziert und die Konditionen wie Preis und Anzahl verfügbaren Fahrzeuge etc. festgelegt. Sobald eine Zustimmung zu den Geschäftsbedingungen seitens der Nutzer erfolgt ist und der Vertrag abgeschlossen wurde, kann das Smartphone als Schlüssel dienen. Die Plattform basiert auf der Ethereum-Blockchain. Die eigens entwickelten Token dazugehörigen Token nennen sich HelbizCoin (HBZ) (Helbiz Mobility System, 2018).

Car eWallet

Eine weitere Transaktionsplattform für Mobilitätsservices, die auf der Blockchain-Technologie beruht, ist Car eWallet. Das Wallet inkludiert einige verschiedene Funktionen: Über das Smartphone kann man sich mit dem Auto verbinden und es entsperren, wodurch auch Kofferraumzustellungen und Car-Sharing ermöglicht werden. Weitere Funktionen umfassen die automatische Bezahlung beim Parken, beim Queren einer Mautstelle oder beim Laden an einer e-Tankstelle. Die kompletten Informationen über das Fahrzeug werden in einem sogenannten Fahrzeugpass abgespeichert (ZF Friedrichshafen, 2018).

OMOS

Neben spezifischen Anwendungsfällen gibt es auch Projekte, welche nur eine Plattform für die Implementierung eines Geschäftsmodells zur Verfügung stellen wollen. Ein solches Projekt ist beispielsweise

OMOS. OMOS versucht die zugrundeliegende Blockchain für Drittanbieter von diversen Applikationen zur Verfügung zu stellen. Somit soll das Seamless-MaaS-Konzept (Seamless Mobility as a Service) ermöglicht werden. Ziel ist es, bestehende Sharing-Konzepte, aber auch bestehende Mobilitäts-Plattformen miteinander zu verbinden um somit eine barrierefrei intermodale Fortbewegung zu ermöglichen. So soll ein Individuum die optimale Kombination von Verkehrsmitteln finden, um am schnellsten von Punkt A nach Punkt B zu kommen. Das Projekt OMOS ist also nicht auf einen spezifischen Use Case begrenzt, sondern kann bei vielen verschiedenen Anwendungen als technologische Grundlage herangezogen werden. Das bedeutet auch, dass diese Technologie nicht nur auf die Nutzung im Bereich Car-Sharing begrenzt ist (OMOS, 2019).

VMC

VMC hat die weltweit erste blockchainbasierte Zahlungsapp für den öffentlichen Verkehr entwickelt. Laut VMC finden derzeit die zwei folgenden großen Entwicklungen auf dem Markt der urbanen Mobilität statt: die Verlagerung vom Eigentum zur Dienstleistung und die Verlagerung von Fahrzeugen, die von Menschen gesteuert werden, hin zu automatisierten Fahrzeugen. Ziel von VMC ist es, diesen Übergangs- bzw. Veränderungsprozess zu erleichtern, indem der Mobilitätsbranche eine offene Blockchain angeboten wird, die alle Interessensgruppen miteinander verbindet. VMC möchte dabei die folgenden Schlüsselaspekte der urbanen Mobilität miteinander vereinen: Öffentlicher Verkehr, Shared Mobility und Smart Cities (VMC, 2019).

SwheelS2Go

SwheelS2Go stellt eine moderne urbane City-Lösung für nachhaltige Verkehrsmittel dar. SwheelS2Go ist eine Plattform zum Sharing von E-Scootern, die ab 2019 an die VMC-Blockchain angeschlossen wird. Ziel ist es, die Integration von gemeinsam genutzten SwheelS2Go-Scootern in das multimodale urbane Transportsystem zu erleichtern, sodass die Reisenden ihre Routen über das eigene Smartphone planen, buchen und bezahlen können. Das blockchainbasierte System ist relativ einfach zu bedienen und erfordert kein spezifisches Know-How. Die User wissen daher nicht zwingend, dass sie unmittelbar mit der Blockchain-Technologie interagieren. Um die Reise zu bezahlen, wird der VAI stable coin (der an den Euro gekoppelt ist) herangezogen. Geteilte E-Scooter können einen Beitrag zur einfacheren Bewältigung der ersten und der letzten Meile in städtischen Gebieten leisten (SwheelS2Go, 2019).

Implementierungsmöglichkeiten der Blockchain in der Personenmobilität:

Ergebnisse aus dem ExpertInnenworkshop

Ergänzend zur Literatur- und Dokumentanalyse wurden zwei Expertenworkshops zur Identifikation möglicher Anwendungsbereiche und Anwendungsszenarien der Blockchain-Technologie in der Personenmobilität unter der Leitung des Fachbereichs für Verkehrssystemplanung durchgeführt. Mit den eingeladenen Experten wurden dabei

- Einsatzmöglichkeiten der Blockchain innerhalb des Unternehmens und
- Einsatzmöglichkeiten der Blockchain in der Personenmobilität

diskutiert.

Die im Workshop besprochenen Inhalte wurden geclustert und in tabellarischer Form aufbereitet. Die Ergebnisse sind Tabelle 13 bis Tabelle 15 zu entnehmen.

| Anwendungsfall | | Beschreibung |
|--|---------------------------------|--|
| Transport- und Mobilitätsdienstleister | Technische Zustandsbeschreibung | Qualitätscheck bestehender Infrastruktur bzw. Rollmaterial (z.B. Sauberkeitsstatus) und Prozessvorgänge (z.B. Füllungsstand Catering). |
| | Haltestellenverwaltung | Eine schnelle und regelmäßige Überprüfung der Haltestellen inkl. Qualitätsausstattung könnte intern über die Blockchain abgewickelt werden. |
| AkteurInnen im Bereich Verkehrs-sicherheit | Qualitäts- und Umweltmanagement | Obwohl mittels bestehender Datenbanken das Qualitäts- und Umweltmanagement abgewickelt werden kann, könnte dies unternehmensintern (aber auch extern bzw. öffentlich) einen möglichen Anwendungsfall für eine Blockchain darstellen. |

Tabelle 13: Kontroll- und Informationsfunktion im Monitoring. Quelle: Eigene Darstellung

| Anwendungsfall | | Beschreibung |
|--|--|---|
| Transport- und Mobilitätsdienstleister | Reinigungsaktivitäten | Im Immobilienbereich könnte eine Überprüfung von Reinigungsaktivitäten angedacht werden. |
| | Inbetriebnahme von Fahrzeugen | Hat der/die Fahrer/in das richtige Fahrzeug in Betrieb genommen? |
| | Personaleinsatzplanung & Arbeitszeitverwaltung | Personalplanung und -verwaltung (z.B. TriebfahrzeugführerIn) erfolgt auch im Anlassfall einer Ausweichstrecke entsprechend der Qualifikation des/der jeweiligen TriebfahrzeugführerIn. |
| | Trassenvergabe | Im Rahmen der Trassenvergabe und Umlaufplanung von Zügen ist ein möglicher Anwendungsfall gegeben. Als problematisch werden hierbei die nachträglich vorgenommenen Änderungen der Zugnummern angesehen. |

| Anwendungsfall | | Beschreibung |
|---|--|---|
| | Verknüpfung mit behördlichen Vorgaben | Die Integration bzw. Verknüpfung von behördlichen Vorgaben bzw. regulativen Elementen mit unternehmensinternen Daten könnte in Form einer Blockchain angedacht werden. |
| | Streckenfreigabe | Im Falle einer Baustelle könnte mittels der Blockchain eine verlässliche Kommunikation zwischen Bau und Betrieb im Hinblick auf die Streckenfreigabe der z.B. Schieneninfrastruktur erfolgen. Somit könnte auch der/die (Haupt-)Verantwortliche sicher nachverfolgt werden. |
| AkteurInnen im Bereich Verkehrssicherheit | Verkehrspsychologische Untersuchungen | Im Zuge von verkehrspsychologischen Untersuchungen (z.B. Führerschein) oder Waffenverlässlichkeitsprüfungen könnte eine sichere Übermittlung der von PsychologInnen ausgestellten Dokumente zur entsprechenden Behörde erfolgen. |
| | Inventar- und Inventurverwaltung | Die Nachvollziehbarkeit von Lieferungen könnte transparent dargestellt werden. |
| | Einsatz von Pannenhilfen | Im Falle einer Störung oder eines Unfalls könnte der Pannendienst mittels einer Blockchain organisiert werden. |
| | Rückholungen aus dem Ausland | Im Falle einer Störung oder eines Unfalls kann eine Rückholaktion bzw. der Transport aus dem Ausland mittels einer Blockchain organisiert werden. |
| Infrastrukturbetreiber | Baustellenmanagement und Genehmigungsverfahren | Abwicklung von Genehmigungsverfahren (z.B. Baustellen) über eine Blockchain. |

Tabelle 14: Kontroll- und Informationsfunktion in Betrieb und Planung

| Anwendungsfall | | Beschreibung |
|---|--|---|
| Transport- und Mobilitätsdienstleister | Abrechnungs- und Sitzplatzreservierungssystem | Im Zuge des Ticketings könnte als Zusatzdienstleistung ebenfalls eine Sitzplatzreservierung vorgenommen werden. |
| Infrastrukturbetreiber | Länderübergreifendes Mautabrechnungssystem | Da in verschiedenen EU-Ländern die Mautabrechnung unterschiedlich abgewickelt wird, besteht Bedarf einer Harmonisierung (eventuell mittels Blockchain). |
| | KundInnenspezifische Services | Entlang des ASFINAG-Netzes könnten den VerkehrsteilnehmerInnen standortspezifische Informationen (z.B. zu Baustellen) oder Points of Interest angeboten werden. |
| AkteurInnen im Bereich Verkehrssicherheit | Unfalldatenbank | Systematische Erfassung von Unfalldaten in einer blockchainbasierten Umgebung. Zuordnung von Unfällen zu Fahrzeugen und beteiligten AkteurInnen |
| | E-Ladestationsmanagement | Ausstattung von Stützpunkten und Fahrtechnikzentren mit E-Ladestationen. |
| Gemeinsam erarbeitete Anwendungsfälle | Verkehrsflussorganisation und Ereignismanagement (Statusmeldungen) | Hier ist zu hinterfragen, wo der wesentliche Mehrwert gegenüber bestehenden Angeboten besteht. |
| | Verkehrsträgerübergreifende Datenintegration und -bereitstellung von Verkehrsinformationen | Abgleichung unterschiedlicher Datenbanken zur Erstellung einer umfassenden, blockchainbasierten Mobilitätsplattform. |
| | Parkgaragenbetreiber | Betreiberübergreifende Verwaltung und Abwicklung der Parkraumbewirtschaftung (z.B. Angaben zur Auslastung der jeweiligen Anlagen in Echtzeit). |

Tabelle 15: Einsatzgebiete in der unternehmensübergreifenden Personenmobilität

3.2. Szenarienmodellierung und -evaluierung

Die vorliegenden Ergebnisse aus der Literatur- und Dokumentanalyse sowie aus den ExpertInnenworkshops werden innerhalb des Konsortiums und unter Einbindung des wissenschaftlichen Projektbeirates sowie in Abstimmung mit dem Auftraggeber konsolidiert. Aufbauend auf diesen Ergebnissen soll nun der Weg zu einem blockchainbasierten Mobilitätsökosystem skizziert werden.

Für die Skizzierung des Mobilitätsökosystems werden weiters die vom BVMIT, Abteilung Mobilitäts- und Verkehrstechnologien (2018) identifizierten und wesentlichen Themenbereiche in der Personenmobilität (Bewegungs- und gesundheitsfördernde Nah- und Mikromobilität, Neue Nutzungsparadigmen für suffizientes Verhalten, Neue öffentlich nutzbare Mobilitätsangebote, Grundlagen und digitale Planungswerkzeuge für vernetzte Mobilität, Chancengleichheit für bedarfsgerechte Mobilitätsräume, Transformation öffentlicher Mobilitätsräume) mitreflektiert. Zudem werden weitgreifende Anwendungsfelder der Blockchain-Technologie (Tourismus, Energie, Internet of Things und Gesundheit), wie sie beispielsweise in Treiblmaier und Beck (2019) und Hofman und Brewster (2019) detailliert analysiert werden, berücksichtigt. Darauf aufbauend erfolgt die Definition der Komponenten des blockchainbasierten Mobilitätsökosystems und in weiterer Folge die Beschreibung möglicher Blockchain-Anwendungsszenarien (Auswahl) innerhalb dieser Komponenten.

Die vorliegenden Ergebnisse aus der Literatur- und Dokumentanalyse sowie aus den Expertenworkshops werden innerhalb des Konsortiums und unter Einbindung des wissenschaftlichen Projektbeirates sowie in Abstimmung mit dem Auftraggeber konsolidiert. Aufbauend auf diesen Ergebnissen soll nun der Weg zu einem blockchainbasierten Mobilitätsökosystem skizziert werden.

Für die Skizzierung des Mobilitätsökosystems werden weiters die vom BVMIT, Abteilung Mobilitäts- und Verkehrstechnologien (2018) identifizierten und wesentlichen Themenbereiche in der Personenmobilität (Bewegungs- und gesundheitsfördernde Nah- und Mikromobilität, Neue Nutzungsparadigmen für suffizientes Verhalten, Neue öffentlich nutzbare Mobilitätsangebote, Grundlagen und digitale Planungswerkzeuge für vernetzte Mobilität, Chancengleichheit für bedarfsgerechte Mobilitätsräume, Transformation öffentlicher Mobilitätsräume) mitreflektiert. Zudem werden weitgreifende Anwendungsfelder der Blockchain-Technologie (Tourismus, Energie, Internet of Things und Gesundheit), wie sie beispielsweise in Treiblmaier und Beck (2019) und Hofman und Brewster (2019) detailliert analysiert werden, berücksichtigt. Darauf aufbauend erfolgt die Definition der Komponenten des blockchainbasierten Mobilitätsökosystems und in weiterer Folge die Beschreibung möglicher Blockchain-Anwendungsszenarien (Auswahl) innerhalb dieser Komponenten.

Wesentliche Komponenten für die Entwicklung eines blockchainbasierten Mobilitätsökosystems

Aus den Ergebnissen der Literatur- und Dokumentanalyse und den Expertenworkshops wird ersichtlich, dass für die erfolgreiche Implementierung der Blockchain im Sinne eines blockchainbasierten Mobilitätsökosystems sowohl technologische, infrastrukturseitige, aber auch nutzerspezifische und verhaltenssteuernde Aspekte berücksichtigt werden müssen. Es werden daher die folgenden vier Komponenten als wesentliche Bausteine für die Entwicklung eines blockchainbasierten Mobilitätsökosystems definiert:

Informieren (über das Verkehrsgeschehen): Die Komponente „Informieren“ umfasst die flächendeckende und zuverlässige Erfassung des aktuellen Verkehrsgeschehens als wesentliche Grundinformation, auf dessen

Basis das blockchainbasierte Mobilitätsökosystem aufgebaut werden kann. Die Blockchain spielt hier insofern eine wesentliche Rolle, als dass zukünftig das Verkehrsgeschehen nicht allein durch infrastruktureitige Sensoren, sondern zusätzlich durch die Verkehrsteilnehmer selbst (insbesondere über das Smartphone bzw. über die genutzten Verkehrsmittel wie Elektroauto oder e-Scooter) in Echtzeit erfasst wird. Damit gehen Herausforderungen für den sicheren Umgang mit individuell generierten und bereitgestellten Daten im Sinne der DSGVO einher.

Mobilisieren (über verfügbare Angebote): Die Komponente „Mobilisieren“ generiert auf Basis der Komponente „Informieren“ ein konkretes zeitlich-räumliches Mobilitätsangebot unter Berücksichtigung aller aktueller Verkehrsinformationen. Durch die Komponente „Informieren“ wird der aktuelle Zustand des Verkehrssystems flächendeckend und im Detail erhoben und abgebildet. Der Zugang zu zuverlässiger Verkehrsinformation und ein einfaches Abrufen der aktuellen Verkehrslage auf unterschiedlichen Maßstäben (lokal, regional, national) stellt eine Grundvoraussetzung für eine effiziente und erleichterte Reiseplanung dar. Von dieser umfassenden Verkehrsinformation ausgehend kann der Verkehrsteilnehmer speziell dann profitieren, wenn die aktuellen Verkehrsinformationen mit sämtlichen, aktuell verfügbaren Mobilitätsangeboten verknüpft und die Mobilitätsplanung an die aktuelle Verkehrslage und -auslastung angepasst wird. Daher wird die Verschneidung der aktuellen Verkehrsinformation mit dem ganzheitlichen Mobilitätsangebot (inkl. Nah- und Mikromobilität) unter der Komponente „Mobilisieren“ zusammengefasst. Die Blockchain ist für die Realisierung dieser Komponente von Wichtigkeit, da der Wegfall von Intermediären und die Abwicklung von Smart Contracts (unter anderem) wesentliche Eigenschaften darstellen, die für die mobilitätsanbieterübergreifende Bündelung des gesamten Mobilitätsangebotes erforderlich sind.

Incentivieren (über Anreizmechanismen zur nachhaltigen Nutzung von Angeboten): In den beiden vorangegangenen Komponenten werden die Verflechtung von Verkehrsinformation und Mobilitätsangebot thematisiert. Die Komponente „Incentivieren“ verfolgt das Ziel, das aktuell verfügbare Mobilitätsangebot nachhaltig zu nutzen, indem Anreizwirkungen zur Förderung von zum Beispiel gesundheitsfördernder Mobilität oder zur Nutzung von Elektromobilität geschaffen werden. Die Komponente „Incentivieren“ adressiert daher primär verhaltenssteuernde Maßnahmen (wie beispielsweise durch Nudging). Der Blockchain kommt im Rahmen dieser Komponente insbesondere durch die Funktion der Tokenisierung und der damit möglichen Schaffung von Anreizmechanismen (wie zum Beispiel durch Schaffung eines Activity-Coins) eine bedeutende Rolle zu.

Vernetzen (über die Verschneidung mit Smart City Services und weiteren Schlüsseltechnologien): Wie zu Beginn des Kapitels beschrieben, sind die Entwicklungen in der Personenmobilität von Automatisierungs- und Digitalisierungsprozessen gekennzeichnet. Daher scheint es geboten, Mobilitätsangebote mit weiteren digitalen Angeboten (wie beispielsweise aus den Bereichen Smart City, Smart Living oder Internet of Things) zu verschneiden. Die Verknüpfung von Mobilitätsangeboten mit weiteren digitalen Innovationen kann das Nutzererlebnis bei der Nutzung von Mobilitätsangeboten erhöhen (zum Beispiel durch die Einbindung von Augmented Reality bei der Reisedurchführung bzw. bei der Navigation durch den öffentlichen Raum) bzw. zu einer leichteren Abrechnung von gewählten Routen (zum Beispiel über GPS-Ticketing) beitragen. Die Blockchain stellt hier eine mögliche Schnittstelle dar, um einen Datenaustausch bzw. -abgleich mit weiteren Bereichen (über die Personenmobilität hinaus) zu realisieren.

Mögliche Einsatzszenarien (Use Cases) für die Schaffung eines blockchainbasierten Mobilitätsökosystems

Für die oben beschriebenen Komponenten des blockchainbasierten Mobilitätsökosystems werden nun mögliche Einsatzszenarien (Narrative bzw. Bilder in Form von Use Cases) aufgezeigt. Sie stellen nach derzeitigem Stand der Technik größtenteils visionäre Einsatzszenarien und somit konkrete Forschungsgebiete dar. Im Bereich der Incentivierung hingegen gibt es schon erste, sich in der Umsetzung befindliche Projekte.

Konkret werden für die aufgezeigten Einsatzszenarien die damit verbundenen Herausforderungen, die involvierten Akteure und der Mehrwert durch die Umsetzung im Rahmen einer Blockchain inklusive einer Potentialabschätzung beschrieben.

Diese Einsatzszenarien sind dabei nicht als selbstständige oder klar voneinander abgegrenzte, sondern vielmehr als sich ergänzende Einsatzszenarien für die Schaffung eines blockchainbasierten Mobilitätsökosystems zu verstehen, die in starker Wechselwirkung zueinander stehen.

In Abbildung 16 findet sich eine Darstellung der Komponenten des blockchainbasierten Mobilitätsökosystems inklusive der im Rahmen des Projektes betrachteten möglichen Einsatzszenarien (Use Case 1 bis Use Case 8).

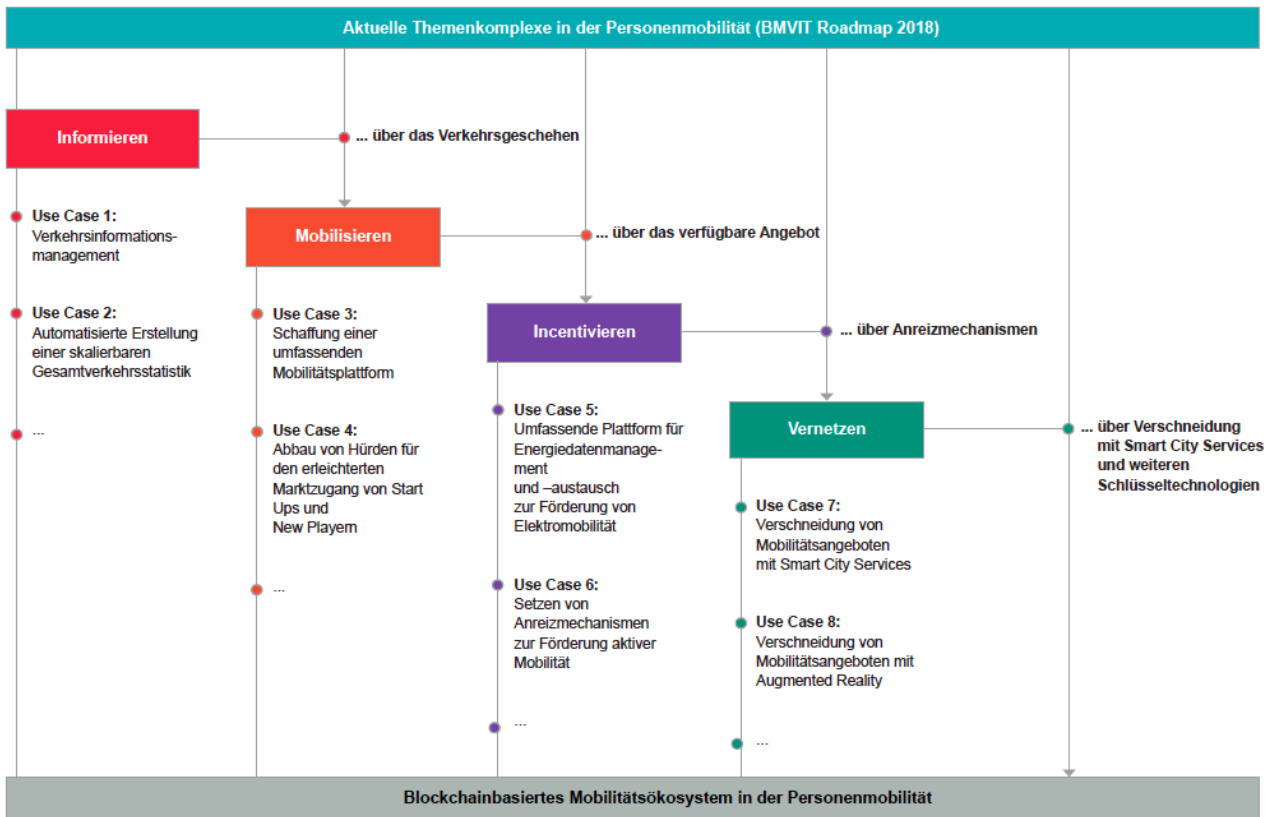


Abbildung 16: Veranschaulichung der Komponenten und Einsatzszenarien des blockchainbasierten Mobilitätsökosystems

Nachstehend werden, bezugnehmend auf die identifizierten Einsatzfelder, folgende Use Cases exemplarisch skizziert.

Use Case 1: Verkehrsinformationsmanagement (Statusmeldungen in Echtzeit)

Use Case 2: Automatisierte Erstellung einer skalierbaren Gesamtverkehrsstatistik

Use Case 3: Schaffung einer umfassenden Mobilitätsplattform

Use Case 4: Abbau von Hürden für den erleichterten Marktzugang von innovativen Start Ups und New Playern sowie staatliche Wettbewerbskontrolle

Use Case 5: Umfassende Plattform für Energiedatenmanagement und -austausch zur Förderung von Elektromobilität

Use Case 6: Setzen von Anreizmechanismen zur Förderung von aktiver Mobilität (Bonussysteme)

Use Case 7: Verschneidung von Mobilitätsangeboten mit Smart City Services

Use Case 8: Verschneidung von Mobilitätsangeboten mit Augmented Reality

Use Case 1: Verkehrsinformationsmanagement (Statusmeldungen in Echtzeit)

Im Rahmen der Bestrebungen, ein optimiertes Gesamtsystem zur zuverlässigen und flächendeckenden Erfassung des Verkehrsgeschehens zu etablieren, stellt sich die Frage, inwiefern die Blockchain einen Mehrwert bei der Umsetzung eines solchen Informationssystems darstellen kann. Um das Verkehrsgeschehen in Echtzeit zu erfassen, kommen zwei wesentliche Komponenten zum Einsatz: Einerseits die Erfassung des Verkehrsgeschehens über die entsprechende Sensorik der Verkehrsinfrastruktur (wie beispielsweise Radarsensoren zur Detektion von Fahrzeugen, Fahrzeugklassen, Geschwindigkeiten etc.) und andererseits die Erfassung des Verkehrsgeschehens mittels Messung von Einzelverkehrsdaten (wie beispielsweise über das Smartphone des Verkehrsteilnehmers bzw. über das aktuell genutzte Verkehrsmittel). Die Bereitschaft der Verkehrsteilnehmer, Statusmeldungen über das Verkehrsgeschehen in Echtzeit bereitzustellen, würde einen erheblichen Mehrwert zur rein infrastrukturseitigen Erfassung des Verkehrsgeschehens darstellen. Hierfür müssen allerdings entsprechende Rahmenbedingungen im Sinne eines verantwortlichen und sicheren Umgangs mit individuell bereitgestellten Daten geschaffen werden.

Die Ziele des ubiquitären Verkehrsinformationsmanagements in Echtzeit umfassen:

- Schaffung einer einheitlichen Plattform zur flächendeckenden Verkehrsinformation: Automatisierte Zusammentragung, Abgleich und Auswertung unterschiedlicher, verkehrsträgerübergreifender Informations- und Datenquellen zur Erstellung einer blockchainbasierten Plattform zur Verkehrsflussinformation sowie zum Ereignismanagement
- Schaffung einer einheitlichen, ubiquitären Schnittstelle zur Integration unterschiedlicher Verkehrsinformationen wie beispielsweise Straßenzustand, Staus, Baustellen, Unwetterinformationen, Unfälle, Straßensperren, Ausfälle bzw. Verspätungen im öffentlichen Verkehr, Geisterfahrerinnen, Auslastung der Verkehrsinfrastruktur etc.

Herausforderungen und potentieller Mehrwert durch die Blockchain

Unabhängig von der Blockchain handelt es sich mit dem beschriebenen System zur flächendeckenden und zuverlässigen Erfassung der gesamten Verkehrsinformationen noch um ein visionäres Konstrukt. Insbesondere deshalb ist es wichtig, die Entwicklung eines solchen Systems im Kontext der Blockchain zu betrachten und Herausforderungen zu identifizieren, denen mit Hilfe der Blockchain-Technologie begegnet werden kann. Herausforderungen für den Austausch und die Vereinigung von Verkehrsinformationen, die mit Hilfe der Blockchain adressiert werden können, werden beispielsweise in Li et al. (2018) und Lei et al. (2017) beschrieben. Eine wesentliche Hürde für die Entwicklung eines zuverlässigen und flächendeckenden Systems zur Erfassung des gesamten Verkehrsgeschehens im Kontext der Blockchain stellt einerseits die Zusammentragung von unterschiedlichen Datenformaten aus den jeweiligen Erhebungsinstrumenten bzw. Messstellen dar (PNDs, GPS-Geräte, Signale von Mobiltelefonen, Straßensensoren, journalistische Daten, Fahrzeug-Displaysystemen, Wetterdienste etc). Die Blockchain bietet hier die Möglichkeit, Daten aus verschiedenen Quellen in einer gemeinsamen, dezentralen Datenbank verschlüsselt abzuspeichern, womit die Sicherheit der Daten und die Robustheit des Systems erhöht wird. Anforderungen an die Datenqualität bzw. Datenstandards (Datenformate, Aggregationsniveaus, Zeitspannen der Datenerfassung etc.) müssen

dazu vorab und unabhängig von der Blockchain definiert werden. Für den erfolgreichen und eindeutigen Datenaustausch ist es außerdem erforderlich, nicht nur den Verkehrsteilnehmer selbst, sondern auch jede digitale Komponente in der Verkehrsinfrastruktur (z.B. Messinstrumente) sowie jedes einzelne Verkehrsmittel mit einer digitalen Identität zu versehen. Herausforderungen bestehen desweiteren in Bezug Einbindung anonymisierter Ereignisdaten, also in Bezug auf den Umgang mit personenbezogenen bzw. verkehrsmittelbezogenen Daten ohne die Identität der Nutzer preiszugeben (Li et al., 2019). Für den DSGVO-konformen Umgang mit den Daten spielt auch hier die Nutzung von digitalen Identitäten eine wesentliche Rolle: Die Idee, dem Nutzer die vollständige Kontrolle über die eigenen Daten zu geben, wäre mit den Schutzziele der EU-DSGVO vereinbar. Um die Bereitschaft der Verkehrsteilnehmer zum Teilen von Daten zu erhöhen, können entsprechende Anreizmechanismen, wie sie in Use Case 5 und Use Case 6 beispielhaft beschrieben sind, über die Blockchain eingerichtet werden. Zudem müssten für die Etablierung eines solchen Systems unterschiedliche Institutionen (wie beispielsweise Mobilitätsdienstleister, Infrastrukturbetreiber, Wetterdienste, Nachrichtendienste, Straßenverkehrsämter, Versicherungen etc.) miteinander kooperieren. In diesem Use Case stellt der Wegfall des Intermediärs zur Verwaltung der Daten eine wesentliche Stärke der Blockchain dar.

Die Potentialabschätzung des beschriebenen Use Case für die Umsetzung in Form einer Blockchain ist in der folgenden Tabelle 16 dargestellt.

| Ausschlussfragen | ja | nein |
|--|----------|------|
| Handelt es sich um einen Geschäftsprozess mit mehreren externen Teilnehmern? | x | |
| Kann/soll auf eine zentrale Datenspeicherung verzichtet werden? | x | |
| Kann auf eine High Performance im Millisekunden-Bereich verzichtet werden? | x | |
| Kann der Datenaustausch im Regelfall internetbasiert/netzwerkbasierend erfolgen? | x | |

| Potentialabschätzung | Punkteanzahl | Punkte |
|---|--------------|--------|
| Soll ein Intermediär ersetzt werden? | 3 | 5 |
| Handelt es sich um digitale Datenbestände, die ausgetauscht werden? | 5 | 5 |
| Fehlt Vertrauen zwischen den Parteien bzw. muss dieses erhöht werden? | 10 | 10 |
| Ist es wichtig, einen unveränderlichen Prüfpfad zu haben? | 10 | 10 |
| Handelt es sich um einen neuen Prozess, der noch nicht digitalisiert wurde? | 5 | 10 |

| | | |
|---|-----------|------------|
| Gibt es viele Eigentümer der Daten? | 10 | 10 |
| Gibt es eine Vielzahl an Datenquellen? | 5 | 5 |
| Ist eine technische Machbarkeit kurz-/mittelfristig realistisch möglich? | 5 | 10 |
| Profitiert das Ökosystem von größerer Transparenz? | 7 | 10 |
| Gibt es technische/betriebswirtschaftliche Vorteile durch den Einsatz? | 5 | 5 |
| Sind bisherige Technologien nicht / bedingt geeignet, um den Use Case abzubilden? | 5 | 10 |
| Sind durch die Realisierung positive Auswirkungen auf den Markt zu erwarten? | 7 | 10 |
| | 77 | 100 |

Tabelle 16: Potentialabschätzung des Use Case 1: Verkehrsinformationsmanagement (Statusmeldungen in Echtzeit)

Use Case 2: Automatisierte Erstellung einer skalierbaren Gesamtverkehrsstatistik

Aus verkehrsplanerischer Sicht und insbesondere in Bezug auf die Identifikation von Gefahrenstellen, Mängeln in der Verkehrsinfrastruktur und Infrastrukturauslastungen stellt eine detaillierte und chronologische Aufzeichnung von flächendeckenden Informationen zum Verkehrsgeschehen erhebliches Potential für die Ableitung von geeigneten Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit sowie zur sinnvollen Planung von zukünftigen Verkehrsinfrastrukturen bzw. eines smarten Kapazitätsmanagements dar: Ein auf Basis der Blockchain betriebenes Verkehrsinformationsmanagement würde gültige und zuverlässige Daten generieren, die mittels zu entwickelnder Algorithmen automatisiert ausgewertet werden und somit Gesamtverkehrsstatistiken erstellen können. Dies würde für einzelne Institutionen (wie beispielsweise Verkehrsleitzentralen, Statistik Austria, Forschungseinrichtungen, ASFINAG, Kuratorium für Verkehrssicherheit, aber auch privaten Mobilitätsanbieter etc.) einen erheblichen Mehrwert in Bezug auf die erfolgreiche Gestaltung des zukünftigen Verkehrsangebotes sowie des Traffic Managements (zum Beispiel Identifikation von notwendigen Verkehrsverlagerungen und Setzung von geeigneten Maßnahmen) darstellen. Zusätzlich zu den automatisch generierten Schlüsselindikatoren könnten Verkehrsprognosen automatisiert erstellt werden. Neben der historischen Erfassung der Daten, der automatisierten Berechnung von Schlüsselindikatoren und der damit verbundenen Ableitung von langfristigen Planungsmaßnahmen stellt auch die Bereitstellung der Informationen in Echtzeit einen erheblichen Mehrwert für die einzelnen Institutionen dar, um auf Störungen im Verkehrssystem rasch reagieren zu können und somit die Ausfallsicherheit des Systems zu erhöhen.

Die Ziele der automatisierten Erstellung einer flächendeckenden Verkehrsstatistik umfassen:

- Automatisierte Berechnung von Schlüsselindikatoren zum Verkehrsgeschehen anhand zu entwickelnder Algorithmen für unterschiedliche Zeitspannen (Tage, Wochen, Monate, Jahre) und Aggregationsniveaus (lokal, regional, national)
- Schaffung einer zuverlässigen und einheitlichen Informationsgrundlage über die historische Entwicklung des Verkehrsgeschehens für Verkehrsleitzentralen und automatisierte Veranschaulichung von wesentlichen verkehrlichen Effekten über die generierten Schlüsselindikatoren zur Ableitung von erforderlichen Planungsmaßnahmen bzw. zur Erstellung von Verkehrsprognosen

Herausforderungen und potentieller Mehrwert durch die Blockchain

Wie bereits Use Case 1, stellt auch die automatisierte Erstellung einer skalierbaren Gesamtverkehrsstatistik eine Zukunftsvision dar, bei der sich im Zuge einer Umsetzung mittels der Blockchain-Technologie einzelne Mehrwerte ergeben könnten. Die Bereitschaft der oben genannten Institutionen zur gemeinsamen Betreuung einer solchen blockchainbasierten Informations- und Auswertungsplattform stellt eine wesentliche Herausforderung dar. Über die Blockchain kann die Zusammenarbeit der Institutionen durch den Wegfall des Intermediärs sowie durch die konkrete Vergabe von Zugriffsrechten erleichtert werden. Mit Hilfe von Smart Contracts könnten in diesem Fall klare Wenn-Dann-Logiken formuliert werden, sodass die automatisierten und standardisierten Berechnungen manipulationssicher ausgeführt und dokumentiert werden (zum Beispiel wenn die Daten X und Y vollständig für ein Monat erhoben sind, dann erfolgt die Berechnung des Schlüsselindikators A anhand des Algorithmus 1). Um die Gültigkeit der erfassten Daten zum Verkehrsgeschehen und der berechneten Schlüsselindikatoren zu gewährleisten, ist zudem eine transparente Informationshistorie erforderlich. Den wesentlichen Mehrwert, den eine Blockchain im Rahmen dieses Use Cases darstellt, ist die exakte Protokollierung von Änderungen der Datenbestände und die damit einhergehende Qualitätssicherung der Daten. Zudem wird durch die dezentrale Speicherung der Daten ein höheres Sicherheitsniveau gewährleistet. Für diesen Use Case müsste allerdings klar formuliert werden, welche Informationen innerhalb der Blockchain abgespeichert werden und welche Rechenoperationen außerhalb der Blockchain abgewickelt werden.

Die Potentialabschätzung des beschriebenen Use Case für die Umsetzung in Form einer Blockchain ist in der folgenden Tabelle 18 dargestellt.

| Ausschlussfragen | ja | nein |
|--|----|------|
| Handelt es sich um einen Geschäftsprozess mit mehreren externen Teilnehmern? | x | |
| Kann/soll auf eine zentrale Datenspeicherung verzichtet werden? | x | |
| Kann auf eine High Performance im Millisekunden-Bereich verzichtet werden? | x | |
| Kann der Datenaustausch im Regelfall internetbasiert/netzwerkbasierend erfolgen? | x | |

| Potentialabschätzung | Punkteanzahl | Punkte |
|---|--------------|------------|
| Soll ein Intermediär ersetzt werden? | 3 | 5 |
| Handelt es sich um digitale Datenbestände, die ausgetauscht werden? | 5 | 5 |
| Fehlt Vertrauen zwischen den Parteien bzw. muss dieses erhöht werden? | 10 | 10 |
| Ist es wichtig, einen unveränderlichen Prüfpfad zu haben? | 10 | 10 |
| Handelt es sich um einen neuen Prozess, der noch nicht digitalisiert wurde? | 8 | 10 |
| Gibt es viele Eigentümer der Daten? | 10 | 10 |
| Gibt es eine Vielzahl an Datenquellen? | 5 | 5 |
| Ist eine technische Machbarkeit kurz-/mittelfristig realistisch möglich? | 5 | 10 |
| Profitiert das Ökosystem von größerer Transparenz? | 9 | 10 |
| Gibt es technische/betriebswirtschaftliche Vorteile durch den Einsatz? | 5 | 5 |
| Sind bisherige Technologien nicht / bedingt geeignet, um den Use Case abzubilden? | 5 | 10 |
| Sind durch die Realisierung positive Auswirkungen auf den Markt zu erwarten? | 5 | 10 |
| | 80 | 100 |

Tabelle 17: Potentialabschätzung des Use Case 2: Automatisierte Erstellung einer skalierbaren Gesamtverkehrsstatistik

Use Case 3: Schaffung einer umfassenden Mobilitätsplattform

Dieser Use Case baut auf dem beschriebenen Projekt OMOS (2019) auf und beschreibt die Idee der Schaffung einer anbieterübergreifenden, offenen und dezentralen Mobilitätsplattform, welche das gesamte bestehende Mobilitätsangebot (inklusive der Nah- und Mikromobilität) bündelt und eine einfache und übersichtliche Interaktion zwischen Anbietern und Nachfragenden ermöglicht. Auf dieser Plattform wird die gesamte Abwicklung der Reise von der Planung, Buchung bis hin zur Bezahlung unter Berücksichtigung der individuellen Präferenzen ermöglicht. Durch die Integration der aktuellen Verkehrsinformation (Use Case 1) kann zudem ein dynamisches Reisemanagement ermöglicht werden (wie beispielsweise die Einbindung von Echtzeit-Informationen über die Reisedstrecke oder die automatische Optimierung der Reiseplanung aufgrund der aktuellen Auslastung im Verkehrsnetz etc.).

Die Ziele der umfassenden Mobilitätsplattform beinhalten:

- Konzentration des gesamten Mobilitätsangebotes auf einer Plattform
- Initiieren eines nutzerfreundlichen Matching-Prozesses aus Angebot und Nachfrage
- Vereinfachung der multimodalen Reiseplanung und -durchführung inkl. allfälliger Zusatzservices (Planung, Buchung, Reservierung, Ticketing) mit Hilfe von digitalen Identitäten
- Übersichtliche und transparente Darstellung der verfügbaren, multimodalen Mobilitätsoptionen
- Automatisierte Anpassung der Tarife in Abhängigkeit von der aktuellen Auslastung (ableitbar über die Integration von Verkehrsinformationen in Echtzeit)

Herausforderungen und potentieller Mehrwert durch die Blockchain

Eine ganzheitliche Mobilitätsplattform ist aufgrund ihrer technologischen sowie organisatorischen Komplexität in der Praxis (für Österreich) noch nicht umgesetzt bzw. ansatzweise im Entstehen (MaaS). Es existieren jedoch bereits zahlreiche internationale Pilotprojekte, welche die Idee eines offenen Mobilitätssystems und die damit einhergehenden neuen Kooperationsformen forcieren (wie zum Beispiel das weiter oben beschriebene Projekt OMOS). Insbesondere bei diesem Use Case ergeben sich durch die erforderliche Zusammenarbeit von zahlreichen heterogenen Akteuren (Reisende, gewerbliche und private Mobilitätsanbieter, Städte, Energieunternehmen, Forschungseinrichtungen, Versicherungen, Behörden) und deren jeweiliger Agenda (z.B. wirtschaftliche Eigeninteressen) Schwierigkeiten in Hinblick auf eine erfolgreiche Realisierung. Ob diesen Herausforderungen durch die Stärken der Blockchain (Schaffung von Vertrauen und Transparenz, Wegfall von Intermediären, Offenheit des Systems) begegnet werden kann, ist aus heutiger Sicht daher fraglich. Aufgrund ihrer dezentral organisierten, sicheren und direkten Transaktionsstruktur stellt die Blockchain jedenfalls das geeignete technologische Medium für die Umsetzung dieses Einsatzszenariums dar, da eine automatisierte und zuverlässige Abrechnung zwischen den Mobilitätsdienstleistern realisiert werden kann. Zudem können personenbezogene Informationen, wie beispielsweise der Führerschein, sicher in der Blockchain hinterlegt werden. In einem zukünftig digital ausgestalteten Mobilitätssystem ist es zudem unerlässlich, dass die digitalen Infrastrukturen, die Reisenden, die Verkehrsmittel, aber auch die Parkplätze

oder die elektrischen Ladesäulen mit individuellen, digitalen Identitäten ausgestattet werden, damit automatisierte Zahlungsprozesse innerhalb dieser Mobilitätsplattform automatisiert und betreiberunabhängig ermöglicht werden können: So können beispielsweise automatisierte Fahrzeuge über die digitale Identität direkt an der Ladesäule bezahlen und der Reisende kann mit einem simplen Buchungsvorgang sämtliche Verkehrsmittel für die geplante Reise buchen und bezahlen. Da das Ticketing grundsätzlich kein Geschäft mit hohen Margen darstellt, ist eine kosteneffiziente Abwicklung von Buchungen, Reservierung und Bezahlungsvorgängen besonders wichtig. Große Vorteile ergeben sich in diesem Einsatzszenarium auch in Bezug auf die Verifikation und Gültigkeit der jeweiligen Berechtigungen (beispielsweise die Gültigkeit eines Tickets), da mit Hilfe der Blockchain automatisierte Mechanismen zur Überprüfung der Echtheit der Daten implementiert werden können. Auch für diesen Use Case muss vorab klar definiert werden, welche Daten innerhalb der Blockchain abgespeichert werden und welche Rechenoperationen (wie zum Beispiel das Routing bzw. die Graphenberechnungen) außerhalb der Blockchain erfolgen.

