

FIW-Research Reports

August 2022, N° 06

Report

Die Rolle moderner Technologien, insbesondere Blockchain, in der Lieferkettenverantwortung

AutorInnen: Stefan Craß, Alexander Eisl,
Nedim Begic, Romana Polt (ABC)

Die Studie untersucht die Potenziale und Herausforderungen von modernen Technologien im Bereich Lieferkettenverantwortung, mit einem besonderen Fokus auf Blockchains. Derartige Technologien bieten Dank der Dezentralität und der zugrundeliegenden kryptographischen Verfahren die Möglichkeiten, die entlang der Lieferkette anfallenden Informationen transparent, nachvollziehbar und unveränderbar zu speichern. Die mögliche Automatisierung von Prozessen erleichtert die Einhaltung der Lieferkettenverantwortung weiter. Gleichzeitig gibt es Herausforderungen, etwa bei den Datenschnittstellen und der Interoperabilität unterschiedlicher Lösungen. Hier könnten einheitliche Standards Abhilfe schaffen. In Österreich gibt es aktuell erst wenige Unternehmen, die sich erfolgreich mit dem Einsatz von Blockchain-Technologie im Bereich Lieferketten beschäftigen. Die Unterstützung von Unternehmen (insbes. KMU) bei der Durchführung von Blockchain-Projekten könnte für Österreich Standort- und für die Unternehmen „Early Mover“-Vorteile generieren.

Commissioned by:

 Federal Ministry
Republic of Austria
Labour and Economy

Eine Kooperation zwischen Bundesministerium für Arbeit und Wirtschaft (BMAW),
Wirtschaftsuniversität Wien (WU) und ABC Research GmbH (ABC)

Inhaltliche Begleitung WU: Prof. Gerald Reiner
Inhaltliche Begleitung BMAW: Manfred Schekulin



ABC Research GmbH
Favoritenstraße 111, 1100 Wien
Tel. +43 50 262
FN 520091s, Handelsgericht Wien
UID: ATU74798702
www.abc-research.at

Die Rolle moderner Technologien, insbesondere Blockchain, in der Lieferkettenverantwortung

Endbericht

Status: Release
Version: 1.1.1
Erstellt am: 31.01.2022
Letzte Änderung: 03.08.2022

Impressum

Studie zur „Rolle moderner Technologien, insbesondere Blockchain, in der Lieferkettenverantwortung“

Eine Kooperation zwischen Bundesministerium für Arbeit und Wirtschaft (BMAW),
Wirtschaftsuniversität Wien (WU) und ABC Research GmbH (ABC)

Autoren (ABC): Stefan Craß, Alexander Eisl, Nedim Begic, Romana Polt

Inhaltliche Begleitung WU: Prof. Gerald Reiner

Inhaltliche Begleitung BMAW: Manfred Schekulin

Wien, August 2022

Kontakt: stefan.crass@abc-research.at

Kurzfassung

Moderne Wertschöpfungsketten zeichnen sich durch eine starke Internationalisierung und Arbeitsteilung aus und stellen damit Unternehmen bei der Überwachung der Einhaltung von Mindeststandards im Bereich der Corporate Social Responsibility vor große Herausforderungen. Die geplanten neuen gesetzlichen Anforderungen der EU an die **Sorgfaltspflichten der Unternehmen** bieten hier neue **Chancen** und **Herausforderungen**.

Im Rahmen dieser Studie wird untersucht, welche Herausforderungen sich aus diesen Regelungen ergeben und wie moderne Technologien, insbesondere auf Basis der **Blockchain**, hier eine Lösung bieten können. Mehrere bereits existierende Projekte und Prototypen zeigen das Potenzial der Technologie deutlich auf. Allerdings gibt es auch eine Reihe von Herausforderungen, die für die praktische Umsetzung von Relevanz sind und noch gelöst werden müssen.

Insbesondere stellen die Datenqualität und die **Schnittstelle zwischen der physischen Welt und der digitalen Abbildung** ebendieser eine große Herausforderung dar. Auch die besten Analysen und Verfahren zur Sicherstellung der Unveränderlichkeit auf einer Blockchain leisten wenig, wenn die Daten bereits bei der Eintragung manipuliert werden. Hier können nur entsprechende technische und administrative Prozesse Abhilfe schaffen. Auch wenn besonders **Transparenz** von Daten wesentlich ist, müssen natürlich auch entsprechende **Datenschutz**-Anforderungen beachtet werden. Ebenso ist gerade im Bereich Lieferketten die Abstimmung zwischen vielen AkteurInnen nötig und daher fällt der Koordination und **Governance** eine besondere Rolle zu. Analog zu heute bestehenden Lieferantensystemen scheinen sich auch bei der Verwendung von Blockchain-Technologie verschiedene Varianten zu etablieren. Hier wird zukünftig die **Interoperabilität** zwischen verschiedenen Lösungen eine entscheidende Rolle spielen. Fehlendes Wissen und falsche Annahmen über Blockchain-Technologie führen auch zu einem **mangelnden Vertrauen**, das sich erst langsam mit der Zeit bessert.

Gerade Blockchain-Technologie bietet einige Lösungen, um die Problematik der **Transparenz** und **Nachverfolgbarkeit** innerhalb einer Lieferkette zu verbessern. Die **dezentrale** Natur einer Blockchain ist ideal geeignet für Lieferketten, da diese typischerweise aus vielen AkteurInnen bestehen, die sich potenziell nicht gegenseitig vertrauen. Es ist auch sichergestellt, dass einzelne AkteurInnen einmal eingetragene Daten **nicht verändern** und zu ihren Gunsten **manipulieren** können. Durch die dadurch bedingte vermehrte Digitalisierung scheinen auch eine vermehrte **Automatisierung** und eine damit einhergehende **Kostenersparnis** möglich.

Neben den Herausforderungen, die die vermehrten Sorgfaltspflichten im Bereich der Lieferkettenverantwortung bringen, ergeben sich auch vielfältige **Chancen für den**

Wirtschaftsstandort Österreich. So gibt es einige Projekte in Österreich, die sich mit „Cutting-Edge“-Themen im Bereich der Lieferketten und dem Einsatz von Blockchain-Technologie in ebendiesem befassen. Erhöhte gesetzliche Anforderungen können hier insbesondere innovativen Jungunternehmen neue Geschäftschancen ermöglichen. Eine im Rahmen der Studie durchgeführte Erhebung des Stimmungsbildes in österreichischen Unternehmen hinsichtlich der Lieferkettenverantwortung hat gezeigt, dass der Einsatz von Blockchain-Technologie prinzipiell als hilfreich angesehen wird.

Eine wesentliche Erkenntnis der durchgeführten Studie ist, dass Blockchain-Technologie **große Potenziale** im Bereich Due Diligence über die Supply Chain aufweist. Allerdings ist hervorzuheben, dass die Technologie nur ein **Teil eines integrierten Ansatzes** sein kann. Wesentliche Unterstützung kann hier durch **regulative Rahmenbedingungen** geschaffen werden, in dem Policy-Initiativen und Richtlinien für Blockchain-Projekte geschaffen werden. Außerdem ist die **Etablierung einheitlicher Standards** notwendig, um die Vorteile eines gemeinsamen Systems ausschöpfen zu können. Die Studie hat gezeigt, dass es noch weiteren **Forschungsbedarf** gibt, um effiziente, integrierte, Blockchain-basierte Systeme im Bereich der Nachweispflicht im Rahmen der unternehmerischen Sorgfalt zu schaffen. Hier können Forschungsprogramme sowie Anreizsysteme für Unternehmen, an solchen Systemen zu partizipieren, helfen.

Executive Summary

Modern value chains are characterized by strong internationalization and division of labor. This presents major challenges for companies in monitoring compliance with minimum corporate social responsibility standards. The EU plans to introduce new legal requirements for **corporate due diligence** that offer new **opportunities** and **challenges** in this regard.

This study examines the challenges posed by these regulations and how modern technologies, particularly those based on **blockchains**, can provide suitable solutions. Multiple existing projects and prototypes clearly demonstrate the potential of the technology. However, there are also several unsolved challenges when it comes to the practical implementation.

In particular, data quality and the **interface between the physical world and its digital representation** are major obstacles. Even the best analyses as well as processes for ensuring immutability on a blockchain do little if the data are already manipulated when it is entered. Only appropriate technical and administrative processes can remedy this situation. Even though **data transparency** is particularly essential, corresponding **data protection** requirements must of course also be observed. Likewise, especially in the supply chain area, coordination between many actors is necessary. Therefore, coordination and **governance** are highly relevant. Analogous to today's existing supplier systems, different technological solutions are used in practice. Here, **interoperability** between different systems will play a decisive role in the future. Lack of knowledge and wrong assumptions about blockchain technology also leads to a **lack of trust**, which will only slowly improve over time.

Blockchain technology in particular offers solutions to improve the issues of **transparency** and **traceability** within a supply chain. The **decentralized** nature of a blockchain is ideally suited for supply chains, as they typically consist of many actors who potentially do not trust each other. This approach also ensures that once data points are entered, they **cannot be changed** by individual actors and **manipulated** in their favor. The resulting increased digitization also seems to allow for increased **automation** and associated **cost savings**.

In addition to the challenges posed by the increased due diligence requirements in the area of supply chain responsibility, there are also a variety of **opportunities for Austria as a business location**. There are already some projects in Austria that work on "cutting edge" issues in the area of supply chains combined with the use of blockchain technology. Increased legal requirements may enable new business opportunities here, especially for young and innovative companies. A survey of the mood in Austrian companies regarding supply chain responsibility conducted as part of this study showed that the use of blockchain technology is generally seen as helpful.

A key finding of the conducted study is that blockchain technology has **great potential** for due diligence in supply chains. However, it should be emphasized that technology can only be one **part of an integrated approach**. Significant support can be provided by **regulatory frameworks**, in which policy initiatives and guidelines for blockchain projects are created. In addition, the **establishment of uniform standards** is necessary so that the benefits of a common system can be exploited. The study has shown that there is a **need for further research** to create efficient, integrated, blockchain-based systems for proving corporate due diligence. This is where research programs, as well as incentive schemes for companies to participate in such systems, can be helpful.

Inhalt

Kurzfassung	3
Executive Summary	5
1 Einleitung	9
2 Sorgfaltspflicht von Unternehmen in Lieferketten	11
2.1 Gesetzesentwurf der EU zur Sorgfaltspflicht von Unternehmen	11
2.2 Normen im Hinblick auf die Sorgfaltspflicht von Lieferanten	12
2.3 Rechtliche Regulierungen zu Menschenrechten.....	14
2.4 Anforderungen an die Sorgfaltspflicht und Einsatz der Blockchain	14
3 Potenzial der Blockchain-Technologie	17
3.1 Technischer Überblick	17
3.2 Vorteile der Blockchain-Technologie	19
3.3 Motivation für Einsatz in Supply-Chain-Anwendungen.....	21
3.3.1 Anwendbarkeit im Supply-Chain-Bereich	21
3.3.2 Motivation der Unternehmen	23
4 Stand der Technik für Supply-Chain-Anwendungen	25
4.1 Relevante Technologien.....	26
4.1.1 Public Blockchains	26
4.1.2 Permissioned Blockchains.....	28
4.1.3 Technologien zur Datenerfassung	30
4.1.4 Blockchain und Künstliche Intelligenz	31
4.2 Bestehende Projekte	32
4.2.1 IBM Food Trust und Walmart.....	33
4.2.2 Everledger	34
4.2.3 Circularise.....	34
4.2.4 DeBeers	35
4.2.5 Initiativen der UNECE	35
4.2.6 Weitere internationale Projekte und Plattformen	36
4.2.7 Projekte in Österreich	37
4.2.8 Einschätzungen zur Marktreife	39
4.3 Initiativen zur Standardisierung	39
5 Herausforderungen und Problemfelder	42
5.1 Datenqualität und Schnittstelle zur physischen Welt	42

5.2	Datenschutz	44
5.3	Koordination und Governance	46
5.4	Interoperabilität und Standardisierung	47
5.5	Aufwand und Kosten.....	47
5.6	Vertrauen in Technologie	48
6	Unternehmensbefragung	50
6.1	Zusammenfassung der Ergebnisse	50
6.2	Ergebnisse im Detail	51
7	Fazit	55
7.1	Auswirkungen auf Österreich	56
7.2	Konkrete Policy-Empfehlungen	57
	Literaturverzeichnis	60
	Anhang – Fragebogen	67