Die Potentialabschätzung des beschriebenen Use Case für die Umsetzung in Form einer Blockchain ist in der folgenden Tabelle 18 dargestellt.

| Ausschlussfragen | ja | nein |
|--|-----------|-------------|
| Handelt es sich um einen Geschäftsprozess mit mehreren externen Teilnehmern? | x | |
| Kann/soll auf eine zentrale Datenspeicherung verzichtet werden? | x | |
| Kann auf eine High Performance im Millisekunden-Bereich verzichtet werden? | x | |
| Kann der Datenaustausch im Regelfall internetbasiert/netzwerkbasierend erfolgen? | x | |

| Potentialabschätzung | Punkteanzahl | Punkte |
|---|---------------------|---------------|
| Soll ein Intermediär ersetzt werden? | 5 | 5 |
| Handelt es sich um digitale Datenbestände, die ausgetauscht werden? | 5 | 5 |
| Fehlt Vertrauen zwischen den Parteien bzw. muss dieses erhöht werden? | 10 | 10 |
| Ist es wichtig, einen unveränderlichen Prüfpfad zu haben? | 10 | 10 |
| Handelt es sich um einen neuen Prozess, der noch nicht digitalisiert wurde? | 8 | 10 |
| Gibt es viele Eigentümer der Daten? | 10 | 10 |
| Gibt es eine Vielzahl an Datenquellen? | 5 | 5 |
| Ist eine technische Machbarkeit kurz-/mittelfristig realistisch möglich? | 5 | 10 |

| | | |
|---|-----------|------------|
| Profitiert das Ökosystem von größerer Transparenz? | 10 | 10 |
| Gibt es technische/betriebswirtschaftliche Vorteile durch den Einsatz? | 5 | 5 |
| Sind bisherige Technologien nicht / bedingt geeignet, um den Use Case abzubilden? | 7 | 10 |
| Sind durch die Realisierung positive Auswirkungen auf den Markt zu erwarten? | 9 | 10 |
| | 89 | 100 |

Tabelle 18: Potentialabschätzung des Use Case 3: Schaffung einer umfassenden Mobilitätsplattform

Use Case 4: Abbau von Hürden für den erleichterten Marktzugang von innovativen Start Ups und New Playern sowie staatliche Wettbewerbskontrolle

Mit den Bestrebungen zur Schaffung einer umfassenden, mobilitätsdienstleisterübergreifenden Mobilitätsplattform (Use Case 3) ergibt sich das Potential der Integrierbarkeit von Partnerumgebungen (Mobilitätsdienstleistern) unterschiedlicher Größe sowie von gewerblicher als auch privater Natur. Im Rahmen der Entwicklung einer solchen Plattform können daher beispielsweise private Ladestationsbesitzer, Start Ups und auch etablierte Unternehmen ihre Dienstleistungen anbieten, da eine Anbindung über ein frei zugängliches Application Programming Interface (API) ermöglicht wird.

Die Ziele des Abbaus von Hürden für den erleichterten Marktzugang von Start Ups und New Playern sowie einer staatlichen Wettbewerbskontrolle umfassen:

- Abbau von Eintrittsbarrieren: Etablierung eines offenen, blockchainbasierten Mobilitätsnetzwerkes (beispielsweise über die beschriebene Mobilitätsplattform), welches die Einbindung von Mobilitätsdienstleistern privater und gewerblicher Natur mittels frei zugänglichem API ermöglicht
- Sicherstellung der Chancengleichheit und Gleichbehandlung für alle Mobilitätsdienstleister mit Hilfe einer transparenten Transaktionskultur
- Sicherstellung der Datenqualität (Gültigkeit der Daten) für alle Mobilitätsdienstleister sowie für die Endkunden
- Förderung des kreativen Wettbewerbs auf Basis einer offenen, dezentralisierten und digitalisierten Transaktionskultur sowie Überwachung des Wettbewerbes an sich

Herausforderungen und potentieller Mehrwert durch die Blockchain

Für die erfolgreiche Umsetzung eines offenen Mobilitätsnetzwerkes (bzw. einer offenen Mobilitätsplattform) und der Beteiligung von privaten und gewerblichen Mobilitätsdienstleistern ist die Schaffung von Vertrauen und transparenten und fairen Rahmenbedingungen zwischen den teilnehmenden Institutionen wesentlich. Die Blockchain kennzeichnet sich durch Schaffung eines solchen anonymen Vertrauens in Form von sicherer Speicherung relevanter Informationen sowie transparenter Transaktionsabwicklung aus. Mit Hilfe der Blockchain wäre es zukünftig beispielsweise möglich, einzelne Plattformen wie Uber oder auch Airbnb, die Leistungen von Dritten anbieten, direkt über ein einheitliches, offenes und dezentrales Mobilitätsnetzwerk zu bündeln und zu ermöglichen, dass Anbieter und Kunde direkt miteinander in Kontakt treten. In einem solchen Netzwerk dient die Blockchain als Register für Anmeldungen und für die chronologische Erfassung der geschäftlichen Interaktionen und sie ermöglicht die eindeutige und vertrauenswürdige Identifizierung von Kunden und Anbietern. Die Blockchain könnte in diesem Einsatzszenarium auch dazu führen, dass sich in Zukunft verstärkt nutzungsbasierte Preismodelle etablieren, bei denen die Preisgestaltung in Abhängigkeit vom Ausmaß der Nutzung des Angebotes (der verfügbaren Verkehrsmittel) erfolgt.

Die Potentialabschätzung des beschriebenen Use Case für die Umsetzung in Form einer Blockchain ist in der folgenden Tabelle 19 dargestellt.

| Ausschlussfragen | ja | nein |
|--|-----------|-------------|
| Handelt es sich um einen Geschäftsprozess mit mehreren externen Teilnehmern? | x | |
| Kann/soll auf eine zentrale Datenspeicherung verzichtet werden? | x | |
| Kann auf eine High Performance im Millisekundenbereich verzichtet werden? | x | |
| Kann der Datenaustausch im Regelfall internetbasiert/netzwerkbasierend erfolgen? | x | |

| Potentialabschätzung | Punkteanzahl | Punkte |
|---|---------------------|---------------|
| Soll ein Intermediär ersetzt werden? | 5 | 5 |
| Handelt es sich um digitale Datenbestände, die ausgetauscht werden? | 5 | 5 |
| Fehlt Vertrauen zwischen den Parteien bzw. muss dieses erhöht werden? | 10 | 10 |
| Ist es wichtig, einen unveränderlichen Prüfpfad zu haben? | 10 | 10 |
| Handelt es sich um einen neuen Prozess, der noch nicht digitalisiert wurde? | 10 | 10 |
| Gibt es viele Eigentümer der Daten? | 10 | 10 |
| Gibt es eine Vielzahl an Datenquellen? | 5 | 5 |
| Ist eine technische Machbarkeit kurz-/mittelfristig realistisch möglich? | 5 | 10 |
| Profitiert das Ökosystem von größerer Transparenz? | 10 | 10 |
| Gibt es technische/betriebswirtschaftliche Vorteile durch den Einsatz? | 5 | 5 |
| Sind bisherige Technologien nicht / bedingt geeignet, um den Use Case abzubilden? | 7 | 10 |
| Sind durch die Realisierung positive Auswirkungen auf den Markt zu erwarten? | 10 | 10 |

92**100**

Tabelle 19: Potentialabschätzung des Use Case 4: Abbau von Hürden für den erleichterten Marktzugang von innovativen Start Ups und New Playern

Use Case 5: Umfassende Plattform für Energiedatenmanagement und –austausch zur Förderung von Elektromobilität

Nach Strüker et al. (2019) verfügt die Blockchain über Potential zur Optimierung von Energiemanagementprozessen insbesondere in Bezug auf die Integration von zunehmend dezentralisierten Energiesystemen. Daher stellt das einheitliche Management von Transaktionsprozessen an E-Ladestationen sowie das Vorantreiben des flächendeckenden Ausbaus von E-Ladestationen zur Ermöglichung des ubiquitären Aufladens der Batterie ein weiteres Einsatzszenarium der Blockchain im Bereich der Personenmobilität dar. Durch die Entwicklung eines einheitlichen Bezahlsystems an Ladestationen sowie durch die Schaffung eines Integrationspunktes für private und gewerbliche Betreiber von Ladeinfrastrukturen können Anreizwirkungen zur stärkeren Nutzung der Elektromobilität im Sinne einer erhöhten Nutzerfreundlichkeit bei der Abwicklung von Transaktionsprozessen (automatisierte Bezahlvorgänge an Ladestationen unterschiedlicher Betreiber) geschaffen werden. Vereinzelt gibt es in Bezug auf die E-Ladeinfrastruktur konkret umgesetzte Projekte, wie beispielsweise jenes des Wiener Blockchain-Start Ups Riddle & Code: Das Start Up stellt einen der führenden Anbieter von blockchainbasierten End-to-End Lösungen dar und hat eine blockchainbasierte E-Ladestation im 2. Wiener Gemeindebezirk umgesetzt. Da insbesondere auch in diesem Einsatzbereich die Gefahr besteht, dass sich eine Vielzahl an kleinen, voneinander unabhängigen Lösungen entwickelt, sollte hier der Austausch zwischen maßgeblichen Akteuren (wie beispielsweise Energieerzeuger, Flottenmanager, gewerbliche und private Ladestationsbetreiber, Finanzdienstleister und e-Automobilhersteller) erfolgen, um konkrete Rahmenbedingungen für die Schaffung einer einheitlichen, blockchainbasierten Plattform für Energiedatenmanagement und -austausch zu definieren und deren Realisierung voranzutreiben.

Die Ziele der umfassenden Plattform für Energiedatenmanagement und -austausch umfassen:

- Schaffung von Interoperabilität und Infrastrukturkosteneinsparungen
- Schaffung eines Integrationspunktes für private und gewerbliche Betreiber von Ladestationen
- Schaffung eines Integrationspunktes zur Einbindung von dezentralen Energiesystemen (wie beispielsweise Photovoltaik-Anlagen)
- Erhöhung der Nutzerfreundlichkeit und Nutzungsbereitschaft: Entwicklung eines einheitlichen Bezahlsystems, Ermöglichen einfacher Transaktionsprozesse
- Veranschaulichung der aktuellen Auslastung und effizientere Nutzung der Ladeinfrastruktur

Herausforderungen und potentieller Mehrwert durch die Blockchain

Die Schaffung einer einheitlichen Plattform für das Energiedatenmanagement und -austausch stellt eine Anreizwirkung (leichteren Markteintritt) für private und kleinere Ladestationsanbieter dar, sich dem Netzwerk anzuschließen. Die Blockchain-Technologie ermöglicht es, sehr kleine Energieflüsse und Transaktionsprozesse bei geringsten Transaktionskosten exakt verfolgen und organisieren zu können (wie beispielsweise Investitionen in Erzeugungsanlagen, Einkauf von Energie-Kleinmengen und deren Verarbeitung, Abrechnung und flexible Lieferung). Die Blockchain stellt hier durch kontrollierte Datennutzung (Datensouveränität) einen Mehrwert bei der Bewältigung dieser steigenden Transaktionskomplexität dar (Strüker et al., 2019). Die Erstellung einer einheitlichen Plattform für Energiedatenmanagement und -

austausch zur Förderung von Elektromobilität erfordert neben der Beteiligung von privaten und gewerblichen Anbietern zudem die Kooperation von Dienstleistern aus dem Verkehrs- und Energiebereich. Die Blockchain und die mit ihr einhergehenden vertrauenswürdigen Netzwerkmöglichkeiten können geeignete Rahmenbedingungen für die Schaffung einer fairen Zusammenarbeit ermöglichen. Dies betrifft insbesondere die Einbindung der komplexen regulatorischen Vorgaben, die in der Energiewirtschaft eingehalten werden müssen und eventuell über Kontrollmechanismen im Rahmen von intelligenten Verträgen automatisiert geprüft werden können. Dadurch können Prozessoptimierungen (Sicherstellung der Einhaltung der regulatorischen Vorgaben sowie der Datenqualität) ermöglicht und Einsparung in einzelnen Geschäftsbereichen ermöglicht werden. In diesem Einsatzszenarium wird erneut die Bedeutung der digitalen Identitäten insbesondere für die Abrechnung an den Ladestationen ersichtlich: Ladestationen, Kunde und zukünftig das automatisierte Fahrzeug selbst benötigen eine jeweilige digitale Identität, damit der automatisierte Bezahlvorgang vertrauenswürdig abgewickelt werden kann. Zudem ergibt sich in diesem Einsatzszenarium mit Hilfe der digitalen Identitäten auch die Möglichkeit der Verknüpfung von Ladestationen und Smart Grids im Sinne eines zusammenhängenden Stromkreislaufes (so können beispielsweise PKWs zu Energielieferanten in Form von „anzapfbaren“ Batterien werden).

Die Potentialabschätzung des beschriebenen Use Case für die Umsetzung in Form einer Blockchain ist in der folgenden Tabelle 20 dargestellt.

| Ausschlussfragen | ja | nein |
|--|-----------|-------------|
| Handelt es sich um einen Geschäftsprozess mit mehreren externen Teilnehmern? | x | |
| Kann/soll auf eine zentrale Datenspeicherung verzichtet werden? | x | |
| Kann auf eine High Performance im Millisekundenbereich verzichtet werden? | x | |
| Kann der Datenaustausch im Regelfall internetbasiert/netzwerkbasierend erfolgen? | x | |

| Potentialabschätzung | Punkteanzahl | Punkte |
|---|---------------------|---------------|
| Soll ein Intermediär ersetzt werden? | 5 | 5 |
| Handelt es sich um digitale Datenbestände, die ausgetauscht werden? | 5 | 5 |
| Fehlt Vertrauen zwischen den Parteien bzw. muss dieses erhöht werden? | 10 | 10 |
| Ist es wichtig, einen unveränderlichen Prüfpfad zu haben? | 10 | 10 |
| Handelt es sich um einen neuen Prozess, der noch nicht digitalisiert wurde? | 5 | 10 |
| Gibt es viele Eigentümer der Daten? | 10 | 10 |
| Gibt es eine Vielzahl an Datenquellen? | 5 | 5 |
| Ist eine technische Machbarkeit kurz-/mittelfristig realistisch möglich? | 5 | 10 |
| Profitiert das Ökosystem von größerer Transparenz? | 10 | 10 |
| Gibt es technische/betriebswirtschaftliche Vorteile durch den Einsatz? | 5 | 5 |
| Sind bisherige Technologien nicht / bedingt geeignet, um den Use Case abzubilden? | 7 | 10 |
| Sind durch die Realisierung positive Auswirkungen auf den Markt zu erwarten? | 9 | 10 |

86**100**

Tabelle 20: Potentialabschätzung des Use Case 5: Umfassende Plattform für Energiedatenmanagement und -austausch

Use Case 6: Setzen von Anreizmechanismen zur Förderung von aktiver Mobilität (Bonussysteme)

Wie bereits in Kapitel 2.5 erläutert, wird im Bereich der Verkehrswirtschaft oft konstatiert, dass Verkehrsmittelentscheidungen nicht rational getroffen werden bzw. wird kritisiert, dass bestimmte Aspekte wie beispielsweise Nachhaltigkeit seitens der Verkehrsteilnehmer nur unzureichend berücksichtigt werden. Zudem wurden blockchainbasierte Anreizsysteme auf Basis von Token (Nudging) skizziert und deren Potential zur Nutzbarmachung aktiver Mobilitätsformen oder der Verwendung des ÖPNV beschrieben. Einen möglichen Hebel für Verhaltensänderungen in Richtung aktiver Mobilität seitens der Verkehrsteilnehmer stellt daher beispielsweise die Einführung eines blockchainbasierten Mobilitätskontos (welches mit der beschriebenen Mobilitätsplattform aus Use Case 3 verknüpft ist) und eines zugehörigen tokenbasierten Belohnungssystems (beispielsweise in Form eines Activity-Coins) und eines persönlichen Gesundheitsassistenten (Avatar) dar.

Die Ziele der Anreizmechanismen zur Förderung von aktiver Mobilität durch Bonussysteme umfassen:

- Behutsame Umgestaltung von Entscheidungssituationen mit Hilfe von Nudging
- Einrichtung eines persönlichen Mobilitätsassistenten (Avatar), der Verkehrsteilnehmer in Bezug auf aktive Mobilität berät
- Entwicklung eines Bonussystems zur Förderung einer gesundheitsbewussten und aktiven Mobilität (z. B. durch die Nutzung von Leihrädern, eScootern oder durch die zurückgelegten Schritte pro Tag)
- Zukünftig: Vernetzung des blockchainbasierten Mobilitätskontos mit dem blockchainbasierten Versicherungskonto

Herausforderungen und potentieller Mehrwert durch die Blockchain

Die Regeln des zu entwickelnden Bonussystems sowie der zugehörigen Punkteermittlung können mit Hilfe eines Smart Contracts umgesetzt werden. Die Verarbeitung von personenbezogenen und gesundheitsbezogenen Daten ist dabei besonders sensibel. Ein blockchainbasiertes Mobilitätskonto ermöglicht es dem Nutzer, die persönlichen Daten unter dem Schutz der verschlüsselten Blockchain abzulegen.

Die Potentialabschätzung des beschriebenen Use Case für die Umsetzung in Form einer Blockchain ist in der folgenden Tabelle 21 dargestellt.

| Ausschlussfragen | ja | nein |
|--|-----------|-------------|
| Handelt es sich um einen Geschäftsprozess mit mehreren externen Teilnehmern? | x | |
| Kann/soll auf eine zentrale Datenspeicherung verzichtet werden? | x | |
| Kann auf eine High Performance im Millisekunden-Bereich verzichtet werden? | x | |
| Kann der Datenaustausch im Regelfall internetbasiert/netzwerkbasierend erfolgen? | x | |

| Potentialabschätzung | Punkteanzahl | Punkte |
|---|---------------------|---------------|
| Soll ein Intermediär ersetzt werden? | 3 | 5 |
| Handelt es sich um digitale Datenbestände, die ausgetauscht werden? | 5 | 5 |
| Fehlt Vertrauen zwischen den Parteien bzw. muss dieses erhöht werden? | 5 | 10 |
| Ist es wichtig, einen unveränderlichen Prüfpfad zu haben? | 5 | 10 |
| Handelt es sich um einen neuen Prozess, der noch nicht digitalisiert wurde? | 5 | 10 |
| Gibt es viele Eigentümer der Daten? | 5 | 10 |
| Gibt es eine Vielzahl an Datenquellen? | 3 | 5 |
| Ist eine technische Machbarkeit kurz-/mittelfristig realistisch möglich? | 10 | 10 |
| Profitiert das Ökosystem von größerer Transparenz? | 3 | 10 |
| Gibt es technische/betriebswirtschaftliche Vorteile durch den Einsatz? | 5 | 5 |
| Sind bisherige Technologien nicht / bedingt geeignet, um den Use Case abzubilden? | 10 | 10 |
| Sind durch die Realisierung positive Auswirkungen auf den Markt zu erwarten? | 10 | 10 |

69

100

Tabelle 21: Potentialabschätzung des Use Case 6: Setzen von Anreizmechanismen zur Förderung von aktiver Mobilität

Use Case 7: Verschneidung von Mobilitätsangeboten mit Smart City Services

Ein Beispiel zur möglichen Verschneidung von Mobilitätsangeboten mit Smart City Services ist die Entwicklung einer Plattform, auf der Mobilitäts- und weitere Smart City Services miteinander verknüpft werden. Diese Plattform ermöglicht einen nutzerfreundlichen und einfachen Zugriff auf die kommunalen Services in der intelligenten Stadt (wie Bibliotheken, Schwimmbäder, öffentliche Verkehrsmittel oder Museen). Die Plattform kann beispielsweise über die Entwicklung einer mobilen App realisiert werden und als Bücherausweis, Dauerkarte für das Schwimmbad, Ticket für den öffentlichen Verkehr oder für den Eintritt in Museen oder Stadttheatern genutzt werden. Aber auch weitere relevante Transaktion, wie beispielsweise die Bezahlung von Müllgebühren, kann über eine solche App abgewickelt werden. Für die Stadt Wien wurde dieses Einsatzszenarium in einigen Grundzügen mit der Idee des „Wien Tokens“ skizziert (Trending Topics, 2018).

Die Ziele der Verschneidung von Mobilitätsangeboten mit Smart City-Services umfassen:

- Umfassender, digitalisierter Zugang zu lokalen Dienstleistungen: Entwicklung einer Plattform bzw. mobilen App für den digitalisierten Zugriff auf Smart City Services wie Bibliotheken, Schwimmbäder, öffentliche Verkehrsmittel, Museen, Theater etc.
- Automatisierte Abrechnung der Nutzung einzelner kommunaler Dienstleistungen

Herausforderungen und potentieller Mehrwert durch die Blockchain

Insbesondere in Bezug auf die digitalen Identitäten und die sichere Abwicklung von Transaktionsprozessen kann die Blockchain ein geeignetes Medium für die Verknüpfung von Mobilitätsangeboten mit weiteren Smart City-Anwendungen darstellen. Für die erfolgreiche Realisierung eines übergreifenden Smart City Services sind rechtssichere und digitale Verträge erforderlich, die automatisch abgeschlossen und umgesetzt werden. Innerhalb einer Blockchain müsste sich der Nutzer der Smart City Services nur einmalig registrieren und durch das hohe Automatisierungspotential von Smart Contracts könnten die angebotenen Services im Anschluss dauerhaft oder auch zeitlich limitiert freigeschalten werden. Mit Hilfe von GPS-Ticketing wäre es beispielsweise möglich, für den öffentlichen Verkehr das automatisierte Bezahlen von Einzelfahrten zu ermöglichen.

Die Potentialabschätzung des beschriebenen Use Case für die Umsetzung in Form einer Blockchain ist in der folgenden Tabelle 22 dargestellt.

| Ausschlussfragen | ja | nein |
|--|-----------|-------------|
| Handelt es sich um einen Geschäftsprozess mit mehreren externen Teilnehmern? | x | |
| Kann/soll auf eine zentrale Datenspeicherung verzichtet werden? | x | |
| Kann auf eine High Performance im Millisekunden-Bereich verzichtet werden? | x | |
| Kann der Datenaustausch im Regelfall internetbasiert/netzwerkbasiert erfolgen? | x | |

| Potentialabschätzung | Punkteanzahl | Punkte |
|---|---------------------|---------------|
| Soll ein Intermediär ersetzt werden? | 5 | 5 |
| Handelt es sich um digitale Datenbestände, die ausgetauscht werden? | 5 | 5 |
| Fehlt Vertrauen zwischen den Parteien bzw. muss dieses erhöht werden? | 6 | 10 |
| Ist es wichtig, einen unveränderlichen Prüfpfad zu haben? | 8 | 10 |
| Handelt es sich um einen neuen Prozess, der noch nicht digitalisiert wurde? | 6 | 10 |
| Gibt es viele Eigentümer der Daten? | 10 | 10 |
| Gibt es eine Vielzahl an Datenquellen? | 5 | 5 |
| Ist eine technische Machbarkeit kurz-/mittelfristig realistisch möglich? | 10 | 10 |
| Profitiert das Ökosystem von größerer Transparenz? | 6 | 10 |
| Gibt es technische/betriebswirtschaftliche Vorteile durch den Einsatz? | 5 | 5 |
| Sind bisherige Technologien nicht / bedingt geeignet, um den Use Case abzubilden? | 6 | 10 |
| Sind durch die Realisierung positive Auswirkungen auf den Markt zu erwarten? | 10 | 10 |

82**100**

Tabelle 22: Potentialabschätzung des Use Case 7: Verschneidung von Mobilitätsangeboten mit Smart City Services

Use Case 8: Verschneidung von Mobilitätsangeboten mit Augmented Reality

Die Verschneidung von Mobilitätsangeboten mit AR-Device wie beispielsweise Smart Glasses kann einen Beitrag zur erfolgreichen Etablierung von „Seamless Mobility as a Service“ darstellen und insbesondere die emotionalen Bedürfnisse bzw. das emotionale Erlebnis bei der Nutzung eines Mobilitätsangebotes bzw. bei der Navigation durch den öffentlichen Raum erhöhen. Smart Glasses stellen eine aufstrebende Technologie im Bereich der Augmented Reality dar und können Echtzeitinformationen in das Sichtfeld des Nutzers übertragen, ohne dass der Nutzer den Blick von der Umgebung auf ein anderes Endgerät (wie Smartwatch, Smartphone oder Tablet) wenden muss. Ein Unternehmen, welches Smart Glasses in Kombination mit einer Blockchain entwickelt, ist beispielsweise Lucyd (Lucyd, 2019).

Die Ziele der Verschneidung von Mobilitätsangeboten mit Augmented Reality umfassen:

- Erhöhung des Nutzererlebnisses während der Nutzung eines Mobilitätsangebotes durch eine sinnvolle Überlagerung der digitalen und der realen Welt (etwa für Personen mit besonderen Bedürfnissen, Touristen etc.)
- Einbindung von Echtzeitinformationen aus dem aktuellen Verkehrsgeschehen (Use Case 1) und des aktuellen Mobilitätsangebotes (Use Case 3) in AR-Devices wie beispielsweise Smart Glasses

Herausforderungen und potentieller Mehrwert durch die Blockchain

Mit Hilfe der Ausweisung von digitalen Identitäten können AR-Devices (wie beispielsweise Smart Glasses) mit dem persönlichen Mobilitätskonto und darin abgespeicherten Nutzungspräferenzen verknüpft werden und somit persönliche und verhaltensbezogene Daten über die Blockchain sinnvoll und sicher in die Augmented Reality eingebettet werden.

Die Potentialabschätzung des beschriebenen Use Case für die Umsetzung in Form einer Blockchain ist in der folgenden Tabelle 23 dargestellt.

| Ausschlussfragen | ja | nein |
|--|-----------|-------------|
| Handelt es sich um einen Geschäftsprozess mit mehreren externen Teilnehmern? | x | |
| Kann/soll auf eine zentrale Datenspeicherung verzichtet werden? | x | |
| Kann auf eine High Performance im Millisekunden-Bereich verzichtet werden? | x | |
| Kann der Datenaustausch im Regelfall internetbasiert/netzwerkbasiert erfolgen? | x | |

| Potentialabschätzung | Punkteanzahl | Punkte |
|---|---------------------|---------------|
| Soll ein Intermediär ersetzt werden? | 5 | 5 |
| Handelt es sich um digitale Datenbestände, die ausgetauscht werden? | 5 | 5 |
| Fehlt Vertrauen zwischen den Parteien bzw. muss dieses erhöht werden? | 7 | 10 |
| Ist es wichtig, einen unveränderlichen Prüfpfad zu haben? | 10 | 10 |
| Handelt es sich um einen neuen Prozess, der noch nicht digitalisiert wurde? | 10 | 10 |
| Gibt es viele Eigentümer der Daten? | 10 | 10 |
| Gibt es eine Vielzahl an Datenquellen? | 5 | 5 |
| Ist eine technische Machbarkeit kurz-/mittelfristig realistisch möglich? | 7 | 10 |
| Profitiert das Ökosystem von größerer Transparenz? | 8 | 10 |
| Gibt es technische/betriebswirtschaftliche Vorteile durch den Einsatz? | 5 | 5 |
| Sind bisherige Technologien nicht / bedingt geeignet, um den Use Case abzubilden? | 10 | 10 |
| Sind durch die Realisierung positive Auswirkungen auf den Markt zu erwarten? | 10 | 10 |

92**100**

Tabelle 23: Potentialabschätzung des Use Case 8: Verschneidung von Mobilitätsangeboten mit Augmented Reality

Reflexion der Use Cases unter Berücksichtigung der bmvit Themenkomplexe im Bereich Personenverkehr

Die im vorangegangenen Kapitel durchgeführte Abschätzung hinsichtlich des Blockchain-Implementierungspotentials der einzelnen Use Cases stellt eine erste Form der Szenarienevaluierung dar.

Im Zuge der Evaluierung werden zudem erneut die aktuellen Themenkomplexe in der Personenmobilität (BMVIT, 2018) herangezogen und für jeden dieser sechs Themenkomplexe spezifische Herausforderungen identifiziert, welchen mit dem entwickelten Ansatz des blockchainbasierten Mobilitätsökosystem begegnet werden kann. Das Ergebnis dieser Verschneidung ist in der Abbildung 17 zu entnehmen. Hierbei zeigt sich, dass die Komponenten „Informieren“, „Mobilisieren“, „Incentivieren“ und „Vernetzen“ sowie die zugehörigen Einsatzszenarien (Use Case 1 bis Use Case 8) zahlreiche Herausforderungen in sämtlichen Themenkomplexen der Personenmobilität adressieren. Obwohl die Blockchain in der FTI-Agenda Personenmobilität (BMVIT, 2018) nur unter Themenkomplex 3 „Neue öffentlich nutzbare Mobilitätsangebote“ als Schlüsseltechnologie ausgewiesen wird, zeigt sich durch die Analyse der Einsatzgebiete und der Einsatzszenarien der Blockchain in der Personenmobilität, dass die Blockchain zukünftig eine Schlüsseltechnologie in sämtlichen Themenkomplexen der Personenmobilität einnehmen wird. Über die beschriebenen Einsatzszenarien hinaus werden in den im nächsten Kapitel güterverkehrsspezifische Anwendungsfelder expliziert. Danach erfolgt eine Kurzdarstellung weiterer Anwendungspotentiale der Blockchain, die sowohl in der Personen- als auch in der Gütermobilität relevant sind.

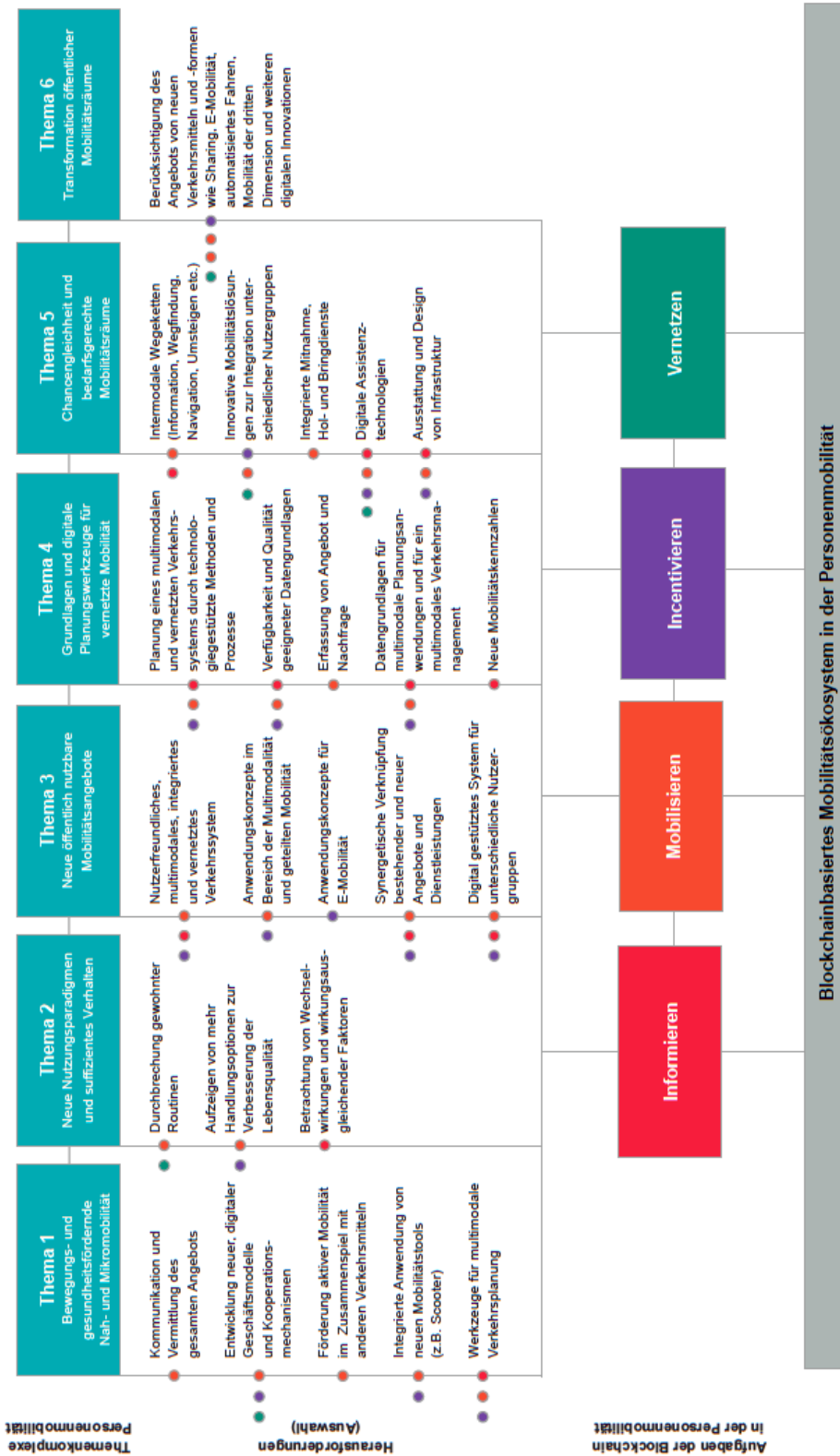


Abbildung 17: Zuordnung von ausgewählten Themenkomplexen und Herausforderungen

4. Anwendungsfelder in der Gütermobilität

In Arbeitspaket 4 werden Anwendungsfelder der Blockchain-Technologie im Bereich der Gütermobilität identifiziert und darauf aufbauend ausgewählte Use-Cases charakterisiert und evaluiert. Das Arbeitspaket 4 und der korrespondierende Aufbau dieses Kapitels gliedern sich in die folgenden drei Arbeitsschritte:

AS 4.1: Kreative Szenarienfindung

AS 4.2: Szenarienmodellierung

AS 4.3: Szenarienevaluierung



Abbildung 18: Vorgehensweise Arbeitspaket 4 - Gütermobilität

In Tabelle 24 findet sich eine Übersicht zur dreistufigen Vorgehensweise des Arbeitspakets.

| Arbeitsschritt | Methode | Wichtige Termine |
|---|---|---|
| AS 4.1 Kreative Szenarienfindung | <ul style="list-style-type: none"> - Literatur- und Dokumentenanalyse - Brainstormings - ExpertInnenworkshop | <ul style="list-style-type: none"> - ExpertInnenworkshop I am 19.07.2018 |
| AS 4.2 Szenarienmodellierung | <ul style="list-style-type: none"> - Konsolidierung im Konsortium - ExpertInneninterviews - Einbindung des Projektbeirates | <ul style="list-style-type: none"> - Beiratsmeeting I am 14.08.2018 - ExpertInneninterviews (08/2018 bis 10/2018) |
| AS 4.3 Szenarienevaluierung | <ul style="list-style-type: none"> - ExpertInnenworkshop, - Konsolidierung im Konsortium, - Einbindung des Projektbeirates, - Abstimmung mit dem Auftraggeber | <ul style="list-style-type: none"> - ExpertInneninterviews 09/2018 bis 11/2018 - Beiratsmeeting II am 06.09.2018 - Abstimmung mit BMVIT am 4.12.2018 - Beiratsmeeting III am 19.12.2018 - Abstimmung mit BMVIT am 01.02.2019 |

Tabelle 24: Arbeitsschritte, Methoden und wichtige Termine im Arbeitspaket 4

Die Ziele des Arbeitspaketes 4 umfassen:

- Definition relevanter Einsatzbereiche der Blockchain-Technologie in der Gütermobilität
- Identifikation von Anwendungsszenarien (Use-Cases) und das Aufzeigen notwendiger Realisierungsmaßnahmen (Prioritätenreihung)
- Einschätzung der Praxistauglichkeit und des Realisierungsaufwandes der einzelnen Use-Cases hinsichtlich der Umsetzung der Blockchain-Technologie
- Definition von Schnittstellen und parallelen Anwendungsbereichen mit dem Bereich Personenverkehr

4.1. Identifikation von Einsatzmöglichkeiten der Blockchain in der Gütermobilität

Der Güterverkehr stellt eine wesentliche Voraussetzung für wirtschaftlichen Erfolg und die Erreichung und Erhaltung von Wohlstand dar. Aus diesem Grund sind Fragestellungen aus dem Bereich der Gütermobilität immer auch im Zusammenhang mit gesellschaftlichen und politischen Zielsetzungen zu untersuchen. Nicht zuletzt, da mit einem erhöhten Güterverkehrsaufkommen nicht nur positive Effekte, sondern beispielsweise auch negative Externalitäten (u.a. Feinstaub- und CO₂-Emissionen) verbunden sind.

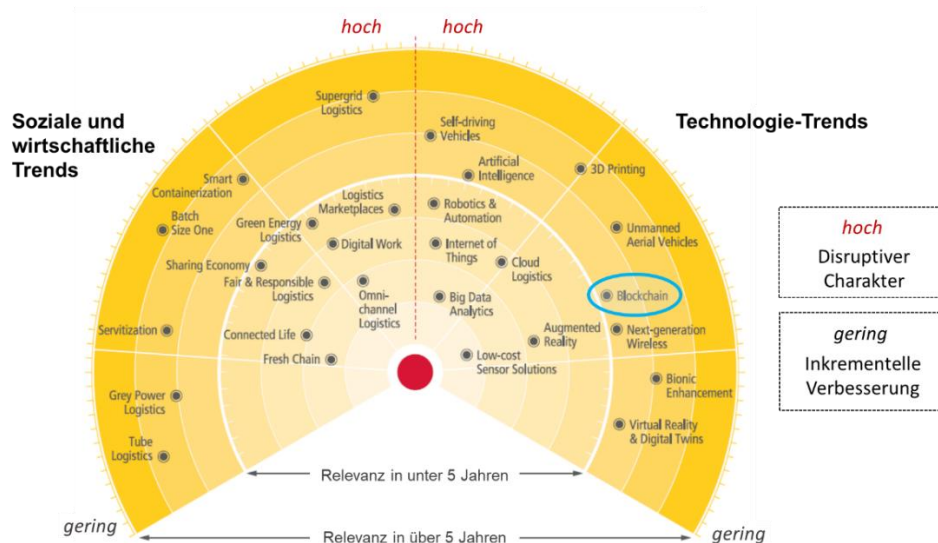


Abbildung 19: Logistiktechnologie-Radar, Version 2018/19¹²

Mobilitätstechnologien und Innovationen im Verkehrsbereich können u.a. dabei unterstützen, die Service- und Produktqualität von Logistikdienstleistungen zu verbessern, Effizienzsteigerungen zu realisieren, die Sicherheit im Verkehrsbereich zu erhöhen oder die Implementierung von ökologisch effektiven Logistikkonzepten und damit die Erreichung von Nachhaltigkeitszielen zu fördern. Digitalisierungs- und

¹² vgl. DHL (2018)

Automatisierungsprozesse finden derzeit in nahezu allen Bereichen der Gütermobilität statt und erfassen unterschiedliche Verkehrsträger entlang von Wertschöpfungsketten.

Die spezifischen Potenziale und Herausforderungen unterschiedlicher Technologien und innovativer Produkte sind zum Teil jedoch noch nicht umfassend untersucht. Um die domänenspezifischen Potentiale und Herausforderungen der Blockchain zu erforschen, wurden in einem ersten Arbeitsschritt (kreative Szenarienfindung) relevante Einsatzbereiche für diese Technologie in der Gütermobilität identifiziert.

Basierend auf Literatur- und Dokumentenanalysen sowie unter dem Einsatz von Kreativmethoden (Workshops und Brainstormings) wurden insbesondere jene Prozesse in der Gütermobilität genauer untersucht, die durch einen hohen Daten- und Informationsaustausch bzw. hohe Interaktionsgrade der StakeholderInnen charakterisiert sind.

Im Zuge der kreativen Szenarienfindung wurden daher insbesondere Themenkomplexe mit unternehmensbereichs- und unternehmensübergreifendem Charakter sowie Einsatzgebiete mit hohen Fragmentierungsgraden bzw. Koordinationsanforderungen untersucht.

Die identifizierten Einsatzgebiete der Blockchain-Technologie in der Gütermobilität werden im nächsten Abschnitt differenziert nach

- Literatur- und Dokumentenanalyse
- ExpertInnenworkshop und ExpertInneninterviews

dargestellt. Diese Unterscheidung ist sinnvoll, da die vorwiegend auf Basis internationaler wissenschaftlicher Arbeiten und Pilotprojekte identifizierten Einsatzbereiche von jenen, die gemeinsam mit Expertinnen und Experten aus Österreich entwickelt wurden, differenziert werden können.

Implementierungsmöglichkeiten der Blockchain in der Gütermobilität:

Ergebnisse aus der Literatur- und Dokumentenanalyse

In der folgenden Tabelle 25 findet sich eine Zusammenstellung ausgewählter Projekte, die sich mit der Anwendung der Blockchain-Technologie im Bereich der Gütermobilität beschäftigen.

Es handelt sich dabei um bereits realisierte, sich in der Testphase befindende oder konzeptionell- theoretische Implementierungsmöglichkeiten der Blockchain-Technologie in der Gütermobilität. Die Kategorisierung erfolgt anhand von thematischen Feldern, wobei Anwendungen, die zwei oder mehrere Dimensionen adressieren, jeweils zu der am besten passenden Kategorie zugeordnet wurden.

| Unternehmen | Beschreibung |
|---|---|
| Kategorie 1: Herkunftsnachweise und Nachverfolgung von Produkten | |
| Alibaba Australia & PricewaterhouseCoopers | Das von Alibaba und der Unternehmensberatung PwC initiierte Food Trust Framework dient zur lückenlosen Rückverfolgung von Produkten entlang der Wertschöpfungskette (vgl. Bartels, 2018). |

| Unternehmen | Beschreibung |
|----------------------------|---|
| Carrefour | Der französische Lebensmittelkonzern Carrefour setzt die Blockchain als einer der ersten europäischen Konzerne zur Nachverfolgung von Produkten ein. Jedes Produktetikett erhält einen QR-Code, den VerbraucherInnen mit ihrem Smartphone scannen können. So erhalten sie Informationen über das Produkt und die zurückgelegte Strecke – von der Aufzucht der Tiere bis zur Aufstellung der Ware im Regal (Carrefour, 2018). |
| Wal-Mart & IBM Food Safety | Analog zu den Beispielen von und Alibaba (s.o.), Carrefour (s.o.) und Provenance (s.u.) strebt Wal-Mart in den USA eine höhere Transparenz entlang der Lieferketten bei Lebensmitteln, frischen Produkten sowie bei Kleidung an. Darüber hinaus sollen auf einer Blockchain-Plattform zukünftig auch Zahlungen abgebildet werden. Hierzu setzt das Unternehmen auf eine gemeinsam mit dem Technologieunternehmen IBM konzipierte Blockchain-Lösung (vgl. Corkery & Popper, 2018). |
| DORÆ | DORÆ bezeichnet sich selbst als globale, blockchainbasierte, physische Rohstoffwolke. NutzerInnen sollen bei der Identifizierung der Herkunft von Rohstoffen unterstützt werden und eine umfassendere und transparentere Sicht auf die Herkunft der in der Produktion verwendeten Materialien erhalten. Indem DORÆ die gesamten Aktivitäten entlang der Wertschöpfungskette protokolliert, soll die Transparenz in Supply Chains steigen (vgl. DORÆ, 2018). |
| Vechain | Beim Produkt von Vechain werden Pakete und Vermögenswerte, insbesondere Luxusgüter, mit einem eindeutig identifizierbaren Chip versehen, der einen privaten Schlüssel enthält, welcher die Eigentumsinformationen widerspiegelt. Diese Information ist in der Blockchain gespeichert und kann zur Feststellung des tatsächlichen Eigentümers jederzeit eindeutig überprüft werden (vgl. Vechain, 2018). |
| ShipChain | Auch ShipChain baut eine Tracking-and-Tracing-Plattform auf, welche die Blockchain nutzt, um Provenienz und Effizienz entlang der Lieferkette durch intelligente Verträge zu verbessern. Sie erfassen jeden Schritt des Lieferkettenprozesses entweder in ihrer Haupt-Blockchain oder in ihrer Sidechain, um sowohl die Transparenz im Netzwerk als auch die Kommunikation zwischen am Prozess beteiligten StakeholderInnen zu verbessern (vgl. Shipchain, 2018). |
| Zego | Zego ist ein Lebensmittel- und Snack-Unternehmen, das Tracking-and-Tracing-Lösungen auf Basis der Blockchain in seine Lebensmittelversorgungskette integriert hat. Ein primäres Ziel war es beispielsweise, zu erkennen, woher krebserregende Glyphosate stammen (vgl. Zego, 2018). |
| Everledger | EverLedger hat eine Blockchain-Anwendung entwickelt, die Assets im Laufe ihres Lebenszyklus verfolgt. Ein besonderes Einsatzgebiet ist Tracking und Tracing in Wertschöpfungsketten für Diamanten. Aufgrund des hohen Wertes von Diamanten entsteht durch Versicherungsbetrug jährlich ein Schaden in Höhe von 45 Milliarden USD. Darüber hinaus werden oft verbotene bzw. nicht für den Markt zugelassene Produkte verkauft. Die Blockchain von EverLedger kann ein Asset bis zu seinem Ursprung zurückverfolgen, um so bei Diebstahl zu helfen und die Echtheit zu belegen (vgl. Everledger, 2018). |

| Unternehmen | Beschreibung |
|------------------------|--|
| Provenance | Das Projekt Provenance ermöglicht es den Unternehmen, das Vertrauen der VerbraucherInnen in Waren und ihre Lieferkette zu erhöhen. Die Blockchain-Technologie bildet eine Basis, um eine transparentere, digitale Aufzeichnung der Reise eines physischen Produkts durch die Lieferkette zu erstellen. Primäres Ziel ist es, den Konsumentinnen und Konsumenten bessere Produktinformationen zur Verfügung zu stellen und verantwortungsbewusste EinzelhändlerInnen und HerstellerInnen zu belohnen (vgl. Provenance, 2018). |
| Eximchain | Das öffentliche Blockchain-Netzwerk von Eximchain ermöglicht Datenschutz, Skalierbarkeit und Sicherheit für die Lieferkette. Von Eximchain betriebene Supply Chain-Lösungen helfen Unternehmen, Informationen effizienter und sicherer miteinander zu verknüpfen, Transaktionen automatisiert durchzuführen und Daten auszutauschen. Ihre aktuellen Anwendungen der Blockchain-Technologie umfassen die Finanzierung der Lieferkette, Beschaffung und Bestandsverwaltung (vgl. Eximchain, 2018). |
| OriginTrail | OriginTrail ist ein Protokoll für Lieferketten, das auf der Blockchain-Technologie basiert. Auch diese Lösung hat zum Ziel, die Integrität und Zuverlässigkeit der Lieferkettendaten zu erhöhen (vgl. OriginTrail, 2018). |
| T-Mining | T-Mining ist ein Unternehmen, das Logistikplattformen die Möglichkeit gibt, blockchainbasierte Softwarelösungen zu entwickeln, indem eine Reihe vorgefertigter Komponenten eingesetzt wird. Die Lösung nutzt eine Bibliothek proprietärer, intelligenter Verträge für Logistik, Governance-Toolkits für dezentrale Netzwerke und APIs, die in vorhandene Software integriert werden können und die Interoperabilität erhöhen (vgl. T-Mining, 2018). |
| Peer Ledger | Peer Ledger verfügt über einen Blockchain-Anwendungsaufbau, der Datensätze für alle Tracking & Tracing-Transaktionen der Lieferkette bereitstellt. Das Unternehmen hat mit Lösungen für die Mineralstoffindustrie begonnen, versucht nun aber verstärkt, das Produkt industriagnostisch weiterzuentwickeln (vgl. Peer Ledger, 2018.) |
| Blockhead Technologies | Blockhead Technologies ist ein globaler Anbieter von Softwarelösungen und Anwendungen, welche die Blockchain-Technologie verwenden. Ihre STAMP-Plattform verwendet die Blockchain, um die Rückverfolgbarkeit von Produkten zu verbessern und die Datenverwaltung in Supply Chains zu verbessern (vgl. Blockhead Technologies, 2018). |
| SKYFchain | SKYFchain ist ein Betriebssystem für die Frachtröbterindustrie. Das Unternehmen entwickelt blockchainbasierte Datenbanken, um die Abläufe und Konformität von automatisierten Systemen in Supply Chains zu überprüfen. Da immer mehr Aktivitäten in der Logistik von KI, Robotik und replizierbaren Maschinenworkflows ausgeführt werden, hofft SKYFchain, Blockchain als Governance-Schicht für diese immer wichtiger werdenden Technologien zu implementieren (vgl. SKYFchain, 2018). |

| Unternehmen | Beschreibung |
|-------------|--------------|
|-------------|--------------|

Kategorie 2: Digitale Frachtpapiere und Dokumentenmanagement

| | |
|--|---|
| Wave | WAVE verbindet alle Mitglieder der Lieferkette mit einem dezentralen Netzwerk und ermöglicht ihnen den direkten Austausch von Dokumenten. Die Anwendung verwaltet das Eigentum an Dokumenten in der Blockchain, wodurch Streitigkeiten, Fälschungen und unnötige Risiken für alle TeilnehmerInnen eliminiert werden sollen. In einem Peer-to-Peer-Netzwerk werden Carrier, Banken, Spediteure, HändlerInnen und andere Parteien der internationalen Wertschöpfungskette systematisch miteinander verbunden. Mit Wave können BenutzerInnen Logistikdokumente sicher speichern und austauschen, um vertrauenswürdiger Lieferkettendaten zu erstellen (vgl. Wave, 2018). |
| IBM / Maersk | Alle relevanten Dokumente und Genehmigungen werden auf einem blockchainbasierten Portal erfasst. Das Ziel ist eine signifikante Verringerung von Betrug und Ungenauigkeiten sowie eine Beschleunigung und Automatisierung von Prozessen mit unterschiedlichen Beteiligten (Reedereien, Verlader, Logistikdienstleister, Hafenbetreiber, Behörden, etc.) der logistischen Kette (Vgl. IBM, 2018). |
| EY / Schenker / LKW Walter / GS1 WU Wien | Ein gemeinsames Projekt von Ernst & Young, Schenker, LKW Walter, GS1/Editel und der WU Wien untersucht derzeit die Anwendbarkeit der Blockchain-Technologie auf den Bereich von Frachtdokumenten im Straßengüterverkehr. Ziel ist die Entwicklung eines gemeinsamen Prototyps zur Digitalisierung des e-CMR Frachtbriefes. |

Kategorie 3: Supply Chain Finanzierung

| | |
|---------------|---|
| ZERO1 CAPITAL | ZERO1 CAPITAL hilft kleinen und mittelständischen Unternehmen im Bereich der frühzeitigen Finanzierung der Lieferkette. Neue Projekte sind für diese AkteurInnen oft unerschwinglich. ZERO1 CAPITAL setzt Blockchain ein, um eine Plattform zu schaffen, die es KMU ermöglicht, Finanztransaktionen auf schnelle, faire, sichere und rentable Weise durchzuführen (vgl. ZERO1 CAPITAL, 2018). |
| CargoCoin | CargoCoin ist ein dezentralisiertes Frachtprotokoll, das mit der Blockchain-Technologie aufgebaut ist und auf einem nativen Dienstprogramm-Token basiert. Ihr Ziel ist es, Logistikprozesse mit der Blockchain zu verbinden und intelligente Verträge zu nutzen, um die Treuhandzahlungen für Unternehmen entlang der Supply Chain zu verbessern (vgl. CargoCoin, 2018). |
| Tradeline | Tradeline ist eine Workflow-Automatisierungsplattform für den Handel mit Rohstoffen. Die Plattform nutzt die Blockchain-Technologie, um Post-Trade-Aktivitäten für alle Handelsteilnehmer zu automatisieren. Sie arbeiten daran, die Schifffahrtsindustrie dabei zu unterstützen, Informationen sicherer auszutauschen und gleichzeitig die Komplexität der Handelsabwicklung zu verringern (vgl. Tradeline, 2018). |
| TangoTrade | TangoTrade ist eine auf der Blockchain basierende Lösung, die Importeure dabei unterstützen soll, eine kostengünstige Finanzierung zu erhalten und die LieferantInnen weltweit Zahlungssicherheit bieten möchte (vgl. TangoTrade, 2018). |

| Unternehmen | Beschreibung |
|-------------|---|
| Hijro | Hijro ist ein finanzielles Betriebsnetzwerk für den weltweiten Handel. Hijro verbindet Banken, EinkäuferInnen und LieferantInnen über ein Blockchain-betriebenes Netzwerk, das die Abwicklung rationalisiert und automatisiert, das Betrugsrisiko reduziert und das Problem kostenintensiver Datensilos adressiert. Die Hijro Global Trade Asset Registry (GTAR) soll BenutzerInnen helfen, Betrug zu reduzieren, indem auf transparentere Transaktionen, Dokumente und den Besitz von Vermögenswerten in der gesamten Registry zugegriffen werden kann (vgl. Hijro, 2018). |

Kategorie 4: Supply Chain Compliance

| | |
|------------|--|
| Modum | Modum ist ein in Zürich ansässiges Startup, das eine auf Internet of Things (IoT) basierende Supply Chain-Logistiklösung entwickelt, die europäischen Unternehmen dabei hilft, die Vorschriften der Europäischen Kommission für den Pharmatransport einzuhalten. Sie nutzen die Blockchain, um vertrauenswürdige Daten bereitzustellen, die von Aufsichtsbehörden überprüft werden können (vgl. Modum, 2018). |
| Chronicled | Chronicled hat ein auf der Blockchain basierendes Protokoll und Netzwerk entwickelt, um Unternehmen der Lieferkette dabei zu helfen, Standards und Best Practices in Umgebungen mit mehreren Organisationen zu erstellen, ohne wichtige Unternehmens-IPs preiszugeben. Ihr Ziel ist es, den B2B-Handel zu verbessern. Chronicled ist auch Gründungsmitglied der Enterprise Ethereum Alliance und der Trusted IoT Alliance, deren Aufgabe es ist, Open Source-Tools und Standards zu schaffen, um IoT- und Blockchain-Ökosysteme miteinander zu verbinden, um auf dieser Basis einen geschäftlichen Nutzen zu erzielen (vgl. Chronicled, 2018). |
| TBSx3 | TBSx3 ist ein Softwareunternehmen, das die Blockchain zur Überwachung und zum Schutz von Waren in der gesamten Lieferkette einsetzt. Die Lösung strebt an, gefälschte Produkte zu verhindern, indem sie nachverfolgbare ID-Tags und Codes für Artikel verwenden, um deren Herkunft und Historie zu überprüfen (vgl. TBSx3, 2018). |

Kategorie 5: Dezentrales Supply Chain Management und Koordination

| | |
|--------------|--|
| Aion Network | Das Aion Network ist ein mehrstufiges System, das ungelöste Fragen der Skalierbarkeit und Interoperabilität in Blockchain-Netzwerken behandelt. Das Unternehmen erwartet, die derzeit bestehende Lücke zwischen Blockchain- und Unternehmensanwendungen zu schließen, indem skalierbare Lösungen für verteilte Systeme entwickelt werden. In der Logistik ist es ein Ziel, die NutzerInnenfreundlichkeit der Blockchain zu verbessern und Lieferketten neu zu organisieren, um beispielsweise bessere Provenienz- und Produktentwicklungsverfahren zu realisieren (vgl. Aion, 2018). |
| Sweetbridge | Sweetbridge ist eine Plattform und ein Netzwerk, das alle an einer Transaktion beteiligten Parteien auf dem Laufenden hält und gleichzeitig die Friktionen und Hindernisse des traditionellen Handels beseitigt. Sie setzen Blockchain ein, um Protokolle zu erstellen, die Identität, rechtliche Vereinbarungen, Buchhaltung und Zahlungspfade unterschiedlicher StakeholderInnen integrieren (vgl. Sweetbridge, 2018). |

| Unternehmen | Beschreibung |
|------------------|---|
| Morpheus Network | Morpheus Network ist ein Anbieter von Blockchain-Lösungen für das Supply Chain Management. Das Unternehmen setzt die Technologie ein, um die Transparenz entlang der Lieferkette zu verbessern und effiziente Plattformen für die globale Lieferkette zu schaffen. Sie nutzen öffentliche und permissioned Blockchains sowie Sidechains, um die Sicherheit und den Schutz der Daten der BenutzerInnen zu gewährleisten (Vgl. Morpheus Network, 2018). |
| Konexial | Konexial ist ein Logistik-Software-Unternehmen, das die Lastverteilung über eine Plattform optimiert, die verfügbare FahrerInnen mit zusätzlichen Aufträgen verbindet (GoLoad). 2018 ist das Unternehmen der Blockchain in Transport Alliance (BiTA) beigetreten, um Transaktionen auf der GoLoad-Plattform zu verfolgen und zu verifizieren (vgl. Konexial, 2018). |
| Fr8 Network | Fr8 Network ist eine dezentrale Protokollschicht, in der die Regeln und Konnektivität für die Kommunikation und Datenverwaltung zwischen Logistik Anwendungen definiert werden. Dadurch werden die Koordination unterschiedlicher StakeholderInnen sowie der Informationsfluss zwischen diesen Entitäten optimiert (vgl. Fr8 Network, 2018). |
| Skuchain | Skuchain ist ein Unternehmen für Supply Chain-Software, das die Zusammenarbeit im Bereich Supply Chain-basierter Handel verstärkt. Sie nutzen Blockchain, um Plattformen zu schaffen, die die Zusammenarbeit fördern, ohne die Sicherheit oder das geistige Eigentum zu beeinträchtigen. Sie haben eine auf Blockchain basierende Zero-Knowledge-Technologie geschaffen, mit der die TeilnehmerInnen zusammenarbeiten und Bedingungen festlegen können, ohne die sensible Informationen offenlegen zu müssen (vgl. Skuchain, 2018). |

Kategorie 6: Distribution und letzte Meile

| | |
|----------|---|
| NextPakk | NextPakk ist ein "Concierge Delivery"-Dienst und ein Service aus der Community, der es KundInnen ermöglicht, die Lieferung innerhalb einer Stunde zu planen, um sicherzustellen, dass der/die KundIn bei Ankunft des Pakets zu Hause ist. NextPakk verwendet die Blockchain-Technologie, um Pakete zu verfolgen, die Identität der KundInnen zu schützen und eine rechtzeitige Lieferung zu gewährleisten. Ihr Token wurde bereits auf der Stellar-Plattform gestartet (vgl. NextPakk, 2018). |
| Wal-Mart | Im Bereich der Distribution und Zustellung von Paketen evaluiert Wal-Mart die Auslieferung von Produkten mit Drohnen, die über eine Blockchain koordiniert und laufend überwacht werden sollen. Es handelt sich derzeit um ein angemeldetes Patent und nicht um ein in Umsetzung befindliches Projekt (vgl. Shields, 2018). |
| Yoyee | Yoyee verwendet die Blockchain, um Transaktionen und Lieferungen zu verfolgen, zu verifizieren und zu archivieren. Das System unterstützt Echtzeit-Tracking, Abhol- und Lieferbestätigungen, die automatische Fakturierung über Smart Contracts, Job-Management, FahrerInnenbewertungen und kann in seinen Prozessen bereits autonom agierende Fahrzeuge abbilden (vgl. Yoyee, 2018). |

| Unternehmen | Beschreibung |
|---|--|
| FreshTurf | FreshTurf und IBM planen die Installation eines Netzwerks von Versand- und Empfangsboxen für Pakete mit dem Ziel einer Verbesserung der Zustellbarkeit. Die Buchung der Boxen erfolgt über ein blockchainbasiertes System. Durch Transparenz über die gesamte Fulfillment-Kette können BenutzerInnen ihren Paket- und Lieferstatus bequem von ihrem Telefon aus verfolgen und Stakeholdern dabei helfen, Versandtransaktionen in einer hochsicheren und vertrauenswürdigen Umgebung durchzuführen. Die Boxen können von Dienstleistern (Händlern und Logistikunternehmen) über die Blockchain gebucht werden (vgl. FreshTurf, 2018). |
| Kategorie 7: Standardisierung und Kompatibilität | |
| Blockchain in Trucking Alliance (BiTA) | Die Blockchain in Trucking Alliance (BiTA) stellt selbst kein blockchainbasiertes Produkt her und ist auch kein Technologieanbieter i.e.S. Es handelt sich um eine unternehmensübergreifende Allianz, die eine Standardisierung und kontinuierliche Weiterentwicklung von Blockchain-Lösungen im Straßengüterverkehr anstrebt (vgl. BiTA, 2018). |
| Blockchain in Supply Chain Alliance BiSCA | Analog zu BiTA strebt die BiSCA die Etablierung von Standards und unternehmensübergreifenden Lösungen im Bereich Blockchain für das Supply Chain Management an, wobei der Fokus derzeit auf dem Themenfeld Einkauf liegt. Beide Allianzen adressieren das immer größer werdende Problem der zunehmenden Entwicklung inkompatibler, unternehmensspezifischer Blockchains (vgl. Patrick, 2018). |
| Trusted IoT Alliance | Aufgrund der stark zunehmenden Verbreitung von mit dem Internet verknüpften Devices wird es immer relevanter, die Sicherheit von IoT-Geräten zum Beispiel gegen Hackerangriffe kontinuierlich zu verbessern und das Vertrauen der NutzerInnen in IoT-Lösungen zu stärken. Dazu will das Bündnis einheitliche Standards entwickeln, die dazu beitragen, diese Ziele zu erreichen. In der Logistik spielt IoT eine immer größere Rolle und die Sicherheit der Geräte ist von hoher Bedeutung vgl. Trusted IoT Alliance, 2018). |
| Waltonchain | Waltonchain versucht, sowohl digitale als auch physische Elemente in ein System zu integrieren und ein Ökosystem auf Basis des Internets der Dinge (IoT) und der Blockchain-Technologie zu schaffen. Aufgrund einer Architektur auf Basis einer übergeordneten „Parent Chain“ und damit verknüpften „Child Chains“ wird sichergestellt, dass (Block-)Chain-übergreifend kommuniziert und Daten ausgetauscht werden können. Waltonchain versucht somit einerseits, die Heterogenität unterschiedlicher Anwendungsfelder zu berücksichtigen, ohne dabei auf eine Semi-Standardisierung der Anwendung und die daraus resultierende Kompatibilität zu verzichten (vgl. Waltonchain, 2018). |

Tabelle 25: Einsatzgebiete der Blockchain in der Gütermobilität (Auswahl aus der Literatur- und Dokumentanalyse)

Implementierungsmöglichkeiten der Blockchain in der Gütermobilität: Ergebnisse aus dem ExpertenInnenworkshop und der ExpertInneninterviews

Ergänzend zur Literatur- und Dokumentanalyse wurde überdies ein ExpertInnenworkshop zur Identifikation möglicher Anwendungsbereiche der Blockchain-Technologie in der Gütermobilität unter der Leitung des Instituts für Transportwirtschaft und Logistik der Wirtschaftsuniversität Wien durchgeführt. Mit den eingeladenen Experten wurden dabei unterschiedliche Anwendungsszenarien für den Blockchain-Einsatz im

Bereich der Gütermobilität skizziert. Darüber hinaus wurden ExpertInneninterviews mit Logistikdienstleistern und Technologieanbietern geführt.

Die in diesem Rahmen erarbeiteten Inhalte wurden in tabellarischer Form aufbereitet. Die Ergebnisse sind Tabelle 26 zu entnehmen. Neben bestehenden Herausforderungen werden die im Zusammenhang mit einer Blockchain-Implementierung erwarteten Potentiale sowie eine qualitative Einschätzung der Realisierbarkeit dargestellt.

| Anwendungsfall | Erläuterung (Herausforderung und Blockchain-Potential) |
|---|--|
| <p>Management von Frachtdokumenten</p> | <p>Herausforderung: Insbesondere bei internationalen Verkehren ist das Management von Frachtdokumenten und Informationen, die der Ware vorausgehen, die diese begleiten oder die ihr nachfolgen, ein komplexer und herausfordernder Prozess. Nicht vorhandene, zu spät zugestellte oder fehlerhafte Dokumente können den logistischen Prozess verlangsamen und Zusatzkosten verursachen. Darüber hinaus muss das Management von Frachtdokumenten als Aufgabe mit einem besonders hohen Koordinationsaufwand verstanden werden – vor allem bei langen, internationalen Transportketten unter Einbindung unterschiedlicher AkteurlInnen und StakeholderInnen.</p> <p>Vermutetes Potential für Blockchain-Lösung: In einem dezentral organisierten Informationssystem, das auf Basis einer Blockchain gestaltet ist, können unterschiedliche AkteurlInnen der logistischen Kette zu jedem Zeitpunkt in digitaler Form auf jene Frachtdokumente zugreifen, welche diese zur Erfüllung ihrer Aufgaben (z.B. Transport der Ware durch den Frächter, Überprüfung der Ware durch eine Zollbeamtin, Ausfolgung der Ware an den KundInnen) benötigen. In einem ersten Schritt können bestehende Frachtdokumente oder der „digitale Fingerabdruck“ (Hash-Wert) eines Frachtdokumentes nichtmanipulierbar in der Blockchain hinterlegt werden. In einer zweiten Entwicklungsstufe der Lösung kann der Frachtbrief in einem digital interpretierbaren Format abgelegt sein. Diese Entwicklungsstufe stellt dann auch die Basis für eine automatisierte Verarbeitung von Frachtdokumenten und die Umsetzung von automatisierten und (teil-)autonomen informations- und dokumentenlogistischen Prozessen in Supply Chains dar.</p> <p>Einschätzung durch Expertinnen und Experten: Sowohl die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Workshops als auch die befragten Expertinnen und Experten betonen die Notwendigkeit eines effizienten Managements von Frachtdokumenten. Die Digitalisierung dieses Bereichs wird grundsätzlich als sinnvoll und notwendig empfunden. Da in Frachtdokumenten aber auch Daten von KundInnen verarbeitet werden, betonen vor allem VertreterInnen von Speditionen und Frachtbetrieben, dass insbesondere bei betreiberübergreifenden Lösungen sichergestellt sein muss, dass alle AkteurlInnen nur die jeweils für sie relevanten Daten einsehen bzw. als Klartext abrufen können. Eine selektive Weitergabe von Informationen ist in der Blockchain – eine entsprechende technische Ausgestaltung vorausgesetzt – grundsätzlich realisierbar.</p> |

| Anwendungsfall | Erläuterung (Herausforderung und Blockchain-Potential) |
|---|---|
| <p>Dokumentation von Supply Chain Aktivitäten als Beweissicherung</p> | <p>Herausforderungen: Wertschöpfungsketten sind durch eine Zusammenarbeit unterschiedlicher Unternehmen charakterisiert. Immer wieder kommt es bei der kollaborativen Erfüllung von Aufträgen zu Konflikten zwischen den handelnden AkteurlInnen bzw. zu Konflikten mit Kundinnen und KundInnen. Unterschiedliche Auslegungen von Haftungsfragen und Verantwortlichkeiten im Schadensfall stellen ein Beispiel für derartige Konflikte dar. Die Lösung dieser Konflikte kann ressourcen- und zeitintensiv sein.</p> <p>Vermutetes Potential für Blockchain-Lösung: Durch die technische Eigenschaft der Nichtmanipulierbarkeit von Daten bzw. die Möglichkeit zur Überprüfung aller historischen Änderungen in einem Distributed Ledger könnten kritische Daten zum Zwecke der Beweissicherung in der Blockchain abgespeichert werden. Grundsätzlich können unterschiedliche Arten von Daten in einer solchen Blockchain gesichert werden. Neben Auftrags- oder Sendungsdaten sowie Informationen und Aktivitätsprotokollen aus IT-Systemen (ERP, TMS etc.) könnten beispielsweise auch E-Mails, die zwischen unterschiedlichen AkteurlInnen der Wertschöpfungskette ausgetauscht werden, in einer Blockchain hinterlegt werden. Die Blockchain stellt in diesem Fall ein Archiv dar, das im Falle von Konflikten eine wissens- und faktenbasierte Lösung unterstützen kann. Bei der Kombination mit Smart Contracts ist – zumindest bei standardisierbaren Sachverhalten mit vorab klar definierbaren Regeln – auch eine automatisierte Verarbeitung und Konfliktlösung denkbar.</p> <p>Einschätzung durch Expertinnen und Experten: Die effektivere und effizientere Lösung von Konflikten mit anderen Unternehmen ist grundsätzlich sinnvoll. Eine Nutzung von in der Blockchain abgespeicherten Informationen könnte Unternehmen dabei unterstützen, Rechtsansprüche schneller durchzusetzen. Zu diesem Zweck müsste allerdings auch gewährleistet sein, dass (z.B. österreichische) Gerichte den in einer Blockchain gespeicherten Informationen eine entsprechende Bedeutung beimessen. Aufgrund der technischen Eigenschaften (Nichtmanipulierbarkeit, Protokollierung jeder Änderung) von Blockchains wird dies als realisierbar eingestuft. Bei der automatisierten Bearbeitung hängt das Potential vom jeweiligen Problemfall ab. Für komplexe Problemstellungen scheint eine weitgehende Automatisierung kurz- und mittelfristig nicht möglich.</p> |
| <p>Prozessautomatisierung mit Smart Contracts und dem Internet der Dinge</p> | <p>Herausforderung: Trotz eines zunehmenden Einsatzes von Technologien zur Unterstützung von Prozessen in der Supply Chain werden derzeit noch viele Tätigkeiten manuell durchgeführt. Die verstärkte Nutzung von digitalen Technologien erlaubt es jedoch, zukünftig einen immer größeren Teil von güter-, informations- und dokumentenlogistischen Prozessen automatisiert oder autonom abzuwickeln. Das sogenannte Internet der Dinge (Internet of Things, IoT) stellt eine Schlüsseltechnologie bei der Vernetzung physischen Objekten mit digitalen Systemen dar.</p> <p>Vermutetes Potential für Blockchain-Lösung: Die Kombination der Blockchain-Technologie mit IoT-Technologie, Algorithmen auf Basis künstlicher Intelligenz und Machine-to-Machine (M2M)-Kommunikation erlaubt die zunehmende Automatisierung von Prozessketten.</p> |

| Anwendungsfall | Erläuterung (Herausforderung und Blockchain-Potential) |
|---|--|
| | <p>Die Blockchain-Technologie kann in diesem Fall sowohl als sicherer Datenspeicher als auch als Instrument zur Koordination unterschiedlicher IoT-Objekte eingesetzt werden. Auf diese Weise sollen einerseits menschliche Fehler reduziert werden und andererseits Effizienzsteigerungspotentiale genutzt werden. Beispielsweise können bei der Beförderung von temperatursensiblen Waren entsprechende Sensoren Abweichungen von definierten Schwellen-/Zielwerten feststellen und automatisch Gegenmaßnahmen einleiten oder mit dem Auftrag verknüpfte Zahlungsprozesse zurückhalten.</p> <p>In einem ersten Schritt können solche Systeme zur Protokollierung von Aktivitäten und zur Aufzeichnung von Sensordaten verwendet werden. In einem weiteren Schritt ist es beispielsweise möglich, diese Informationen in intelligenten Verträgen (Smart Contracts) zu verarbeiten.</p> <p>Einschätzung durch Expertinnen und Experten: Mittelfristig wird die Konvergenz unterschiedlicher Technologien dazu führen, dass immer mehr Standard-Prozesse digitalisiert und in weiterer Folge automatisiert abgewickelt werden können. Die Blockchain kann hierfür eine sichere Basis schaffen. Voraussetzung ist allerdings die Nutzung von Standards, um eine Kompatibilität der vielen unterschiedlichen Geräte sicherzustellen.</p> <p>Allerdings muss in diesem Zusammenhang auch kritisch angemerkt werden, dass in der Logistik viele Prozesse trotz der grundsätzlichen Verfügbarkeit adäquater Technologien noch immer manuell (Papier) erfasst und verarbeitet werden. Ein Grund dafür wird in der geringen Zahlungsbereitschaft von KundInnen für den verstärkten Einsatz von Logistiktechnologien gesehen. Für eine umfassende Automatisierung von Geschäftsprozessen ist in der Regel aber eine End-to-End-Lösung unter Einbindung aller StakeholderInnen wünschenswert.</p> |
| <p>Management von Infrastrukturinformationen</p> | <p>Herausforderung: Nicht immer stehen ausreichend gute Informationen zur vorhandenen Verkehrsinfrastruktur zur Verfügung. Für logistische Betriebe ist es aber wichtig, über korrekte Infrastrukturinformationen verfügen zu können, um Transporte sinnvoll planen und durchführen zu können.</p> <p>Vermutetes Potential für Blockchain-Lösung: Es können sowohl aktuelle und historische Zustände der Infrastruktur systematisch erfasst werden. Bei Wasserstraßen (Anm.: Beispiel) können Informationen, wie beispielsweise Pegelstände, Informationen zur Verfügbarkeit von Schleusen oder Nutzungseinschränkungen abgebildet werden.</p> <p>Grundsätzlich kann ein derartiges System verkehrsträgerübergreifend bzw. verkehrsträgeragnostisch konzipiert sein. Einerseits bestehen bei unterschiedlichen Verkehrsträgern trotz eines gewissen Maßes an Heterogenität auch Gemeinsamkeiten bzgl. der Anforderungen an Infrastrukturinformationssysteme. Folglich können bei der Umsetzung einer gemeinsamen Lösung Synergiepotentiale genutzt werden. Darüber hinaus muss berücksichtigt werden, dass – insbesondere im internationalen und interkontinentalen Warenverkehr – oft multimodale Strukturen zur Anwendung kommen. Multimodale Infrastrukturinformationssysteme können bei</p> |

| Anwendungsfall | Erläuterung (Herausforderung und Blockchain-Potential) |
|---|--|
| | <p>einer entsprechenden Standardisierung der verkehrsträgerspezifischen Auskunftssysteme einfacher zur Verfügung gestellt werden.</p> <p>Einschätzung durch Expertinnen und Experten: Verkehrsinformationen für nutzende AkteurInnen über ein Auskunftportal oder über definierte Schnittstellen standardisiert zur Verfügung zu stellen scheint sinnvoll. Unterschiede bei den bestehenden Systemen sowie fragmentierte Zuständigkeiten (insbesondere bei grenzüberschreitenden Sachverhalten) werden als Herausforderungen identifiziert.</p> |
| <p>Dezentrale Marktplätze, z.B. Plattformen für Laderaum</p> | <p>Herausforderung: Viele Unternehmen der Transport- und Logistikbranche sowie auch verladende Betriebe aus Industrie und Handel, die eigene Fahrzeugflotten betreiben, stehen oft vor der Herausforderung, dass Angebot und Nachfrage für Transportleistungen nicht deckungsgleich sind und die Kapazität der eigenen Flotte (bei einem Überschussangebot) nicht sinnvoll ausgelastet werden kann bzw. (bei einer Überschussnachfrage) nicht ausreichend ist. In beiden Fällen fallen aufgrund der Über- bzw. Unterdeckung Kosten an. Besonders problematisch ist die Situation für Unternehmen mit einer stark schwankenden Nachfrage (z.B. beim Vorliegen von saisonalen Effekten oder konjunkturellen Schwankungen).</p> <p>Vermutetes Potential für Blockchain-Lösung: Die Blockchain kann als technische Grundlage für Asset-Sharing, beispielsweise von freien Fracht- oder Lagerkapazitäten in einem Peer-to-Peer-Netzwerk verwendet werden. Auf einer solchen Plattform können Überschusskapazitäten angeboten und von Unternehmen mit entsprechender Nachfrage gebucht werden. Über einen intelligenten Vertrag (Smart Contract) kann die Buchung direkt zwischen den beteiligten AkteurInnen abgewickelt werden.</p> <p>Einschätzung durch Expertinnen und Experten: Transportbörsen zur Vermittlung von Laderaum gibt es bereits. Diese werden in der Regel entweder von Logistikdienstleistern selbst oder von Intermediären betrieben. Die Erreichung von Skaleneffekten ist in der Regel schwierig, da frachtführende Unternehmen freie Kapazitäten nicht auf von Mitbewerbern betriebenen Plattformen anbieten möchten bzw. bei einer Nutzung von durch Dritte betriebenen Portalen eine Marginalisierung der Gewinnspanne befürchten. Peer-to-Peer-Strukturen können ein interessanter Ansatz sein. Allerdings muss, um eine hohe Attraktivität solcher Lösungen für die verladende Industrie sowie für Anbieter von Transport- und Logistikdienstleistungen sicherzustellen, eine entsprechende Skalierung erreicht werden. Marktplätze (Frachtkapazität, Lagerkapazität, Büroimmobilien MitarbeiterInnen oder andere Ressourcen) zeigen in der Regel starke positive Netzwerkexternalitäten.</p> |
| <p>LKW-Mauteinhebung im internationalen Kontext</p> | <p>Herausforderung: Die Bereitstellung und Erhaltung von Infrastruktur ist mit hohen Kosten verbunden. Bei vielen Verkehrsträgern, beispielsweise im Straßengüterverkehr, erfolgt in Ländern der Europäischen Union eine (teilweise) Nutzerfinanzierung auf Basis der EU-Wegekostenrichtlinie. Die EU-Mitgliedsstaaten haben in den vergangenen Jahren im Straßenverkehr sehr unterschiedliche Mautsysteme implementiert. Es werden unterschiedliche technische Systeme eingesetzt und auch die anzuwendenden Mauttarife werden auf Basis unterschiedlicher Kriterien (z.B. Emissionsklassen, Achszahl, höchstzulässiges Gesamtgewicht) bestimmt. Da</p> |

| Anwendungsfall | Erläuterung (Herausforderung und Blockchain-Potential) |
|---|---|
| | <p>Straßenverkehre häufig grenzüberschreitend bzw. international sind, ist die Erfassung und Abrechnung der Maut sowohl aus technischer als auch aus organisatorischer Sicht komplex.</p> <p>Vermutetes Potential für Blockchain-Lösung: Eine Erfassung und Dokumentation von Fahrzeugen und der dem jeweiligen LKW zuordenbaren Infrastrukturbenützung kann als Basis für ein europaweit koordiniertes Clearing von Straßenmauten verwendet werden. Ein derartiges System könnte von den unterschiedlichen Autobahn- bzw. Infrastrukturanbietern betrieben werden. Betreiber von entsprechenden Blockchain-Knoten könnten in diesem Fall die zuständigen Autobahnbetreibergesellschaften selbst sein.</p> <p>Einschätzung durch Expertinnen und Experten: Ein einfacheres Mautmanagement im internationalen Straßenverkehr ist wünschenswert. Vor allem für Frächter ist die aktuelle Situation aufgrund der großen Systemunterschiede mit hohen Kosten (für unterschiedliche Mauterfassungsgeräte aber auch mit hohen Transaktionskosten, da länderspezifisch abgerechnet werden muss) verbunden. Als Lösung für ein einziges Land scheint ein blockchainbasiertes System hingegen nur bedingt sinnvoll zu sein.</p> |
| <p>LKW-Platooning und automatisiertes Fahren</p> | <p>Herausforderung: Im Bereich des Straßenverkehrs erfolgt derzeit eine schrittweise Automatisierung bzw. Autonomisierung der Leistungserstellung. Der zunehmende Einsatz von Assistenzsystemen unterstützt Fahrerinnen und Fahrer bei der Durchführung ihrer Tätigkeiten. Mittelfristig ist davon auszugehen, dass für ausgewählte Einsatzbereiche (z.B. Fahrten in abgesperrten Gebieten bzw. auf spezifizierten Teilen der Infrastruktur) fahrerlose Transporte möglich sind.</p> <p>Vermutetes Potential für Blockchain-Lösung: Die Blockchain-Technologie selbst kann nur bedingt zur Echtzeit-Koordination der automatisiert oder autonom agierenden Fahrzeuge verwendet werden. Oft ist die Transaktionsgeschwindigkeit nicht ausreichend, um eine derartige Nutzung zu ermöglichen. Allerdings wäre es denkbar, dass diese Fahrzeuge in Blockchains abgespeicherte Daten (z.B. zur Infrastruktur oder zur Umgebung) nutzen und damit bei Berechnungen verifizierte bzw. vertrauenswürdige Informationen verarbeiten. Außerdem können Fahrzeugzustände sowie durch das Fahrzeug getroffene Entscheidungen sicher erfasst und, beispielsweise zum Zwecke der Nachverfolgung und Beweissicherung, in einer Blockchain dokumentiert werden.</p> <p>Einschätzung durch Expertinnen und Experten: Die Echtzeit-Koordination der Blockchain wird aufgrund von – derzeit bestehenden – technischen Einschränkungen kritisch gesehen. Eine nichtmanipulierbare Erfassung von Systemzuständen zur Dokumentation kann jedoch sinnvoll sein – beispielsweise in Kombination mit Transportversicherungen.</p> |
| <p>Unternehmensübergreifende Informationsportale</p> | <p>Herausforderung: In der Logistik gibt es viele Informationen, die von zahlreichen Unternehmen separat in eigenen, lokalen Datenbanken gespeichert werden. In der Praxis führt das zu redundanter Datenerfassung sowie lückenhaften und nicht-</p> |

| Anwendungsfall | Erläuterung (Herausforderung und Blockchain-Potential) |
|---|--|
| | <p>aktuellen Informationsbeständen. Ein Beispiel hierfür sind Adressdaten, sowohl im Business-to-Business- als auch im Business-to-Consumer-Bereich.</p> <p>Vermutetes Potential für Blockchain-Lösung: In einer Blockchain könnten Adressdaten verifiziert gespeichert und auch entsprechende Zusatzinformationen (z.B. Zufahrtsmöglichkeiten, Öffnungszeiten, verfügbares technisches Equipment) ausgewiesen werden.</p> <p>Einschätzung durch Expertinnen und Experten: Es gibt Anwendungsbereiche, in denen eine Nutzung von gemeinsamen Datenbeständen sinnvoll sein kann. Das ist sowohl für öffentliche Daten bzw. für Daten, die von hoheitlichen Stellen zur Verfügung gestellt werden als auch für private Datenbestände denkbar. Allerdings muss berücksichtigt werden, dass insbesondere sensible Daten (wie beispielsweise Daten von Kundinnen und KundInnen oder Lieferantinnen und LieferantInnen) selbst beim Vorliegen theoretischer Vorteile nur bedingt geteilt werden können. Für Unternehmen muss zumindest klar sichergestellt werden, dass unberechtigte Dritte (insbesondere Mitbewerber) niemals Zugriff auf diese Bestände erlangen können.</p> |
| <p>Nudging und Beeinflussung von Verhalten</p> | <p>Herausforderung: In Wertschöpfungsketten verfolgen unterschiedliche AkteurInnen oft verschiedene Ziele bzw. haben gegenläufige Interessen. Darüber hinaus bestehen in vielen Fällen Informationsasymmetrien zwischen den handelnden Unternehmen. Das führt dazu, dass mitunter Entscheidungen getroffen werden, die einzelne Partner oder das gesamte Netzwerk benachteiligen oder ineffektiv sind. Darüber hinaus kommt es insbesondere beim Vorliegen sogenannter moralischer Risiken (moral hazard) zu ökonomischen Fehlanreizen und daraus resultierenden, nicht sinnvollen Handlungen.</p> <p>Vermutetes Potential für Blockchain-Lösung: Die Blockchain-Technologie selbst kann dabei helfen, AkteurInnen entlang von Wertschöpfungsketten besser zu koordinieren und zu steuern. Einerseits können durch höhere Transparenz Informationsasymmetrien systematisch abgebaut werden. Darüber hinaus kann der gezielte Einsatz von Token und Coins gewünschtes Verhalten belohnen und damit verstärken bzw. nicht erwünschtes Verhalten sanktionieren und damit reduzieren.</p> <p>Beispielsweise können in einer Supply Chain eingesetzte Kryptowährungen so ausgestaltet sein, dass ein bestimmter Wertverlust inhärenter Bestandteil dieser Währung ist. Für Unternehmen würde in diesem Fall ein zusätzlicher Anreiz entstehen, erhaltenes Geld schnell zu investieren, um einem Wertverlust vorzubeugen. Dadurch könnten sich Transaktionsgeschwindigkeiten erhöhen und Durchlaufzeiten reduziert werden.</p> <p>Auch im Bereich der Auswahl von nachhaltigen LieferantInnen können Token eingesetzt werden. Für die Nutzung von Zulieferbetrieben, die beispielsweise Sozialstandards einhalten oder ökologisch nachhaltig produzieren könnten Unternehmen belohnt werden – diese Anreize können theoretisch monetär oder nicht-monetär ausgestaltet werden.</p> |

| Anwendungsfall | Erläuterung (Herausforderung und Blockchain-Potential) |
|----------------|--|
| | <p>Einschätzung durch Expertinnen und Experten: Grundsätzlich stellt Nudging sowohl im Bereich der Personenmobilität als auch im Bereich der Gütermobilität eine interessante Gestaltungsoption dar, um Verhaltensänderungen zu unterstützen. Grundsätzlich werden der Blockchain aufgrund der sich ergebenden Design-Möglichkeiten von Token große theoretische Potentiale zugeschrieben. Sie sind ein Baukasten für neue Anreizmechanismen. Allerdings muss einbekannt werden, dass es bereits heute viele Instrumente gibt, um ähnliche Effekte zu erzielen.</p> |

Tabelle 26: Einsatzgebiete der Blockchain in der Gütermobilität (Ergebnissynthese Workshops und Interviews)

4.2. Szenarienmodellierung und -evaluierung

Die vorliegenden Ergebnisse aus der Literatur- und Dokumentanalyse sowie aus dem Workshop und den geführten Interviews wurden innerhalb des Konsortiums und unter Einbindung des Projektbeirates sowie in Abstimmung mit dem Auftraggeber konsolidiert.

Aus dem in Arbeitsschritt 4.1 erarbeiteten Pool an möglichen Einsatzbereichen der Blockchain in der Gütermobilität wurden die folgenden drei Use-Cases zur Kurzcharakterisierung ausgewählt:

Use Case 1: Nachverfolgung und Transparenz (Tracking & Tracing)

Use Case 2: Dokumentenmanagement

Use Case 3: Peer-to-Peer Marktplätze mit kollaborativer Koordinationsfunktion

Use Case 4: Organisation der letzten Meile im Zustellverkehr

Die Charakterisierung und deskriptive Modellierung dieser Use-Cases wurde nach den folgenden Aspekten vorgenommen:

- Beschreibung des Einsatzszenarios
- Ausgangssituation
- Relevante AkteurInnen
- Herausforderungen bei der Implementierung einer Blockchain
- Erwartete Auswirkungen auf den Markt
- Mehrwert zu bestehenden Lösungen

Die Evaluierung der vier vorgestellten Use-Cases erfolgt anschließend auf Basis der in Kapitel 2 explizierten Bewertungssystematik.

Use Case 1: Nachverfolgung und Transparenz (Tracking & Tracing)

Beschreibung

Die Blockchain stellt die technologische Basis für die Protokollierung von Aktivitäten entlang der Wertschöpfungskette dar. Protokolliert wird, von welchen AkteurInnen (WER), welche Aktivität (WAS), zu welchem Zeitpunkt (WANN), in welcher Form bzw. zu welchen Konditionen (WIE) durchgeführt wurde. Durch diese systematische Erfassung kann eine End-to-End Transparenz in der Supply Chain sichergestellt werden.

Die Ziele einer solchen Lösung sind:

- Protokollierung von Tätigkeiten entlang der Wertschöpfungskette
- (Echtzeit-)Informationen für die am Prozess beteiligten StakeholderInnen
- Identifizierung von Zuständigkeiten / Verantwortlichkeiten der beteiligten AkteurInnen
- Erkennen von Prozessineffizienzen und Erhöhung von Durchlaufzeiten
- Frühzeitiges Erkennen von Abweichungen von SOLL-Prozessen
- Bei Abweichungen von SOLL-Prozessen frühe Einleitung von Gegenmaßnahmen
- Echtzeit-Prozessinformationen für StakeholderInnen

Ausgangssituation

Die Sichtbarkeit von Informationen zu Aktivitäten entlang von Wertschöpfungsketten ist derzeit oft nur bedingt gegeben, wobei bei der Beurteilung von Reifegraden branchen- bzw. industrie- und unternehmensspezifisch differenziert werden muss. Während in ausgewählten Industrien (z.B. bei durch fokale Unternehmen gesteuerten Wertschöpfungsketten in der Pharma- oder Automobilindustrie oder im KEP-Bereich) durch den Einsatz von Softwaresystemen oft bereits heute ein hoher Grad an Transparenz erreicht ist, werden in Bereichen mit hohen Fragmentierungsgraden oft nur einzelne Bereiche der Supply Chain durch systematisches Monitoring abgebildet. Üblicherweise stehen die erfassten Informationen dann auch nur ausgewählten Mitgliedern der Supply Chain bzw. im Extremfall nur einzelnen Unternehmen zur Verfügung. Ist die Lieferkette ganz oder teilweise als „Black Box“ zu klassifizieren, ist eine effektive und effiziente Steuerung nur sehr eingeschränkt möglich. Vor allem Abweichungen von Standardprozessen oder auftretende Probleme können in Herausforderungen und korrespondierenden Kosten resultieren.

Relevante AkteurInnen

- Verlader
- KundInnen
- Logistikdienstleister (Speditionsunternehmen)
- Transportunternehmen (Frachtführer)
- Behörden (z.B. Zollbetriebe)
- Infrastrukturbetreiber (z.B. Betreiber von Terminals)

Neben diesen AkteurInnen können auch andere StakeholderInnen, wie beispielsweise Finanzdienstleister (Banken) sowie Versicherungen systematisch eingebunden werden. Obgleich eine systematische Weiterentwicklung in Richtung eines „Transparenz-Ökosystems“ grundsätzlich sinnvoll sein kann, scheint eine Erstcharakterisierung der Lösung unter Berücksichtigung der KernakteurInnen zweckmäßig.