1 Einleitung

Moderne Wertschöpfungs- und Lieferketten sind oft durch eine starke Internationalisierung und Arbeitsteilung geprägt. In vielen Branchen stammen Rohstoffe aus Ländern, die sowohl von den rechtlichen als auch von den humanitären Bedingungen weit von den Maßstäben in Westeuropa entfernt sind. Die genauen Bedingungen, unter denen diese hergestellt werden und den Weg zu weiterverarbeitenden Unternehmen und KonsumentInnen in Europa und im speziellen Österreich finden, ist aber oft nur sehr schwierig oder unmöglich nachvollziehbar. Auch wenn sich viele – insbesondere große multinationale Konzerne – die Einhaltung und Sicherstellung von Mindeststandards als wesentliche Ziele ihrer Corporate Social Responsibility gesetzt haben, werden diese oft nicht eingehalten. So arbeiten zum Beispiel laut Crumpler (2021) nach wie vor Millionen Menschen unter unwürdigen Bedingungen, über 24 Millionen Menschen sind sogar von Zwangsarbeit betroffen. Durch die Verabschiedung der United Nations Guiding Principles (UNGPs) on Human Rights (United Nations 2011) sowie der Leitlinien zu Human Rights and Due Diligence (HRDD) (Huysse und Verbrugge 2018) werden Ansprüche an die Einhaltung der Sorgfaltspflicht („Due Diligence“) von Unternehmen innerhalb der Lieferkette festgehalten. Dabei sind Lieferketten heutzutage immens komplex, weil zahlreiche AkteurInnen und Länder involviert sind (Crumpler 2021). Das Ziel der gesetzlichen Regelung zur Sorgfaltspflicht von Unternehmen ist es, nachweisen zu können, dass bei ihren Geschäftsaktivitäten keine Menschenrechtsverletzungen stattfinden und damit in Verbindung stehende Umweltschutzaspekte berücksichtigt werden. Der steigenden Nachfrage nach der Rückverfolgbarkeit von Warenströmen und der Forderung nach mehr Transparenz in globalen Lieferketten kann allerdings durch den Einsatz moderner Technologie – wie zum Beispiel der Blockchain-Technologie – nachgekommen werden (Calvão und Archer 2021).

Das **Ziel der Studie** ist es zu zeigen, **welche Technologien die Einhaltung der Sorgfaltspflicht von Unternehmen unterstützen können**. Dabei werden Vor- und Nachteile moderner Technologien analysiert, wobei der Fokus der Studie auf den **Einsatzmöglichkeiten der Blockchain-Technologie** liegt. Die Studie zeigt, in welchen Sektoren neue Technologien bereits eingesetzt werden und welche Einsatzfelder auch künftig möglich sind. Zudem wird analysiert, welche Motivation hinter dem Einsatz moderner Technologien steckt, welche Voraussetzungen für eine erfolgreiche Implementierung derselben gegeben sein müssen und welche Hemmnisse für einen Einsatz moderner Technologien wie der Blockchain-Technologie existieren.

Insbesondere befasst sich die Studie mit folgenden Forschungsfragen:

- Welche Einsatzmöglichkeiten von modernen Technologien zur Lieferkettenverantwortung gibt es? Was sind die Vor- und Nachteile der jeweiligen Technologien?
- In welchen Sektoren werden derartige Technologien bereits eingesetzt und welche Einsatzfelder könnte es in Zukunft geben? Wovon hängt die erfolgreiche Umsetzung ab (z. B. Verifizierung der Daten, Zugänglichkeit/Open Source, Ausbildung von Entwicklungsteams, Interkonnektivität und Interoperabilität der Technologien durch internationale Standards)?
- Wovon hängt die Entscheidung der Unternehmen zur Verwendung derartiger Technologien ab? Welche Kosten bzw. Nutzen entstehen dadurch für Unternehmen? Wie stark ließen sich die Kosten der Nachvollziehbarkeit der Lieferkette senken? Welche potenziellen Gewinne stehen dem gegenüber?
- Welche Vorteile entstehen durch die Verwendung moderner Technologien zur Lieferkettenverantwortung für den öffentlichen Sektor, KundInnen und Unternehmen?
- Welche Möglichkeiten gibt es für (österreichische) Unternehmen zur Profilierung? Gäbe es etwa Nischen, die Start-Ups besetzen könnten?
- Welche Schritte können gesetzt werden, um die internationale Verwendbarkeit österreichischer digitaler Technologien zu ermöglichen und österreichische Unternehmen bei der weltweiten Verbreitung ihrer digitalen Lösungen zu unterstützen?

Dieses Dokument stellt den Endbericht der Studie dar, der in erster Linie die Ergebnisse einer wissenschaftlichen Recherche und Analyse zum Thema beschreibt. Die identifizierten Schlussfolgerungen und Ergebnisse basieren auf der Expertenmeinung der AutorInnen des Austrian Blockchain Centers (ABC Research GmbH), die durch bestehende Aussagen aus der Fachliteratur untermauert wird.

Weiters wurden ein Experteninterview mit Maria Teresa Pisani von der United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) durchgeführt (Pisani 2022), die ein Projekt zum Einsatz der Blockchain-Technologie für spezifische Lieferketten (Bekleidung bzw. Leder) leitet. Außerdem wurde im Rahmen einer Umfrage ein Stimmungsbild heimischer Unternehmen zum Thema des Einsatzes der Blockchain-Technologie im Bereich der Lieferkettenverantwortung erhoben.

2 Sorgfaltspflicht von Unternehmen in Lieferketten

2.1 Gesetzesentwurf der EU zur Sorgfaltspflicht von Unternehmen

Die OECD hat im Jahr 2018 Leitsätze für das verantwortungsvolle, unternehmerische Handeln veröffentlicht (OECD 2018). Dabei gliedern sich die Leitsätze unter anderem in die Bereiche Menschenrechte, Umwelt, allgemeine Grundsätze, sowie Leitsätze zum Offenlegen von Informationen und der Beziehung zwischen den Sozialpartnern. Für multinationale Unternehmen werden noch zusätzlich Richtlinien zur Bekämpfung von Bestechung thematisiert, aber auch der Verbraucherschutz, der Wettbewerb, die Wissenschaft und Technologie, sowie die Besteuerung sind in den Richtlinien der OECD Thema (OECD 2018).