Herausforderungen

Herausforderungen in Bezug auf Technologie und Daten

- Verifizierung und Kontrolle der Daten: Automatisierte Mechanismen zur Überprüfung der Echtheit und der Richtigkeit von Informationen. Es besteht grundsätzlich die Gefahr, dass Unternehmen nicht korrekte Informationen in der Blockchain abspeichern – das kann bewusst oder unbewusst erfolgen.
- Sicherstellung der Datenqualität in Bezug auf qualitative und quantitative Aspekte
- Definition bzw. Nutzung von standardisierten Datenformaten zur Sicherstellung, dass diese von den AkteurInnen bereitgestellt bzw. verwendet werden können.
- On-Chain und Off-Chain: Entscheidung, welche Daten in der Blockchain gespeichert werden sollen und welche Daten extern gespeichert bzw. verarbeitet werden sollen. Diese Entscheidung kann beispielsweise auf Basis von technisch-ökonomischen (Verarbeitungsgeschwindigkeit) oder rechtlichen (z.B. notwendige Sicherstellung, dass Daten löschar sein müssen) Grundlagen getroffen werden.
- Kompatibilität mit bestehenden IT-Systemen (Legacy Systeme) der beteiligten AkteurInnen.

Herausforderungen in Bezug auf Kooperation und Akzeptanz

- Heterogene Informationsbedarfe der an der Wertschöpfung beteiligten AkteurInnen. Diese müssen bei der Konzipierung einer Lösung entsprechend berücksichtigt werden, um durch die daraus resultierende Generierung von Nutzen Akzeptanz zu fördern.
- Der bei den AkteurInnen entstehende Nutzen ist in der Regel unterschiedlich hoch. Während bei einigen StakeholderInnen durch früher verfügbare oder bessere Informationen Ressourcen effizienter eingesetzt und/oder Kosten reduziert werden können, entstehen bei anderen zusätzliche Kosten (z.B. Datengenerierungskosten, technische Systemintegrationskosten oder administrative Kosten), ohne dass für diese aus der Mitwirkung ein direkter Nutzen resultiert. Nutzen-Kosten-Ausgleichsmechanismen oder Anreizstrukturen können helfen die entstehenden Wertbeiträge unter den Parteien aufzuteilen.
- Viele Unternehmen sind in der Regel in eine Vielzahl von Supply Chains eingebettet. Existieren parallele Systeme zur Herstellung von Nachverfolgbarkeit in Supply Chains, können für diese Unternehmen hohe Zusatzkosten entstehen.

Auswirkungen auf den Markt

- Intermediäre, die Informationsbereitstellungsfunktionen und Koordinationsfunktionen erfüllen, werden durch die Technologie zumindest teilweise konkurrenziert. Für Logistikdienstleister besteht die Gefahr einer technologieinduzierten Disintermediation.
- Durch die bessere Nachverfolgbarkeit von Aktivitäten entlang von Wertschöpfungsketten steigt die Transparenz und Effizienz in Supply Chains.
- Multimodale Logistikdienstleistungen in fragmentierten Systemen werden gefördert.
- Bei prohibitiv hohen Kosten (beispielsweise zur Herstellung der Kompatibilität mit derartigen Systemen) können vor allem für kleinere und mittlere Unternehmen Herausforderungen entstehen. Ist eine Nutzung der Blockchain notwendig, um an Geschäftsprozessen mitwirken zu können (beispielsweise, weil diese aufgrund von Handelspartnern wegen der sich für diese AkteurInnen ergebenden Vorteile von diesen vorgeschrieben wird), kommt es zu einer Unmöglichkeit der Teilnahme am Markt und einem Verlust der Wettbewerbsfähigkeit.
- Für am System teilnehmende AkteurInnen kann – insbesondere in Permissioned Blockchains – sogar ein Anreiz bestehen, andere TeilnehmerInnen auszuschließen, um einen strategischen Wettbewerbsvorteil bei der Abwicklung von Geschäftsprozessen mit anderen, an der Lösung beteiligten, StakeholderInnen zu erlangen. Da auf diese Weise einerseits die Erreichung von positiven Netzwerk- und Skaleneffekten kompromittiert wird und außerdem Wettbewerbsverzerrung stattfinden kann, sind derartige Entwicklungen und Strategien kritisch zu beurteilen.

Nutzen für ausgewählte AkteurInnen

Verlader / KundInnen

- Überblick über Status und Historie der Ware
- Bei produzierenden KundInnen im Business-to-Business-Bereich kann die Planung in der Fertigung an die Echtzeit-Daten angepasst werden.
- Ermöglichung, zeitnah auf Abweichungen von SOLL-Prozessen zu reagieren

Logistikdienstleister (Speditionen und Frachtführer)

- Frachtführer, die nur einen Teil der Leistung erstellen, können die Schnittstellen zu ihren Systempartnern besser managen. So kann in der Blockchain beispielsweise hinterlegt werden, wann jene AkteurInnen, die für die vorhergehende Aktivität verantwortlich ist, diese abgeschlossen haben.
- Durch die Sichtbarkeit von Zuständigkeiten und Handover-Prozessen können Konflikte datenbasiert gelöst werden.

- Reduktion der Transaktionskosten bei Abwicklungen von Geschäftsprozessen mit Partnern, die an dieser Lösung teilnehmen.
- Möglichkeit zur datenbasierten Abrechnung von erbrachten Supply Chain Services.

Behörden

- Vereinfachte Prüfung von durchgeführten Aktivitäten auf Basis von Vorabinformationen
- Reduktion von Durchlaufzeiten

Infrastrukturbetreiber (insbesondere Knotenbetreiber)

- Verbesserung der Zulaufsteuerung und der darauf aufbauenden Planung des Ressourceneinsatzes am Terminal.
- Möglichkeit zur datenbasierten Abrechnung von erbrachten Supply Chain Services. Wird beispielsweise in einem Container Terminal jede Umschlagsbewegung erfasst, können erbrachte Leistungen verursachungsgerecht abgerechnet werden.

Vergleich mit bestehenden Lösungen

Die Nachverfolgung und Protokollierung von Aktivitäten entlang der Wertschöpfungskette ist kein neues Problemfeld. Bereits seit Jahrzehnten versuchen Logistikunternehmen, die Verfügbarkeit, Qualität und Nutzung von Daten zu verbessern. Die konsequente Verwendung von Auto ID- oder Radio Frequency Identification (RFID)-Technologie hat in der Logistik bereits vor Jahrzehnten die bessere Nachverfolgung von Produkten ermöglicht. Auch neuere Konzepte, wie beispielsweise Supply Chain Control Tower, unterstützen Unternehmen bei der Herstellung von Transparenz. Ein besonders Merkmal dieser Systeme ist, dass sie in der Regel von Intermediären (beispielsweise Logistikdienstleister, Beratungsunternehmen, IT-Dienstleister) oder anderen Akteuren der Wertschöpfungskette (z.B. Handels- oder Produktionsunternehmen) erbracht werden. Da die Daten somit in der Regel von keiner (im engeren Sinne) „neutralen“ Stelle verarbeitet werden bzw. einem bestimmten Partner zur Verfügung gestellt werden müssen, bestehen bei vielen Unternehmen Bedenken bzgl. deren Weitergabe, insbesondere dann, wenn sensible Informationen weitergeleitet werden müssen.

Durch die dezentrale Ausgestaltung, die Datenbereitstellung in sicheren und nichtmanipulierbaren Umgebungen mit klar definierten Zugriffs- und Verarbeitungsrechten sowie aufgrund des (potentiellen) Wegfalls von Intermediären mit Datenhoheit könnten blockchainbasierte Tracking & Tracing Systeme zur Etablierung von skalierungsfähigen Transparenz-Ökosystemen beitragen. Neue Lösungen können zwar als Alternativen zu bestehenden Systemen entwickelt und positioniert werden, jedoch sind sie in mehreren Punkten komplementär zu derzeit eingesetzten Technologien. Beispielsweise können die auf Basis von Sensordaten und RFID-Chips generierten Informationen in der Blockchain verarbeitet werden. Überdies ergeben sich Möglichkeiten zur Anbindung bestehender Systeme und Control Tower. Auf diese Weise kann die Blockchain als koordinierende Technologie eingesetzt werden (Linking Services).

Die nachstehende Evaluierung zeigt das diesem Use Case zugeschriebene Potential.

| Ausschlussfragen | ja | nein |
|--|----|------|
| Handelt es sich um einen Geschäftsprozess mit mehreren externen Teilnehmern? | x | |
| Kann/soll auf eine zentrale Datenspeicherung verzichtet werden? | x | |
| Kann auf eine High Performance im Millisekunden-Bereich verzichtet werden? | x | |
| Kann der Datenaustausch im Regelfall internetbasiert/netzwerkbasiert erfolgen? | x | |

| Potentialabschätzung | Punkteanzahl | Punkte |
|---|--------------|------------|
| Soll ein Intermediär ersetzt werden? | 5 | 5 |
| Handelt es sich um digitale Datenbestände, die ausgetauscht werden? | 5 | 5 |
| Fehlt Vertrauen zwischen den Parteien bzw. muss dieses erhöht werden? | 9 | 10 |
| Ist es wichtig, einen unveränderlichen Prüfpfad zu haben? | 10 | 10 |
| Handelt es sich um einen neuen Prozess, der noch nicht digitalisiert wurde? | 6 | 10 |
| Gibt es viele Eigentümer der Daten? | 10 | 10 |
| Gibt es eine Vielzahl an Datenquellen? | 5 | 5 |
| Ist eine technische Machbarkeit kurz-/mittelfristig realistisch möglich? | 7 | 10 |
| Profitiert das Ökosystem von größerer Transparenz? | 10 | 10 |
| Gibt es technische/betriebswirtschaftliche Vorteile durch den Einsatz? | 5 | 5 |
| Sind bisherige Technologien nicht / bedingt geeignet, um den Use Case abzubilden? | 7 | 10 |
| Sind durch die Realisierung positive Auswirkungen auf den Markt zu erwarten? | 7 | 10 |
| | 86 | 100 |

Tabelle 27: Evaluierungsergebnis des Use-Case 1: Nachverfolgung und Transparenz

Die Herstellung von Transparenz ist ein Bereich mit sehr hoher Eignung für eine Umsetzung als Blockchain-Projekt. Eine Herausforderung stellt aber die Tatsache dar, dass für die Herstellung von End-to-End-Transparenz alle AkteurlInnen der Wertschöpfungskette die Lösung implementieren müssten.

Use Case 2: Management von Frachtdokumenten

Beschreibung

Die sogenannte Dokumentenlogistik ist ein integraler Bestandteil logistischer Leistungen. Auf Basis der Flussrichtung der zugrundeliegenden Informationen kann in Abhängigkeit vom physischen Güterfluss

zwischen vorauseilenden, begleitenden und nacheilenden Dokumenten entschieden werden. Auf Basis der Dokumente ist eine Klassifizierung in fahrzeugspezifische Dokumente (z.B. Zulassungsdokumente), lenkerspezifische Dokumente (z.B. Fahrerlaubnis, Aufenthaltsgenehmigungen) und frachtspezifische Dokumente möglich. Bei den frachtspezifischen Dokumenten ist wiederum eine Differenzierung in Frachtdokumente im engeren Sinn (z.B. Frachtbrief, Konnossement) sowie Begleitpapiere (z.B. Handelsfaktura, Packlisten, Ursprungszertifikate, Gesundheitszeugnisse) möglich. Die hier beschriebene Lösung beschreibt ein blockchainbasiertes System zur digitalen Erfassung und Verarbeitung von Frachtdokumenten im engeren Sinn.

Die Ziele einer solchen Lösung sind:

- Reduktion von manuellen Tätigkeiten bei der Erstellung und Verarbeitung von Frachtdokumenten.
- Vermeidung von Zeitverlusten und Kosten von fehlenden, unvollständigen oder nicht korrekten Frachtdokumenten.
- Parallelisierung von Arbeitsschritten durch simultanen Zugriff unterschiedlicher Supply Chain AkteurInnen auf Frachtdokumente

Ausgangssituation

Derzeit werden Frachtdokumente in vielen Fällen noch immer manuell ausgestellt und verarbeitet. Diese Prozesse sind fehleranfällig und ineffizient. Vor allem bei globalen Transporten sind aufgrund der Komplexität sowohl der Anteil der informationslogistischen Tätigkeiten sowie auch die daraus resultierenden anteiligen Kosten an den Transportkosten besonders hoch.

Relevante AkteurInnen

- Verlader
- KundInnen
- Logistikdienstleister (Speditionsunternehmen)
- Transportunternehmen (Frachtführer)
- Behörden (z.B. Zollbetriebe)
- Infrastrukturbetreiber (z.B. Betreiber von Terminals)

Herausforderungen

Herausforderungen in Bezug auf Daten und Technologie

- Verifizierung und Kontrolle der Daten: Automatisierte Mechanismen zur Überprüfung der Echtheit und der Richtigkeit von Informationen. Es besteht grundsätzlich die Gefahr, dass Unternehmen nicht korrekte Informationen in der Blockchain abspeichern. Bei der Erstellung von digitalen Frachtdokumenten können Prüfverfahren eingeführt werden, die falsche Informationen automatisch erkennen.
- Sicherstellung der Datenqualität in Bezug auf qualitative und quantitative Aspekte
- Definition bzw. Nutzung von standardisierten Datenformaten zur Sicherstellung, dass diese von den AkteurInnen bereitgestellt bzw. verwendet werden können. Im Bereich von Frachtdokumenten gibt es bereits einen hohen Grad an Standardisierung. Die Nutzung bzw. Digitalisierung dieser Formate ist sinnvoll (und teilweise sogar notwendig), um eine Verwendung und Verarbeitung zu ermöglichen.

- On-Chain und Off-Chain: Entscheidung, welche Daten in der Blockchain gespeichert werden sollen und welche Daten extern gespeichert bzw. verarbeitet werden sollen. Diese Entscheidung kann beispielsweise auf Basis von technisch-ökonomischen (Verarbeitungsgeschwindigkeit) oder rechtlichen (z.B. notwendige Sicherstellung, dass Daten löschar sein müssen) Grundlagen getroffen werden. Es müssen beispielsweise nicht gesamte Frachtdokumente in der Blockchain abgebildet werden. Die Dokumente können in einem anderen System verfügbar gemacht und in der Blockchain verlinkt bzw. auf Basis von Hash-Werten eindeutig identifizierbar gemacht werden.
- Kompatibilität mit bestehenden IT-Systemen (Legacy Systeme) der beteiligten AkteurInnen.

Herausforderungen in Bezug auf Kooperation und Akzeptanz

- Heterogene Informationsbedarfe der an der Wertschöpfung beteiligten AkteurInnen. Diese müssen bei der Konzipierung einer Lösung entsprechend berücksichtigt werden, um durch die daraus resultierende Generierung von Nutzen Akzeptanz zu fördern.
- Der bei den Parteien entstehende Nutzen ist in der Regel unterschiedlich hoch. Während bei einigen StakeholderInnen durch früher verfügbare oder bessere Informationen Ressourcen effizienter eingesetzt und/oder Kosten reduziert werden können, entstehen bei anderen zusätzliche Kosten (z.B. Datengenerierungskosten, technische Systemintegrationskosten oder administrative Kosten), ohne dass für diese aus der Mitwirkung ein direkter Nutzen resultiert. Nutzen-Kosten-Ausgleichsmechanismen oder Anreizstrukturen können helfen die entstehenden Wertbeiträge unter den Prozessbeteiligten aufzuteilen.
- Viele Unternehmen sind in der Regel in eine Vielzahl von Supply Chains eingebettet. Existieren parallele Systeme zum Dokumentenmanagement, können für diese Unternehmen hohe Zusatzkosten entstehen.
- Das System sollte, insbesondere zu Beginn, so ausgestaltet werden, dass eine manuelle Form der Bearbeitung weiterhin möglich bleibt. So kann es sowohl von AkteurInnen verwendet werden, die eine digitalisierte Verarbeitung anstreben, als auch von jenen, die diese noch nicht umsetzen können oder wollen.

Auswirkungen auf den Markt

- Durch die Reduktion von Fehlern, Durchlaufzeiten und Transaktionskosten können Logistikdienstleistungen schneller und effizienter abgewickelt werden.
- Da das Dokumentenmanagement vor allem im internationalen Handel eine große Herausforderung und Kostenbelastung darstellt, werden jene Verkehre und Logistikdienstleistungen, die bei denen diese Kosten einen hohen Anteil an den Transportkosten repräsentieren, im Vergleich zu anderen Logistikdienstleistungen – relativ – günstiger und damit konkurrenzfähiger.
- Darüber hinaus können jene Unternehmen, die frühzeitig digitales Dokumentenmanagement umsetzen, einen Wettbewerbsvorteil gegenüber anderen Unternehmen erarbeiten. Das gilt sowohl für Verlader/KundInnen aus Handel und Industrie als auch für Logistikdienstleister.
- Für Länder, in denen auch die Behörden digitale Frachtdokumente akzeptieren und verarbeiten können, kann sich ein Wettbewerbsvorteil im internationalen Handel ergeben.
- Bei prohibitiv hohen Kosten (beispielsweise zur Herstellung der Kompatibilität mit derartigen Systemen) können vor allem für kleinere und mittlere Unternehmen Herausforderungen entstehen. Ist eine Nutzung der Blockchain notwendig, um an Geschäftsprozessen mitwirken zu können (beispielsweise, weil diese aufgrund von Handelspartnern wegen der sich für diese AkteurInnen ergebenden Vorteile die Nutzung von digitalen Frachtdokumenten vorgeschrieben wird), kommt es zu einer Unmöglichkeit der Teilnahme am Markt und einem Verlust der Wettbewerbsfähigkeit.
- Für am System teilnehmende AkteurInnen kann – insbesondere in Permissioned Blockchains – sogar ein Anreiz bestehen, andere Teilnehmer auszuschließen, um einen strategischen Wettbewerbsvorteil bei der Abwicklung von Geschäftsprozessen mit anderen, an der Lösung beteiligten, StakeholderInnen zu erlangen. Da auf diese Weise einerseits die Erreichung von positiven Netzwerk- und Skaleneffekten kompromittiert wird und außerdem Wettbewerbsverzerrung stattfinden kann, sind derartige Entwicklungen und Strategien kritisch zu beurteilen.

Nutzen für ausgewählte AkteurlInnen

Verlader / KundInnen

- Zugang zu digital bearbeitbaren Frachtdokumenten
- Erhöhung der Transparenz in der Dokumentenlogistik

Logistikdienstleister (Speditionen und Frachtführer)

- Verringerung von Wartezeiten, da der physische Versand von Dokumenten entfällt; dadurch Realisierung von Effizienzgewinnen
- Vermeidung von Koordinationsaufwand mit vor- und nachgelagerten Stufen in der Wertschöpfungskette
- Reduktion des Risikos von Verlusten der Dokumente
- Minimierung von Erfassungs- und Bearbeitungsfehlern

Behörden

- Vereinfachte Prüfung von durchgeführten Aktivitäten auf Basis von Vorabinformationen
- Reduktion von Durchlaufzeiten

Infrastrukturbetreiber (insbesondere Terminalbetreiber)

- Zugang zu Dokumenten, bevor die Ware am Terminal ankommt; das erlaubt, ausgewählte Tätigkeiten vorab zu erbringen und die Durchlaufzeiten am Terminal zu reduzieren.

Vergleich mit bestehenden Lösungen

Bereits heute gibt es bei vielen Verkehrsträgern die theoretische Möglichkeit, digitale Frachtdokumente einzusetzen. Nachstehend wird anhand des Verkehrsträgers Straße ein Beispiel exemplarisch charakterisiert. In diesem Feld stellt der sogenannte CMR Frachtbrief (CMR = Convention relative au contrat de transport international de Marchandises par Route) eine übliche Form dar, mittels der das Übereinkommen über den Beförderungsvertrag im internationalen Straßengüterverkehr geregelt wird. Üblicherweise wird das Dokument in dreifacher (oder mehrfacher) Form ausgestellt. Ein Exemplar verbleibt als Nachweis der Übergabe des Gutes an den Frachtführer beim Versender. Die weiteren Exemplare begleiten die Ware. Nach der Anlieferung des Transportgut, bestätigt der Empfänger auf den restlichen CMR Frachtbriefen den Erhalt der Ware. Mindestens eines der empfangsbestätigenden Exemplare behält der Frachtführer. Es gilt in diesem Fall als Nachweis, dass die Ware zugestellt wurde. Falls es zu Problemen (z.B. Fehlmengen oder Beschädigungen der Ware) kommt, werden diese am Frachtbrief eingetragen. Diese Einträge sind Grundlage für die Beweissicherung und Abwicklung im Schadensfall. Darüber hinaus können weitere Aktivitäten, wie beispielsweise erfolgte Verzollungen, Grenzübertritte oder Entnahmen während der Leistungserbringung (unterwegs) in den CMR-Frachtbrief eingetragen werden. Sie erfüllen eine Dokumentationsfunktion.

Im Februar 2008 wurde dem CMR-Übereinkommen ein Protokoll hinzugefügt, das die elektronische Verwaltung der CMR über „e-CMR“ forderte. Dieses Protokoll ist am 5. Juni 2011 in Kraft getreten. Der e-CMR

wurde im Januar 2017 im Zuge eines grenzüberschreitenden Transportes zwischen Spanien und Frankreich erstmalig eingesetzt. Laut der International Road Transport Union (IRU) konnte demonstriert werden, dass das System funktioniert und einfach zu implementieren und zu verwenden ist (IRU, 2019). Seit 2018 wird die Lösung auch im Benelux-Raum getestet (für insgesamt drei Jahre). Die IRU schätzt, dass dort Kosten in Höhe von ca. 4,50 Euro pro Sendung eingespart werden können, da der e-CMR nicht nur Dokumente aus Papier ersetzt, sondern die Abwicklung der Beförderungen auf Basis digital zur Verfügung stehender Informationen generell beschleunigt und vereinfacht. Bei einer Hochrechnung auf ca. 65.000 Frachtbriefe können im Testgebiet jährlich rund 300.000 Euro eingespart werden (Verkehrsrundschau, 2018).

Bis heute (Februar 2019) sind 17 Länder beigetreten und haben das Abkommen ratifiziert, darunter Bulgarien, die Tschechische Republik, Dänemark, Estland, Frankreich, Iran, Lettland, Litauen, Luxemburg, die Niederlande, die Republik Moldau, Russland, die Slowakei, Slowenien, Spanien, die Schweiz und die Türkei. In Deutschland und Österreich ist bisher keine Ratifizierung erfolgt. Allerdings laufen auch in diesen Ländern (ergebnisoffene) Tests und Projekte, die diese Lösung evaluieren sollen. Die theoretisch möglichen Vorteile des elektronischen Frachtbriefes im internationalen Güterverkehr können daher zum aktuellen Zeitpunkt nur teilweise realisiert werden. Bedenken gibt es auch von Spediteuren, die der verladenden Wirtschaft eine zu geringe Akzeptanz der digitalen Frachtbriefe attestieren und andererseits auf Herausforderungen bei der technischen Erfassung von Änderungen (z.B. Vermerke von Beschädigungen oder Standzeiten) sehen. Die Wirtschaftskammer Österreich betont in diesem Zusammenhang, dass ein e-CMR nur dann sinnvoll sein, wenn diese Lösung flächendeckend und überall zeitgleich angewendet werden könne (Verkehr, 2019). Aufgrund der positiven netzwerkökonomischen Effekte ist diese Argumentation nachvollziehbar.

Die Blockchain-Technologie wird unter Berücksichtigung des skizzierten Beispiels nicht als Alternative zum e-CMR gesehen, sondern als dessen „Enabler“. Durch eine Abbildung des elektronischen Frachtbriefes in einer blockchainbasierten Umgebung können die derzeit bestehenden Bedenken sowohl aus technischer als auch organisatorischer Sicht adressiert werden. Beispielsweise kann durch die Abbildung als Smart Contract sichergestellt werden, dass Änderungen nur von Berechtigten AkteurInnen vorgenommen werden können und dass jede Eintragung entsprechend protokolliert wird. Durch die Verwendung von dezentralen Strukturen ist es auch nicht erforderlich, einer einzigen Organisation die Hoheit über Daten einzuräumen. Im Falle einer Ratifizierung durch die ausstehenden Länder, insbesondere Deutschland und Österreich, wäre es möglich, mit einer unter Verwendung des e-CMR gestalteten Blockchain-Lösung eine international akzeptierte Lösung umzusetzen.

| Ausschlussfragen | ja | nein |
|--|----|------|
| Handelt es sich um einen Geschäftsprozess mit mehreren externen Teilnehmern? | x | |
| Kann/soll auf eine zentrale Datenspeicherung verzichtet werden? | x | |
| Kann auf eine High Performance im Millisekunden-Bereich verzichtet werden? | x | |
| Kann der Datenaustausch im Regelfall internetbasiert/netzwerkbasiert erfolgen? | x | |

| Potentialabschätzung | Punkteanzahl | Punkte |
|---|--------------|------------|
| Soll ein Intermediär ersetzt werden? | 4 | 5 |
| Handelt es sich um digitale Datenbestände, die ausgetauscht werden? | 5 | 5 |
| Fehlt Vertrauen zwischen den Parteien bzw. muss dieses erhöht werden? | 8 | 10 |
| Ist es wichtig, einen unveränderlichen Prüfpfad zu haben? | 10 | 10 |
| Handelt es sich um einen neuen Prozess, der noch nicht digitalisiert wurde? | 6 | 10 |
| Gibt es viele Eigentümer der Daten? | 8 | 10 |
| Gibt es eine Vielzahl an Datenquellen? | 4 | 5 |
| Ist eine technische Machbarkeit kurz-/mittelfristig realistisch möglich? | 9 | 10 |
| Profitiert das Ökosystem von größerer Transparenz? | 10 | 10 |
| Gibt es technische/betriebswirtschaftliche Vorteile durch den Einsatz? | 5 | 5 |
| Sind bisherige Technologien nicht / bedingt geeignet, um den Use Case abzubilden? | 7 | 10 |
| Sind durch die Realisierung positive Auswirkungen auf den Markt zu erwarten? | 8 | 10 |
| | 84 | 100 |

Tabelle 28: Evaluierungsergebnis des Use-Case 2: Dokumentenmanagement

Auch für den Bereich des Dokumentenmanagements kann grundsätzlich eine sehr hohe Eignung der Blockchain identifiziert werden. Allerdings ist es auch in diesem Fall notwendig, dass eine Vielzahl von StakeholderInnen eine Adoptionsentscheidung trifft. Wird beim Design der blockchainbasierten Lösung darauf geachtet, dass auch eine traditionelle Verarbeitung der Daten (z.B. Generierung und Ausdruck von physischen Dokumenten auf Basis von in der Blockchain gespeicherten Informationen) möglich ist, kann digitales Management von Frachtpapieren auch dann funktionieren, wenn sich nur einige AkteurInnen an der Umsetzung beteiligen.

Use Case 3: Peer-to-Peer Marktplätze mit kollaborativer Koordinationsfunktion

Beschreibung

Im Rahmen der Literaturanalyse sowie auch in den Interviews und Workshops mit Expertinnen und Experten konnte festgestellt werden, dass Blockchain-Lösungen eine Neugestaltung von Marktplätzen ermöglichen, durch sowohl eine bessere Kollaboration und Koordination der an der Leistungserstellung beteiligten AkteurInnen als auch die Abbildung von Geschäftsbeziehungen mittels intelligenten Verträgen (Smart Contracts) ermöglicht wird. An dieser Stelle wird eine Peer-to-Peer Infrastruktur beschrieben, über die Logistkdienstleistungen in digitaler Form angeboten, koordiniert und gebucht werden können.

Die Ziele eines dezentralen Marktplatzes mit Koordinationsfunktion sind:

- Dezentral organisierte Vernetzung des bestehenden Logistikangebotes in einer Peer-to-Peer Struktur.
- AnbieterInnen von Logistkdienstleistungen haben die Möglichkeit, ihre Leistungen in diesem Netzwerk anzubieten.
- NutzerInnen können logistische Dienstleistungen digital buchen.
- Durch die Einbindung unterschiedlicher Verkehrsträger und Dienstleister können durch kollaborative Strukturen komplexe Dienstleistungen realisiert werden.

Ausgangssituation

Verladende Unternehmen ohne eigene Transportmittel kaufen Transport- und Logistkleistungen üblicherweise am Markt ein. Spezialisierte Dienstleister übernehmen in diesem Fall die Durchführung der Transporte. Bei komplexen Produkten übernehmen Intermediäre (Speditionen oder Betreiber von Plattformen) auch die Organisation und Koordination der Leistungen und bieten in der Regel auch Zusatzleistungen (z.B. Übernahme des Dokumentenmanagements) an.

Relevante AkteurInnen

- Verlader
- KundInnen
- Logistkdienstleister (Speditionsunternehmen)
- Transportunternehmen (Frachtführer)
- Dienstleister für das Angebot an Zusatzleistungen (z.B. Versicherungen, Banken)

Herausforderungen

Herausforderungen in Bezug auf Daten und Technologie

- Standardisierte Charakterisierung von Produkt- und Leistungsinformationen
- Standardisierung von Kommunikations- und Datenaustauschformaten zur Sicherstellung, dass Teilleistungen unterschiedlicher Unternehmen zu Produkten kombiniert werden können.
- Sicherstellung der Datenqualität mit dem Ziel, dass die im Netzwerk angebotenen und gebuchten Produkte in der spezifizierten Form durchgeführt werden können.

- On-Chain und Off-Chain: Abgrenzung von Daten, die in der Blockchain gespeichert und verarbeitet werden sollen und Daten, die extern gespeichert bzw. verarbeitet werden sollen. Diese Entscheidung kann beispielsweise auf Basis von technisch-ökonomischen (Verarbeitungsgeschwindigkeit) oder rechtlichen (z.B. notwendige Sicherstellung, dass Daten löschar sein müssen) Grundlagen getroffen werden.
- Kompatibilität mit bestehenden IT-Systemen (Legacy Systeme) der beteiligten AkteurInnen. Die Herstellung der Kompatibilität kann durch APIs erfolgen.
- Sicherstellung, dass sensible Unternehmensdaten geschützt werden und dass alle AkteurInnen nur auf für sie relevante Informationen zugreifen können.

Herausforderungen in Bezug auf Kooperation und Akzeptanz

- Die AkteurInnen im Netzwerk stehen teilweise zu einander im Wettbewerb. Für Unternehmen, deren MitbewerberInnen das Netzwerk nutzen, ergeben sich durch die Teilnahme an der Plattform auch Risiken.
- Für Unternehmen, deren Kerngeschäft die Koordination und Abwicklung von komplexen Transport- und Logistikdienstleistungen ist, stellen derartige Netzwerke eine Konkurrenzierung ihres Angebotes dar.
- Marktplätze haben positive Netzwerkeffekte. Das bedeutet, dass jeder zusätzliche Teilnehmer auch den Wert der angebotenen Lösung für alle anderen AkteurInnen steigert. Verladende Unternehmen profitieren dabei in erster Linie von einer umfassenden Einbindung logistischer Dienstleister, während der Wert für Dienstleister mit der Anzahl potentieller Kundinnen und KundInnen steigt.
- Die Einbindung unterschiedlicher Verkehrsträger scheint sinnvoll und notwendig, um für die verladende Wirtschaft umfassende Angebote darstellen zu können. Obgleich es möglich ist, einen Marktplatz in einem ersten Schritt verkehrsträgerspezifisch auszugestalten, ist mittelfristig eine Realisierung multimodaler Optionen anzustreben.

Auswirkungen auf den Markt

- Durch die Dezentralisierung ändert sich die Marktlogik. Es kommt zu einem sogenannten Disintermediationseffekt. Ein Teil der bisher von Spediteuren und anderen Intermediären (z.B. Frachtenbörsen, Logistik-Buchungsplattformen) angebotenen Leistungen wird durch ein digitales Produkt substituiert. Bei einer umfassenden Nutzung ist davon auszugehen, dass traditionelle Anbieter Marktanteile verlieren.
- Für am System teilnehmende AkteurInnen kann – insbesondere in Permissioned Blockchains – ein Anreiz bestehen, andere Teilnehmer auszuschließen, um einen strategischen Wettbewerbsvorteil bei der Abwicklung von Geschäftsprozessen mit anderen, an der Lösung beteiligten, StakeholderInnen zu erlangen. Beispielsweise ist es denkbar, dass AnbieterInnen von Logistikleistungen das Onboarding von direkten Wettbewerbern verhindern und nur komplementäre Angebote zulassen. Da auf diese Weise einerseits die Erreichung von positiven Netzwerk- und Skaleneffekten kompromittiert wird und außerdem Wettbewerbsverzerrung stattfinden kann, sind derartige Entwicklungen und Strategien kritisch zu beurteilen.
- Bei prohibitiv hohen Kosten (beispielsweise zur Herstellung der Kompatibilität mit derartigen Systemen) können vor allem für kleinere und mittlere Unternehmen (z.B. kleine Frächter mit geringer IT-Affinität) Herausforderungen entstehen. Im Extremfall kommt es zu einer Unmöglichkeit der Teilnahme am Markt und einem Verlust der Wettbewerbsfähigkeit.
- Andererseits können für kleine und mittlere Anbieter, wenn eine Teilnahme am dezentralen Netzwerk mit vertretbarem Aufwand realisierbar ist, auch Vorteile generiert werden. Ihre Angebote können dann systematisch mit anderen Logistikprodukten kombiniert werden.
- Für die Verkehrsträger Schiene und Binnenschiff kann die systematische Verknüpfung mit anderen Logistikprodukten eine bessere Möglichkeit zur Einbindung in multimodale Transportketten darstellen. Dadurch steigt die Attraktivität dieser Produkte für die verladende Industrie, was die Erreichung von Modal-Shift-Zielen positiv unterstützen kann.

Nutzen für ausgewählte AkteurInnen

Verlader / KundInnen

- Zugang zu Logistikdienstleistungen in Peer-to-Peer Netzwerken
- Wegfall von Intermediären kann in Kosteneinsparungen resultieren
- Digitaler Einkauf von Logistikdienstleistungen

Transportunternehmen (Frächter)

- Direkter Zugang zu Verladern ohne Nutzung von Intermediären
- Verknüpfung der eigenen Leistung mit komplementären Angeboten (z.B. Vor- und nachgelagerte Transportleistungen oder Zusatzleistungen, z.B. Versicherungen)

Logistikdienstleister (Speditionen)

- Nutzung als zusätzlichen Absatzkanal
- Für klassische Speditionen stellen auf Basis einer Peer-to-Peer-Logik funktionierende Marktplätze aber in der Regel eine Konkurrenzierung der traditionellen Angebote dar.

Dienstleistungsunternehmen für das Angebot an Zusatzleistungen (z.B. Versicherungen, Banken)

- Zusätzlicher Absatzkanal für Produkte
- Möglichkeit zur Positionierung neuer Produkte (z.B. auftragsspezifische On-Demand-Versicherungen, die als intelligente Verträge in der Blockchain abgebildet werden)

Vergleich mit bestehenden Lösungen

Neben traditionellen Angeboten von Logistikdienstleistern, welche in der Regel die Koordination von komplexen Logistikdienstleistungen übernehmen, gibt es eine Vielzahl von Plattformen, über die Transportleistungen angeboten und eingekauft werden können.

Beispielsweise bieten zahlreiche Anbieter von sogenannten Frachtenbörsen sowie auch Anbieter von Transport Management Systemen (TMS) ihren Kundinnen und KundInnen Möglichkeiten, über definierte Schnittstellen Transportprodukte digital einzukaufen. Die Koordination erfolgt dabei in der Regel durch den Softwareanbieter, der als Intermediär auftritt und den Betrieb sowie die Weiterentwicklung der Plattform verantwortet. Verladende Unternehmen bzw. Logistikdienstleister entrichten für diese Koordinationsleistung ein Entgelt an den Anbieter. Durch die Nutzung dezentraler Peer-to-Peer Strukturen ist ein (teilweiser) Verzicht auf solche Intermediäre möglich. Dadurch können Transaktionskosten reduziert werden.

Neben TMS-Anbietern und Frachtenbörsen haben in den letzten Jahren auch traditionelle Logistikdienstleister und Spediteure selbst Portallösungen und Schnittstellen entwickelt, um Kundinnen und KundInnen eine digitale Buchung der eigenen Produkte zu ermöglichen. In vielen Fällen werden diese Projekte mit dem Ziel einer stärkeren Bindung von KundInnen bzw. der Schaffung von neuen bzw. günstigeren Absatzkanälen umgesetzt. Auch wenn durch die Digitalisierung der KundInneninteraktion Transaktionskosten reduziert werden können, gibt es in diesen Systemen weiterhin klassische Intermediäre. Eine besondere Herausforderung für Logistikdienstleister, die eigene Plattformen nutzen besteht im Bereich der Skalierung der Lösungen. So ist es in der Regel nicht bzw. nur bedingt möglich, für Mitbewerber ausreichende Anreize

zur Teilnahme an der Plattform zu schaffen. Dadurch sind einerseits das realisierbare Wachstum sowie in Folge der für Kundinnen und KundInnen darstellbare Nutzen begrenzt.

Ein besonderer Vorteil von blockchainbasierten Marktplätzen liegt in der Möglichkeit zur Disintermediation und Dezentralisierung. Auf diese Weise könnten Transaktionskosten theoretisch signifikant reduziert werden.

| Ausschlussfragen | ja | nein |
|--|----------|------|
| Handelt es sich um einen Geschäftsprozess mit mehreren externen Teilnehmern? | x | |
| Kann/soll auf eine zentrale Datenspeicherung verzichtet werden? | x | |
| Kann auf eine High Performance im Millisekunden-Bereich verzichtet werden? | x | |
| Kann der Datenaustausch im Regelfall internetbasiert/netzwerkbasierend erfolgen? | x | |

| Potentialabschätzung | Punkteanzahl | Punkte |
|---|--------------|------------|
| Soll ein Intermediär ersetzt werden? | 5 | 5 |
| Handelt es sich um digitale Datenbestände, die ausgetauscht werden? | 5 | 5 |
| Fehlt Vertrauen zwischen den Parteien bzw. muss dieses erhöht werden? | 10 | 10 |
| Ist es wichtig, einen unveränderlichen Prüfpfad zu haben? | 10 | 10 |
| Handelt es sich um einen neuen Prozess, der noch nicht digitalisiert wurde? | 8 | 10 |
| Gibt es viele Eigentümer der Daten? | 10 | 10 |
| Gibt es eine Vielzahl an Datenquellen? | 5 | 5 |
| Ist eine technische Machbarkeit kurz-/mittelfristig realistisch möglich? | 7 | 10 |
| Profitiert das Ökosystem von größerer Transparenz? | 8 | 10 |
| Gibt es technische/betriebswirtschaftliche Vorteile durch den Einsatz? | 5 | 5 |
| Sind bisherige Technologien nicht / bedingt geeignet, um den Use Case abzubilden? | 9 | 10 |
| Sind durch die Realisierung positive Auswirkungen auf den Markt zu erwarten? | 10 | 10 |
| | 92 | 100 |

Tabelle 29: Evaluierungsergebnis des Use-Case 3: Peer-to-Peer Marktplätze mit kollaborativer Koordinationsfunktion

Grundsätzlich kann konstatiert werden, dass sich auch dezentrale Marktplätze sinnvoll mit Hilfe der Blockchain umsetzen lassen. Ein kritischer Erfolgsfaktor ist – aufgrund der Existenz von positiven Netzwerkeffekten – die realisierbare Skalierung. Als weiteren kritischen Faktor können Beharrungstendenzen und Widerstände von Logistikdienstleistern und Intermediären identifiziert werden, deren Geschäftsmodelle durch diese neuen Formen der Zusammenarbeit bedroht bzw. konkurrenziert werden.

Use Case 4: Organisation der letzten Meile im Zustellverkehr

Beschreibung

Die Blockchain-Technologie kann eingesetzt werden, um ein dezentral organisiertes Netzwerk von Zustellboxen/Zustellmöglichkeiten zu realisieren, das logistischen Unternehmen die Zustellung von Paketen an EndkundInnen erleichtert.

Die Ziele eines dezentralen Netzwerkes von Paketboxen / Zustelloptionen sind:

- Dezentral organisierte Abgabemöglichkeiten für Pakete
- AnbieterInnen von Logistikdienstleistungen haben die Möglichkeit, ein BetreiberInnen-unabhängiges Ressourcennetzwerk zu verwenden
- Erhöhung der erfolgreich durchgeführten Zustellungen und damit Reduktion nicht erfolgreicher Zustellversuche
- Kein Ablegen von Paketen vor Wohnungs- oder Haustüren
- EmpfängerInnen von Sendungen empfangen Sendungen sicher und entkoppelt vom liefernden Logistikunternehmen

Die Realisierung eines neutralen Zustellnetzwerkes kann in Form von neutral betriebenen bzw. neutral nutzbaren Zustellboxen/Paketboxen erfolgen (Option 1) oder in Form eines Netzwerkes von KundInnenspezifischen Vertrauenspersonen realisiert werden (Option 2). Bei Option 1 gibt es an verschiedenen Orten (in Wohnhäusern, an öffentlichen Orten etc.) installierte Paketboxen. Die Betreiber erhalten die Möglichkeit, leere Paketboxen zu buchen und die Sendungen für die KundInnen in diesen Boxen zu hinterlegen. Damit ist es nicht notwendig, dass eine Übergabe des Paketes an die KundInnen erfolgt. Die EmpfängerInnen können nach der Lieferung über die Hinterlegung des Paketes informiert werden und erhalten eine Berechtigung, die Box mit dem für sie vorgesehenen Inhalt zu öffnen. Bei Option 2 kann auf Zustellboxen bzw. auf eine physische Infrastruktur verzichtet werden. In einer Blockchain können sich sowohl EmpfängerInnen als auch andere AkteurInnen (Nachbarn, Anrainer, Betriebe in einem bestimmten Liefergebiet) registrieren und authentifizieren. Jede Person bzw. jede/r AkteurIn kann in einem Profil angeben, wann und wo er/sie verfügbar ist und ob Sendungen für andere EmpfängerInnen entgegengenommen werden. Sie bilden damit ein Netzwerk potentieller AlternativempfängerInnen. Originäre EmpfängerInnen können wiederum angeben, welche AkteurInnen dieses Netzwerkes erlaubt werden soll, Sendungen in ihrem Namen entgegenzunehmen. Somit kann das zustellende Unternehmen feststellen, an wen ein Paket bei Nichtverfügbarkeit des/der originären EmpfängerIn geliefert werden darf. Bei einer ausreichenden Anzahl an teilnehmenden AkteurInnen kann ein Netzwerk vertrauenswürdiger AlternativempfängerInnen etabliert werden. Durch eine Aufzeichnung aller Transaktionen kann sichergestellt werden, dass zu jeder Zeit klar ist, wer welche Sendung zu welchem Zeitpunkt an welche Partei übergeben hat. Da die Zustellung durch EmpfängerInnen auf bestimmte AkteurInnen eingeschränkt werden kann, ist eine Vermeidung von Zustellungen an nicht vertrauenswürdige Entitäten darstellbar.

Ausgangssituation

Der E-Commerce-Effekte (Zunahme von Bestellungen im Internet) sowie der Sendungsstruktureffekte (Verschiebung von größeren, konsolidierten Lieferungen von Massengütern hin zu immer kleineren und in der Regel wertvolleren Sendungen) sowie nicht zuletzt sich ändernde KundInnenpräferenzen und -bedürfnisse stellen die Warendistribution vor große Herausforderungen. Eine effektive und effiziente Zustellung von Waren (insbesondere entlang der sogenannten „letzten Meile“) ist sowohl verkehrs- als auch umweltpolitisch erforderlich.

Zustellenden Unternehmen entstehen durch nicht erfolgreiche Zustellversuche derzeit in der Regel hohe Zusatzkosten. Für empfangende Parteien sind diese nicht erfolgreichen Zustellungen oft mit längeren Wartezeiten bzw. zusätzlichen Aktivitäten verbunden.

Relevante AkteurInnen

- KundInnen/EmpfängerInnen von Sendungen
- Logistikdienstleister (Speditionsunternehmen)
- Transportunternehmen (Frachtführer)
- Vertrauenspersonen von EmpfängerInnen
- BetreiberInnen von Paketboxen

Herausforderungen

Herausforderungen in Bezug auf Daten und Technologie

- Standardisierte Charakterisierung von Produkt- und Leistungsinformationen
- Standardisierung von Kommunikations- und Datenaustauschformaten zur Sicherstellung, dass Teilleistungen unterschiedlicher Unternehmen zu Produkten kombiniert werden können.
- Sicherstellung der Datenqualität mit dem Ziel, dass die im Netzwerk angebotenen und gebuchten Produkte in der spezifizierten Form durchgeführt werden können.
- On-Chain und Off-Chain: Abgrenzung von Daten, die in der Blockchain gespeichert und verarbeitet werden sollen und Daten, die extern gespeichert bzw. verarbeitet werden sollen. Diese Entscheidung kann beispielsweise auf Basis von technisch-ökonomischen (Verarbeitungsgeschwindigkeit) oder rechtlichen (z.B. notwendige Sicherstellung, dass Daten löschar sein müssen) Grundlagen getroffen werden.
- Kompatibilität mit bestehenden IT-Systemen (Legacy Systeme) der beteiligten AkteurInnen. Die Herstellung der Kompatibilität kann durch APIs erfolgen.
- Sicherstellung, dass sensible Unternehmensdaten geschützt werden und dass alle AkteurInnen nur auf für sie relevante Informationen zugreifen können.

Herausforderungen in Bezug auf Kooperation und Akzeptanz

- Die AkteurInnen im Netzwerk stehen teilweise zu einander im Wettbewerb. Insbesondere für Unternehmen mit Marktmacht bzw. für AkteurInnen, die eigene Zustellinfrastruktur betreiben, entsteht durch neutrale Alternativen ein Wettbewerbs- bzw. Differenzierungsnachteil.
- Für Unternehmen, deren Kerngeschäft die Zustellung von Paketen ist, entfallen Differenzierungsmöglichkeiten sowie der direkte Kontakt mit KundInnen.

- Neutrale Zustellnetzwerke haben grundsätzlich positive Netzwerkeffekte. Das bedeutet, dass jeder zusätzliche Teilnehmer auch den Wert der angebotenen Lösung für alle anderen AkteurInnen steigert. Verladende Unternehmen profitieren dabei in erster Linie von einer umfassenden Einbindung logistischer Dienstleister, während der Wert für Dienstleister mit der Anzahl potentieller Kundinnen und KundInnen steigt. Werden neutrale Netzwerke parallel zu proprietären Lösungen einzelner MarktteilnehmerInnen betrieben, kann der Nutzen nur teilweise realisiert werden.
- KundInnenseitig ist bei einer flächendeckenden Lösung von hoher Akzeptanz auszugehen, da erwartet werden kann, dass die Zustellbarkeit von Sendungen erhöht wird und sich Wartezeiten sowie zusätzliche Wege durch KundInnen (z.B. zu Depots bzw. Stationen) reduziert werden können.

Auswirkungen auf den Markt

- Angebotsseitig führt ein dezentrales Zustellnetzwerk zu einer (teilweisen bzw. bei umfassender Implementierung vollständigen) Bereinigung proprietärer Lösungen. Einer Realisierung dieses Effektes stehen die aufgrund der reduzierten Differenzierungsfähigkeit der liefernden Unternehmen jedoch die beschriebenen Herausforderungen bei der Kooperation entgegen.
- Für am System teilnehmende AkteurInnen kann – insbesondere in Permissioned Blockchains – ein Anreiz bestehen, andere Teilnehmer auszuschließen, um einen strategischen Wettbewerbsvorteil bei der Abwicklung von Geschäftsprozessen mit anderen, an der Lösung beteiligten, StakeholderInnen zu erlangen. Beispielsweise ist es denkbar, dass mehrere AnbieterInnen im Zustellbereich das Onboarding von direkten Wettbewerbern verhindern und nur komplementäre Angebote (z.B. in anderen Regionen bzw. für nicht-kannibalisierende Segmente) zulassen. Da auf diese Weise einerseits die Erreichung von positiven Netzwerk- und Skaleneffekten kompromittiert wird und außerdem Wettbewerbsverzerrung stattfinden kann, sind derartige Entwicklungen und Strategien kritisch zu beurteilen.
- Bei prohibitiv hohen Kosten (beispielsweise zur Herstellung der Kompatibilität mit derartigen Systemen) können vor allem für kleinere und mittlere Unternehmen (z.B. kleine Frächter mit geringer IT-Affinität) Herausforderungen entstehen. Im Extremfall kommt es zu einer Unmöglichkeit der Teilnahme am Markt und einem Verlust der Wettbewerbsfähigkeit. Allerdings ist davon auszugehen, dass die Anbindung an ein neutrales System an Zustellboxen für Lieferunternehmen mit entsprechender IT-Kompetenz über APIs mit vertretbarem Aufwand realisierbar ist. Die entstehenden Zusatzkosten können durch die aufgrund der Effizienzsteigerung erreichbaren Kosteneinsparung kompensiert werden.
- Andererseits können für kleine und mittlere AnbieterInnen, wenn eine Teilnahme am dezentralen Netzwerk mit vertretbarem Aufwand realisierbar ist, auch Vorteile generiert werden. Ihre Angebote können dann ohne Wettbewerbsnachteile zu gleichen/ähnlichen Bedingungen erfolgen, wie von Mitbewerbern. Der für die MitbewerberInnen entstehende Differenzierungsnachteil (s.o.) kann dementsprechend als Minimierung des relativen Wettbewerbsnachteils jener AkteurInnen interpretiert werden, die aktuell nur bedingt Möglichkeiten haben, bestehende Zustelloptionen zu nutzen.

Nutzen für ausgewählte AkteurInnen

KundInnen/EmpfängerInnen von Sendungen

- Lieferung unabhängig vom zustellenden Unternehmen
- Erhöhung der Zustelltransparenz
- Erhöhung der Rate erfolgreicher Zustellungen
- Minimierung von Wartezeiten und zusätzlichen Wegzeiten bei außerplanmäßiger Abholung oder erneuter Zustellung in Folge von nicht erfolgreichen Erstzustellungen

Transportunternehmen (Frachtführer) / Logistikdienstleister (Speditionen)

- Erhöhung der Rate erfolgreicher Zustellungen und Minimierung von Mehrfachzustellungen (Effizienzgewinn)

- Erleichterte Zustellung in Gebieten, in denen keine eigene Zustellinfrastruktur vorhanden ist bzw. in denen gar keine Zustellinfrastruktur existiert (und nur eine Direktzustellung in Form einer persönlichen Übergabe möglich ist).
- Entkopplung des Zustellprozesses von der physischen Anwesenheit von KundInnen

Betreiber von Zustellboxen (Option 1)

- Entgelt für Zurverfügungstellung der Lieferstruktur
- Realisierung von positiven Skaleneffekten und damit kostengünstige Bereitstellung der Infrastruktur
- Subventionierung durch öffentliche Hand möglich, da durch die neutrale Positionierung ein nichtdiskriminierender Zugang für alle liefernden Betriebe realisiert werden kann.
- Marktsicherheit bei Umsetzung als Quasi-Monopol (Regulierung erforderlich)

Vertrauenspersonen von EmpfängerInnen (Option 2)

- Reziprozität bei Doppelrolle als originärer Empfänger und Alternativempfänger
- Anreizmechanismen für die Übernahme fremder Pakete (z.B. Vergünstigungen oder Entgelt bei Übernahme einer Mindestmenge von Paketen)
- Sicherstellung, dass Übernahme durch Vertrauensperson im Interesse der empfangenden Partei ist

Vergleich mit bestehenden Lösungen

Die Herausforderungen bei der Zustellung auf der letzten Meile stellen derzeit sowohl für die an der Distribution beteiligten Unternehmen als auch für empfangende Parteien ein Problem dar. Aufgrund des erwarteten Wachstums am KEP-Markt ist mittelfristig von einer Zunahme dieser Problematik auszugehen. Sowohl Unternehmen als auch die Forschung arbeiten daher an unterschiedlichen Konzepten, um die Zustellung effektiver und effizienter zu gestalten. Einige Unternehmen (in Österreich beispielsweise die Post AG) betreiben eigene Netzwerke an Zustellmöglichkeiten. Diese erlauben Fahrern des eigenen Betriebes sowie Unternehmen, die in deren Auftrag Zustellungen durchführen, die vorhandene Infrastruktur zu nutzen. Für andere Betriebe besteht diese Möglichkeit nicht, da eine Zurverfügungstellung für Mitbewerber aus strategischen Überlegungen nicht erwünscht bzw. aufgrund von fehlenden Kapazitäten in vielen Fällen nicht möglich ist. Ein Aufbau von Parallelstrukturen ist nur für größere Anbieter mit einem entsprechenden Sendungsvolumen bzw. beispielsweise für Zustelldienste mit regionalen Schwerpunkten darstellbar. Allerdings muss angemerkt werden, dass ein Aufbau paralleler, proprietärer Zustellbereiche nicht immer sinnvoll (möglich) ist. Beispielsweise steht in vielen Immobilien nicht ausreichend Platz für Systeme unterschiedlicher AnbieterInnen zur Verfügung. Weiters ist davon auszugehen, dass bei einer Koexistenz mehrerer, voneinander unabhängiger Systeme mehr Kapazitäten geschaffen werden müssen, um ein bestimmtes Serviceniveau zu erreichen (bei einer anbieterübergreifenden Durchschnittsbetrachtung).

Es kann konstatiert werden, dass die derzeit bestehenden Zustellmöglichkeiten einen Wettbewerbsvorteil für etablierte Unternehmen darstellen und die daraus resultierenden Vorteile bei der Zustellung vor allem für KundInnen dieser Unternehmen realisiert werden. Diese bestehenden Lösungen sind aus einzelwirtschaftlicher Perspektive nachvollziehbar, erschweren aber die Etablierung von flächendeckenden Gesamtlösungen.

Die Implementierung eines blockchainbasierten Netzwerkes für Zustellmöglichkeiten verlangt jedoch nicht zwangsläufig die Aufgabe von unternehmenseigenen Lösungen. Realisierbar sind grundsätzlich auch Szenarien, wo freie Kapazitäten bestehender Angebote in der Blockchain für Dritte bereitgestellt werden. Bezugnehmend auf die in Use Case 3 beschriebene Überlegung von dezentralen Marktplätzen wäre es denkbar, die aktuell verfügbaren Ressourcen auf einem Marktplatz zu bündeln und eine standardisierte Buchungs- bzw. Zugangsmöglichkeit zu etablieren. In einem solchen Netzwerk können simultan sowohl Ressourcen einzelner Logistikunternehmen, neutrale Angebote von spezialisierten Bereitstellern von Paketboxen sowie auch vertrauenswürdige AlternativempfängerInnen abgebildet werden. Die Blockchain übernimmt in diesem Fall, analog zum Beispiel aus Use Case 3 eine Kollaborations- und Koordinationsfunktion.

| Ausschlussfragen | ja | nein |
|--|----------|------|
| Handelt es sich um einen Geschäftsprozess mit mehreren externen Teilnehmern? | x | |
| Kann/soll auf eine zentrale Datenspeicherung verzichtet werden? | x | |
| Kann auf eine High Performance im Millisekunden-Bereich verzichtet werden? | x | |
| Kann der Datenaustausch im Regelfall internetbasiert/netzwerkbasiert erfolgen? | x | |

| Potentialabschätzung | Punkteanzahl | Punkte |
|---|--------------|--------|
| Soll ein Intermediär ersetzt werden? | 3 | 5 |
| Handelt es sich um digitale Datenbestände, die ausgetauscht werden? | 5 | 5 |
| Fehlt Vertrauen zwischen den Parteien bzw. muss dieses erhöht werden? | 10 | 10 |
| Ist es wichtig, einen unveränderlichen Prüfpfad zu haben? | 10 | 10 |
| Handelt es sich um einen neuen Prozess, der noch nicht digitalisiert wurde? | 7 | 10 |
| Gibt es viele Eigentümer der Daten? | 10 | 10 |
| Gibt es eine Vielzahl an Datenquellen? | 5 | 5 |
| Ist eine technische Machbarkeit kurz-/mittelfristig realistisch möglich? | 8 | 10 |
| Profitiert das Ökosystem von größerer Transparenz? | 8 | 10 |
| Gibt es technische/betriebswirtschaftliche Vorteile durch den Einsatz? | 5 | 5 |
| Sind bisherige Technologien nicht / bedingt geeignet, um den Use Case abzubilden? | 7 | 10 |
| Sind durch die Realisierung positive Auswirkungen auf den Markt zu erwarten? | 10 | 10 |

88

100

Tabelle 30: Evaluierungsergebnis des Use-Case 4: Last Mile

5. Zusammenfassende Darstellung und Interpretation der Ergebnisse

5.1. Ergebnissynthese und generisch-abstrakte Einsatzbereiche

Die bisherigen Ausführungen zeigen vielfältige Einsatzpotentiale für Blockchain- und Distributed-Ledger Technologien im mobilitätsnahen Umfeld. In beiden Bereichen konnten sowohl europäische als auch globale Pilotprojekte aufgezeigt sowie forschungsnahe Entwicklungen dargestellt und beispielhafte Umsetzungsmöglichkeiten expliziert werden.

Nachstehend werden die auf Basis der bereichsspezifischen Analysen aus Kapitel 3 und 4 sowie der in Kapitel 2 vorgenommenen Technologie- und Umfeldcharakterisierung gewonnenen Erkenntnisse kritisch reflektiert und zusammenfassend beleuchtet. Grundsätzlich kann festgestellt werden, dass sich für den Mobilitätsbereich ein breites Spektrum generisch-abstrakter Einsatzfelder sowie darüber hinausgehende, spezifische Anwendungsoptionen ableiten lassen (vgl. Abbildung 20). Dies generischen Punkte sind nachstehend beschrieben, obgleich auf Überschneidungen hingewiesen werden muss, die sich zwischen Feldern ergeben.

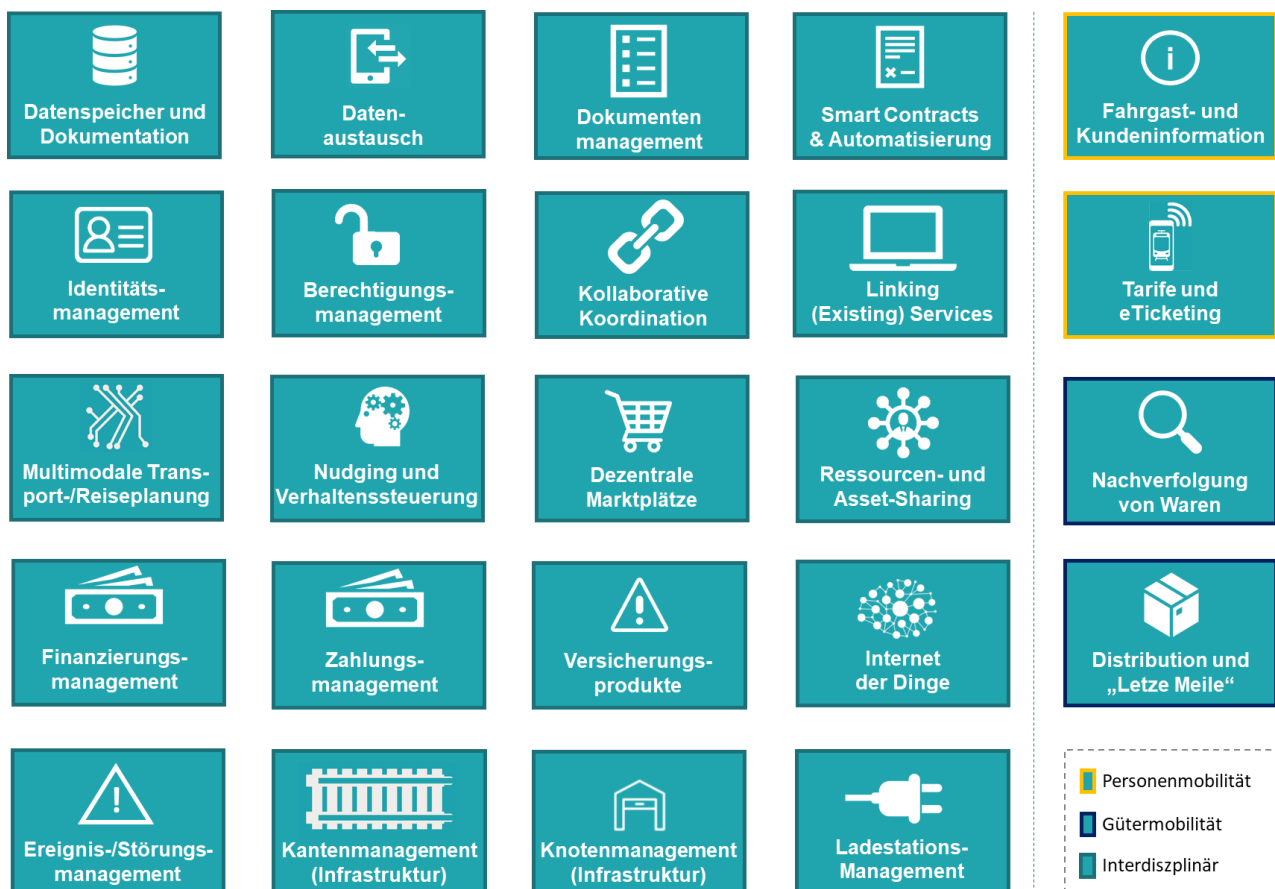


Abbildung 20: Zusammenfassende Darstellung von Blockchain-Einsatzmöglichkeiten im Mobilitätsbereich

Die angeführten generisch-abstrakten Themenfelder stellen eine Synthese spezifischer Anwendungsbeispiele dar und wurden auf Basis funktionaler Gemeinsamkeiten zu übergeordneten Feldern zusammengefasst. Nachstehend sind die identifizierten Bereiche jeweils kurz beschrieben.

Datenspeicher und Dokumentationsmöglichkeit

Wie in Kapitel 2.5 beschrieben, stellt die Blockchain als dezentrale Datenbank ein Substitut für traditionelle zentrale und dezentrale Datenbanksysteme dar. Ein Hauptvorteil im Vergleich zu klassischen Speicherlösungen resultiert aus der umfassenden und nichtmanipulierbaren Protokollierung von Änderungen der Datenbestände. In Anwendungsbereichen, die von einer transparenten Informationshistorie profitieren, können entsprechende Vorteile dargestellt werden. Bereiche des Personen- und Güterverkehrs, in denen die Nachverfolgbarkeit von Datenänderungen von hoher Relevanz ist (z.B. Verfügbarkeit von Ressourcen, Veränderungen von Berechtigungen, Protokoll durchgeführter Aktivitäten etc.), können überproportional von blockchainbasierten Lösungen profitieren.

Darüber hinaus ermöglicht die dezentrale Speicherung der Daten die Erreichung eines höheren Datensicherheitsniveaus bzw. eines geringeren Risikos, durch technische Störungen oder gezielte Angriffe kompromittiert zu werden. Aus der dezentralen Speicherung resultiert demnach ein hoher Grad an Resilienz hinsichtlich Angriffen und Störungen.

Weiters stellen unterschiedliche Auffassungen und Präferenzen hinsichtlich potentieller Speicherorte und der korrespondierenden Datenverwaltungs- und -verarbeitungshoheit immer wieder die Grundlage für Konflikte bei der Etablierung von unternehmensbereichs- und vor allem unternehmens- bzw. organisationsübergreifenden Informationssystemen dar. Beispielsweise ist es denkbar, dass aufgrund von Differenzen hinsichtlich der Organisation der Datenspeicherung und -verarbeitung die Zusammenarbeit zwischen unterschiedlichen MobilitätsanbieterInnen erschwert wird – insbesondere dann, wenn das Gelingen einer Zusammenarbeit von der Zurverfügungstellung wichtiger Daten an einen (möglicherweise sogar im direkten Wettbewerb stehenden) Partner erforderlich ist. Zahlreiche nationale und internationale Fälle (z.B. die Weitergabe von Echtzeit-Fahrplandaten der Wiener Linien an Google) zeigen, dass eine Datenbereitstellung bzw. die Nutzung einer gemeinsamen Datenbasis in der Praxis mit großen Herausforderungen verbunden sind. Blockchainbasierte Umgebungen können dieses Problem u.a. durch die Hinterlegung der Daten bei mehreren/allen teilnehmenden Knoten lösen, da dadurch auch eine gemeinsame Verantwortung realisiert werden kann.

Werden in der Blockchain Datenbestände verwaltet, die von unterschiedlichen AkteurInnen verarbeitet werden (müssen), setzt das ein bestimmtes Niveau an syntaktischer und semantischer Abstimmung der zu speichernden Informationen voraus – und zwar in einem höheren Maße als bei einer organisationsspezifischen Silospeicherung. Dieses Verwenden einer gemeinsamen Sprache reduziert Schnittstellen und verbessert die Interoperabilität. Sowohl im Güter- als auch im Personenverkehr gibt es Anwendungsfälle, in denen gemeinsame Datenbestände die Zusammenarbeit zwischen unterschiedlichen AkteurInnen wesentlich vereinfachen würden. Darüber hinaus ist es denkbar, dass solche Daten auch von anderen Parteien (z.B. Statistik Austria, Verkehrs- und Raumplanern, Zollbehörden) verwendet werden. Durch eine sinnvolle Ausgestaltung von Berechtigungen (s.u.) kann außerdem zielgerichtet gesteuert werden, wer zu welchem Zeitpunkt welche Informationen lesen, verarbeiten oder verändern darf.

Datenaustausch

Neben der einfachen Speicherung von Daten in einer Blockchain kann diese auch als Instrument zur Organisation der Datenbereitstellung zwischen unterschiedlichen Entitäten verwendet werden. Die Relevanz der interorganisationalen Bereitstellung von Daten für den Mobilitätsbereich wurde im letzten Abschnitt bereits erläutert.

Durch die Nutzung der Blockchain kann sichergestellt werden, dass die Bereitstellung und Übertragung der Daten auf eine besonders sichere Weise erfolgen kann. Allerdings ist es nicht zwangsläufig notwendig, Datenbestände direkt in der Blockchain zu speichern. Es ist auch denkbar, dass in der Blockchain lediglich digitale Fingerabdrücke von Daten (zur Verifikation der Echtheit/Legitimität) oder Verweise auf externe Datenbestände, die beispielsweise in firmeneigenen Informationssystemen vorgehalten werden, erfasst sind.

Die systematische Nutzung von Anreizstrukturen kann AkteurInnen dazu bringen, die Bereitschaft zur Datenbereitstellung zu erhöhen. Beispielsweise könnten Privatpersonen oder Wirtschaftstreibende dazu veranlasst werden, mehr Daten für andere Parteien (z.B. Behörden, Dienstleister etc.) anzubieten, indem eine Entlohnung in Form von Mikrotransaktionen erfolgt. Derartige Transaktionen können auf Basis von Smart Contracts (s.u.) auch direkt auf der Blockchain abgebildet werden.

Dokumentenmanagement

Dokumente spielen sowohl in der Personen- als auch Gütermobilität eine große Rolle. Sie weisen beispielsweise die Identität von Personen aus (Ausweisdokumente), erfassen die Bedingungen über das Zustandekommen von Willenserklärungen und die Abstimmung von Bedingungen über Gütertransporte und Personenbeförderungen (Vertragsdokumente) oder dokumentieren bestimmte Berechtigungen (z.B. Einfahrgenehmigungen, Fahrerlaubnis/Führerschein, Behindertenausweise) oder Qualifikationen (z.B. Zertifikate über absolvierte Weiterbildungen oder Zeugnisse von Ausbildungsstätten). In vielen Fällen liegen derartige Dokumente heute noch immer in Papierform vor. Die Möglichkeiten zur automatisierten Verarbeitung sind daher in der Regel sehr eingeschränkt. Beispielsweise stellen der geringe Digitalisierungsgrad und das Festhalten an physischen Frachtpapieren internationale Transport- und Logistikketten vor große Herausforderungen. Besonders problematisch sind in diesem Bereich entstehende Zeitverluste und ineffiziente Prozesse, die in bürokratischem Zusatzaufwand und in hohen Zusatzkosten resultieren. In vielen Fällen stellen die Kosten für den administrativen Aufwand sogar einen wesentlichen Teil der gesamten Beförderungskosten dar.

Grundsätzlich wäre es möglich, eine Vielzahl dieser Dokumente zu digitalisieren. In der Blockchain können dann entweder die Dokumente selbst in einer digitalen Variante als auch digitale Fingerabdrücke inkl. Verweisen auf die extern (z.B. Zeugnisse direkt bei Hochschulen, Fahrerlaubnisse bei den entsprechenden Behörden) gespeicherten Dokumente hinterlegt werden. Vorteile entstehen bei der Überprüfung der Echtheit von Dokumenten (und der damit verbundenen Erhöhung der Fälschungssicherheit) sowie nicht zuletzt bei der digitalen Be- und Verarbeitung. Durch die Speicherung der gesamten Informations-/Transaktionshistorie ist es außerdem möglich, erlöschende Gültigkeiten oder Befristungen systematisch zu dokumentieren.

Liegen Dokumente in digitaler Form vor, ist es außerdem möglich, die Informations-/Datenweitergabe über die Blockchain selektiv zu steuern. Damit ist gemeint, dass von einem Dokument (z.B. von einem behördlich ausgestellten Reisepass) nur jene Daten weitergegeben werden können, die eine empfangende/verarbeitende

Partei zur Erfüllung gewisser Aufgaben benötigt. Eine/m/r MobilitätsanbieterIn (z.B. einer Fluglinie) könnte so beispielsweise nur die Abfrage von Name, Reisepassnummer, Ausstellungsort/-datum und der Gültigkeit gestattet werden, während der Zugriff auf andere Daten verwehrt bleibt. Analog könnte es eine/r/m ArbeitgeberIn erlaubt sein, Zeugnisse von BewerberInnen nur hinsichtlich Vor-/Nachname und Abschlussdatum sowie dem Namen der Hochschule und des erworbenen akademischen Grades, nicht jedoch hinsichtlich einzelner Leistungsbeurteilungen abzufragen.

Bei vielen Dokumenten, die in einem grenzüberschreitenden Kontext verwendet werden (was bei mobilitätsbezogenen Fragestellungen oft der Fall ist) scheint eine Abstimmung auf internationaler Ebene sinnvoll zu sein. Alleingänge einzelner Staaten, beispielsweise zur blockchainbasierten Digitalisierung von Reisedokumenten, könnten unter Umständen nur eine teilweise Realisierung des zur Verfügung stehenden Potentials ermöglichen.

Smart Contracts und Automatisierung

Verträge stellen eine besondere Form von Dokumenten dar. Mit Hilfe der Blockchain-Technologie können diese systematisch digitalisiert und „intelligent“ gestaltet werden. Diese sogenannte Smart Contracts zeichnen sich im Gegensatz zu ihren physischen Pendanten durch eine hohe Manipulationssicherheit und die Möglichkeit zur Automatisierung aus, da die in solchen Verträgen spezifizierten Rechte der Vertragspartner – wenngleich mit Einschränkungen – automatisch durchgesetzt werden können.

Beispielsweise kann ein solcher Vertrag im Bereich der Personenmobilität zwischen einer zu befördernden Person und einem Mobilitätsdienstleister geschlossen werden. In diesem Vertrag kann spezifiziert sein, dass der Dienstleister einen determinierten Betrag erhält, nachdem die Leistung in Anspruch genommen wurde. Im Güterverkehr könnten in diesen Verträgen beispielsweise Mindest- oder Maximaltemperaturen für die zu transportierende Ware definiert werden. Während des Transportes können Sensoren die Temperatur laufend kontrollieren und Über- bzw. Unterschreitungen der Grenzwerte erfassen. Durch Zugriff des intelligenten Vertrages auf diese Daten können beispielsweise automatisiert Gegenmaßnahmen eingeleitet, sich in der Durchführung befindliche Transporte gestoppt oder geplante Zahlungen ausgesetzt werden.

In der Regel funktionieren diese Smart Contracts auf Basis von Wenn-Dann-Logiken. Wenn Ereignis X (z.B. Temperaturüberschreitung) eintritt, dann erfolgt Y (z.B. Stopp der Zahlung). Das grundsätzliche Funktionsprinzip von Smart Contracts ist keine neue Entwicklung im Umfeld der Blockchain. In der Informatik werden ähnliche Logiken bereits seit vielen Jahren erforscht und produktiv eingesetzt. Die zunehmende Digitalisierung von Geschäftsprozessen erlaubt jedoch, einfache und standardisierte bzw. grundsätzlich standardisierbare Vertragsbestandteile immer besser, und auf Basis der Blockchain nun auch weitgehend manipulationssicher, in Form solcher Smart Contracts abzubilden.

Identitätsmanagement

Unsere Welt besteht aus zahlreichen Entitäten (z.B. Personen, Maschinen, Produkte, Verkehrsmittel, Patente, Software) und deren Beziehungen zu einander. Die Identifikation einer Entität erfolgt in der physischen Welt durch sensorische Wahrnehmung (optisch, haptisch, akustisch, olfaktorisch, gustatorisch) und korrespondierender kognitiver Prozesse, wie dem Vergleich mit vorhandenem Wissen. In der virtuellen Welt erfolgt die Darstellung und Identifikation einer Entität „über Nullen und Einsen“ (vgl. DIN, 2019). Die sichere Authentifizierung unterschiedlicher Entitäten bildet eine wesentliche Grundlage für die Digitalisierung.

Zur digitalen Authentifizierung von Personen gibt es beispielsweise mehrere Möglichkeiten. Diese können u.a. über traditionelle Kombinationen aus Benutzernamen und Passwörtern, über abgeleitete Informationen aus offiziellen (behördlichen) Dokumenten (z.B. Führerschein, Reisepass) oder über erfasste, biometrische Merkmale identifiziert werden.

Im Internet authentifizieren sich Personen derzeit oft über Benutzername-Passwort-Kombinationen, die für unterschiedliche Services separat angelegt und verwaltet werden. Die korrespondierenden (persönlichen) Informationen zur Person sind dann im Internet verteilt und liegen beispielsweise bei den BetreiberInnen von Webseiten bzw. AnbieterInnen von Diensten. Die NutzerInnen haben nur mehr eingeschränkte Kontrolle über die Verwendung ihrer persönlichen Daten und es besteht ein hohes Missbrauchsrisiko. Auch für Unternehmen stellt die Identifikation von Personen ein Problemfeld dar. Neben unvollständigen oder fehlerhaften Angaben stellen die Gefahr von Identitätsbetrug, hohe Kosten für die Etablierung von robusten KYC-Prozessen (Anm.: Know Your Customer) sowie auch rechtliche Anforderungen (z.B. DSGVO-Konformität in der EU) Herausforderungen in diesem Bereich dar.

Die Blockchain kann eine bessere Selbstverwaltung der eigenen (digitalen) Identität sicherstellen. Das würde beispielsweise die Nutzung unterschiedlicher Accounts für verschiedene Services obsolet machen. Die Hauptverantwortung für die Verwaltung der eigenen Identität über eine Blockchain läge dann bei der betroffenen Person selbst und nicht bei einer zentralen Institution. Darüber hinaus wären repetitive Authentifizierungsverfahren in vielen Fällen nicht mehr notwendig, da einer Person bzw. Identität auf der dezentralen Datenbank einer Blockchain persönliche Informationen oder Berechtigungen manipulationssicher, permanent und transparent zugeordnet werden könnten.

Das Prinzip einer solchen digitalen Identität ist nicht nur auf Personen beschränkt, auch Unternehmen oder Services können hinter einer digitalen Identität stehen. Diese Identitäten können mit weiteren Informationen, etwa personenbezogenen Daten, angereichert werden. Die Freigabe dieser Daten zur Nutzung durch Dritte obliegt dann den jeweiligen InhaberInnen. Die Verfügungsmacht über die eigene Identität in „dezentraler Selbstverwaltung“ ermöglicht auch die selbstständige und souveräne Entscheidung darüber, ob und welche Informationen Dritten zur Verfügung gestellt werden sollen. Bei einem entsprechenden Design der Blockchain könnte außerdem sichergestellt werden, dass punktuell entscheiden werden kann, welche personenbezogenen Daten zu welchem Zweck kommuniziert werden. Außerdem können bei der Nutzung einer digitalen Identität auf Basis der Blockchain-Technologie neue Anforderungen im Datenschutz durch die EU-Datenschutz-Grundverordnung (EU-DSGVO) gelöst werden, da die Idee, dem Nutzer wieder die vollständige Kontrolle seiner eigenen Daten wiederzugeben, mit den Schutzziele der EU-DSGVO vereinbar ist.

Berechtigungsmanagement

Das blockchainbasierte Management von Identitäten (Personen, Objekten, Unternehmen, Services) dient in erster Linie der gesicherten und zweifelsfreien Identifikation der korrespondierenden Entität. Ein Anwendungsfeld, in dem digitale Identitäten genutzt werden können betrifft den Bereich des Berechtigungsmanagements.

Einer über die Blockchain verifizierbaren Entität kann – ebenfalls in Form einer blockchainbasierten Lösung – eine Berechtigung erteilt werden, beispielsweise zur Durchführung von Aktivitäten, zum Abruf oder zur Anpassung von Dokumenten, zum Öffnen von Türen oder auch zur Nutzung von Services.

Im Güterverkehr können gewerbliche KundInnen den ausliefernden Unternehmen beispielsweise einmalig gültige Berechtigungen für das Öffnen von Schranken (Zufahrt zu einem Betriebsgelände) oder Erlaubnisse zur Nutzung von Liefertoren bei Logistikimmobilien erteilen. Auch im Business-to-Consumer Segment könnten neue Geschäftsmodelle unterstützt werden, die beispielsweise eine erweiterte Zutrittsberechtigung für Wohnungen oder Häuser erfordern. Im Zusammenhang mit der Überwindung des Last Mile-Problems gibt es Projekte, die eine Zustellung von Waren in die Privaträume der KundInnen vorsehen. Personal von Kurier-, Express- und Paket (KEP)-Diensten könnte bei Vorliegen eines entsprechenden Zustellauftrages und der erteilten Berechtigung durch den/die WohnungseigentümerIn auf Basis der Blockchain eine einmalige Erlaubnis erteilt werden, eine digital versperrte Haus-/Wohnungstüre zu öffnen und die Zustellung durchzuführen. Durch eine manipulationssichere Erfassung aller Aktivitäten in der Blockchain kann zu jedem Zeitpunkt nachvollzogen werden, wer zu welchem Zeitpunkt wie lange Zutritt zur Wohnung hatte bzw. ob, wann und wie lange es zu einer tatsächlichen Materialisierung/Nutzung der Berechtigung gekommen ist.

Analog könnten im Bereich der Personenmobilität Tickets so ausgestaltet sein, dass eine personalisierte Behandlung bzw. das Anbieten von regelgeleiteten/-basierten Services darstellbar wäre. Ein mögliches Anwendungsszenario wäre, dass in Zügen Waggonen bzw. Abteile, die für Passagiere der ersten Klasse oder nur für bestimmte Personengruppen (z.B. Stillabteile für junge Mütter) vorgesehen sind, auch nur von diesen genutzt werden dürfen/können.

Weiters wäre es darstellbar, Berechtigungen für die Nutzung von Kanten- und Knoteninfrastruktur auf der Blockchain abzubilden. In einer sicheren Umgebung kann so zum Beispiel aufgezeichnet werden, welche Fahrzeuge bestimmte Stecken- oder Streckenabschnitte zu bestimmten Zeitpunkten bzw. während definierten Zeiträumen nutzen dürfen. Anwendungsmöglichkeiten bestehen grundsätzlich bei unterschiedlichen Verkehrsträgern. Im Bereich der Binnenschifffahrt kann so die Nutzung von Schleusen optimiert werden, im Schienenverkehr das Befahren von Trassen, im Luftverkehr das Management von Überflugsrechten oder die Koordination der Nutzung von Luftverkehrsstraßen sowie im Straßenverkehr die Verwendung der entsprechenden Infrastruktur. Auch permanente oder temporäre Fahrverbote für bestimmte Nutzergruppen können blockchainbasiert erfasst, verwaltet und exekutiert werden.

Kollaborative Koordination

Eine besondere Herausforderung im Personen- und Güterverkehr stellen vor allem jene Bereiche dar, in denen das Zusammenwirken unterschiedlicher AkteurInnen erforderlich ist, um eine Aktivität durchzuführen bzw. einen KundInnenauftrag abzuwickeln. Die Koordination der an diesem Prozess beteiligten Unternehmen, Privatpersonen, Behörden, Banken, Versicherungen etc. ist in der Regel mit hohem Aufwand verbunden. Der Komplexitätsgrad und der daraus resultierende Koordinationsaufwand steigt mit dem Grad der Fragmentierung und der Anzahl an notwendigen Interaktionen.

Blockchainbasierte Umgebungen können strukturgebende Elemente darstellen und Prozesse, beispielsweise durch die Nutzung kompatibler Daten (s.o.), deren Austausch (s.o.) oder die Verwendung von standardisierten, intelligenten Verträgen (s.o.), vereinfacht werden. Durch die Verwendung digitaler Blockchain-Identitäten (s.o.) wäre es außerdem möglich, alle AkteurInnen, mit denen man zusammenarbeiten muss, eindeutig zu identifizieren und damit das Vertrauen im Netzwerk zu steigern.

Im Vergleich zu Plattformen, die von Intermediären betrieben werden bzw. zu Netzwerken, die durch fokale Unternehmen/Organisationen/AkteurInnen mit Marktmacht koordiniert werden, folgt die Steuerung bei

Nutzung der Blockchain einer dezentralen Logik. Dennoch muss an dieser Stelle kritisch angemerkt werden, dass aus einer Einführung einer blockchainbasierten Kollaborationsumgebung nicht automatisch auch eine Verbesserung der Koordination folgt. Eine erfolgreiche Abstimmung der am Netzwerk teilnehmenden AkteurInnen ist vielmehr das Resultat entsprechend formulierter Regeln bzw. der Etablierung von geeigneten Anreizsystemen, welche beispielsweise die Mitwirkung unterschiedlicher MobilitätsanbieterInnen fördern oder das Offerieren unternehmensübergreifender Services attraktivieren. Die „Spielregeln“ der Kollaborationsumgebung können durch die teilnehmenden AkteurInnen bzw. InitiatorInnen (das kann auch ein technologiebereitstellendes Unternehmen oder eine Behörde sein) definiert werden. Es ist nicht auszuschließen, dass einzelne Parteien (z.B. jene mit mehr Verhandlungs-/Marktmacht) versuchen, derartige Lösungen zu ihren Gunsten auszugestalten bzw. die Lösung für direkte MitbewerberInnen unattraktiver zu machen. In diesem Fall kann bei Dominanz eines Anbieters Marktversagen vorliegen, welches ggf. auch regulierende Eingriffe durch die öffentliche Hand legitimieren würde.

Linking Services

Neben organisationalen Aspekten wie beispielsweise unterschiedlichen Zielen, inkompatiblen Wettbewerbsstrategien oder fehlendem Vertrauen oder fehlendem Konsens hinsichtlich der Speicher- und Verarbeitungshoheit von Daten wird eine unternehmensbereichs- und unternehmensübergreifende Zusammenarbeit nicht selten auch aufgrund von technischen Gegebenheiten erschwert.

So können sich aus unterschiedlich definierten Prozessen oder aus der Verwendung verschiedener Informationssysteme technische Interoperabilitätsprobleme ergeben. Diese stellen auch heute ein großes Problem in der Mobilitätswirtschaft (sowie in vielen anderen Wirtschaftsbereichen) dar und führen in der Regel zu fehlenden/fehlerhaften Informationen, Medienbrüchen sowie daraus resultierenden Zeitverlusten und Kosten bzw. dem grundsätzlichen Ausbleiben von Kollaborationsaktivitäten zwischen bestimmten Entitäten.

Grundsätzlich wäre es vorstellbar, Interoperabilitätsprobleme dadurch zu überwinden, dass flächendeckend auf neue und zueinander besser kompatible Systeme umgestiegen wird. Die Einführung neuer Informationssysteme ist üblicherweise aber mit prohibitiv hohen Kosten verbunden und stellt daher für viele AkteurInnen keine realistische bzw. nur eine langfristige Entwicklungsperspektive dar. Das betrifft auch die potentielle Ablöse bestehender IS-/IT-Infrastruktur durch die Blockchain. Selbst wenn demonstriert werden kann, dass durch die Nutzung moderner(er) Technologien Vorteile entstehen würden, könnten hohe System-einführungs- und Change-Management-Kosten ein Grund für die Nichtumsetzung derartiger Projekte sein.

Eine Einführung und Nutzung der Blockchain bedeutet aber nicht zwangsläufig eine Ablösung bestehender, unternehmensspezifischer Informationssysteme. Die im letzten Abschnitt beschriebene Eignung als Werkzeug zur Herstellung kollaborativer Koordination trifft grundsätzlich auch auf technischer Ebene zu. Die Blockchain kann verwendet werden, um bestehende Systeme über APIs entsprechend zu vernetzen und ein Mapping unterschiedlicher Prozesse, Daten etc. sicherzustellen. Bestrebungen im Bereich „Linking Services“ können durch die Nutzung dieser neuen Technologie sinnvoll umgesetzt werden.

Multimodale Transport- und Reiseplanung

In den vergangenen Abschnitten wurden mehrfach Problemfelder adressiert, die aufgrund von Schnittstellen entstehen – beispielsweise zwischen unterschiedlichen AkteurInnen (s.o., Kollaborative Koordination) bzw. den inner- und zwischenbetrieblich genutzten Informationssystemen (s.o., Linking Services). Während die bereits beschriebenen Bereiche grundsätzlich als domänen- bzw. wirtschaftsbereichsagnostisch wahrgenommen werden können, stellt der Bereich der multimodalen Transport- und Reiseplanung ein mobilitätsspezifisches Thema dar.

In vielen Fällen im Personen- und Güterverkehr ist das Anbieten von Direktverkehren zwischen einer Quelle und einer Senke aus organisatorischen, wirtschaftlichen, sozialen, ökonomischen, rechtlichen oder technischen Gründen nicht möglich. Oft können diese Herausforderungen durch die Bildung von Transportketten gelöst werden. Wenngleich diese gebrochenen Verkehre grundsätzlich auch unimodal ausgestaltet sein können (z.B. Transport mit einem LKW von A nach B und mit einem anderen LKW von B nach C), gibt es im Bereich der Transportwirtschaft und Logistik sowie auch im Bereich der Personenmobilität große Potentiale für eine bessere Verknüpfung unterschiedlicher Verkehrsträger mit dem Ziel der Schaffung integrierter Mobilitätssysteme.

Wie bereits dargestellt, ist es möglich, die Blockchain als Instrument zur kollaborativen Koordination unterschiedlicher MobilitätsanbieterInnen zu verwenden (s.o.), wobei die Koordination sowohl auf organisatorischer Ebene als auch auf Ebene von Informationssystemen in Form von „Linking Services“-Projekten (s.o.) relevant sein kann, um eine systematische Verzahnung von Angeboten zu ermöglichen. Bei multimodalen Angeboten kommt der Koordination eine besondere Bedeutung zu. Das Brechen von Verkehren und insbesondere der Wechsel von Verkehrsträgern ist oft mit hohem organisatorischen Aufwand verbunden. Ineffizient gestaltete Umsteige- bzw. Umschlagsmöglichkeiten an den Systemschnittstellen machen diese Angebote für KundInnen oft unattraktiv. Werden diese Interoperabilitätsbarrieren systematisch abgebaut, können einerseits verkehrs- und umweltpolitische Verlagerungsziele erreicht werden als auch attraktive Angebote für NutzerInnen geschaffen werden.

Die Blockchain kann als gemeinsame Datenbasis genutzt werden, oder durch (teil-)standardisierte, intelligente Verträge erleichtern, das anbieterInnen- und verkehrsträgerübergreifende Produkte verkauft und abgewickelt werden können.

Nudging und Verhaltenssteuerung

Nicht nur in der Verkehrswirtschaft, sondern auch in anderen Wirtschafts- und Lebensbereichen kann es ein Ziel (der Politik) sein, das Verhalten von Personen zielgerichtet zu steuern oder diese dazu zu bewegen, unerwünschte Verhaltensweisen zu reduzieren/unterlassen bzw. erwünschte Verhaltensweisen (verstärkt) zu zeigen.

Im Bereich der Transport- und Verkehrswirtschaft wird oft angemerkt, dass Verkehrsmittelentscheidungen nicht rational getroffen werden bzw. wird kritisiert, dass bestimmte Aspekte (z.B. Überlegungen im Bereich Nachhaltigkeit/Klimaschutz) nur unzureichend berücksichtigt werden. In diesem Zusammenhang ist es außerdem möglich, dass eine grundsätzlich positive Einstellung zu nachhaltigen Verhaltensweisen (z.B. nachhaltigen Mobilitätsformen) nicht in einem diesen Einstellungen entsprechenden Konsumverhalten

mündet. Dieses Phänomen ist auch unter den Begriffen Attitude-Behavior-Gap (Vermeir & Verbeke, 2006) bzw. Value-Action-Gap (Blake, 1999) bekannt.