Die Anforderungen des Gesetzes zur Sorgfaltspflicht in Lieferketten der EU werden alle EU-Gesellschaften mit beschränkter Haftung treffen, die mindestens 500 MitarbeiterInnen und einen Mindestumsatz von 150 Mio. EUR haben, sowie GmbHs, die in risikoreichen, ressourcenintensiven Sektoren tätig sind und mehr als 250 MitarbeiterInnen sowie einen Mindestumsatz von 40 Mio. Euro haben (Europäische Kommission 2022). Außerdem gelten die Vorschriften auch für Unternehmen aus Drittstaaten, die dieselben Umsatzgrenzen (150 Mio. bzw. 40 Mio. EUR) innerhalb der EU erwirtschaften. Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) sollen nicht direkt betroffen sein. Das Besondere des Gesetzesentwurfs ist allerdings, dass es nicht nur für die Unternehmen selbst gültig sein soll, sondern auch Tochterunternehmen und weitere GeschäftspartnerInnen in der Wertschöpfungskette (direkt und indirekt) betreffen soll (Europäische Kommission 2022).

Der Fokus des Gesetzes liegt dabei auf der Thematik der Einhaltung der Menschenrechte aus den Übereinkommen der Internationalen Arbeitsorganisation¹ (International Labour Organisation, ILO), die menschenrechtliche Risiken wie z. B. Kinder- und Zwangsarbeit, Sklaverei, Missachtung von Arbeitsschutzpflichten, Ungleichbehandlung, Vorenthalten eines angemessenen Lohns, Landentzug und Folter abdecken. Außerdem spielen auch umweltbezogene Pflichten eine Rolle, wobei vor allem zwei internationale Abkommen² zu quecksilberhaltigen Produkten und langlebigen organischen Schadstoffen relevant sind (Eckel

¹ILO-Übereinkommen Nr. 29, 87, 98, 100, 105, 111, 138 und 182

²Übereinkommen von Minamata vom 10. 10. 2013 über Quecksilber (dBGBl 2017 II, 610, 611) und Stockholmer Übereinkommen vom 6. 5. 2005 über persistente organische Schadstoffe vom 23. 5. 2001 (dBGBl 2002 II, 803, 804) geändert durch den Beschluss (dBGBl 2009 II, 1060, 1061) (POPs-Übereinkommen)

und Rünz 2021). Außerdem soll aber auch der ökologische Wandel gefördert werden (Europäische Kommission 2022).

Dabei sind im **Gesetzesentwurf zur Sorgfaltspflicht von Unternehmen** (Europäische Kommission 2022) die Anforderungen niedergeschrieben, die an das Risikomanagement gestellt werden, nämlich, dass potenzielle und tatsächliche negative Auswirkungen ermittelt, reduziert bzw. vermieden werden sollen. Im Rahmen einer **Risikoanalyse** können mögliche Menschenrechtsverletzungen gewichtet, priorisiert und kommuniziert werden (Eckel und Rünz 2021). Zudem muss eine **Menschenrechtsstrategie** von den Unternehmen verabschiedet und in die Unternehmenspolitik integriert werden (Europäische Kommission 2022). Dabei werden die Verfahren geregelt, welche dazu dienen, der Sorgfaltspflicht nachzukommen und menschenrechts- und umweltbezogene Erwartungen an Beschäftigte und Lieferanten zu erfüllen (Eckel und Rünz 2021). Zudem müssen Unternehmen **Präventionsmaßnahmen** treffen, was anhand der Risikoanalyse erfolgen kann. Es gibt die Verpflichtung, bei drohender oder festgestellter Menschenrechtsverletzung jegliche Geschäftsbeziehungen einzustellen (Eckel und Rünz 2021). Außerdem ist ein **Beschwerdemanagement** einzurichten, das es Hinweisgebern oder Betroffenen erlaubt, Verstöße bzw. drohende Verstöße melden zu können. Die **Einhaltung der Sorgfaltspflicht ist zu dokumentieren** (Europäische Kommission 2022). Dies kann in Form eines jährlichen Berichts kommuniziert werden (Eckel und Rünz 2021). Diese Regelungen bringen für Unternehmen jedoch auch Rechtssicherheit und gleiche Wettbewerbsbedingungen, bei gleichzeitig erhöhter Transparenz für InvestorInnen und KonsumentInnen.

2.2 Normen im Hinblick auf die Sorgfaltspflicht von Lieferanten

Das Gesetz soll bisher freiwillige Initiativen zur Vermeidung von Menschenrechtsverletzungen und zur Einhaltung von umweltrelevanten Regelungen ergänzen. Mehrere Normen spielen im Bereich der Lieferkettenverantwortung eine Rolle, wie beispielsweise die ISO-26000-Norm zur Corporate Social Responsibility (CSR), die auch Regelungen zur CSR-Berichterstattung vorsieht. Dabei steht die Rechenschaftspflicht³ von Unternehmen im Hinblick auf die Übernahme sozialer Verantwortung im Vordergrund, wobei auch Informationen zur Nachhaltigkeit (also soziale und umweltbezogene Faktoren) betrachtet werden. Die **ISO 26000** ist keine zertifizierbare Norm wie etwa ISO 9001 (Qualitätsmanagement) oder ISO 14001 (Umweltmanagement) und hat ihren

³RL 2014/95/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. 10. 2014 zur Änderung der Richtlinie 2013/34/EU im Hinblick auf die Angabe nichtfinanzieller und die Diversität betreffender Informationen durch bestimmte große Unternehmen und Gruppen, ABI L 2014/330, 1.

Fokus auf der Wahrnehmung gesellschaftlicher Verantwortung durch die Unternehmen. Dabei orientiert sich die Norm an sieben Grundsätzen:

- **Rechenschaftspflicht**
- **Transparenz**
- Ethisches Verhalten
- Achtung der Interessen von Anspruchsgruppen
- Achtung der Rechtsstaatlichkeit
- Achtung internationaler Verhaltensstandards
- Achtung der **Menschenrechte**.