Forschung aus dem Bereich der Verhaltensökonomie zeigt, dass der diesem Problem zugrundeliegende Mangel an Selbstkontrolle und Rationalität durch sogenannte „Nudges“ ausgeglichen werden kann. Ziel ist eine möglichst behutsame Umgestaltung der Entscheidungssituation, um beispielsweise komplexe Entscheidungen zu erleichtern oder Selbstkontrollprobleme zu reduzieren, ohne dabei die Entscheidungsfreiheit und KonsumentInnensouveränität stark einzuschränken.

In der Blockchain können Token (vgl. Kapitel 2.1) die Grundlage von solchen Anreizsystemen bilden, welche Nudging ermöglichen. Bei blockchainbasierten Buchungssystemen für Mobilitätsdienstleistungen könnten Personen beispielsweise mittels eigener Token belohnt werden, wenn diese ein gewünschtes Verhalten (z.B. Nutzung aktiver Mobilitätsformen oder Verwendung des ÖPNV) zeigen. Diese Token könnten dann für den Kauf von Produkten oder Dienstleistungen genutzt werden und hätten daher einen wahrnehmbaren Wert bzw. Nutzen. Im Bereich der Logistik könnten Unternehmen in ähnlicher Form beispielsweise zur Auswahl von LieferantInnen, die bestimmte Kriterien erfüllen (z.B. hinsichtlich der Einhaltung von Sozialstandards) angeregt werden.

Analog dazu können Unternehmen ihre LieferantInnen durch die Nutzung entsprechender Token beispielsweise dazu anregen, nachhaltige Produktionsumgebungen zu schaffen oder Sozialstandards in ihren Betrieben zu erhöhen. Im Gegensatz zu Vorgaben erfolgt das Zeigen dieses Verhaltens freiwillig, da aus der Umsetzung eine entsprechende Belohnung bzw. aus der Nichtumsetzung eine „Strafe/Sanktion“ folgt.

Die Verkehrspolitik sowie auch Organisationen und Unternehmen können die Blockchain folglich als effektives Werkzeug nutzen, um (komplexe) Anreizstrukturen und -mechanismen für bestimmte Verhaltensweisen zu schaffen.

Dezentrale Marktplätze

Marktplätze sind ein Ort, an dem Angebot und Nachfrage zusammentreffen. Im Mobilitätsbereich werden Marktplätze in der Regel von den MobilitätsanbieterInnen/LogistikdienstleisterInnen selbst oder von Intermediäre (z.B. Agenten, Buchungsplattformen) betrieben. Ein Verkauf über Absatzkanäle von im Wettbewerb stehenden Unternehmen der gleichen Branche ist vergleichsweise unüblich, wenngleich einige Unternehmen versuchen, offene Portallösungen aufzubauen.

Vor allem für AnbieterInnenübergreifende Transport- und Mobilitätsprodukte sind heute in der Regel die Nutzung von Intermediären oder komplexe Buchungsprozesse erforderlich. Auf Basis der Blockchain können neue Peer-to-Peer Marktplätze (z.B. für multimodale Personenverkehrsangebote) entstehen. Diese können ohne klassische Intermediäre betrieben werden und verlangen nicht, dass ein Anbieter eine Koordinationsfunktion im engeren Sinne übernimmt (sofern die zugrundeliegenden Regeln entsprechend ausgestaltet sind). Allerdings muss, um eine hohe Attraktivität solcher Lösungen sicherzustellen, eine entsprechende Skalierung erreicht werden. Marktplätze (für Personenbeförderungen, Frachtkapazität, Lagerkapazität, Infrastruktur, Büroimmobilien, MitarbeiterInnen oder andere Ressourcen) zeigen in der Regel starke positive Netzwerkexternalitäten.

Ressourcen- und Asset Sharing

Viele Unternehmen im Bereich der Personenmobilität (z.B. Mietwagen, Taxis) sowie im Bereich der Transport- und Logistikbranche sowie auch verladende Betriebe aus Industrie und Handel, die eigene Fahrzeugflotten betreiben, stehen oft vor der Herausforderung, dass Angebot und Nachfrage für Transportleistungen nicht deckungsgleich sind und die Kapazität der eigenen Flotte (bei einem Überschussangebot) nicht sinnvoll ausgelastet werden kann bzw. (bei einer Überschussnachfrage) nicht ausreichend ist. In beiden Fällen fallen aufgrund der Über- bzw. Unterdeckung Kosten an. Besonders problematisch ist die Situation für Unternehmen mit einer stark schwankenden Nachfrage (z.B. beim Vorliegen von saisonalen Effekten oder konjunkturbedingten Schwankungen).

Die Blockchain kann als technische Grundlage für Asset-Sharing, beispielsweise von freien Fracht- oder Lagerkapazitäten in einem Peer-to-Peer-Netzwerk verwendet werden. Auf einer solchen Plattform können Überschusskapazitäten angeboten und von Unternehmen mit entsprechender Nachfrage gebucht werden. Über einen intelligenten Vertrag (Smart Contract) kann die Buchung direkt zwischen den beteiligten AkteurlInnen abgewickelt werden.

Darüber hinaus können Asset-backed Token (vgl. Kapitel 2.1) eingesetzt werden, um ein physisches Gut digital zu repräsentieren. Während diese Güter in der Regel nicht sinnvoll teilbar sind (z.B. Häuser, PKW, Maschinen), sind Token in den meisten Blockchain-Netzwerken teilbar – und zwar selbst dann, wenn dieser Token ein unteilbares physisches Gut digital abbildet. Durch Nutzung von teilbaren Token kann die digitale Darstellung des Eigentums an diesem Gut in unterschiedliche Teile zerlegt und an mehrere EigentümerInnen verkauft/distribuiert werden. Beispielsweise könnte ein PKW (oder ein Pool an Fahrzeugen) in Zukunft von mehreren Personen gemeinsam besessen werden und die zugrundeliegenden Token könnten die jeweiligen Eigentumsanteile repräsentieren. Diese Anteile können handelbar sein und somit zwischen unterschiedlichen Personen übertragen werden.

Sowohl das Prinzip der Teilung von Eigentum als auch die Idee des kollektiven Eigentums sind nicht neu. Allerdings wird es durch die Blockchain-Technologie möglich, derartige Anwendungen leichter umzusetzen als bisher. Bereits jetzt gibt es Unternehmen, die beispielsweise fraktioniertes Eigentum an Immobilienprojekten oder Kunstwerken anbieten.

Zahlungsmanagement

Die ersten produktiven und kommerzialisierten Einsatzfelder der Blockchain betreffen kryptographische Währungen. In vielen Fällen stellen Kryptowährungen, wie beispielsweise Bitcoin, ein Substitut für klassische Zahlungsmittel dar. Die Generierung von Geldmitteln sowie der Transfer von Geldbeständen/Vermögenswerten zwischen teilnehmenden MitgliederInnen des Netzwerkes unterscheidet sich teilweise substantiell von klassischen währungspolitischen Prozessen und branchenüblichen Verfahren zur Organisation des Zahlungsverkehrs. Charakteristisch für die meisten Kryptowährungen ist der Wegfall von Banken oder anderen Intermediären. Durch deren Wegfall können einerseits Transaktionskosten reduziert werden, es entfallen aber auch kontrollierende bzw. intervenierende Instanzen. Die Kontrollierbarkeit von Kryptowährungen ist daher nur eingeschränkt möglich, was sich beim Produkt Bitcoin beispielsweise in Form von extremen Kursschwankungen zeigt. An dieser Stelle muss allerdings kritisch angemerkt werden, dass die

Kursschwankungen im Bereich von Kryptowährungen durch viele unterschiedliche Faktoren, u.a. durch einen hohen Anteil an spekulativer Nachfrage, beeinflusst bzw. ausgelöst werden.

Eine vergleichsweise einfache Möglichkeit, blockchainbasierte Zahlungsmöglichkeiten in der Personen- und Gütermobilität zu realisieren stellt die Zulassung ausgewählter Kryptowährungen als Zahlungsmittel dar. Beispielsweise könnten MobilitätsanbieterInnen ihren KundInnen ermöglichen, Fahrscheine auch mittels Bitcoin zu erwerben. Die Auswirkungen auf das Zahlungsmanagement der Betriebe wären in der Regel aber eher begrenzt, da es sich nur um eine einfache Erweiterung des derzeit zur Verfügung stehenden Portfolios an Zahlungsmöglichkeiten handelt.

Grundsätzlich wäre es aber auch denkbar, dass MobilitätsanbieterInnen oder Logistikunternehmen die Blockchain-Technologie nutzen, um eigene Zahlungsmittel zu entwickeln bzw. um alternative Möglichkeiten der Entgelt- und Tarifgestaltung umzusetzen. Beispielsweise wäre es denkbar, dass Gemeinden oder größere Regionen eigene „Service Coins“ schaffen. Diese könnten beispielsweise im Bereich des ÖPNV aber auch für andere Leistungen (z.B. Benutzung öffentlicher Büchereien, Freibäder etc.) verwendet werden. Durch die Nutzung einer gemeinsamen technologischen Plattform reduzieren sich die Investitions- und Betriebskosten für einzelne Beteiligte.

In Wertschöpfungsketten könnte durch die Nutzung Supply Chain-spezifischer Coins gegebenenfalls eine bessere Kontrolle von Geldflüssen und auf dieser Basis eine höhere Transparenz gewährleistet werden. In fragmentierten Wertschöpfungsketten mit einer hohen Dynamik betreffend der am Netzwerk teilnehmenden AkteurlInnen muss allerdings vermutet werden, dass sich derartige Strukturen nur bedingt umsetzen lassen – zumindest, sofern eine Konvertierung der Coins an den Grenzen der Supply Chain nur eingeschränkt möglich ist.

Finanzierungsmanagement

Der Bereich Finanzierung korrespondiert mit dem des Zahlungsmanagements, stellt aber die Beschaffung von Geldmitteln bzw. die Zurverfügungstellung von finanziellen Mitteln in den Vordergrund, wohingegen beim klassischen Management von Zahlungen die Abwicklung entgeltlicher Transaktionen im Fokus steht.

Im Bereich der Finanzierung wird nach Herkunft des Kapitals zwischen Außen- und Innenfinanzierung sowie nach der Rechtsstellung des Kapitalgebers zwischen Eigen- und Fremdfinanzierung unterschieden. Darüber hinaus stellen die Dauer des Finanzmittelbedarfs, Anlassfälle oder die Angemessenheit der Finanzmittelausstattung typische Differenzierungsmerkmale dar.

Im Bereich der Fremdfinanzierung beschreibt die Nutzung von Banken als KapitalgeberInnen eine in vielen Branchen übliche Vorgehensweise. Durch die Nutzung der Blockchain können dezentrale Finanzierungsstrukturen entwickelt werden, die auf Basis einer Peer-to-Peer-Logik funktionieren. Damit können klassische Intermediäre umgangen und Finanzierungskosten gesenkt werden. Neben neuen Anbietern, die derartige Lösungen entwickeln, gibt es aber auch klassische Banken, die Produkte auf Basis der Blockchain anbieten. So hat die Erste Group im Jahr 2018 gemeinsam mit dem österreichischen Infrastrukturbetreiber ASFINAG (Erste Group, 2019) eine entsprechende Permissioned Blockchain-Plattform genutzt, um die Emission eines Schuldscheindarlehens ohne einen parallel dazu ablaufenden herkömmlichen papierbasierten Prozess zu durchlaufen. Die beteiligten Unternehmen führen eine raschere Abwicklung, ein geringeres operationelles Risiko und größere Transparenz als Vorteile dieser Lösung an.

Die Blockchain kann jedoch auch verwendet werden, um Investitions- und Finanzierungsprojekte innerhalb von Wertschöpfungsketten zu realisieren. Beispielsweise stellen LieferantInnenkredite oder die Vorfinanzierung von Beständen durch bestimmte MitgliederInnen der Supply Chain übliche Praktiken in vielen Branchen dar. Nicht immer kann dabei sichergestellt werden, dass die zur Verfügung gestellten Mittel von den anderen Parteien zweckmäßig verwendet werden. In Kombination mit wertschöpfungskettenspezifischen Coins könnte es beispielsweise möglich sein, dass durch ein bestimmtes Unternehmen zur Verfügung gestellte Coins nur innerhalb der Supply Chain genutzt werden können, etwa zum Kauf von Waren und Rohstoffen von ausgewählten Lieferanten.

Versicherungsprodukte

Insgesamt ist, wie auch in anderen Bereichen, zu erwarten, dass die Digitalisierung auf die Versicherungsbranche umfassende Auswirkungen haben wird. Durch die im Zuge der Digitalisierung mögliche Reduktion manueller Tätigkeiten, die (Teil-)Automatisierung von Prozessen und die damit verbundene Reduktion von Durchlaufzeiten ist zu erwarten, dass sich die Kosten im Vergleich zum bestehenden System reduzieren lassen. Dies ist insbesondere beim klassischen Mengengeschäft zu erwarten, in dem die Margen sehr gering sind. Ähnliche Entwicklungen sehen wir beispielsweise im Kfz-Leasing-Umfeld, wo Leasing-Geschäfte für günstige Fahrzeuge sonst kaum kostendeckend angeboten werden können. In Teilbereichen ist auch eine (nahezu) vollständige Automatisierung von Vertragsabschlüssen sowie der Schadensregulierung denkbar. Die aktuell vor allem in Zusammenhang mit der Blockchain-Technologie diskutierten, aber nicht ausschließlich in diesem Bereich nutzbaren, „Smart Contracts“ sind ein Beispiel für die Realisierung dieser Automation.

Während für Standard-Verträge die mit der Automatisierung mögliche Kosteneinsparung im Vordergrund steht, so erlaubt die Digitalisierung außerdem ein deutlich effizienteres Individualisieren von Versicherungsprodukten. Die aus der Produktion bekannte „Mass Customization“-Strategie kann aufgrund der möglichen Modularisierung und Dynamisierung von Verträgen in der Versicherungswirtschaft eine entscheidende Rolle spielen. Neue Produkte entstehen nicht nur aufgrund neuer Technologien, sondern auch weil sich Nutzungsparadigmen und Kundenpräferenzen ändern.

In vielerlei Hinsicht ist die Nachfrage nach Versicherungsprodukten nicht originär im engeren Sinne, sondern leitet sich aus den zu versichernden Objekten bzw. den Nutzungs-/Einsatzstrategien oder von Verhaltensmustern ab. Daher müssen die Versicherer auch auf Änderungen in diesen Bereichen reagieren, beispielsweise im Bereich des Sharing. Der private PKW-Besitz wird zurückgehen, während erwartet werden kann, dass Sharing-Modelle zunehmen werden. Auch bei privaten PKW-Besitzern steigt aufgrund alternativer Nutzungsstrategien (z.B. Peer-to-Peer Sharing oder Ride-Sharing, die sich ihrerseits beispielsweise durch technische Möglichkeiten auf Basis der Blockchain reagieren) die Notwendigkeit bzw. Nachfrage für entsprechende Versicherungsdienstleistungen. Insgesamt kann außerdem konstatiert werden, dass im Vergleich zu heute, wo oft Objekte vorrangig auf Basis Ihres Wertes versichert werden oder nutzungsunabhängige Prämien bzw. Pauschalanahmen verwendet werden, in Zukunft verstärkt nutzungs- bzw. verhaltensbasierte (Nudging, s.o.) Produkte am Markt angeboten werden.

Besonderes Potential ergibt sich im Versicherungsbereich aufgrund der immer besseren Möglichkeiten zur Erfassung, Speicherung und Analyse von Daten in der Blockchain. Da in dieser Branche traditionell viel Wert auf die Herstellung einer fundierten Datenbasis als Entscheidungsgrundlage gelegt wurde, übersteigen die

Analysekompetenz und Datenaffinität bereits jetzt auch jene von anderen Branchen. Es ist aber davon auszugehen, dass durch Data Listening, eine verstärkte Nutzung von Algorithmen auf Basis von Machine Learning und künstlicher Intelligenz, sowie durch die zunehmende Verwendung von Echtzeitdaten (als Grundlage für die Berechnung/Neuberechnung von Prämien, für eine effiziente und datenbasierte Abwicklung im Bereich der Schadensregulierung oder für eine Schadensvermeidung durch Predictive Analytics) viele neue Möglichkeiten entstehen werden.

Die technischen Möglichkeiten und die bereits angesprochene Verfügbarkeit von Echtzeit-Daten erlauben zunehmend das Angebot von sehr kurzfristigen Versicherungen. Im Kfz-Bereich wäre beispielsweise denkbar, dass jemand, der sein Auto primär in der Stadt nutzt, für einen Urlaub via App kurzfristig eine mehrtägige (oder gar nur mehrstündige) Versicherung gegen Steinschlag erwirbt und sein Auto für eine Fahrt im Gebirge versichert. Solche kurzfristigen On-Demand-Versicherungen können als Smart Contracts auf Basis einer Blockchain umgesetzt werden.

Internet der Dinge

Vor allem Innovationen im Bereich der Sensortechnologie ermöglichen die zunehmende Vernetzung der digitalen und physischen Welt durch eine gezielte Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien. Das Internet der Dinge ist durch eine Verknüpfung eindeutig identifizierbarer Objekte aus der physischen Welt charakterisiert.

Blockchain- und Distributed Ledger-Technologien stellen Grundlagentechnologien dar, um eine sichere, dezentrale Kommunikations- und Koordinationsinfrastruktur für das Internet der Dinge zu etablieren. Sie erlauben die eindeutige Identifizierbarkeit von Objekten oder objektspezifischen Sensoren in diesem Netzwerk (Identitätsmanagement, s.o.), unterstützen eine sichere und nichtmanipulierbare Speicherung der durch Objektsensoren aufgezeichneten Daten (Datenspeicher, s.o.) sowie eine sichere Kommunikation zwischen Menschen und Objekten bzw. direkt zwischen Objekten in Form von Maschine-zu-Maschine-(M2M) Kommunikation (Datenaustausch, s.o.).

Die ersten Anwendungsfelder der Blockchain im Bereich der Kryptowährungen waren unter anderem dadurch gekennzeichnet, dass es sich um komplett digitale Produkte ohne Anbindung an physische Strukturen gehandelt hat. Dahingegen sind Anwendungen im Bereich der Personen- und Gütermobilität in der Regel untrennbar mit physischen Prozessen, die in der realen/physischen Welt abgewickelt werden, verbunden. Das ist von großer Bedeutung, da die Komplexität und die Herausforderungen für einen Einsatz der Blockchain steigen. Das Internet der Dinge stellt in diesem Zusammenhang ein Bindeglied dar bzw. eine komplementäre Schlüsseltechnologie, die viele sinnvolle Projekte überhaupt erst ermöglicht.

Beispielsweise wurde bereits beschrieben, dass im Güterverkehr die Nachverfolgung von Produkten oder die während Kühltransporten notwendige Überprüfung der Einhaltung von Temperaturvorgaben durch entsprechende Sensoren erfolgen kann. In zahlreichen Projekten zur blockchainbasierten Herstellung von Supply Chain Transparenz stellen an den physischen Objekten angebrachte Sensoren die Grundlage für die Erfassung der zur Analyse und Entscheidungsunterstützung notwendigen Daten dar. Aber auch im Personenverkehr können Sensoren unterschiedlicher Form genutzt werden, um Informationen zu generieren. Ein Beispiel stellen Sensoren dar, die geographische Positionen von Personen ermitteln können. Durch systematische Nutzung dieser Informationen wäre es etwa denkbar, GPS-basierte ÖPNV-Tickets umzusetzen

und eine automatische Abrechnung auf Basis der durch die Sensoren erfassten und in der Blockchain hinterlegten Bewegungsmuster zu verwenden.

Ereignis- und Störungsmanagement

Die dem Bereich des Internet der Dinge zurechenbaren Sensoren und mehrere der korrespondierenden Einsatzszenarien können inhaltlich dem Segment des Ereignis- und Störungsmanagements zugeordnet werden. Sowohl für das reibungslose Funktionieren des Personen- als auch des Güterverkehrs ist es erforderlich, auf ungeplante Situationen ehestmöglich reagieren zu können. Oft erschweren nicht vorhandene oder zu spät verfügbare Daten ein effektives und effizientes Management.

Vor allem der Umgang mit ungeplanten Ereignissen kann auf Basis von in der Blockchain erfassten Echtzeit-Daten verbessert werden. Beispielsweise können Verkehrsdaten aufgezeichnet werden, um auf dieser Basis die Verkehrsüberwachung und -steuerung zu verbessern. Derartige Strategien werden bereits heute – wenngleich in der Regel ohne Verwendung der Blockchain umgesetzt. Ein potentiell Entwicklungsszenario, das von einer Nutzung der Blockchain-Technologie profitieren könnte, wäre eine Anreicherung mittels heterogenen Informationen aus unterschiedlichen Quellen (Fahrzeugen, Betrieben, Überwachungskameras, Mobiltelefonen etc.). Die neue Technologie könnte sicherstellen, dass selektiv nur jene Daten abgefragt/zur Verfügung gestellt werden, die zur jeweiligen Analyse benötigt werden. Darüber hinaus könnte durch eine Nutzung von digitalen Identitäten (s.o.) bzw. blockchainbasierten KYC-Prozessen sichergestellt werden, dass nur Informationen aus vertrauenswürdigen bzw. bekannten Quellen verarbeitet werden. Über Mikrotransaktionen und Anreizstrukturen kann die Datenbereitstellung attraktiviert werden (Nudging, s.o.).

Im Supply Chain Management gibt es eine Vielzahl von Anwendungsoptionen im Bereich des Tracking und Tracing (Nachverfolgung von Sendungen). Abweichungen von SOLL-Prozessen können erfasst und entsprechende Gegenmaßnahmen eingeleitet werden. Allerdings muss angemerkt werden, dass in diesem Bereich bereits seit Jahrzehnten versucht wird, Technologien konsequent zu nutzen, um die Transparenz in Wertschöpfungsketten zu erhöhen. Beispielsweise wurde bereits in den 1990er-Jahren in vielen Fällen mit Auto-ID und RFID-Tags gearbeitet. Prohibitiv hohe Kosten und geringe Zahlungsbereitschaften der KundInnen von Logistikprodukten haben jedoch dazu geführt, dass eine flächendeckende Nutzung in vielen Branchen noch immer nicht realisiert werden konnte. Vorteile der Blockchain gegenüber bisherigen Lösungen (hohe Sicherheit, geringe Transaktionskosten, Nichtmanipulierbarkeit, Dezentralität) sowie die kontinuierlich sinkenden Preise für Sensoren sowie (in der Regel cloudbasierte) Speicher- und Rechenkapazitäten könnten jedoch dazu beitragen, dass es zu einer deutlichen Professionalisierung und Technologienutzung in diesem Bereich kommt.

Infrastrukturmanagement

Die Blockchain kann auch zum Management von Verkehrsinfrastruktur eingesetzt werden. Die Verwaltung und der Betrieb von Kanten und Knoten sind wesentlich, um eine Abwicklung von Verkehren gewährleisten zu können.

Im Bereich des Kanteninfrastrukturmanagements kann die Blockchain verwendet werden, um eine Nutzerfinanzierung umzusetzen. Beispielsweise können Nutzungs- und Bewegungsprofile von KfZ durch Sensoren (Internet der Dinge, s.o.) erfasst werden, um auf dieser Basis eine Abrechnung von Straßenmauten

durchzuführen. Analoge Anwendungen sind im Bereich der Schieneninfrastruktur (Infrastrukturbenützungsentgelt) sowie bei anderen Verkehrsträgern denkbar. Die Einhebung von Mauten erfolgt in Europa für den Straßenverkehr derzeit länderspezifisch. In Österreich arbeitet die ASFINAG beispielsweise sehr effizient – es muss vermutet werden, dass die Umstellung auf ein blockchainbasiertes System – zumindest bei Betrachtung der Kosten – keine wesentlichen Vorteile hätte. Allerdings ergeben sich große Potentiale für ein länderübergreifendes Mautmanagement in der EU.

Ein weiteres Einsatzfeld stellen infrastrukturenspezifische Fahrerlaubnisse/Nutzungserlaubnisse dar. Wie im Bereich zum Themenfeld Berechtigungsmanagement (s.o.) dargelegt, kann die Blockchain verwendet werden, um Authentifizierungsprozesse abzubilden und eine missbräuchliche Nutzung von Ressourcen zu verhindern bzw. nicht berechtigten AkteurInnen den Zugang zu bestimmten Systemen nicht zu gestatten. Bezugnehmend auf die Kanteninfrastruktur könnten beispielsweise Fahrverbote oder Trassenfreigaben mittels der Blockchain koordiniert werden.

Darüber hinaus ergeben sich Einsatzmöglichkeiten im Bereich der Verkehrssteuerung. Die aktuellen und historischen Status digitaler Verkehrszeichen können in einem blockchainbasierten Informationssystem gespeichert werden. So kann zu jeder Zeit überprüft werden, welche Verkehrsregel zu welchem Zeitpunkt in welchem Bereich gültig gewesen ist. Auch bei diesem Anwendungsfeld ist davon auszugehen, dass sich ein höherer Nutzen für jene Bereiche erwarten lässt, wo keine zentrale Einheit/Stelle die Koordinationsaufgaben übernimmt.

Neben Anwendungsmöglichkeiten bei Kanten ergeben sich auch Potentiale für den Einsatz der Blockchain bei *Knotenpunkten*, beispielsweise beim Betrieb multimodaler Terminals im Güterverkehr. Auch hier stellt die Koordination unterschiedlicher Aktivitäten in der Regel eine besondere Herausforderung dar. Die Zulaufsteuerung der Fahrzeuge muss mit den Umschlagstätigkeiten und mit der Abholung der Waren bzw. dem Weitertransport synchronisiert werden. Darüber hinaus stellt das Dokumenten- und Informationsmanagement einen zeitaufwendigen Prozess dar, insbesondere bei Terminals des internationalen Warenverkehrs. Blockchainbasierte Informationssysteme können helfen, Daten aus unterschiedlichen Terminalbereichen sowie von PartnerInnen systematisch zur Entscheidungsunterstützung heranzuziehen. In Terminal-Informationssystemen und Betriebshofsystemen werden zahlreiche Prozesse bereits heute digital unterstützt. Die Blockchain ist allerdings nur bedingt geeignet, wenn einzelne Terminals Lösungen für eine interne Prozessoptimierung suchen. Potentiale können vor allem bei Szenarien in einem unternehmensübergreifenden Kontext genutzt werden.

Neben der Nutzung der Blockchain-Technologie für bestehende Infrastruktur eignet sie sich auch, um neue Infrastrukturen mit Netzwerkeffekten zu etablieren. Im Bereich der Elektromobilität gibt es beispielsweise die Möglichkeit, um ein System von Ladestationen aufzubauen. Gibt es für derartige Lösungen am Markt nur einen Anbieter, kann auf blockchainbasierte Systeme in der Regel verzichtet werden. Werden in ein derartiges Netzwerk unterschiedliche Anbieter (z.B. auch private Haushalte oder Garagenbetreiber) eingebunden, so ist die Technologie sehr gut geeignet, um eine dezentrale Plattform für das Laden von Fahrzeugen zu organisieren. Alle Transaktionen könnten direkt über die Blockchain abgerechnet und dort in Form von intelligenten Verträgen abgebildet werden. Ähnliche Anwendungsmöglichkeiten gibt es auch in anderen Bereichen der Energieversorgung, wo die Blockchain unter anderem eine Schlüsseltechnologie für den Aufbau von Prosumer-Strukturen darstellt. Im Bereich von Photovoltaik-Anlagen nehmen mittlerweile auch immer

mehr Privatpersonen nicht nur als KonsumentInnen, sondern auch als ProduzentInnen an Energienetzwerken teil. Derartige Aktivitäten können in Smart Contracts sinnvoll abgebildet und automatisiert ausgeführt werden.

5.2. Voraussetzungen für Entwicklung von Blockchain-Ökosystemen in Österreich

Das letzte Kapitel hatte den Anspruch, viele potentielle Einsatzmöglichkeiten in einer generisch-abstrakten Form zu beschreiben und damit das Anwendungsspektrum der Blockchain-Technologie im Mobilitätsbereich zu charakterisieren. Für die erfolgreiche Implementierung in österreichischen Unternehmen der Transport-, Logistik- und Mobilitätswirtschaft ist es jedoch erforderlich, Strukturen zu schaffen, die innovative/s Aktivitäten/Verhalten zu fördern. Folgende Aspekte sollten in diesem Zusammenhang berücksichtigt werden.

Blockchain ist nur ein Baustein der Digitalisierung in der Transport-, Logistik- und Mobilitätswirtschaft

Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass die Blockchain aufgrund ihrer technischen Eigenschaften und der sich daraus ergebenden Gestaltungs- und Einsatzmöglichkeiten umfassende Auswirkungen auf die Transportwirtschaft, den Bereich der Logistik sowie auf die Mobilitätswirtschaft haben wird. Aufgrund der hohen Fragmentierungs- und Komplexitätsgrade und der in vielen Fällen notwendigen Koordination einer Vielzahl heterogener und unterschiedliche Ziele verfolgender AkteurInnen in diesen Bereichen stellt die Blockchain in vielen Anwendungsszenarien eine taugliche Lösung dar. Ihre Dezentralität, Nichtmanipulierbarkeit, Änderungsprotokollierung und Programmierbarkeit kann von vielen derzeit eingesetzten Technologien und Verfahren oft nicht, nur teilweise bzw. nur unzureichend geleistet werden.

Dennoch darf nicht vergessen werden, dass die derzeitigen Entwicklungen im Bereich der Kryptoökonomie nur einen Teilaspekt der Digitalisierung darstellen. Es ist außerdem nicht davon auszugehen, dass alleine der Einsatz der Blockchain dazu führen wird, dass sich die Personen- und die Gütermobilität zeitnah signifikant und nachhaltig verändern werden. Vielmehr muss berücksichtigt werden, dass derzeit viele parallele technologische, gesellschaftliche und sozioökonomische Entwicklungen stattfinden, die allesamt auf die Mobilität einwirken. Es wird daher erwartet, dass insbesondere die Konvergenz unterschiedlicher Schlüsseltechnologien (z.B. Internet der Dinge, Künstliche Intelligenz, Augmented Reality, Autonomes Fahren, 3D Druck) disruptiven Charakter hat.

Insofern ist es wichtig, bei Blockchain-Projekten immer auch komplementäre Technologien sowie weitere Trends und Entwicklungsperspektiven systematisch zu berücksichtigen. Beispielsweise stellt das bereits mehrfach referenzierte Internet der Dinge einen wesentlichen Baustein von blockchainbasierten Lösungen im Mobilitätsbereich dar, da auf dieser Basis Objekte (Fahrzeuge, Straßenabschnitte, Verkehrszeichen, Waren usw.) eindeutig identifiziert werden können. Darüber hinaus können diese Objekte selbst oder den Objekten zuordenbare Sensoren Daten erfassen, die in der Blockchain verarbeitet oder zur Weiterverarbeitung gespeichert werden. Ohne diese Komponenten wären mehrere Mobilitätsprojekte gar nicht umsetzbar.

Fortschritte auf dem Gebiet der künstlichen Intelligenz und im Bereich Data Science erlauben zunehmend die Automatisierung und Autonomisierung von Geschäftsprozessen. Die Verfügbarkeit von (vertrauenswürdigen) Daten stellt eine Grundvoraussetzung für die Umsetzung solcher Vorhaben dar. In der betrieblichen Praxis sind jedoch sowohl die Datenverfügbarkeit als auch die Datenqualität oft mangelhaft. Die Blockchain kann in ihrer Rolle als dezentrale Datenbank als Input für immer komplexer werdende Algorithmen genutzt werden,

wobei die Datenverarbeitung in Abhängigkeit von den jeweiligen Anforderungen wahlweise direkt auf der Blockchain oder in einem externen System durchgeführt werden kann. Darüber hinaus ist es möglich, durch blockchainbasierte Anreizmechanismen und kostengünstige Mikrotransaktionen Möglichkeiten zur besseren Weitergabe von Daten zu schaffen. Beispielsweise könnten Anreizmechanismen geschaffen werden, die FahrzeugbesitzerInnen dazu animieren, Daten über ihr Fahrverhalten weiterzugeben. Diese könnten dann sowohl von VerkehrsplanerInnen als auch von Behörden und Versicherungen sowie anderen genehmigten Parteien analysiert werden. Die zugrundeliegenden Anreizsysteme könnten monetär oder nicht-monetär ausgestaltet sein. Dieses Beispiel kann als Use Case an der Schnittstelle Internet der Dinge, Blockchain und künstlicher Intelligenz verstanden werden und steht exemplarisch für eine Vielzahl ähnlich gelagerter Problem- und Fragestellungen, in denen das Zusammenwirken unterschiedlicher Technologien im Fokus steht.

Standardisierung, Offenheit und Kompatibilität fördern die Skalierbarkeit von Lösungen

In Kapitel 2.6 wurden die hohe Entwicklungsdynamik und fehlende Technologiereife, die Fragmentierung und Inkompatibilität aufgrund fehlender Standards sowie fehlende Governance-Strukturen und eine in vielen Bereichen nicht vorhandene Regulierung als Herausforderung für die Etablierung und Skalierung von Blockchain-Lösungen identifiziert. Diese grundsätzlich als domänenagnostische charakterisierbaren Probleme dürfen auch im Mobilitätsbereich nicht unterschätzt werden. Es besteht die Gefahr, dass durch sich parallel entwickelnde Systeme (die isoliert betrachtet durchaus taugliche Lösungen für bestimmte Einsatzbereiche darstellen können) Inkompatibilitäten geschaffen werden. Im Extremfall resultieren derartige Tendenzen in einer fragmentierten Blockchain-Landschaft. Erwartete Effizienzgewinne könnten in solchen Szenarien durch die in diesem Fall erforderliche Koordination unterschiedlicher Blockchains teilweise oder ganz aufgezehrt werden bzw. sogar in einem Mehraufwand resultieren.

Dem kann entgegengewirkt werden, indem Offenheit und Kompatibilität als zentrale Design-Guidelines bei der Entwicklung blockchainbasierter Systeme verstanden werden. Eine Möglichkeit ist die Nutzung von Standards. Diese haben einen strukturierenden und koordinierenden Effekt und stellen sicher, dass ein bestimmtes Maß an Homogenität erreicht wird. Der Prozess der Entwicklung von Standards kann und sollte aktiv organisiert werden. Behörden und Gesetzgeber sollten Märkte aufmerksam beobachten, jedoch grds. nur bei Vorliegen von Marktversagen eingreifen. Auch im Bereich Blockchain ist von einer innovationshemmenden Überregulierung abzuraten. Dennoch muss angemerkt werden, dass auf Basis der bisherigen Entwicklungen geschlussfolgert werden kann, dass mehrere AkteurInnen (Technologieanbieter, Unternehmen mit Marktmacht, als Interessensvertretungen organisierte Konsortien sowie sogar ganze Staaten) versuchen, Einfluss auf die Herausbildung sogenannter dominanter Designs als de-facto Standards zu nehmen. Da auf diese Weise eigene Interessen durchgesetzt und andere Parteien in eine unvorteilhaftere Position gebracht werden können, ist es jedoch durchaus auch die Aufgabe des Staates, diese Entwicklungen kritisch zu reflektieren, offene Strukturen zu fördern und bei Bedarf regulierend einzugreifen.

Offenheit und Kompatibilität bedeutet allerdings nicht nur, dass Blockchain-Anwendungen in gleichen Bereichen (z.B. im Bereich des Managements von Frachtdokumenten) kompatibel sind, sondern dass auch weitere Synergiepotentiale aktiv genutzt werden sollten. Beispielsweise ergeben sich im Kontext von Smart City-Anwendungen zahlreiche Möglichkeiten, Projekte aus unterschiedlichen Ebenen miteinander zu verknüpfen. So könnten blockchainbasierte Prozesse im Zahlungsmanagement für unterschiedliche Bereiche genutzt werden – Eintritte in öffentlichen Freibädern, Essen in Kantinen von öffentlichen Gebäuden, Buchung von Parkraum, Nutzung des ÖPNV usw. Insbesondere dann, wenn ähnliche Anforderungen an die

zugrundeliegenden Informationssysteme gestellt werden (z.B. hinsichtlich Verarbeitungsgeschwindigkeit, Sicherheit, Architektur), können durch abgestimmte Vorgehensweisen Kosten gespart und die Integrationsfähigkeit gefördert werden.

Förderung von unternehmensübergreifenden Branchenkonsortien und Umsetzungsprojekten

Eine Möglichkeit, der Fragmentierung der österreichischen Blockchain-Landschaft proaktiv entgegenzuwirken ist die explizite Förderung Projekten, die an der Entwicklung von offenen, unternehmensübergreifenden Angeboten arbeiten. Eine frühzeitige Einbindung vieler relevanter Stakeholder aus Bereichen, in denen ähnliche/gleiche Lösungen nachgefragt werden kann die Entwicklungsgeschwindigkeit steigern und die Technologieadoptionen- und -diffusionsraten erhöhen. In einigen Bereichen ist eine produktive Nutzung entwickelter Lösungen ohne eine breite Zustimmung der betroffenen Branche nur sehr eingeschränkt realisierbar.

Ein Beispiel stellt die in Kapitel 4 charakterisierte Digitalisierung von Frachtdokumenten dar. Diese Dokumente werden vom Versender der Ware ausgestellt, müssen von den beteiligten Speditionen und Frächtern (oft von mehreren verschiedenen Unternehmen) sowie ggf. Behörden (z.B. Zoll), weiteren DienstleisterInnen (z.B. Banken) geprüft und/oder verarbeitet werden und werden vom Empfänger für die Ausfolgung der Ware benötigt. Somit sind viele AkteurInnen entlang der Wertschöpfungskette in einen derartigen Prozess eingebunden. Werden blockchainbasierte Lösungen von einem Teil dieser Gruppe nicht akzeptiert bzw. können diese aufgrund mangelnder Fähigkeiten oder Ressourcen nicht an einer Digitalisierung des Prozesses teilnehmen, kann die gesamte Umsetzung gefährdet sein.

Ähnliche Gefahren bestehen auch im Bereich der Personenmobilität, wo eine Zusammenarbeit bzw. eine Abstimmung und Koordination von im Wettbewerb stehenden Unternehmen erforderlich wären, um anbieterübergreifende Lösungen entwickeln zu können. Während bei AnbieterInnen mit komplementären Nutzenversprechen und Leistungen von einer höheren Bereitschaft zur Zusammenarbeit ausgegangen werden kann, sollte bei konkurrierenden AkteurInnen eine diskriminierungsfreie Kollaboration durch die entsprechende Ausgestaltung von Förderungen angeregt werden.

Blockchain-Fragestellungen sind domänenübergreifend international – Innovation durch Überwindung von Disziplin- und Landesgrenzen

Kryptoökonomische Fragestellungen sind nicht nur durch ein hohes Maß an unternehmensübergreifenden Fragestellungen innerhalb einzelner Domänen (z.B. der Mobilitätswirtschaft) geprägt, sondern sind in vielerlei Hinsicht interdisziplinär. Obgleich sich diese Interdisziplinarität teilweise bereits aus einer übergreifenden Betrachtung von technischen und ökonomischen Aspekten ergibt, so müssen darüber hinaus auch themenübergreifende Punkte berücksichtigt werden. Viele Herausforderungen (z.B. fehlende Standards und Governance-Strukturen) betreffen Blockchain-Anwendungen in der Finanzwirtschaft, im Handel oder in der Energiewirtschaft in ähnlicher Form wie den Bereich der Mobilität. Wenngleich ein bestimmtes Niveau an Heterogenität nicht in Abrede gestellt werden kann, scheint es dennoch ratsam, auch in diesem Bereich Synergien zwischen den unterschiedlichen Domänen zu nutzen. Kollaboration auf dieser Ebene muss nicht die Entwicklung spezifischer Systeme betreffen, sondern kann generisch-abstrakte Referenzprobleme (z.B. Kopplung unterschiedlicher Blockchains in fragmentierten Umgebungen, Schaffung von Anreizstrukturen, Sicherstellung der DSGVO-Konformität) adressieren.

Auch aufgrund der bereits explizierten Wechselwirkungen mit anderen Technologien und Entwicklungen wird empfohlen, einen systematischen Austausch zwischen unterschiedlichen Forschungsbereichen herzustellen bzw. bestehende Vernetzungsmöglichkeiten aktiv zu fördern. Beispielsweise können bestehende Projekte zum Thema Internet der Dinge, Physisches Internet, Künstliche Intelligenz, Automatisiertes Fahren, Sharing Economy um blockchainspezifische Fragestellungen erweitert werden. Die in Österreich etablierten Mobilitätslabore könnten die Aufgabe der systematischen Vernetzung teilweise übernehmen.

Darüber hinaus muss einbekannt werden, dass viele Aufgaben- und Fragestellungen in der Mobilitätswirtschaft grenzüberschreitenden Charakter haben. Da in Europa sowie auch weltweit signifikante Unterschiede hinsichtlich der Erforschung und Umsetzung von Blockchain-Anwendungen identifizieren lassen, ist ein internationaler Austausch für die Entwicklung erfolgreicher Ökosysteme unabdingbar. Eine Entwicklungsperspektive für die österreichische Blockchain-Community könne eine enge Zusammenarbeit mit Partnern aus dem deutschsprachigen Raum bzw. mit AkteurInnen aus dem CEE-Bereich darstellen. Ziel einer solchen Zusammenarbeit kann die Umsetzung von grenzüberschreitenden Projekten sein, die eine spätere Skalierung in Europa ermöglichen würden.

6. Handlungs- und Gestaltungsoptionen für die österreichische FTI-Landschaft

Auf Basis der in den vorangegangenen Kapiteln explizierten Erkenntnisse zum Forschungsstand, den identifizierten Einsatzpotentialen sowie den dargestellten Herausforderungen werden im Folgenden mobilitäts- und verkehrsrelevante Handlungsansätze und Maßnahmenvorschläge anhand des identifizierten FTI-Potentials beschrieben.

Die nachstehenden Ausführungen beinhalten eine detaillierte Aufzählung zielgerichteter Maßnahmen sowie eine Anknüpfung an aktuelle Initiativen aus dem Bereich der Mobilitätsforschung. Sie bilden damit einen strategischen Rahmen für kurz- bis langfristige Maßnahmen und Gestaltungsperspektiven für die Forschung und für Unternehmen.

Prinzipiell ist anzumerken, dass es sich beim Bereich der Blockchain und Distributed Ledger-Technologien um einen Aufgabenbereich handelt, der interdisziplinär charakterisiert ist.

Die Maßnahmenvorschläge und Gestaltungsoptionen sind daher in unterschiedliche, Segmente gegliedert:

- Vorschläge für das BMVIT in seinen Zuständigkeits- und Wirkungsbereichen
 - potentielle Forschungsfragen
 - Anknüpfung an und Erweiterung von Maßnahmen der themenspezifischen FTI-Roadmaps
- Vorschläge an andere (relevante) FTI-AkteurInnen und die Forschungscommunity

Im Allgemeinen wird das bmvit in der Rolle des Fördergebers und Unterstützers gesehen, aber auch als Auftraggeber begleitender Untersuchungen sowie als Koordinator bzw. Organisator von externen Monitoringaufträgen. Mögliche Maßnahmen umfassen dabei die Vergabe von Gutachten, Studien und Portfolioanalysen durch das bmvit analog zum „Aktionspaket Automatisierte Mobilität 2019-2022“.

Eine Themensteuerung zur Förderung von Kooperation und Wissenstransfer durch das bmvit bzw. vom bmvit betraute Stellen in Form von Vernetzungsveranstaltungen ist ebenfalls möglich.

Im Bereich des Monitorings könnte die Einrichtung einer eigenen Kontaktstelle analog zum Beispiel der „Kontaktstelle Automatisierte Mobilität“ oder die Integration in bereits existierende Kontaktstellen unter Erweiterung der entsprechenden Kompetenz überlegt werden, um hier den Informations- und Koordinationsbedarf zu decken.

Eine wesentliche Aufgabe des Monitorings wäre beispielsweise bei der Förderung von umfassenden, mehrstufigen Projekten. Beispielsweise könnte bei der Etablierung von anbieterübergreifenden Mobilitätsplattformen sichergestellt werden, dass neben den bekannten Mobilitätsanbietern auch bereits geförderte Mobilitätsinitiativen und Sharing-Systeme bei der Angebotsplanung von Mobilität und bei der Abbuchung von Leistungen im Rahmen eines mobilitätsübergreifenden Tickets in der Projektumsetzung als Projektpartner eingebunden werden.