Auch auf die Erfüllung der **Sustainable Development Goals (SDGs)** wird in der ISO-26000-Norm verwiesen. Insbesondere für Lieferketten relevant ist das **SDG 12**. Dabei wird angestrebt, dass Unternehmen ihre Produktion entlang der globalen Lieferketten nachhaltig ausrichten und dabei auf die Einhaltung der Menschenrechte achten (International Organization for Standardization 2021).

Im Zusammenhang mit Anforderungen hinsichtlich der Themen Kinderarbeit, Zwangsarbeit, Gesundheit und sind außerdem die Normenkataloge **SocialAccountability 8000 (SA8000)** und **AccountAbility 1000 (AA1000)** zur Prüfung des Sozialmanagements relevant. Bei der SA8000 geht es um freiwillige Arbeitsplatzstandards (Arbeitsplatzbedingungen und Arbeitnehmerrechte in Produktions- und Dienstleistungsbetrieben) wie beispielsweise Arbeitssicherheit, Versammlungsfreiheit, Recht zu Tarifverhandlungsvereinbarungen, Diskriminierung, disziplinarische Maßnahmen, Arbeitszeiten, Entlohnung und Managementsysteme. Das Managementsystem und die Arbeitsbedingungen werden regelmäßig von zertifizierten Unternehmen mittels Dokumentenprüfung & Vor-Ort-Audit (Betriebsbegehungen, Nachweise Gesundheits- & Arbeitsschutz, Arbeitszeitaufzeichnungen etc.) überwacht (International Organization for Standardization 2018). Dabei werden die Arbeitsbedingungen des Unternehmens berücksichtigt, ebenso aber auch jene von PartnerInnen und Lieferanten (Social Accountability International 2021). AA1000 bescheinigt die Verlässlichkeit von Informationen im Zuge der Rechenschaftspflicht hinsichtlich CSR und somit die Sicherstellung der Glaubwürdigkeit der Berichterstattung gesetzter CSR/Nachhaltigkeitsziele (AccountAbility 2021). Im Hinblick auf den Prozess der Auditierung spielt die ISO 19011 eine wesentliche Rolle (International Organization for Standardization 2018).

Der **Global Reporting Initiative (GRI)** Leitfaden als Berichtsrahmen soll Ergebnisse offenlegen, „die innerhalb des Berichtszeitraums im Zusammenhang mit dem Engagement, der Strategie und dem Managementansatz zur Nachhaltigkeit der Organisation erzielt wurden“. Der GRI ist

ein akzeptierter Standard für die Berichterstattung im Rahmen der Nachhaltigkeitsberichterstattung (GRI 2022).

2.3 Rechtliche Regulierungen zu Menschenrechten

Durch die Verabschiedung der UNGPs (United Nations Guiding Principles on Human Rights) sowie der Leitlinien zu HRDD (Human Rights and Due Diligence) werden Ansprüche an die Einhaltung der Sorgfaltspflicht von Unternehmen innerhalb der Lieferkette festgehalten. Der Trend von der Freiwilligkeit hin zur rechtlichen Regulierung geht schon länger und manifestiert sich unter anderem in den folgenden Gesetzen (Huyse und Verbrugge 2018):

Country	Law / regulation	Applicable to
United States (2010)	Dodd Frank Act, Sec. 1502: mandatory DD and reporting on whether sourcing of minerals (tin, tungsten, tantalum, gold) is supporting armed groups in DRC and neighboring countries.	US and foreign companies with reporting obligation to financial supervisory authorities
European Union (2014)	Directive on Non-Financial Information Disclosure (2014/95/EU)⁴¹: mandatory reporting on sustainability performance, including HR and approaches to DD	Large public interest entities with >500 employees
United Kingdom (2015)	UK Modern Slavery Act: mandatory statement disclosing steps that companies have taken to ensure that slavery and human trafficking is not taking place in their supply chain	Companies operating within the UK with turnover of at least £36 million
European Union (2017, applicable from 2021)	Conflict Minerals Regulation: mandatory DD for mineral-importing firms	EU firms importing tin, tungsten, tantalum and gold from conflict and high-risk areas
France (2016)	Duty of care law: mandatory publication and implementation of vigilance plan, including HRDD	French companies with >5000 employees; foreign companies with >10000 employees
Netherlands (2017 – pending approval of the senate, applicable from 2020)	Child Labour Due Diligence Law: mandatory statement declaring that companies have carried out DD related to child labour in full supply chains	Dutch companies and foreign companies delivering products or services in the Netherlands

Abbildung 1: Gesetzeslage zu Sorgfaltspflichten bzgl. Menschenrechten international (Huyse und Verbrugge 2018)

2.4 Anforderungen an die Sorgfaltspflicht und Einsatz der Blockchain

Im Hinblick auf Due Diligence spielt das UNGP 17, HRDD eine wichtige Rolle, bei dem es um die Sorgfaltspflicht der Unternehmen durch Identifikation, Prävention und Minderung von Menschenrechtsverletzungen im Zusammenhang mit Wirtschaftsaktivitäten von Unternehmen geht. Durch die Einhaltung und Gewährleistung der unternehmerischen Sorgfaltspflicht in der Lieferkette sollen:

- a) tatsächliche und mögliche Auswirkungen auf Menschenrechte identifiziert werden,
- b) Maßnahmen zur Vermeidung negativer Auswirkungen gesetzt und
- c) die **Wirksamkeit getroffener Maßnahmen überwacht** werden sowie
- d) die **Kommunikation** gesetzter Maßnahmen erfolgen (Huysse und Verbrugge 2018).

Auch der Gesetzesentwurf der EU sieht vor, dass die Sorgfaltspflicht erfüllt werden soll. Unternehmen müssen dafür:

- a) die Sorgfaltspflicht in ihrer Unternehmenspolitik verankern,
- b) tatsächliche und potenzielle negative Auswirkungen auf die Menschenrechte und Umwelt eruieren,
- c) potenzielle Auswirkungen verhindern oder abschwächen, und tatsächliche Auswirkungen abstellen oder reduzieren,
- d) ein Beschwerdeverfahren einrichten,
- e) die Wirksamkeit der Strategien und Maßnahmen zur Erfüllung der Sorgfaltspflicht kontrollieren und kommunizieren (Europäische Kommission 2022).

Als Lieferkettennachverfolgbarkeit wird das problemlose Identifizieren und Nachverfolgen sämtlicher Prozesse und Outputs aller relevanten Lieferanten und Sublieferanten eines Produktes definiert. Diese Nachverfolgbarkeit ermöglicht es allen relevanten privatwirtschaftlichen sowie staatlichen Akteuren, systematisch Risiken zu erfassen und zu mappen, was zur Folge hat, dass Due-Diligence-Prozesse transparenter, systematischer und effizienter gestaltet werden.

Lieferkettennachverfolgbarkeit und -transparenz sind in vielen Gestaltungsmerkmalen komplementär. Systematisches und objektives Erfassen von Transaktionsdaten, Beschaffungsstandards sowie -abläufen erhöhen die Lieferkettentransparenz.

Oftmals überschneiden sich die Gegebenheiten und Umstände der Lieferkettenverantwortung, der Nachverfolgung der Lieferkette sowie die Menschrechtssituation in den geografischen Beschaffungsgebieten. Ein Aspekt der Integration von Blockchain-Technologie in der Lieferkettenverantwortung, dessen Anwendung zahlreiche Vorteile ergeben könnte, ist die Beschleunigung der Due-Diligence-Programme in den jeweiligen Supply Chains.

Smit et al. (2021) analysieren, wie Unternehmen ihre Sorgfaltspflicht umsetzen, um zu klären, welche Erwartungen im Zusammenhang mit der Sorgfaltspflicht innerhalb der Lieferkette an Unternehmen gestellt werden. Aufgrund der Tatsache, dass Lieferanten zahlreiche Auditanfragen von nachfolgenden LieferkettenpartnerInnen erhalten, beschreiben Smit et al. (2021) verschiedene Initiativen, um den Auditprozess zu optimieren, wie beispielsweise kollaborative Plattformen für den Austausch von Informationen und Daten im Bereich Sorgfaltspflicht, um durch gemeinsame Kriterien und die Möglichkeit des Benchmarkings von Auditprotokollen die Anerkennung von Audits zu vereinfachen. Unternehmen stellen zunehmend Defizite in den aktuellen Codes of Conduct und Auditprozessen fest und brauchen

daher innovative Systeme, die es erlauben, mit den Anforderungen an die Sorgfaltspflicht in der Lieferkette umzugehen (Smit et al. 2021).

Einsatzmöglichkeiten der Blockchain-Technologie im Rahmen der Sorgfaltspflicht wären vor allem in der geforderten **Dokumentation**, also dem Nachweis der Unternehmen, dass die Anforderungen an die Sorgfalt im Hinblick auf menschenrechtliche und umweltschutzrelevante Aspekte vom Unternehmen eingehalten werden. Durch den aktuellen Gesetzesentwurf der EU zur Sorgfaltspflicht sind Unternehmen verpflichtet, einen solchen Nachweis der Einhaltung zu erbringen. Hier kann Blockchain-Technologie eingesetzt werden, um mit der Sorgfaltspflicht in Verbindung stehende Dokumente über die Blockchain abzuwickeln, sprich zu dokumentieren, aber auch den weiteren PartnerInnen in der Lieferkette diese Dokumente zur Verfügung zu stellen. Hier dient die Blockchain also dazu, die Dokumente in transparenter Art und Weise abzulegen (manipulationssicher) und auch den entsprechenden GeschäftspartnerInnen zugänglich zu machen. Die Blockchain-Technologie kann dazu beitragen, **Auditprozesse** zu automatisieren und Daten in hoher Transparenz zur Verfügung zu stellen. Dadurch kann das Vertrauen in diese Daten gesteigert und innerhalb der Lieferkette die Einhaltung der Sorgfaltspflicht nachgewiesen werden. Das Reporting kann automatisiert durch die Blockchain-Technologie erfolgen, deren Einsatz in den Code of Conduct mitaufgenommen werden kann. Daten zur Lieferantenauswahl und Audits im Rahmen von Zertifizierungen wie z. B. ISO 14000, OHSAS, EMAS und ISO9001 könnten ebenso durch den Einsatz der Blockchain-Technologie erleichtert werden, indem die Dokumentenprüfung beim Monitoring durch den Auditor oder die Auditorin direkt abrufbar wären. Das Gesetz verlangt zudem die Einführung eines **Beschwerdewesens**, welches sämtlichen Stakeholdern in der Lieferkette zugänglich sein soll. Auch hier wäre der Einsatz von Blockchain-Technologie denkbar.

3 Potenzial der Blockchain-Technologie

Historisch gesehen waren IT-Lösungen im Supply Management ein Flickwerk zentralisierter Module, die teilweise Kompatibilitätsprobleme verursachten und Unternehmen vor weitere Herausforderungen stellten (WEF 2020). Blockchain-Technologie kann dabei helfen, einige dieser Probleme zu beheben. Dabei ist allerdings zu beachten, dass Blockchains zwar ein wichtiges Werkzeug innerhalb einer umfassenderen Software-Lösung darstellen können, sie das Problem der Lieferkettenverantwortung aber nicht allein lösen können.

3.1 Technischer Überblick

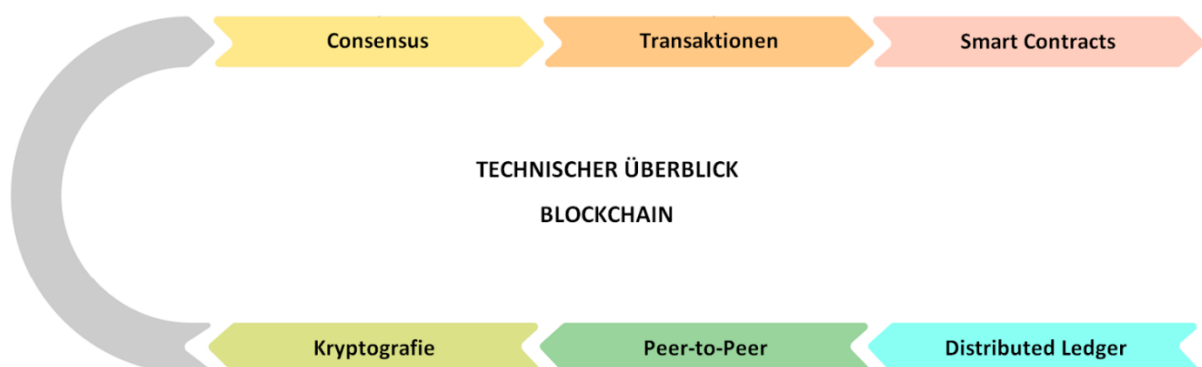


Abbildung 2: Übersicht technischer Konzepte, auf die Blockchain-Technologie aufbaut