Neben der Förderung von möglichen Forschungsinitiativen wird das bmvit als wesentlicher Unterstützer und Enabler in folgenden Bereichen gesehen:

- Definition von Rahmenbedingungen und Vorgaben (z.B. Verpflichtung zur Datenbereitstellung auf Mobilitätsplattformen)
- Forderung nach EU-weiten Standards als Basis für weiteren Anwendungsfelder

6.1. Vorschläge für die Programme des Auftraggebers

Die Handlungsempfehlungen für die Programme des Auftraggebers umfassen ganzheitliche Lösungsansätze für die Mobilität der Zukunft zur Sicherung der Personen- und Gütermobilität und Minimierung der negativen Auswirkungen des Verkehrs. Empfehlungen für die Themenfelder Verkehrsinfrastruktur und Fahrzeugtechnologien werden dabei ebenfalls berücksichtigt.

Im Bereich der Personenmobilität werden im Rahmen der Handlungsempfehlungen Beiträge zur Erfassung mobilitätsrelevanter Bedürfnislagen und zur Erfüllung der Daseinsgrund-funktionen (Wohnen, Arbeiten, Bildung, Einkaufen, Erholung) erarbeitet. Weiters werden Impulse für geeignete Mobilitätsangebote und nachhaltigere Mobilitätsformen geliefert.

Das Potenzial der Blockchain wird dabei vorwiegend in der Verknüpfung von Mobilitätsangeboten und Diensten unterschiedlicher AkteurlInnen gesehen, die kein oder nur geringes Vertrauen zueinander aufweisen. Hier soll die Schlüsselrolle der öffentlichen Hand zur Bereitstellung einer entsprechenden Marktumgebung unterstützt werden.

Die Technologie ist nicht in der Lage, Primärdaten z.B. zu mobilitätsrelevanten Entscheidungsmustern zu generieren. Sie kann aber sehr wohl als „Transportmedium“ sowie als Instrument zur Umsetzung von Anreizsystemen verwendet werden, um Bewusstseins- und Verhaltensänderungen in der Gesellschaft umzusetzen. Damit können die Ziele eines flexiblen Verkehrssystems entlang der gesamten Mobilitätskette für alle Nutzergruppen ermöglicht werden.

Im Bereich der multimodalen Lebensstile besteht durch die Blockchain die Möglichkeit, unterschiedliche Mobilitätsangebote miteinander zu verknüpfen, die mit einem oder mehreren Verkehrsmitteln (intermodal) abgewickelt, individuell konfigurierbar und abrechenbar sind. Durch die Angebotsverknüpfung kommt auch der Schwerpunkt der gleichberechtigten Mobilität zum Tragen.

Im Themenfeld Gütermobilität kann die Blockchain als Schlüsseltechnologie für die systematische Verknüpfung und Protokollierung von Aktivitäten entlang der Transportkette systemisch angewandt werden. Dabei besteht die Möglichkeiten der Reorganisation und Neuorganisation des Güterverkehrssystems mittels dezentraler Strukturen. Auf Basis der Erkenntnisse von Workshops und ExpertInnengesprächen sind hier wesentlich mehr Impulse zu liefern, um die Vorbehalte gegenüber der Technologie zu minimieren.

Entsprechend dem Forschungs-, Technologie- und Innovationsförderprogramm für Mobilität 2012–2020 besteht Interventionsbedarf im Mobilitätssystem dort, wo:

- gesellschaftliche Bedürfnisse und Ziele nicht schnell genug oder nicht in adäquater Weise vom Markt adressiert werden (Beschleunigung und Impulssetzung)
- Innovationen nicht adäquat auf gesellschaftliche Bedürfnisse ausgerichtet sind, aber ein volkswirtschaftlicher Mehrwert generiert werden könnte (Neu- bzw. Umorientierung)
- aktuell im Markt keine Nachfrage besteht, aber trotzdem neue gesellschaftliche Lösungen und dafür geeignete Geschäfts- bzw. Betreibermodelle für die Zukunft hervorgebracht werden sollen (Initiierung)

Prioritäre, strategische Ziele der letzten Ausschreibungen (Mobilität der Zukunft, 9. Ausschreibung, Mai 2017, Fahrzeugtechnologien und Personenmobilität | Mobilität der Zukunft, 10. Ausschreibung, Oktober 2017, Gütermobilität | Mobilität der Zukunft, 11. Ausschreibung, Mai 2018, System Bahn, Fahrzeugtechnologien und Verkehrsinfrastruktur) sind:

- Gesellschaft
 - Erhöhung der Nutzbarkeit und Zugänglichkeit des Verkehrssystems
 - Nachhaltige Mobilitätsformen und -muster
 - Erhöhung der Qualität und Verfügbarkeit der Verkehrsinfrastruktur
 - Sicherstellung der Versorgung mit Gütern und Dienstleistungen
- Umwelt
 - Reduzierung von Emissionen und Immissionen
 - Reduzieren des Energie- und Ressourcenverbrauchs
 - Interessensausgleich zwischen Verkehrsweg, Lebensraum Mensch und Ökosystem
- Wirtschaft und Forschung
 - Wettbewerbsfähigkeit des Verkehrssektors
 - Erhöhung der Kompetenzführerschaft im Mobilitätsbereich
 - Aufbau und Forcierung internationaler Kooperationen

Die Analyse hat ergeben, dass Blockchain- und Distributed-Ledger-Technologien dabei helfen können, die angeführten Ziele zu erreichen. In Tabelle 32 bis Tabelle 39 wurden auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse für ausgewählte Problem-/Themenfelder entsprechende FTI-Potentiale und Handlungsoptionen für den Auftraggeber abgeleitet. Die Kategorisierung der Maßnahmen folgt der in **Error! Reference source not found.** dargestellten Logik.

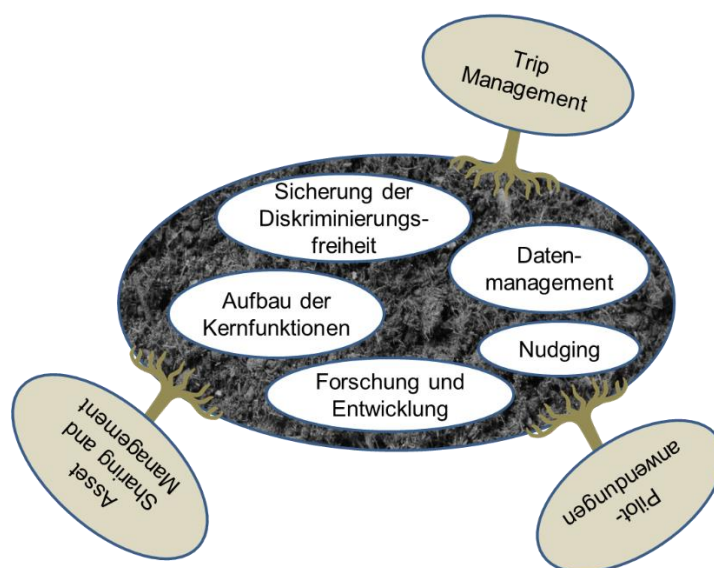


Abbildung 21: Maßnahmen-Ökosystem für die Programme des Auftraggebers

Im Zentrum stehen generisch-abstrakte Themenstellungen. Darauf aufbauend können Asset-Sharing/Management Strukturen aufgebaut, interdisziplinäre Pilotanwendungen umgesetzt und beförderungsspezifische Maßnahmen (Trip Management) umgesetzt werden.

Für jeden Bereich wurden mehrere Maßnahmen entwickelt. Jeweils wurde die grundsätzliche Eignung der Blockchain-Technologie für den Maßnahmenvorschlag auf Basis einer auf fünf Elementen bestehenden Bewertungslogik vorgenommen (Anm.: Diese Bewertungslogik ist eine vereinfachte Variante des in Kapitel 2.7 vorgestellten Evaluierungsframeworks). Maßnahmen, die nicht mit diesem Werkzeug bewertet werden können, sind entsprechend (mittels „X“) gekennzeichnet.

| Bewertungskriterium | Erklärung |
|---|--|
| Prozess mit mehreren TeilnehmerInnen? | Je mehr (unterschiedliche) Teilnehmer der Prozess hat, desto eher ist eine Blockchain geeignet. |
| Bestehen geringes Vertrauen und/oder gegenläufige Interessen? | Die Blockchain eignet sich sehr gut in Bereichen, die durch fehlendes/geringes Vertrauen und/oder divergierende Ziele von beteiligten AkteurInnen charakterisiert sind. |
| Ist ein unveränderlicher Prüfpfad erforderlich? | Wenn die Historie von Transaktionen wichtig ist (z.B., um Änderungen nachvollziehen zu können) eignet sich die Blockchain sehr gut. |
| Sollen Vermögenswerte verwalten bzw. übertragen werden? | Die Blockchain stellt ein sehr gutes Instrument zur Verwaltung und/oder Übertragung von Vermögenswerten dar. Diese Vermögenswerte können digital oder physisch sein. |
| Profitiert das Ökosystem von größerer Transparenz? | Oft profitieren nicht nur die an bestimmten Transaktionen beteiligten AkteurInnen von mehr Transparenz, sondern das gesamte Ökosystem. Die Blockchain kann die Erreichung solcher Transparenzziele unterstützen. |

Tabelle 31: Bewertungskriterien für Beurteilung von Gestaltungsoptionen

Dem Auftraggeber stehen zur Erreichung der Forschungsziele Instrumente (Dienstleistung, Sondierung, Industrielle Forschung, Experimentelle Entwicklung, Innovationslabor, Urbane Mobilitätslabore, Leitprojekt) zur Verfügung. Soweit möglich wurden Vorschläge gemacht; grundsätzlich sind in vielen Fällen aber unterschiedliche Konfigurationen realisierbar.

Tabelle 32: FTI-Potential Block 1 - Aufbau von Kernfunktionen

| Problem-/Themenfeld | Lücken in Bereich F&E | Mehrere AkteurInnen? | Fehlen von Vertrauen? | Prüfpfade notwendig? | Übertragung von Werten? | Transparenz f. Ökosystem? | FTI-Potenzial und Handlungsoption |
|---------------------|--|----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|---|
| Identitäten | M1.1 Digitale Identitäten | ● | ○ | ○ | ● | ● | <p><u>Instrument:</u> Dienstleistung: Aufbau und Nutzung von einheitlichen digitalen Identitäten als Grundlage für die Zuordnung von Diensten der Personen- und Gütermobilität unter Berücksichtigung der datenschutzrechtlichen und funktionalen Identitätsanforderungen.</p> <p><u>Beispiel:</u> Aufbau von Fahrgastidentitäten als Grundlage für die Nutzung und Abrechnung von Fahrten mit öffentlichen Verkehrsmitteln in Österreich wie z.B. VOR, OÖVG, etc.</p> |
| Token | M1.2 Mobilitätstoken und Tokenisierbarkeit von Mobilitätsprozessen | ● | ○ | ● | ● | ○ | <p><u>Instrument:</u> Sondierung: Charakterisierung unterschiedlicher Token-Klassen/Arten und typspezifische Ableitung von Nutzungspotentialen im Mobilitätsbereich.</p> <p><u>Beispiel:</u> Token stellen eine zentrale Gestaltungskomponente von blockchainbasierten Lösungen dar. Sie können in Verwendungs- und Arbeitstoken sowie außerdem in native, anwendungsbezogene sowie Asset-backed Token unterschieden werden. Oft stehen sie stellvertretend für ein digitales oder physisches Asset und können z.B. in der Personenmobilität für die Buchung einzelner Prozesse eingesetzt werden.</p> <p><u>Abhängigkeiten:</u> M1.1</p> |
| Identitäten | M1.3 Anforderungen des Mobilitätsbereichs an digitale Identitäten | ● | ● | ● | ○ | ● | <p><u>Instrument:</u> Sondierung: Identifikation der Interoperabilität von digitalen Identitäten, Ableitung von interdisziplinären Synergiepotentialen Sicherstellung einer gemeinsamen Nutzbarkeit.</p> <p><u>Beispiel:</u> Die eindeutige Identifizierung an Prozessen beteiligten AkteurInnen ist im Personen- und Güterverkehr von besonderer Bedeutung. In vielen anderen Domänen (z.B. E-Government, Bürgerpartizipation, Bankwesen) Bereichen wird die Blockchain derzeit auch als Enabler für digitale Identitäten verstanden.</p> <p><u>Abhängigkeiten:</u> M1.1</p> |

| Problem-/Themenfeld | Lücken in Bereich F&E | Mehrere AkteurInnen? | Fehlen von Vertrauen? | Prüfpfade notwendig? | Übertragung von Werten? | Transparenz f. Ökosystem? | FTI-Potenzial und Handlungsoption |
|--------------------------------------|--|----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|--|
| Berechtigungsmanagement | M1.4 Digitalisierung von Berechtigungen | ● | ● | ● | ● | ○ | <p><u>Instrument:</u> Experimentelle Entwicklung: Aufbau von dezentralen und gemeinsam genutzten Managementplattformen für die Ausstellung und Verwaltung von Berechtigungsnachweisen.</p> <p><u>Beispiel:</u> Etablierung einer Plattform für das Management von Berechtigungsausweisen für z.B. mobilitätseingeschränkte Personen als Genehmigungsgrundlage für Bescheide z.B. über Behindertenparkplätze.</p> <p><u>Abhängigkeiten:</u> M1.1</p> |
| Qualifikationsmanagement | M1.5 Automatisierte Prüfung von Befähigungsnachweisen von Personal vor Dienstantritt und während der Leistungserbringung | ● | ○ | ● | ● | ○ | <p><u>Instrument:</u> Experimentelle Entwicklung: Aufbau von dezentralen und gemeinsam genutzten Managementplattformen für das Qualifikationsmanagement von Human Resources.</p> <p><u>Beispiel:</u> Entwicklung einer Plattform zur Überprüfung, ob Personen die notwendigen Anforderungen und Berechtigungen unterschiedlicher Art (Führerscheine, Psychologische Gutachten, Zeugnisse und Qualifikationsnachweise) für die Ausübung ihrer Tätigkeiten im Personen- bzw. Güterverkehr erfüllen. Weiters kann damit eine durchgehende Qualitätskontrolle während der Leistungserbringung z.B. für LenkerInnen im Güterverkehr bzw. im öffentlichen Verkehr erfolgen.</p> <p><u>Abhängigkeiten:</u> M1.1</p> |
| Rebound-Effekte und Wechselwirkungen | M1.6 Vermeidung von negativen Effekten | ○ | ○ | ○ | ○ | ● | <p><u>Instrument:</u> Dienstleistung: Untersuchung von Vermeidungsstrategien negativer Effekte (Rebound-Effekte) bei der Implementierung der Blockchain im Mobilitätsbereich.</p> <p><u>Beispiel:</u> Identifikation und Vermeidung von negativen Effekten durch Wechselwirkungen zwischen „Mobility As A Service“ und Sharing Systemen: Untersuchung der Auswirkungen auf das Gesamtverkehrssystem und möglicher Rebound-Effekte durch Faktoren wie z.B. erhöhte Verkehrsnachfrage, verbesserter Komfort bei Planung, Buchung und Durchführung von Reisen und höhere Kostentransparenz.</p> |

Tabelle 33: FTI-Potential Block 2 - Sicherung der Diskriminierungsfreiheit

| Problem-/Themenfeld | Lücken in Bereich F&E | Mehrere AkteurInnen? | Fehlen von Vertrauen? | Prüfpfade notwendig? | Übertragung von Werten? | Transparenz f. Ökosystem? | FTI-Potenzial und Handlungsoption |
|---|---|----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|---|
| Chancengleichheit und Inklusion | M2.1 Diskriminierungsfreiheit, Sicherstellung des eigenständigen Zugangs zur Mobilitätsleistung für alle sozialen Gruppen | ○ | ○ | ○ | ● | ○ | <u>Instrument:</u> Sondierung: Identifikation von Kriterien, um die Diskriminierungsfreiheit und Sicherstellung des Zugangs unterschiedlicher NutzerInnen zu „Mobility As A Service“ zu evaluieren und in weiterer Form zu gewährleisten. <u>Beispiel:</u> Erarbeitung eines Kriterienkatalogs, ob die Anforderung eines diskriminierungsfreien Zugangs für unterschiedliche soziale Gruppen zum digitalen und vernetzten Mobilitätssystem unter Berücksichtigung einer zunehmenden Digitalisierung und Automatisierung zu gewährleisten. |
| Rahmenbedingungen für die Kommunikation | M2.2 Anforderungen an standardisierte Kommunikation | ● | ● | ○ | ○ | ● | <u>Instrument:</u> Sondierung: Definition einheitlicher Vorgaben und Rahmenbedingungen für die Sicherstellung der Interaktion bestehender/künftiger Blockchains im Bereich Mobilitätsplanung. <u>Beispiel:</u> Definition von Daten- und Kommunikationsstandards zur Sicherstellung einer Kompatibilität von zukünftig entwickelten, blockchainbasierten Mobilitätsanwendungen und dem IKT Informationsaustausch auf Basis einheitlicher APIs. Die Herstellung einer (z.B. auch nur lokal/regional geltenden) Schnittstellenlogik fördert die spätere Integrierbarkeit von Lösungen. |
| Dienste an multimodalen Knoten | M2.3 Koordination und Integration von Services an Knotenpunkten | ● | ● | ● | ○ | ● | <u>Instrument:</u> Industrielle Forschung: Optimierung von Terminalprozessen, insbesondere im Bereich der Gestaltung von Schnittstellen. <u>Beispiel:</u> Konzeption eines Terminal 4.0 unter Berücksichtigung der Konvergenz unterschiedlicher Schlüsseltechnologien in den Bereichen Internet of Things, Physical Internet, Robotik, künstliche Intelligenz und Blockchain. |
| Resilienz und Netzwerkdesign | M2.4 Resilienz von blockchain-basierten Logistiksystemen | ● | ○ | ○ | ○ | ● | <u>Instrument:</u> Sondierung: Vergleich der Resilienz bestehender Logistiknetzwerke mit dezentral organisierten Systemvorschlägen. <u>Beispiel:</u> Bewertung der Vor- und Nachteile der Architektur von blockchain-basierten Logistiksystemen im Vergleich zu herkömmlichen Netzwerken. |

Tabelle 34: FTI-Potential Block 3 - Datenmanagement

| Problem-/Themenfeld | Lücken in Bereich F&E | Mehrere AkteurInnen? | Fehlen von Vertrauen? | Prüfpfade notwendig? | Übertragung von Werten? | Transparenz f. Ökosystem? | FTI-Potenzial und Handlungsoption |
|---|--|----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|---|
| Rahmenbedingungen für die Kommunikation | M3.1 Eignung derzeitiger und künftiger Verkehrsdaten für die Verwendung in Blockchains | ● | ● | ● | ○ | ● | <u>Instrument:</u> Dienstleistung: Sicherstellung der Datenqualität für die Integration in blockchainbasierten Anwendungen. <u>Beispiel:</u> Definition und Testung von Verfahren für die Sicherstellung der erforderlichen Datenqualität von Mobilitätsdaten außerhalb der Blockchain. |
| Rahmenbedingungen für die Kommunikation | M3.2 Eignung derzeitiger und künftiger Verkehrsdaten für die Verwendung in Blockchains | ● | ● | ● | ● | ○ | <u>Instrument:</u> Sondierung: Definition von Anforderungen an Daten, damit sie in der Blockchain abgebildet werden können. <u>Beispiel:</u> Definition eines standardisierten Sets an erforderlichen Variablen und Dimensionen für die Abbildung von Mobilitätsdaten in der Blockchain. Diese sind künftig von unterschiedlichen AnbieterInnen über standardisierte Schnittstellen als Grundlage für einen Matching Prozess (oder für den Verkauf) bereitzustellen. |
| Rahmenbedingungen für die Kommunikation | M3.3 Eignung derzeitiger und künftiger Verkehrsdaten für die Verwendung in Blockchains | ● | ● | ● | ● | ○ | <u>Instrument:</u> Sondierung: Definition von Rahmenbedingungen insbesondere organisatorischer, datenschutztechnischer und rechtlicher Natur, um personenbezogene Daten in der Blockchain als Grundlage der Mobilitätsplanung zu hinterlegen. <u>Beispiel:</u> Methoden für die Löschung von Daten bestimmter Personen, die zu einem gegebenen Zeitpunkt nicht mehr in einer Blockchain vertreten sein möchten. Diese Daten beinhalten beispielsweise Nutzerprofile, Angaben zu Mobilitätseinschränkungen etc. |
| Mobilitätsdaten | M3.4 Marktplätze für Mobilitätsdaten | ● | ● | ● | ● | ● | <u>Instrument:</u> Sondierung: Verwertungsmöglichkeiten zum Kauf/Verkauf von Mobilitätsdaten auf Basis der Mobilitätsplattformen. <u>Beispiel:</u> Ableitung von Möglichkeiten zur transaktionsbasierten und datenschutzkonformen Weitergabe von Daten im Mobilitätsbereich. Die generierten Daten können über in Smart Contracts abgebildeten Mikrotransaktionen abgewickelt werden. |

| Problem-/Themenfeld | Lücken in Bereich F&E | Mehrere AkteurInnen? | Fehlen von Vertrauen? | Prüfpfade notwendig? | Übertragung von Werten? | Transparenz f. Ökosystem? | FTI-Potenzial und Handlungsoption |
|--|---|----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|--|
| Qualitätssicherung von Forschungsförderung | <p>M3.5</p> <p>Sicherstellung von transparenten Vergabeverfahren; Vermeidung von Mehrfachförderungen</p> | ● | ● | ● | ○ | ● | <p><u>Instrument:</u> Dienstleistung: Sicherstellung transparenter Vergabeverfahren.</p> <p><u>Beispiel:</u> Die Forschungsförderung ist ein wichtiges Werkzeug zur Herstellung und Erhaltung der Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen, Sektoren und Regionen. Um eine effiziente und effektive Verwendung der Mittel zu gewährleisten ist beispielsweise sicherzustellen, dass es in diesem Bereich nicht (unerlaubt) zu Mehrfachförderungen kommt. Oft ist es für Vergabebehörden nur schwer möglich, festzustellen, ob Projekte bereits gefördert wurden. Die Entwicklung einer länder- und institutionenübergreifender Projektdatenbank auf Basis der Blockchain könnte eine transparente Vergabe bzw. die Vermeidung von Mehrfachförderungen unterstützen.</p> |

Tabelle 35: FTI-Potential Block 4 - Nudging

| Problem-/Themenfeld | Lücken in Bereich F&E | Mehrere AkteurInnen? | Fehlen von Vertrauen? | Prüfpfade notwendig? | Übertragung von Werten? | Transparenz f. Ökosystem? | FTI-Potenzial und Handlungsoption |
|--|---|----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|---|
| Anreizmechanismen | <p>M4.1</p> <p>Wirkung blockchain-spezifischer Anreizmechanismen</p> | ● | ● | ○ | ● | ○ | <p><u>Instrument:</u> Sondierung: Identifikation von Gestaltungsoptionen (z.B. Möglichkeit zur Nutzung von Token, s.u.) und Eigenschaften (z.B. Daten- und Manipulationssicherheit) der Blockchain, um Anreizstrukturen zu entwickeln.</p> <p><u>Beispiel:</u> Die Skalierung von Mobilitätsangeboten fördert den realisierbaren Nutzen. Bestehende Konzepte scheitern oft daran. Beispielsweise kann es eine Herausforderung sein, Dienstleister, die eigene Auskunft- oder Buchungsplattformen betreiben und die ein Interesse daran haben, diese eigenen Lösungen zu verwenden, in die neuen Angebote zu integrieren.</p> |
| Förderung bestimmter (z.B. aktiver bzw. umweltfreundlicher) Mobilitätsformen | <p>M4.2</p> <p>Protokolle zum individuellen Mobilitätsverhalten</p> | ● | ● | ○ | ○ | ● | <p><u>Instrument:</u> Dienstleistung: Entwicklung von Methoden zum Auslesen und zur Verarbeitung anonymisierter und personalisierter Daten aus der Blockchain als Grundlage für weitere Analysen.</p> <p><u>Beispiel:</u> Protokollierung von Wegeketten und Bewegungsmustern einzelner Personen unter Berücksichtigung der Aspekte des Datenschutzes zur Generierung von systemspezifischem Wissen, zur ganzheitlichen Betrachtung der Nutzungszusammenhänge im Mobilitätsbereich und zur Identifikation zukünftiger Mobilitätstrends bzw. Nutzungsparadigmen. Damit können z.B. die Erfordernisse für die Etablierung nachhaltiger Nutzungsmuster (z.B. Besetzungsgrad, Verkehrsleistung) besser abgeschätzt werden. Weiters können Zeitverwendungs- und Belohnungsmodelle zwischen Mobilitätszeit bzw. Mobilitätsart und Arbeitszeit zur Förderung z.B. von Pendeln mittels aktiver Mobilität entwickelt werden.</p> |

| Problem-/Themenfeld | Lücken in Bereich F&E | Mehrere AkteurInnen? | Fehlen von Vertrauen? | Prüfpfade notwendig? | Übertragung von Werten? | Transparenz f. Ökosystem? | FTI-Potenzial und Handlungsoption |
|--|--|----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|--|
| Förderung bestimmter (z.B. aktiver bzw. umweltfreundlicher) Mobilitätsformen | M4.3 Anreize für die Förderung bestimmter Verhaltensweisen | ● | ● | ○ | ○ | ● | <p><u>Instrument:</u> Dienstleistung: Definition von Benchmarks für die Förderung bestimmter Verhaltensweisen z.B. im Bereich aktiver Personenmobilität.</p> <p><u>Beispiel:</u> Ableitung von Indikatoren, ab wann Personen als aktiv mobil gelten. Die Indikatoren werden so entwickelt, dass sie (teil-) automatisiert verarbeitet werden können wie z.B. Nutzung von Token; Umsetzbarkeit der Benchmarks in Smart Contracts.</p> <p><u>Abhängigkeiten:</u> M4.2</p> |
| Förderung bestimmter (z.B. aktiver bzw. umweltfreundlicher) Mobilitätsformen | M4.4 Analyse und Rückmeldung zum individuellen Mobilitätsverhalten | ● | ● | ○ | ○ | ● | <p><u>Instrument:</u> Dienstleistung: Ableitung von Methoden zur Datenanalyse und Bewertung als Grundlage für die Übermittlung von Incentives in der individuellen Mobilitätsplanung.</p> <p><u>Beispiel:</u> Entwicklung eines Bonus-Malus Systems für aktive Mobilität z.B. mittels „Activity Coins“ als Token für NutzerInnen aktiver Mobilität z.B. auf Basis von Umweltbelastungen, Gesundheitsfragen.</p> <p><u>Abhängigkeiten:</u> M4.3</p> |
| Chancengleichheit und Inklusion | M4.5 Bereitstellung von freiwilligen Assistenzdiensten für mobilitätseingeschränkte Personen | ● | ● | ○ | ○ | ● | <p><u>Instrument:</u> Experimentelle Entwicklung: Aufbau von crowd-basierten Assistenznetzwerken zur Organisation und Abwicklung von Freiwilligenarbeit im Bereich der Mobilität.</p> <p><u>Beispiel:</u> Aufbau einer dezentral organisierten Plattform mit Angeboten von Personen, die Hilfe anbieten sowie Personen, die Unterstützung im Bereich der Mobilität benötigen. Das Matching, die Protokollierung der Durchführung sowie die Abrechnung z.B. monetär oder in Form von Tokens mit verbrieften Rechten erfolgt über diese Plattform.</p> |

| Problem-/Themenfeld | Lücken in Bereich F&E | Mehrere AkteurInnen? | Fehlen von Vertrauen? | Prüfpfade notwendig? | Übertragung von Werten? | Transparenz f. Ökosystem? | FTI-Potenzial und Handlungsoption |
|---------------------------------|---|----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|---|
| Integration von Verkehrsträgern | M4.6 Integration umweltfreundlicher Verkehrsträger | ● | ● | ● | ○ | ● | <p><u>Instrument:</u> Industrielle Forschung/Experimentelle Entwicklung: Pilotanwendungen zur Integration von umweltfreundlichen Verkehrsträgern inkl. der Erarbeitung von Anreizstrukturen zur Förderung deren Nutzung.</p> <p><u>Beispiel:</u> Entwicklung eines Prototyps für eine Gütermobilitätsplattform mit dem Ziel der Ermöglichung von synchromodalen Logistik- und Transportkonzepten.</p> |
| Organisation der Zusammenarbeit | M4.7 Kooperations-, Koordinations- und Sharingmodelle | ● | ● | ● | ○ | ● | <p><u>Instrument:</u> Sondierung: Vergleich von klassischen, kooperations-/koordinations- und sharingbasierten Modellen im Vergleich zu dezentral organisierten Netzwerken hinsichtlich unterschiedlicher Kriterien, wie beispielsweise Anreizwirkung und Kosten.</p> <p><u>Beispiel:</u> Kooperations-, Koordinations- und Sharingmodelle stellen neue Möglichkeiten zur Gestaltung der logistischen Prozesse dar und bilden eine wesentliche Grundlage für die Entwicklung von Services und Geschäftsmodellen in der Logistik. Aufgrund der Mitwirkung unterschiedlicher AkteurInnen mit teilweise gegenläufigen Zielen bzw. des Vorhandenseins von Konkurrenzbeziehungen ist die Etablierung solcher Strukturen mit Herausforderungen verbunden. Die Blockchain kann als dezentrale Technologie eine neutrale Plattform für die Zusammenarbeit sein.</p> |

Tabelle 36: FTI-Potential Block 5 - Forschung und Entwicklung

| Problem-/Themenfeld | Lücken in Bereich F&E | Mehrere AkteurInnen? | Fehlen von Vertrauen? | Prüfpfade notwendig? | Übertragung von Werten? | Transparenz f. Ökosystem? | FTI-Potenzial und Handlungsoption |
|---|---|----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|--|
| On-chain vs. off-chain | <p>M5.1</p> <p>Welche Anwendungen sollen direkt in/auf der Blockchain abgebildet werden?</p> | ○ | ○ | ○ | ● | ● | <p><u>Instrument:</u> Sondierung: Evaluierung, in welchen Bereichen off-chain-Transaktionen im Mobilitätsbereich eine sinnvolle Lösung darstellen können.</p> <p><u>Beispiel:</u> Die Blockchain-Technologie kann viele Mobilitätsbereiche systematisch unterstützen. Das heißt aber nicht immer, dass bei einer blockchainbasierten Lösung alle Transaktionen selbst in der Blockchain stattfinden. Vielmehr sind fallspezifisch zwischen sogenannten on-chain und off-chain Transaktionen zu unterscheiden. Off-chain Transaktionen werden nicht direkt auf der Blockchain abgebildet und können unterschiedliche Vorteile (z.B. günstigere, schnellere, privatere Abwicklung) haben.</p> |
| Organisation der Blockchain- Forschung im Mobilitätsbereich | <p>M5.2</p> <p>Systematischer Aufbau von Blockchain-Kompetenz im Bereich der Mobilitätsforschung</p> | ○ | ○ | ○ | ● | ○ | <p><u>Instrument:</u> Dienstleistung: Definition von kryptoökonomischen Anwendungsszenarien.</p> <p><u>Beispiel:</u> Die Blockchain-Technologie hat Potentiale in unterschiedlichen Bereichen der Personen- und Gütermobilität. Nur in seltenen Fällen stellen die kryptoökonomischen Aspekte dabei den zentralen Untersuchungsgegenstand dar. Aufgrund der darstellbaren Potentiale dieser Technologie für den Mobilitätsbereich scheint es sinnvoll, in unterschiedlichen Forschungsbereichen der Mobilität systematisch auch kryptoökonomische Fragestellungen zu beleuchten.</p> |
| Verknüpfung von Schlüsseltechnologien | <p>M5.3</p> <p>Verknüpfung mit Augmented Reality</p> | ○ | ○ | ○ | ○ | ● | <p><u>Instrument:</u> Experimentelle Entwicklung: Aufbau von Pilotanwendungen im Mobilitätsbereich für die Identifikation von Verknüpfungspotenzialen zwischen Augmented Reality und der Blockchain in Bezug auf den Datenaustausch personalisierter Daten.</p> <p><u>Beispiel:</u> Entwicklung eines Prototyps für die nutzerfreundliche Ausgestaltung von Seamless „Mobility As A Service“ mithilfe der Verknüpfung mit Augmented Reality z.B. Smart Glasses. Die Blockchain stellt dabei das Element zur Verknüpfung von KundInnen, Infrastrukturen, MobilitätsanbieterInnen und Wearables (die personalisierten Daten in Echtzeit erfassen und somit maßgeschneiderte Angebote empfangen können) dar. Weiters können Aussagen zu Effizienzgewinnen durch die Verknüpfung der beiden Technologien im Mobilitätsbereich z.B. Durchbrechung gewohnter Routinen, Schaffung von zusätzlichen Handlungsoptionen, Befriedigung emotionaler Bedürfnisse wie zum Beispiel Abenteuer, Thrill oder Prestige ergänzend zum reinen Mobilitätszweck abgeleitet werden.</p> |

| Problem-/Themenfeld | Lücken in Bereich F&E | Mehrere AkteurInnen? | Fehlen von Vertrauen? | Prüfpfade notwendig? | Übertragung von Werten? | Transparenz f. Ökosystem? | FTI-Potenzial und Handlungsoption |
|---|--|----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|--|
| Verknüpfung von Schlüsseltechnologien | <p>M5.4</p> <p>Verknüpfung mit Internet of Things</p> | ● | ● | ● | ○ | ● | <p><u>Instrument:</u> Experimentelle Entwicklung: Aufbau von Pilotanwendungen im Mobilitätsbereich für die Verknüpfung von Internet of Things und Blockchains in Bezug auf den Datenaustausch personalisierter Daten.</p> <p><u>Beispiel Personenverkehr:</u> Entwicklung eines Prototyps für eine intersektorale, blockchainbasierte Ausgestaltung von Seamless „Mobility As A Service“ unter Verknüpfung mit IoT-Anwendungen aus unterschiedlichen parallelen digitalen Diensten z.B. Smart City, Smart Mobility, Smart Home, Smart Health, Wearables, Smart TV etc.</p> <p><u>Beispiel Güterverkehr:</u> Untersuchung der Eignung von IoT-generierten Daten zur Speicherung und (teil-) automatisierten Verarbeitung in der Blockchain.</p> |
| Verknüpfung von Schlüsseltechnologien | <p>M5.5</p> <p>Interaktion von Blockchain und künstlichen Intelligenz</p> | ● | ● | ● | ○ | ● | <p><u>Instrument:</u> Sondierung: Evaluierung der Kombinationsmöglichkeiten von Blockchain und Anwendungen aus dem Bereich künstlicher Intelligenz (KI).</p> <p><u>Beispiel:</u> Darstellung der Möglichkeiten, wie Daten in der Blockchain von KI-basierten Systemen genutzt werden können sowie Evaluierung der Abbildbarkeit von künstlicher Intelligenz als integraler Bestandteil der automatisierten Verarbeitung bei Blockchain mit intelligenten Verträgen (Smart Contracts).</p> |
| Integrierte Mitnahme, Hol- und Bringdienste | <p>M5.6</p> <p>Synergien zwischen der Mobilität von Personen und Gütern</p> | ● | ● | ● | ● | ● | <p><u>Instrument:</u> Experimentelle Entwicklung: Entwicklung von Pilotanwendungen zur Bewertung der Synergieeffekte zwischen Mobilität von Personen und der Beförderung von Gütern.</p> <p><u>Beispiel:</u> Blockchainbasierte Buchungsplattform für integrierte Mitnahme von Paketen und die Bereitstellung von Hol- und Bringdiensten für Personen und Güter.</p> |

Tabelle 37: FTI-Potential Block 6 – Trip Management

| Problem-/Themenfeld | Lücken in Bereich F&E | Mehrere AkteurInnen? | Fehlen von Vertrauen? | Prüfpfade notwendig? | Übertragung von Werten? | Transparenz f. Ökosystem? | FTI-Potenzial und Handlungsoption |
|--|---|----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|---|
| Identifikation relevanter Daten zur Vermittlung von Angeboten | M6.1 Anforderungen von angebotsintegrierenden Lösungen an Daten und Kommunikation | ○ | ○ | ● | ● | ○ | <u>Instrument:</u> Sondierung: Definition erforderlicher mobilitätsrelevanter personen-, unternehmens- und infrastrukturbezogener Daten als Grundlage für den Informationsaustausch und den Matching-Prozess von Mobilitätsdienstleistungen in blockchainbasierten Umgebungen. <u>Beispiel:</u> Definition eines Datenkatalogs als Grundlage für einen blockchainbasierten Matching-Prozess von Mobilitätsdiensten (z.B. Nutzerprofile, Mobilitätseinschränkungen etc.) |
| Integration relevanter AkteurInnen zur Vermittlung von Angeboten | M6.2 Flottenmanagement/Asset Sharing (Synergie bei der Beförderung von Personen und Gütern) | ● | ● | ○ | ● | ● | <u>Instrument:</u> Industrielle Forschung/Experimentelle Entwicklung: Umsetzung von Pilotanwendungen im Mobilitätsbereich für einen Vermittlungs- bzw. Übersetzungsprozess zwischen unterschiedlichen AkteurInnen (z.B. NutzerInnen, BetreiberInnen, AnbieterInnen, EntscheidungsträgerInnen). <u>Beispiel:</u> Aufbau einer Plattform für die Bereitstellung einer Fahrzeugflotte für die gemeinsame Nutzung durch unterschiedliche NutzerInnen sowie die Verwaltung und Abrechnung von gemeinsam genutzten Ressourcen. |
| Planbarkeit von Mobilität | M6.3 Standardisierte Verknüpfung und Vergleich von Angeboten für Mobilitätsdienste | ● | ○ | ○ | ● | ● | <u>Instrument:</u> Dienstleistung: Aufbau von standardisierten und vergleichbaren Leistungsangeboten für die Erbringung von Mobilitätsdiensten mit dem Ziel der Verringerung der Aufwände für die Angebotsverknüpfung <u>Beispiel:</u> Entwicklung standardisierter und vergleichbarer Angebotskataloge für die Leistungserbringung von Mobilitätsdiensten als Grundlage für den Matching-Prozess einzelner Mobilitätsdienste bei „Mobility As A Service“, die den Arbeitsaufwand und erforderlichen Mitteleinsatz reduzieren. |

| Problem-/Themenfeld | Lücken in Bereich F&E | Mehrere AkteurInnen? | Fehlen von Vertrauen? | Prüfpfade notwendig? | Übertragung von Werten? | Transparenz f. Ökosystem? | FTI-Potenzial und Handlungsoption |
|--|---|----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|---|
| Integration relevanter AkteurInnen zur Vermittlung von Angeboten | M6.4 Kapazitätsmanagement verfügbarer Infrastruktur und Verkehrsmittel, dezentrale Plattformen für Mobilitätsangebote | ● | ● | ○ | ● | ● | <p><u>Instrument:</u> Industrielle Forschung/Experimentelle Entwicklung: Umsetzung von Pilotanwendungen im Mobilitätsbereich für einen Vermittlungs- bzw. Übersetzungsprozess zwischen unterschiedlichen AkteurInnen (z.B. NutzerInnen, BetreiberInnen, AnbieterInnen, EntscheidungsträgerInnen)</p> <p><u>Beispiel:</u> Aufbau einer Plattform für die Umsetzung Leistungen im Rahmen von „Mobility As A Service“ unter Berücksichtigung der Angebotseinholung, der Durchführung von Matching-Prozessen und der Abrechnung von durchgeführten Leistungen. Durch die Blockchain erfolgt eine synergetische, digitale und automatisierte Verknüpfung von bestehenden und neuen Services und Dienstleistungen von privaten und öffentlichen BetreiberInnen zur zentrierten Vermittlung des möglich nutzbaren Mobilitätsangebotes (jenseits oder in Kombination mit dem privaten Pkw). Weiters wird untersucht, ob auch Komfortbedürfnisse (z.B. Bequemlichkeit, Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Unabhängigkeit vom Fahrzeugbesitz oder Leistbarkeit von Mobilität) durch die Anwendung erfüllt werden können.</p> |
| Buchung von Angeboten | M6.5 Verbindliche Buchung von Kapazitäten | ● | ● | ● | ● | ○ | <p><u>Instrument:</u> Industrielle Forschung/Experimentelle Entwicklung: Aufbau eines Buchungssystems für die Koordination und Abarbeitung verbindlicher Buchungen zwischen einzelnen AkteurInnen (z.B. NutzerInnen, BetreiberInnen, AnbieterInnen, EntscheidungsträgerInnen)</p> <p><u>Beispiel Personenverkehr:</u> Realisierung von Sitzplatzbuchungen in öffentlichen Verkehrsmitteln wie z.B. ÖBB, Westbahn, Taxi, Bus als Vorstufe für die Leistungserbringung im Rahmen von „Mobility As A Service“</p> <p><u>Abhängigkeiten:</u> M6.3</p> |
| Qualität und Verfügbarkeit von Echtzeitverkehrsdaten | M6.6 Resilienz bei Störungen und Änderungen der Mobilität durch Integration unterschiedlicher Informationsquellen | ○ | ○ | ○ | ○ | ● | <p><u>Instrument:</u> Industrielle Forschung: Bereitstellung und Nutzung verifizierter Echtzeitdaten während der Durchführung von Mobilitätsdiensten als Grundlage für die Reaktion und Abrechnung im Störfall</p> <p><u>Beispiel:</u> Abrechnung von Leistungen für Ersatzverkehre, wenn die ursprüngliche Kette der Mobilitätsdienste nicht umgesetzt werden kann</p> <p><u>Abhängigkeiten:</u> M6.3</p> |

| Problem-/Themenfeld | Lücken in Bereich F&E | Mehrere AkteurInnen? | Fehlen von Vertrauen? | Prüfpfade notwendig? | Übertragung von Werten? | Transparenz f. Ökosystem? | FTI-Potenzial und Handlungsoption |
|---------------------------------|--|----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|---|
| Kanteninfrastrukturmanagement | <p>M6.7</p> <p>Länder- bzw. systemübergreifende Nutzung von Infrastruktur</p> | ● | ○ | ● | ○ | ● | <p><u>Instrument:</u> Experimentelle Entwicklung: Konzeption und prototypische Entwicklung von blockchainbasierten Infrastrukturbuchungs- und -abrechnungsplattformen.</p> <p><u>Beispiel:</u> Die Infrastruktur ist bei vielen Verkehrsträgern durch eine Verbundproduktion von Güter- und Personenverkehrsleistungen charakterisiert.</p> <p><u>Beispiel (Schienenverkehr):</u> Europäisches Trassenbuchungssystem im Eisenbahnverkehr, bei dem die nationalen Netzbetreiber ihre Ressourcen anbieten und alle Bahnen diskriminierungsfrei und Transparent benötigte Infrastrukturkapazitäten reservieren und buchen können.</p> <p><u>Beispiel (Straßenverkehr):</u> Europäisches Mautsystem, deren gemeinsamer Betreiber die nationalen (öffentlichen und privaten) Infrastrukturanbieter (z.B. ASFINAG in Österreich) sind.</p> <p>In beiden Beispielen wird der dezentrale Charakter insbesondere durch die Mitwirkung mehrerer Länder sinnvoll darstellbar. Jedoch sind auch prototypische Lösungen für ein Land sinnvoll, um die Realisierbarkeit nachzuweisen.</p> |
| Integration von Verkehrsträgern | <p>M6.8</p> <p>Optimierung von Umschlagsprozessen</p> | ● | ● | ○ | ○ | ● | <p><u>Instrument:</u> Industrielle Forschung/Experimentelle Entwicklung: Konzeption von Pilotanwendungen für die Reduktion von Transaktionskosten im Bereich des Güterumschlags.</p> <p><u>Beispiel:</u> Erstellung eines Implementierungskonzeptes inkl. Prototyp für die (Teil-) Automatisierung des Informationsflusses an Knotenpunkten. Dazu zählt insbesondere die effiziente Gestaltung von Prozessen in den Bereichen Zoll und Dokumentenmanagement. Die technische und ökonomische Effizienz und Effektivität von Umschlagsprozessen stellen eine Grundlage für die Verknüpfung von unterschiedlichen Verkehrsträgern, insbesondere im Terminal-zu-Terminal Verkehr, dar.</p> |
| Abrechnung von Leistungen | <p>M6.9</p> <p>Abrechnung von Leistungen unterschiedlicher AkteurInnen</p> | ● | ● | ● | ● | ○ | <p><u>Instrument:</u> Industrielle Forschung/Experimentelle Entwicklung: Aufbau eines Abrechnungssystems für die Aufteilung und Auszahlung geleisteter Mobilitätsdienste einzelner AkteurInnen (BetreiberInnen, AnbieterInnen).</p> <p><u>Beispiel:</u> Umsetzung einer transparenten und diskriminierungsfreien Abrechnungsplattform von geleisteten Mobilitätsdiensten in parallel geführten Verkehrsnetzen wie z.B. ÖBB und Wiener Linien in Wien, etc.</p> <p><u>Abhängigkeiten:</u> M6.4</p> |