Blockchain-Technologie kombiniert die Vorteile unterschiedlicher technischen Konzepte (s. Abbildung 2). Eine Blockchain ist eine spezielle Form einer **verteilten Datenbank („Distributed Ledger“)**, die über ein Computernetzwerk (wie das Internet) gemeinsam genutzt wird. Jeder Computerknoten im Netzwerk kann dabei eine Kopie des Ledgers enthalten. Die Kommunikation der beteiligten Knoten erfolgt ohne zentralen Server in Form eines **„Peer-to-Peer“-Netzwerks**.

Blockchains erlauben durch die Verwendung **kryptographischer Verfahren** auf Basis von digitalen Signaturen und Hashalgorithmen die Schaffung einer vertrauenswürdigen dezentralen Datenbank, in der Daten für einzelne AkteurInnen unveränderlich, transparent und mit einem eindeutigen Zeitstempel versehen gespeichert werden können. Über ein **Konsensverfahren** („Consensus“) wird sichergestellt, dass alle Knoten dieselbe Sicht auf die Daten haben und ein konsistenter Zustand erreicht wird. Daher stellen Blockchains für die Sicherung von Prozessdaten in Lieferketten eine nützliche Technologie dar.

Die Blockchain speichert Daten in der Form von **Transaktionen**, die vom jeweiligen Urheber digital signiert werden. Eingegangene Transaktionen werden anschließend in Blöcke gruppiert, mit einem eindeutigen Zeitstempel versehen und an den bestehenden Ledger angehängt. In

jedem Block wird dabei auch der Hashwert des Vorgängerblocks inkludiert. Diese Verkettung der einzelnen Blöcke sorgt dafür, dass bei Manipulation von Transaktionen aus einem früheren Block die entsprechenden Hash-Felder in allen Folgeblöcken aktualisiert werden müssten. In Kombination mit dem Konsensverfahren, das die Verantwortung für die Erstellung neuer Blöcke möglichst fair auf die Blockchain-Knoten verteilt, werden dadurch Manipulationen effektiv verhindert. Erfolgreiche AngreiferInnen müssten die Kontrolle über die Mehrheit des Blockchain-Netzwerks übernehmen („51%-Attacke“), was im Allgemeinen nicht realistisch ist. „Ehrliche“ Knoten, die ihre Rechenleistung für die Sicherung der Blockchain zur Verfügung stellen, werden hingegen durch den Erhalt von Kryptowährung entlohnt und damit zusätzlich motiviert.

Blockchain ist dabei mehr als nur die Basis für diverse Kryptowährungen, die neben ihrer Verwendung als Zahlungsmittel aktuell vor allem als Spekulationsobjekt dienen. Die Transaktionen können beliebige Informationen beinhalten, wie z. B. unterzeichnete Verträge, registrierte Produkte oder abgeschlossene Lieferungen.

Derzeit gibt es weit über 1.000 verschiedene Blockchains sowie verwandte Technologien, die im Allgemeinen mit dem Begriff **„Distributed Ledger Technology“ (DLT)** bezeichnet werden. Die zugrundeliegenden Protokolle dieser Systeme können sich stark voneinander unterscheiden. Seit dem Start der Bitcoin-Blockchain (Nakamoto 2008) wurden einige Alternativen vorgeschlagen, die bestimmte Aspekte der Technologie verbessern. Ethereum hat sogenannte **„Smart Contracts“** eingeführt (Buterin 2013), d. h. dezentral ausgeführte Computerprogramme, die als Reaktion auf bestimmte Ereignisse automatisch Änderungen in der Blockchain durchführen und damit die Abwicklung von Verträgen sowie die Automatisierung von Geschäftsprozessen unterstützen können.

Ein Problem bleiben die verwendeten Konsensprotokolle auf Basis des sogenannten „Proof-of-Work“-Verfahrens, die in aller Regel viel Rechenzeit der beteiligten Knoten (und damit Energie) erfordern. Damit verbunden sind teilweise hohe Transaktionsgebühren und längere Wartezeiten bis zur Bestätigung einer Transaktion. Viele moderne Blockchain-Technologien vertrauen dagegen auf alternative Konsensprotokolle (z. B. „Proof-of-Stake“), die nicht von dieser Problematik betroffen sind. Als Beispiele für aktuell beliebte Alternativen zu Bitcoin und Ethereum können an dieser Stelle Cardano (2022), Solana (2022), Polkadot (2022) und Avalanche (2022) genannt werden.

Eine weitere Alternative stellen sogenannte **„Permissioned Blockchains“** (bzw. Konsortialblockchains) dar, die Zugangsbeschränkungen auf den Ledger definieren. Das Lesen und/oder Schreiben ist dabei nur durch bestimmte, eindeutig definierte Personen bzw. Systeme möglich. Im Gegensatz zu „public“ Blockchains, in denen TeilnehmerInnen nur anhand ihres

öffentlichen Schlüssels identifiziert werden und damit in der Regel anonym bleiben können, sind bei Permissioned Blockchains alle TeilnehmerInnen bekannt. Durch diese Einschränkung können effizientere Konsensalgorithmen verwendet werden, die ohne hohen Energieverbrauch und Transaktionsgebühren auskommen. Zudem ist es möglich, Daten selektiv nur mit bestimmten PartnerInnen zu teilen. Beispiele für Permissioned Blockchains sind MultiChain (2022), Hyperledger Fabric (Linux Foundation 2022b), Corda (2022) oder Quorum (Consensys 2022).