Tabelle 38: FTI-Potential Block 7 - Interdisziplinäre Pilotanwendungen

| Problem-/Themenfeld | Lücken in Bereich F&E | Mehrere AkteurInnen? | Fehlen von Vertrauen? | Prüfpfade notwendig? | Übertragung von Werten? | Transparenz f. Ökosystem? | FTI-Potenzial und Handlungsoption |
|---------------------------------------|---|----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|---|
| Erneuerbare Energien im Verkehr | <p>M7.1</p> <p>Verknüpfung von Mobilitäts- und Energiesektor</p> | ● | ○ | ○ | ● | ○ | <p><u>Instrument:</u> Experimentelle Entwicklung: Aufbau einer Systemarchitektur für die Vernetzung von dezentraler Energieerzeugung und elektrischer (Mikro-)mobilitätsangebote.</p> <p><u>Beispiel:</u> Konzeptionelle Entwicklung eine blockchainbasierten Transaktionssystems, welches autonom agiert und durch die Verschlüsselung der Transaktionsdaten eine sichere Person-zu-Person-Abwicklung von vertraulichen Geschäften ermöglicht. Dabei kann es im Bereich der E-Mobilität eingesetzt werden z.B. in Bezug auf die Anreizwirkung, über ein solches System eine private Ladestation zur Verfügung zu stellen oder über Smart Contracts vollkommen automatisiert an öffentlichen oder privaten Ladestationen via real-time Verrechnung und Dokumentation zu bezahlen.</p> |
| Verknüpfung von Schlüsseltechnologien | <p>M7.2</p> <p>Interaktion von Blockchain und Physical Internet im Güterverkehr</p> | ● | ● | ● | ● | ● | <p><u>Instrument:</u> Sondierung: Untersuchung der Blockchain als Grundlage für das Betreiben von Logistiksystemen auf Basis von abgestimmten Ladeeinheiten und Fahrzeugen mittels einer dezentralen Logik.</p> <p><u>Beispiel:</u> Identifikation von Prozessen im Physical Internet, die mit der Blockchain unterstützt werden können. Ableitung von Gestaltungsempfehlungen für blockchainbasierte Systeme sowie Physical Internet Anwendungen.</p> |
| Verknüpfung von Schlüsseltechnologien | <p>M7.3</p> <p>Interaktion von Blockchain und Internet of Things im Güterverkehr</p> | ● | ● | ● | ○ | ● | <p><u>Instrument:</u> Experimentelle Entwicklung: Konzeption und Entwicklung eines blockchainbasierten Tracking & Tracing Systems für die Nachverfolgung von Produkten.</p> <p><u>Beispiel:</u> Nutzung der Blockchain zur sicheren Aufzeichnung von durch Sensordaten (IoT) festgestellte Produkteigenschaften (z.B. Temperatur, Erschütterungen, etc.), geographischen Koordinaten, etc. als Basis für die Gestaltung von Supply Chain Prozessen (z.B. in den Bereichen Risikomanagement und Echtzeit-Umplanung/Disposition) sowie als Grundlage für neue Produkte (z.B. für Transportversicherungen).</p> |

| Problem-/Themenfeld | Lücken in Bereich F&E | Mehrere AkteurInnen? | Fehlen von Vertrauen? | Prüfpfade notwendig? | Übertragung von Werten? | Transparenz f. Ökosystem? | FTI-Potenzial und Handlungsoption |
|---------------------------------|--|----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|--|
| Integration von Verkehrsträgern | M7.4 Bündelung und Entbündelung von Verkehren | ● | ● | ○ | ○ | ● | <p><u>Instrument:</u> Sondierung: Darstellung der Potentiale und Grenzen von Blockchain-Anwendungen zur effizienten Bündelung bzw. Entbündelung von Verkehren.</p> <p><u>Beispiel:</u> Aufbau einer Managementplattform für die Bündelung und Entbündelung von Verkehren unter Berücksichtigung der systematischen Kombination von unterschiedlichen Verkehrsträgern.</p> |
| Zustellung | M7.5 Effiziente Organisation der Zustellung (letzte Meile) | ● | ● | ● | ○ | ● | <p><u>Instrument:</u> Industrielle Forschung/Experimentelle Entwicklung: Konzeption eines Prototyps für den Betrieb und die Abrechnung von dezentralen Zustelloptionen auf einer Basis von Blockchain-Strukturen, Konzeption und Prototyp einer dezentral organisierten Plattform für die Erleichterung der direkten Zustellung von Paketen im B2C-Bereich durch klassische KEP Dienstleister.</p> <p><u>Beispiel:</u> Organisation eines White-Label-Hub Netzwerkes in der City Logistik mittels Verknüpfung von digitalen Identitäten und Freiwilligennetzwerken zur Ermittlung und Protokollierung, welche Vertrauenspersonen Pakete entgegennehmen dürfen bzw. entgegengenommen haben.</p> <p><u>Abhängigkeiten:</u> M3.5</p> |
| Smart City | M7.6 Integration unterschiedlicher Bereiche/AkteurInnen mittels Blockchain | ● | ● | ● | ● | ● | <p><u>Instrument:</u> Sondierung: Ermittlung von Anwendungspotenzialen der Blockchain im Kontext Smart City und systematische Evaluierung von Gemeinsamkeiten/Unterschieden zur Ableitung von Synergiepotentialen, Erarbeitungen von Anforderungen unterschiedlicher Bereiche an Blockchain-Lösungen.</p> <p><u>Beispiel:</u> In einer Sondierung kann festgestellt werden, in welchen Bereichen einer Smart City blockchainbasierte Anwendungen eingesetzt werden können. Aus den identifizierten Anwendungs- und Einsatzfeldern können (technische) Anforderungsprofile abgeleitet werden. Die Ergebnisse können die Grundlage für die Entwicklung von bereichsagnostischen bzw. – übergreifenden Blockchain-Lösungen sein. Falls derartige Umsetzungen aufgrund der Heterogenität nicht möglich oder nicht sinnvoll sind, können auf Basis der Sondierung Erkenntnisse erlangt werden, in welcher Form Schnittstellen zwischen unterschiedlichen Blockchain-Lösungen gestaltet / definiert sein müssen.</p> |

| Problem-/Themenfeld | Lücken in Bereich F&E | Mehrere AkteurInnen? | Fehlen von Vertrauen? | Prüfpfade notwendig? | Übertragung von Werten? | Transparenz f. Ökosystem? | FTI-Potenzial und Handlungsoption |
|---|--|----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|--|
| Smart City | M7.7 Integration unterschiedlicher Bereiche/AkteurInnen mittels Blockchain | ● | ● | ● | ● | ● | <p><u>Instrument:</u> Experimentelle Entwicklung: Konzeption und Entwicklung von neutralen Plattformen zur Integration unterschiedlicher, blockchainbasierter Lösungen in einer Smart City.</p> <p><u>Beispiel:</u> Umsetzung von Pilotversuchen z.B. beim Parkflächenmanagement sowie der Verkehrssteuerung, etc. mit dem Ziel, eine grundsätzliche Erweiterung für andere Bereiche (z.B. Gastronomie, Tourismus- und Dienstleistungsbetriebe) zu ermöglichen.</p> <p><u>Abhängigkeiten:</u> M7.6</p> |
| Etablierung des Automatisiertes Fahrens | M7.8 Ereignismanagement | ● | ● | ● | ● | ● | <p><u>Instrument:</u> Experimentelle Entwicklung: Entwicklung von Pilotanwendungen zur Protokollierung von Aktivitäten automatisierter Fahrzeuge.</p> <p><u>Beispiel:</u> Blockchainbasierte und flächendeckende Protokollierung von Verkehrsinformationen, zum Beispiel für die Beweisführung im Falle von Störungen.</p> |

Tabelle 39: FTI-Potential Block 8 - Asset Sharing and Management

| Problem-/Themenfeld | Lücken in Bereich F&E | Mehrere AkteurInnen? | Fehlen von Vertrauen? | Prüfpfade notwendig? | Übertragung von Werten? | Transparenz f. Ökosystem? | FTI-Potenzial und Handlungsoption |
|---------------------------------|--|----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|--|
| Chancengleichheit und Inklusion | <p>M8.1</p> <p>Sicherstellung der allgemeinen Verfügbarkeit von (Mobilitäts-)diensten und -services</p> | ● | ● | ● | ○ | ● | <p><u>Instrument:</u> Sondierung/Industrielle Forschung/Experimentelle Entwicklung: Umsetzung von Anwendungen zum Kapazitätsmanagement öffentlicher Einrichtungen und Infrastrukturen</p> <p><u>Beispiel:</u> Tokenbasiertes Kapazitätsmanagement von öffentlichen Einrichtungen (z.B. Kindergärten), Behindertenparkplätzen, geförderten Transportleistungen, Anrainerparken (z.B. zur Vermeidung von gleichzeitigem Besitz von Parkleber und Garage), Sondervergaben (z.B. Notfallarzt), zur Vermeidung bzw. Reduktion von Kapazitätsengpässen aufgrund von Doppelvergaben (Token kann nur für eine spezifische Funktion vergeben werden)</p> |
| Flächenmanagement | <p>M8.2</p> <p>Optimierung des Flächenverbrauchs zur Erhöhung der Ressourceneffizienz im unternehmensübergreifenden Kontext</p> | ● | ● | ● | ● | ● | <p><u>Instrument:</u> Sondierung/Experimentelle Entwicklung: Identifizierung von Potentialen und prototypischen Anwendungen zur unternehmensübergreifenden Flächennutzung (Shared Space Konzepte) in der Logistik</p> <p><u>Beispiel:</u> White Label Warehouse: Konzeption eines dezentral organisierten Lagernetzwerkes. Unternehmen könnten in diesem blockchainbasierten Netzwerk eigene (ungenutzte) Lagerressourcen anderen Unternehmen mit Bedarfen zur Verfügung stellen bzw. über die Plattform freie Lagerflächen buchen. Vermessung von Parkplatzflächen und Ladezonen und Bereitstellung zur Buchung in einer dezentralen, blockchainbasierten Umgebung.</p> |

| Problem-/Themenfeld | Lücken in Bereich F&E | Mehrere AkteurInnen? | Fehlen von Vertrauen? | Prüfpfade notwendig? | Übertragung von Werten? | Transparenz f. Ökosystem? | FTI-Potenzial und Handlungsoption |
|---------------------|---|----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|---|
| Behältermanagement | M8.3 Kooperative Ladungsträger | ● | ● | ● | ● | ● | <p><u>Instrument:</u> Industrielle Forschung/Experimentelle Entwicklung: Umsetzung von Konzepten zur gemeinsamen Nutzung von Behältern.</p> <p><u>Beispiel:</u> Erstellung eines Implementierungskonzeptes inkl. Prototyp für ein blockchainbasiertes, dezentral organisiertes Behältermanagement. Modelle können dabei sowohl industriespezifisch als auch industrieübergreifend sein und neben einer besseren Nutzung von Ladungsträgern entlang von Wertschöpfungsketten auch eine gemeinsame Ressourcennutzung durch grundsätzlich im Wettbewerb stehende Unternehmen vorsehen.</p> |
| Flottenmanagement | M8.4 Optimierung des Fahrzeugeinsatzes zur Erhöhung der Ressourceneffizienz | ● | ● | ● | ● | ● | <p><u>Instrument:</u> Experimentelle Entwicklung: Konzeption und prototypische Entwicklung von dezentralen Plattformen zur gemeinsamen Fahrzeugnutzung im gewerblichen (Straßen-) Güterverkehr.</p> <p><u>Beispiel:</u> Aufbau einer Plattform für die Bereitstellung einer Fahrzeugflotte für die gemeinsame Nutzung von neutralen, unternehmensübergreifenden Fahrzeugpools durch unterschiedliche NutzerInnen sowie die Verwaltung und Abrechnung von gemeinsam genutzten Ressourcen.</p> |
| Gefahrgutmanagement | M8.5 Lückenlose Überwachung von Gefahrguttransporten | ● | ○ | ● | ○ | ○ | <p><u>Instrument:</u> Experimentelle Entwicklung: Aufbau einer dezentralen und gemeinsam genutzten Managementplattform für die Ausstellung und Verwaltung von Transportberechtigungen</p> <p><u>Beispiel:</u> Entwicklung einer Plattform für die z.B. lückenlose Überwachung von Gefahrguttransporten</p> <p><u>Abhängigkeiten:</u> M8.4</p> |

| Problem-/Themenfeld | Lücken in Bereich F&E | Mehrere AkteurInnen? | Fehlen von Vertrauen? | Prüfpfade notwendig? | Übertragung von Werten? | Transparenz f. Ökosystem? | FTI-Potenzial und Handlungsoption |
|-----------------------|--|----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|--|
| Parkflächenmanagement | <p>M8.6</p> <p>Optimierung des Flächenverbrauchs zur Erhöhung der Ressourceneffizienz</p> | ● | ● | ● | ● | ● | <p><u>Instrument:</u> Sondierung: Darstellung von blockchain-basierten Shared-Space-Konzepten für den Personen- und Güterverkehr</p> <p><u>Beispiel:</u> Evaluierung von Konzepten zur effizienteren Nutzung von Parkflächen durch AnrainerInnen, BesucherInnen, LieferantInnen, etc. im urbanen Bereich. Die Blockchain könnte z.B. beim Matching von Angebot (öffentliche und private Flächen) und Nachfrage, aber auch bei der Protokollierung von geltenden Regelungen z.B. bei kurzfristigen, On-Demand-Umwidmungen/Zurverfügungstellungen sowie des tatsächlichen Nutzungsverhalten und der Organisation der Abrechnung eingesetzt werden.</p> |
| Qualitätsmanagement | <p>M8.7</p> <p>Eich- und Kalibrierungswesen</p> | ● | ○ | ● | ○ | ● | <p><u>Instrument:</u> Experimentelle Entwicklung: Aufbau einer dezentralen und Plattform für das Qualitätsmanagement von technischen Geräten</p> <p><u>Beispiel:</u> Entwicklung einer Plattform für das Management von Eich- und Kalibrierungsaktivitäten technischer Messgeräte z.B. Lärmessgeräten oder Radarmessgeräten als Grundlage für den Behördenweg</p> |

6.2. Vorschläge für das BMVIT im eigenen Wirkungsbereich

digital : vernetzt : mobil – Arbeitsprogramm der ITS Austria

Innerhalb der ITS Austria wurde ein Steuerungsgremium geschaffen, bei dem das Verkehrsministerium eine zentrale Rolle einnimmt. Das im Oktober 2018 präsentierte Arbeitsprogramm „digital : vernetzt : mobil“ weist eine Reihe von allgemein definierten Maßnahmen auf, für welche die Blockchain als geeignetes Umsetzungsinstrument aufgrund der Vorteile erscheint. Bestrebungen umfassen Themen der Datensicherheit und des Datenschutzes, die Kombination unterschiedlicher Mobilitätsangebote, die Vernetzung von AkteurInnen sowie die Schaffung eines effizienten Mobilitätssystems mit Angeboten und komplexeren Reiseketten.

Es wird auf die digitale Verkehrsinfrastruktur eingegangen, wo sicherzustellen ist, dass Daten unterschiedlicher DienstleisterInnen einheitlich zur Verfügung gestellt werden und dabei insbesondere private DienstleisterInnen vermehrt in die Vermittlung öffentlicher Verkehrsangebote einsteigen sollen. Weiters wird darauf hingewiesen, dass ausschließlich der Betreiber der Verkehrsinfrastruktur selbst sicherstellen kann, dass seine Information korrekt und vertrauenswürdig ist. Diese Informationen könnten auch den NutzerInnen entsprechend kommuniziert werden.

Im Bereich der vertraglichen Regelung mit allen beteiligten PartnerInnen ist sicherzustellen, dass alle relevanten Informationen an den Reisenden widerspruchsfrei übermittelt werden.

Aktionsplan Automatisiert - Vernetzt - Mobil

Der Aktionsplan zum automatisierten Fahren wurde für die Zeitperiode 2016 bis 2018 ins Leben gerufen und hat die unterschiedlichen Use Cases angeführt, von denen drei vorrangig zu adressieren sind (siehe Aktionspaket Automatisierte Mobilität 2019-2022).

Aktionspaket Automatisierte Mobilität 2019-2022

Die Blockchain als Technologie kann in allen drei vorrangig umzusetzenden Uses Cases „Sicherheit+ durch Rundumblick“, „Neue Flexibilität“ und „Gut versorgt“ eingesetzt werden.

Die Maßnahme 2.3 zur aktiven Mitgestaltung internationaler Rahmenbedingungen gilt sinngemäß auch für die internationale Umsetzung von Standards der Blockchain, deren Verantwortung beim Aktionspaket dem bmvit zugeschrieben wird.

Bei der Maßnahme 3.3 sprechen die Vorteile der Blockchain für die Anwendung als mögliche Technologie insbesondere im Hinblick auf die unveränderbare Registrierung von Datenbereitstellungen unter Einhaltung des Datenschutzes und Privacy Vorgaben. Gleiches gilt für die Maßnahme 6.2 zur Realisierung einer effektiven Verknüpfung von Mobilitätsangeboten.

Die Maßnahme 4.5 zur internationalen Vertretung Österreichs in europäischen und internationalen Netzwerken gilt sinngemäß auch für die Verbreitung von Standards für die Unterstützung des Einsatzes der Blockchain.

Die weitere Entwicklung von Blockchain-Anwendungen sollte im Zuge künftiger Ausschreibungen berücksichtigt werden. Aktuelle Empfehlungen für die Forschungsperiode bis 2022 laut Maßnahme 5.1 ermöglichen die Integration von themenrelevanten Ausschreibungen, wobei anstelle der Adressierung im Rahmen der „Basistechnologien“ vorwiegend Ausschreibungen zu „Innovativen multimodalen Mobilitätslösungen“ zu berücksichtigen wären.

IVS-Aktionsplan Österreich 2011

Die im IVS-Aktionsplan Österreich angeführten Aktionsfelder weisen seit ihrer Erscheinung im Jahr 2011 weiterhin Gültigkeit auf. Dabei wird im Besonderen auf die Umsetzung der IVS-Vision in den definierten Aktionsfeldern und einzelnen Thematiken eingegangen.

Beim Aktionsfeld 1. „Grundlagen“ zeigt sich bei 1.4 „Standards zum Austausch von Daten und Information“ ein mögliches Einsatzgebiet der Blockchain beim Austausch von Daten und Informationen zwischen den verschiedensten AkteurInnen des IVS. Nur durch geeignete Harmonisierung und Standardisierung können Dienste wie der angeführte einheitliche, grenzüberschreitende, interoperable und multimodale Verkehrsinformationsdienst realisiert werden.

Beim Aktionsfeld 2. „Verkehrsmanagement“ konnte ein weiterhin bestehendes Anwendungsfeld 2.4 „Austausch von Informationen zwischen Infrastrukturbetreibern“ identifiziert werden. Dieses beschreibt den Informationsaustausch zwischen einzelnen Infrastrukturbetreibern, um ein infrastrukturbetreiberübergreifendes, interoperables, multimodales und harmonisiertes Verkehrsmanagement zu ermöglichen.

Im Aktionsfeld 3. „Informierte VerkehrsteilnehmerInnen“ sind die Vorteile der Blockchain bei 3.1 „Verkehrsinformation“ hervorzuheben, wo Maßnahmen und Dienste IVS-NutzerInnen in Form von Reise- und Verkehrsinformationen zur Verfügung gestellt werden sollen. Dabei sind statische und dynamische Daten zu integrieren, um die Planung der Mobilität zu unterstützen und die Bereitstellung von intermodaler Verkehrs-, Reise- und Fahrgastinformation sowie der entsprechenden Abweichungsinformation zu ermöglichen. Ferner ist 3.2 „Reservierung und Bezahlung“ konkret auf die Blockchain zugeschnitten, wo die Thematik Reservierung und Bezahlung von IVS-Diensten für die IVS-NutzerInnen z.B. in Form des verbindlichen E-Ticketing oder des verbindlichen Reservierens von Parkplätzen im urbanen Bereich angeführt wird.

Im Aktionsfeld 4. „Güterverkehr und Logistik“ kann die Blockchain bei 4.1 „Routeninformation“ angewendet werden wie zum Beispiel bei der Entwicklung des elektronischen Frachtbriefs oder erneut bei der „Reservierung und Bezahlung“ in 4.2. Hier eignet sich die Blockchain für das verbindliche Reservieren und Bezahlen von LKW-Parkplätzen entlang des hochrangigen Straßennetzes. Auch beim „Management von Güterverkehr und Logistik“ 4.3 ist ein Potenzial für die Anwendung der Blockchain zur verbesserten Abwicklung im Bereich von Güterverkehr und Logistik (z.B. Verfolgung und Monitoring von Gütern und Transporteinheiten, Disposition, Planung und Steuerung) gegeben.

6.3. Vorschläge für die österreichische Blockchain-Community

Um sicherzustellen, dass die Blockchain-Forschung und -Entwicklung im Mobilitätsbereich effektiv und effizient erfolgt, ist eine Vernetzung unterschiedlicher StakeholderInnen und ein Austausch von Erfahrungen sinnvoll und notwendig.

Universitäten und Bildungseinrichtungen müssen sicherstellen, dass die zur Konzipierung und Nutzung von Blockchain und Distributed Ledger Technologien erforderlichen Kenntnisse in die relevanten Ausbildungsprogramme übernommen werden – sowohl im Rahmen der universitären Lehre als auch im Bereich der betrieblichen Weiterbildung und -qualifizierung des bestehenden Personals. Das ist vor allem deshalb wichtig, da eine Umsetzung von entsprechenden Projekten derzeit ExpertInnenwissen voraussetzt.

Derzeit evaluieren Unternehmen aus unterschiedlichen Branchen Blockchain und Distributed Ledger Technologien. Wenngleich sich Wertschöpfungsstrukturen, StakeholderInnen und Bedürfnisse in diesen Bereichen unterscheiden, ist es dennoch sinnvoll, einen branchenübergreifenden Wissens- und Erfahrungsaustausch sicherzustellen. So können Fehler, die in einem Bereich gemacht wurden, in anderen Sektoren vermieden werden. Außerdem ist davon auszugehen, dass viele Unternehmen derzeit mit ähnlichen Herausforderungen konfrontiert sind. Bei einer gemeinsamen Adressierung von Problemfeldern können gegebenenfalls Synergieeffekte genutzt und Ressourcen geschont werden. Universitäten, Forschungseinrichtungen, Beratungsunternehmen und Inkubatoren können als Intermediäre eine Schlüsselrolle bei der Organisation des Wissenstransfers einnehmen.

Da die Blockchain selten in einzelnen Unternehmen oder kleinen Unternehmensgruppen Anwendung findet, ist branchenintern eine systematische Einbindung von StakeholderInnen aus dem Ökosystem sicherzustellen. So kann beispielsweise die Akzeptanz bei unterschiedliche AkteurInnen positiv unterstützt werden. Außerdem ist es, wie gezeigt werden konnte (vgl. Kapitel 2.6), in vielen Bereichen nicht sinnvoll, wenn in einer Branche unterschiedliche Anwendungen für den gleichen Einsatzzweck entwickelt werden. Obgleich ein gewisses Maß an Rivalität zwischen unterschiedlichen Lösungen innovationsfördernd sein kann, ist grundsätzlich davon auszugehen, dass ein hoher Fragmentierungsgrad innerhalb von Branchen die Technologieadoption und Technologiediffusion verzögert.

Für den Bereich der Transportlogistik und das Supply Chain Management konnte anhand der evaluierten Anwendungsbeispiele gezeigt werden, dass Lösungen oft die Einbindung von AkteurInnen entlang der gesamten logistischen Kette voraussetzen (u.a. Tracking & Tracing, Dokumentenmanagement). Für diesen Bereich wird die Bildung von branchenspezifischen Konsortien unter Einbindung unterschiedlicher StakeholderInnen (Verlader, Speditionsunternehmen, Frachtführer, Infrastrukturunternehmen, Terminalbetreiber usw.) empfohlen, um gemeinsam Ressourcen in den Entwicklungsprozess einzubringen (und damit Synergieeffekte zu nutzen) und eine zeitnahe Realisierung von einsatzfähigen Prototypen und marktreifen Lösungen zu unterstützen. Ähnliches trifft auch auf den Bereich der Personenmobilität zu.

Darüber hinaus wird empfohlen, dass österreichische Unternehmen in der Mobilitätsbranche sich intensiv mit PartnerInnen aus den Nachbarstaaten abstimmen, da sowohl die Personen- als auch Gütermobilität durch ein bestimmtes Maß an internationalen und grenzüberschreitenden Verkehren charakterisiert ist. Beispielsweise kann es sinnvoll sein, dass europäische Eisenbahnverkehrsunternehmen gemeinsam an blockchainbasierten Systemen mit Bezug zum Schienenverkehr arbeiten, um Interoperabilitätsproblemen im internationalen Kontext vorzubeugen.

7. Literatur

- Obsnetwork (2019). Obsnetwork in Kürze. in: <http://zbsnetwork.com/uber-uns> (abgerufen am: 2019-06-27).
- Abernathy, W. J., & Utterback, J. M. (1978). Patterns of industrial innovation. in: *Technology review*. 64. 254-228.
- Aion (2018). A powerful platform for building decentralized applications. in: <https://aion.network/> (abgerufen am: 2018-10-11).
- Arcade City. (2018). Ridesharing for the people. in: <https://arcade.city/> (abgerufen am: 2018-11-22).
- Bartels, J. (2018). Blockchain: Alibaba Launches Pilot Project to Fight Food Fraud. in: <https://www.biiia.com/blockchain-alibaba-launches-pilot-project-to-fight-food-fraud> (abgerufen am: 2019-02-18).
- Baliga, A. (2017). Understanding blockchain consensus models. White Paper. Persistent Systems Ltd. (Hrsg.). Bhageerath und Santa Clara.
- Berg, C., Davidson, S. & Potts, J. (2018): Institutional Discovery and Competition in the Evolution of Blockchain Technology. in: <https://ssrn.com/abstract=3220072>.
- Benz, N. (2018). Für's umweltschonende Fahren doppelt belohnt werden. in: <https://blog.daimler.com/2018/02/12/mobicoins-testphase/> (2018-12-03).
- BiTA. (2018). Blockchain in Transport Alliance. Driving Standards and Enabling Technology Adoption. in: <https://www.bitastudio.com/> (abgerufen am: 2018-12-18).
- Blake, J. (1999). Overcoming the 'value-action gap' in environmental policy: Tensions between national policy and local experience. in: *Local Environment*, 4 (3), 257–278.
- Blockhead Technologies (2018). Supply Chain Intelligence Redefined. in: <https://blockheadtechnologies.com/> (abgerufen am: 2018-10-13).
- Blockchainfirst (2017): The world's first "Truck Wallet" and "Blockchain-enabled Toll Collection System" can save millions of Euros. in: <https://medium.com/@blockchainfirst/the-worlds-first-truck-wallet-and-blockchain-enabled-toll-collection-system-can-save-millions-d8b9b3a092e3> (abgerufen am: 2018-09-11).
- BMVIT. (2018). FTI-Agenda Personenmobilität 2018.
- Brandt, J.C. & Werner, T. (2018). Von Blockchain, Smart Contracts, Token, und DAO – Erste Begriffsbestimmungen. in: VDI Technologiezentrum (Hrsg.). *Blockchain – Eine Technologie mit disruptivem Charakter*. Düsseldorf. 06-08.
- British Standards International (2006). *Introducing Standards*. London.
- British Standards International (2018). <https://www.bsigroup.com/> (abgerufen am: 2018-12-18).

- Bruttel, L.V., Stolley, F., Güth, W., Kliemt, H., Bosworth, S., Bartke, S., Schnellenbach, J., Weimann, J., Haupt, M. & Funk L. (2014). Nudging als politisches Instrument — gute Absicht oder staatlicher Übergriff?, in: Wirtschaftsdienst (2014) 94: 767.
- Butcher, M. (2017). Jaguar Land Rover is backing DOVU to bring the Blockchain to the mobile future. online: <https://techcrunch.com/2017/08/29/jaguar-land-rover-is-backing-dovu-to-bring-the-blockchain-to-the-mobile-future/> (abgerufen am: 2017-09-16).
- CargoCoin (2018). Revolutionierung des globalen Handels und Transportes durch Dezentralisierung - Whitepaper. in: <https://thecargocoin.com/docs/German/CargoCoin-Whitepaper-German.pdf> (abgerufen am: 2018-12-03).
- Carrefour (2018). Carrefour launches Europe's first food blockchain. in: <http://www.carrefour.com/current-news/carrefour-launches-europes-first-food-blockchain> (abgerufen am: 2018-10-08).
- Chronicled (2018). End-to-end collaborative ROI. in: <https://www.chronicled.com/solutions> (abgerufen am: 2018-10-15).
- Corkery, M. & Popper, N. (2018): From Farm to Blockchain: Walmart Tracks Its Lettuce, in: New York Times vom 24.09.2018.
- Darenta. (2018). ProducToken. in: <https://darenta.io/> (abgerufen am: 2018-12-12).
- DAV. (2018). DAV - Decentralized Autonomous Vehicles. in: <https://dav.network/> (abgerufen am: 2018-11-23).
- Deutscher Mobilitätspreis. (2018). Demos - Demokratisches Mobilitätssystem. in: <https://deutscher-mobilitaetspreis.de/preistraeger/best-practice/demos> (abgerufen am: 2018-10-20).
- Der Brutkasten (2019). Grazer Startups Easelink und Artis "streamen" Bezahlung für E-Auto-Ladung. in: <https://www.derbrutkasten.com/easelink-artis-e-auto-ladung/> (abgerufen am 2019-05-27).
- DigitalHub. (2018). expressIT. in: <http://www.digitalhub.org.uk/index.php?id=expressit> (abgerufen am: 2018-10-22).
- DOVU. (2018a). DOVU - Blockchain Powered Mobility. in: <https://dovu.io/> (abgerufen am: 2018-10-22).
- DOVU. (2018b). Move with DOVU: A blockchain based reward platform for the mobility industry. in: <https://blog.dovu.io/move-with-dovu-12e2556c6324> (abgerufen am: 2018-10-26).
- DORÆ (2018). We are the physical commodities cloud. in: <https://www.dorae.com/> (abgerufen am: 2018-09-10).
- Ebers, M. & Gotsch, W. (1999). Institutionenökonomische Theorien der Organisation. in: Alfred Kieser (Hrsg.): Organisationstheorien. 3. Auflage. S. 185-235. Kohlhammer: Stuttgart.
- ELOOP (2019). E-Charsharing in Wien. in: <https://elooop.to/en/aboutus> (abgerufen am 2019-06-30).

- Engels, B. (2017). Bedeutung von Standards für die digitale Transformation: Befunde auf Basis des IW-Zukunftspanels, IW-Trends - Vierteljahresschrift zur empirischen Wirtschaftsforschung. Institut der deutschen Wirtschaft (IW). Köln. Vol. 44. Nr. 2. S. 21-40.
- EnliteAI GmbH & CryptyRobby (2019): Blockchain Landscape Austria, in: <https://www.enlite.ai/w> (abgerufen am 2019-06-30).
- Everledger (2018). Do You Know Your Diamond?. in: <https://diamonds.everledger.io/> (abgerufen am: 2018-10-10).
- Erste Group. (2018). Erste Group und ASFINAG bringen die erste in Europa zur Gänze auf Blockchain basierende Kapitalmarktemission erfolgreich auf den Markt. in: <https://www.erstegroup.com/de/news-media/presseaussendungen/2018/10/23/papierlose-ssd-blockchain> (abgerufen am: 2018-10-11)
- Eximchain (2018). Supply Chains built on Blockchain. in: <https://www.eximchain.com/> (abgerufen am: 2018-10-11)
- EY. (2017). EY advancing future of transportation with launch of blockchain-based integrated mobility platform [Press release]. in: <https://webforms.ey.com/gl/en/newsroom/news-releases/news-ey-advancing-future-of-transportation-with-launch-of-blockchain-based-integrated-mobility-platform> (abgerufen am: 2018-11-10).
- EY Global. (2018). EY Tesseract: advancing the future of mobility.
- EY (2019). Blockchain Initiative Logistik. Digitalisierung von Frachtbriefen auf der Blockchain. in: https://digitalcity.wien/wp-content/uploads/20190723_DigitalCity.Wien-Blockchain_05-Michael-Schramm-EY.pdf (abgerufen am (2010-07-03).
- Felin, T. & Lakhani, K. (2018). What Problems Will You Solve with Blockchain?. MIT Sloan Management Review. 60(1). 32-38.
- FreshTurf (2018). The first open logistics platform. in: <http://freshturf.io/> (abgerufen am: 2018-10-12).
- Fr8 Network (2018). Transforming global logistics through blockchain enabled solutions. in: <https://fr8.network/> (abgerufen am: 2018-10-16).
- Futurezone (2019).Crypto Stamp: Bis zu 10.000 Euro für Blockchain-Briefmarke der Post. in: <https://futurezone.at/digital-life/crypto-stamp-bis-zu-10000-euro-fuer-blockchain-briefmarke-der-post/400533250> (abgerufen am 2019-06-27).
- Gartner (2018). Gartner Survey Reveals the Scarcity of Current Blockchain Deployments, in: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2018-05-03-gartner-survey-reveals-the-scarcity-of-current-blockchain-developments> (abgerufen am: 2018-10-16).
- Grass, A. (2019). "Wien Token": Stadt belohnt klimaschonendes Verhalten. in: Wiener Zeitung, <https://www.wienerzeitung.at/nachrichten/wissen/technologie/2016865-COsub2-sub-Reduktion-fuer-Kultur.html> (abgerufen am 2019-07-03).

- Hahn, C. & Wons, J. (2018). Initial Coin Offering (ICO). Unternehmensfinanzierung auf Basis der Blockchain-Technologie. Gabler Verlag. Wiesbaden.
- Heldt, J. (2018). Standards in der Logistik, in: <https://www.gs1network.ch/schwerpunkt/transport-logistik,-1-2018/item/1731-standards-in-der-logistik.html> (abgerufen am: 2018-12-16).
- Hijo (2018). Connecting the world's trade platforms. in: <https://hijro.com/about.html> (abgerufen am: 2018-10-14).
- Hosp, J. (2018). Blockchain 2.0. Finanzuchverlag. München.
- Helbiz Mobility System. (2018). Whitepaper Blockchain P2P Car Sharing. in: <https://drive.google.com/file/d/1UudcsnOrVwe0DeG4p7k7R3m4I28bAzQ0/view> (abgerufen am: 2019-05-06).
- Hevner, A., March, S., Park, J., & Ram, S. (2004). Design Science in Information Systems Research. in: MIS Quarterly. 28(1). 75-105.
- Hevner, A. (2007). A Three Cycle View of Design Science Research. in: Scandinavian Journal of Information Systems. 19(2). Article 4.
- HireGo. (2018). HireGo - Blockchain Peer to Peer Car Sharing and Rental. in: <https://hirego.io/> (abgerufen am: 2018-11-13).
- Huckle, S., Bhattacharya, R., White, M., & Beloff, N. (2016). Internet of Things, Blockchain and Shared Economy Applications. 98. 461-466. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.09.074>.
- IBM (2018). Maersk and IBM Form Joint Venture Applying Blockchain to Improve Global Trade and Digitize Supply Chains. in: <https://www.ibm.com/think/fintech/maersk-and-ibm-form-joint-venture-applying-blockchain-to-improve-global-trade-and-digitize-supply-chains/> (abgerufen am: 2018-10-10).
- Invers. (2018). The future of shared mobility- built in only 4 weeks. in: <https://invers.com/news/blockchain-future-of-shared-mobility/> (abgerufen am: 2018-10-10).
- Jost, P.-J. (2009). Organisation und Koordination. Eine ökonomische Einführung. 2. Auflage. Gabler Verlag: Wiesbaden.
- Jünger, J. & Plöchl-Krejci, A. (2018). Blockchain-Einsatz in der Transportlogistik. Workshop im Rahmen der Logistik 4.0-Ausbildung des Instituts für Transportwirtschaft und Logistik. 2018.
- Konexial (2018). Improve your drive. Simple & Affordable ELD, Loads that find you, and Fuel savings. in: <http://www.konexial.com/> (abgerufen am: 2018-10-14).
- lab10 (2019). Let's co-create a zero-carbon society. in: <https://lab10.coop/en/> (abgerufen am 2019-06-27).
- Metzger, J. & Mitschele, A. (2017). Blockchain, in: Springer Gabler Verlag (Hrsg.) Gabler Wirtschaftslexikon. Stichwort: Blockchain. in: <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/-2046105401/blockchain-v4.html> (abgerufen am: 2017-07-23).

- Milutinovic, M., He, W., Wu, H., & Kanwal, M. (2016). Proof of luck: an efficient blockchain consensus protocol. In Proceedings of the 1st Workshop on System Software for Trusted Execution (p. 2). ACM.
- Modum (2018). Trusted digital ecosystems powered by IoT sensing and blockchain. in: <https://modum.io/> (abgerufen am: 2018-10-15).
- Morpheus Network (2018). The Morpheus.Network Global Supply Platform. in: <https://morpheus.network/> (abgerufen am: 2018-10-16).
- MVL Foundation. (2018). MVLchain. in: <https://mvlchain.io/> (abgerufen am: 2018-11-13).
- NextPakk (2018). From your store to their door. in: <https://www.nextpakk.com/> (abgerufen am: 2018-10-13).
- Oaken Innovations. (2018). Oaken Innovations. in: <https://www.oakeninnovations.com/> (abgerufen am: 2018-11-13).
- OMOS. (2019). Open Mobility System. in: <https://www.omos.io/> (2018-10-23). OriginTrail (2018). Protocol Technology. in: <https://origintrail.io/technology> (abgerufen am: 2018-10-11).
- Patrick, K. (2018). Blockchain in Supply Chain Alliance will focus on procurement, warehousing. in: <https://www.supplychaindive.com/news/blockchain-in-supply-chain-alliance-will-focus-on-procurement-warehousing/524186/> (abgerufen am: 2018-10-11).
- Peer Ledger (2018). The Responsible Sourcing Company. in: <https://peerledger.com/> (abgerufen am: 2018-10-11).
- Provenance (2018). Blockchain: the solution for transparency in product supply chains. in: <https://www.provenance.org/whitepaper> (abgerufen am: 2018-10-10).
- Port Technology (2016). Port of Rotterdam Blockchain Project, online: https://www.porttechnology.org/news/port_of_rotterdam_blockchain_project (abgerufen am: 2018-09-05).
- Ritt, S. (2018). Der Krieg der Standardisierung in der additiven Fertigung. in: <https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/3d-druck/der-krieg-der-standardisierung-in-der-additiven-fertigung/> (abgerufen am: 2018-12-16).
- SAP (2017). Blockchain und Distributed-Ledger-Technologie. in: <https://www.sap.com/austria/trends/blockchain.html> (abgerufen am: 2017-09-05).
- Share&Charge. (2018). Share&Charge. in: <https://shareandcharge.com/> (abgerufen am: 2018-10-05).
- Shieber, J. (2017). Toyota pushes into blockchain tech to enable the next generation of cars. in: <https://techcrunch.com/2017/05/22/toyota-pushes-into-blockchain-tech-to-enable-the-next-generation-of-cars/> (abgerufen am: 2018-09-10).
- Shields, N. (2018). Walmart is exploring blockchain for drone delivery. in: Business Insider vom 05.09.2018.

- Shipchain (2018). The end-to-end logistics platform of the future: trustless, transparent tracking. A coordinated, unified solution to bring visibility & trust to the global supply chain. in: <https://shipchain.io/> (abgerufen am: 2018-10-08).
- Skuchain (2018). Empower my supply chain. in: <http://www.skuchain.com/> (abgerufen am: 2018-10-11).
- SKYFchain (2018). SKYFchain is the first B2R (Business-to-Robots) blockchain-based operating platform. in: <https://www.skyfchain.io/#hero> (abgerufen am: 2018-10-14).
- Slock.it. (2015). Solutions. in: <https://slock.it/solutions.html> (2018-10-13).
- Sull, D. (2005). Strategy as active Waiting. in: Harvard Business Review 83 (9).
- Sweetbridge (2018). A better way to ensure trust. in: <https://sweetbridge.com/> (abgerufen am: 2018-10-12).
- T-Mining (2018). Building trusted collaboration. in: <https://t-mining.be/> (abgerufen am: 2018-10-12).
- TangoTrade (2018). A better letter of credit. in: <https://tangotrade.com/> (abgerufen am: 2018-10-13).
- TBSx3 (2018). Industrial blockchain technology. A strong and reliable technology platform. in: <https://tbsx3.com/> (abgerufen am: 2018-10-15)
- Toyota Research Institute. (2017). Toyota Research Institute Explores Blockchain Technology for Development of New Mobility Ecosystem [Press release]. in: <http://corporatenews.pressroom.toyota.com/releases/toyota+research+institute+explores+blockchain+technology.htm> (abgerufen am: 2018-06-10).
- Tradeline (2018). We are on a mission to revolutionize the commodity trading industry with our innovative platform. in: <https://www.tradeline.io/> (abgerufen am: 2018-10-13).
- Trusted IoT Alliance (2018). Securing IoT Products With Blockchain. in: <https://www.trusted-iot.org/> (abgerufen am: 2018-10-12).
- UN/CEFACT (2018). Blockchain White Paper. White Paper on the technical applications of Blockchain to 1 United Nations Centre for Trade Facilitation and Electronic 2 Business (UN/CEFACT) deliverables. Draft for public review. Version: 2018-04-30.
- Utterback, J. M. (2004). Mastering the Dynamics of Innovation. HBS Press. New York.
- Vaske, H. (2016). IBM und Dubai starten große Blockchain-Initiative. in: <http://www.computerwelt.at/news/detail/artikel/119495-ibm-und-dubai-starten-grosse-blockchain-initiative/> (abgerufen am: 2017-09-08).
- Vechain (2018). VeChainThor - The Blockchain X. in: <https://www.vechain.org/#brief> (abgerufen am: 2018-10-12).
- Vermeir, I., & Verbeke, W. (2006). Sustainable Food Consumption: Exploring the Consumer “Attitude – Behavioral Intention” Gap. in: Journal of Agricultural and Environmental Ethics, 19 (2), 169–194. <http://doi.org/10.1007/s10806-005-5485-3>.

- Viriyasitavat, W., & Hoonsoon, D. (2018). Blockchain characteristics and consensus in modern business processes. *Journal of Industrial Information Integration*. Vol. 13. 32-39.
- XAIN. (2017). XAIN. The eXpandable AI Network. in: <https://www.xain.io/> (abgerufen am: 2018-12-18).
- Waltonchain (2018). The Global Leader in Blockchain + IoT. in: <https://www.waltonchain.org/en/> (abgerufen am: 2018-10-12).
- Wave (2018). The key to paperless trade. in: <http://wavebl.com/> (abgerufen am: 2018-11-11).
- Wright, A. & de Filippi, P. (2017). Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographies. in: <https://ssrn.com/abstract=2580664> (abgerufen am: 2018-08-13).
- W3C. (2018): Blockchain Community Group. in: <https://www.w3.org/community/blockchain/> (abgerufen am: 2018-12-18).
- Wilde, T. & Hess, T. (2007). Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik. Eine empirische Untersuchung, in: *Wirtschaftsinformatik* 49 (4): 280-287.
- Zego (2018). ZEGO Snacks to Provide Blockchain Traceability for New Glyphosate Testing. in: <https://zegofoods.com/zego-blockchain-press-release/> (abgerufen am: 2018-09-13).
- ZERO1 CAPITAL (2018): Early Supply Chain Financing. in: <http://zero1capital.com/> (abgerufen am: 2018-10-13).
- ZF Friedrichshafen. (2018). Car eWallet. in: https://car-ewallet.zf.com/site/carewallet/en/car_ewallet.html (abgerufen am: 2018-11-12).