3.2 Vorteile der Blockchain-Technologie

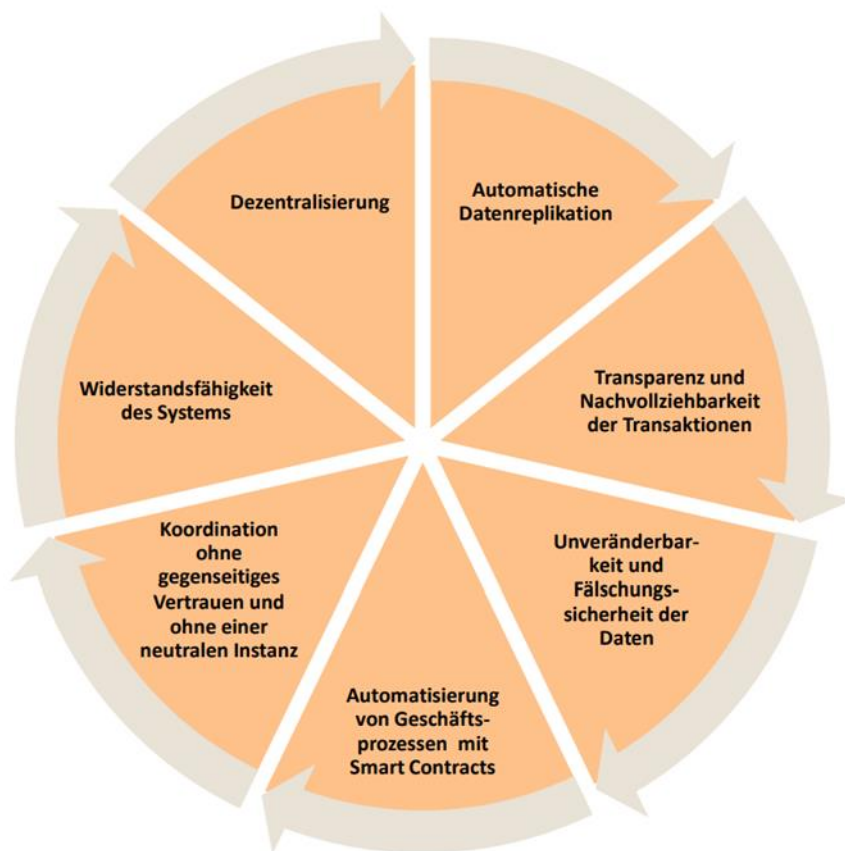


Abbildung 3: Übersicht über Vorteile von Blockchains und DLTs

Abbildung 3 zeigt eine Übersicht über mögliche Vorteile beim Einsatz von Blockchains (bzw. allgemein DLTs). Ein entscheidender Vorteil liegt dabei in der **Dezentralisierung**, die Software-Architekturen ohne zentralen Server bzw. „Trusted Third Party“ ermöglicht. Durch den Einsatz von Blockchain-Technologie kann die Kollaboration zahlreicher unabhängiger AkteurInnen, die kein volles Vertrauen zueinander haben, gewährleistet werden. Der dezentrale Ansatz sorgt zudem für eine automatische **Datenreplikation**, wobei die angewandten Konsensverfahren eine konsistente Sicht jedes Teilnehmenden auf den gemeinsamen Zustand ermöglichen. Dadurch

wird die **Widerstandsfähigkeit** des Systems garantiert, sodass auch bei einem Ausfall einzelner Knoten die Blockchain als Ganzes weiter funktionsfähig bleibt (kein „Single Point of Failure“).

Das wohl wichtigste Argument für den Einsatz von Blockchain-Technologie ist die maximale **Transparenz** und **Nachvollziehbarkeit** der Transaktionen. Urheber, Zeitpunkte und Inhalte aller Transaktionen sowie deren Reihenfolge sind für alle Beteiligten klar ersichtlich. Bei Verwendung einer Permissioned Blockchain können Unternehmen selbst entscheiden, welche Daten mit welchen anderen PartnerInnen geteilt werden sollen.

Die kryptographischen Schutzmechanismen der Blockchain garantieren die **Unveränderbarkeit** und **Fälschungssicherheit** der Daten. Nachträgliche Manipulationen durch einzelne Server-Betreiber oder Hacker werden dadurch praktisch ausgeschlossen. Das Vertrauen in die verteilte Datenbank ist dadurch im Vergleich zu zentralen Datenbanken, die von einzelnen Unternehmen kontrolliert werden und u. a. anfällig für Hack-Attacken sein können, stark erhöht.

Durch den Einsatz von Smart Contracts ist eine **Automatisierung** von Geschäftsprozessen möglich. Dabei können z. B. Zahlungen freigegeben werden, sobald der Eingang einer Lieferung bestätigt wird. Smart Contracts führen dabei die Aktionen entsprechend ihrem klar definierten Regelwerk auf Basis der in der Blockchain hinterlegten Daten aus, wodurch die **Koordination** von PartnerInnen auch ohne gegenseitiges Vertrauen und ohne eine neutrale Instanz („Trusted Third Party“) ermöglicht wird. Dabei können die PartnerInnen auf die korrekte Ausführung der Smart Contracts vertrauen, deren Code allen PartnerInnen bekannt ist.

Blockchains zeichnen sich zudem durch ihre hohe **Flexibilität** aus. Proprietäre Lösungen für die Koordination von Geschäftsprozessen bieten in der Regel einen begrenzten Funktionsumfang und erzeugen Abhängigkeiten zu einzelnen Anbietern. Im Gegensatz dazu bilden Blockchains eine generische Basisinfrastruktur, die beliebige Transaktionsdaten speichern kann und mittels Smart Contracts jederzeit an konkrete Anforderungen adaptiert werden kann. Auch ein Onboarding neuer TeilnehmerInnen ist durch den dezentralen Charakter einer Blockchain wesentlich vereinfacht. Die Verfolgung eines Open-Source-Ansatzes mit entsprechend großen Entwickler-Communities in den relevanten Blockchains sorgt dafür, dass Konsortien mit vertretbarem Aufwand angepasste Blockchain-Lösungen realisieren können.

3.3 Motivation für Einsatz in Supply-Chain-Anwendungen

„The emergence of blockchain technology holds great promise for supply-chain organisations, perhaps as much as any new development in the industry’s infrastructure since it switched to standardised containers decades ago. The case for blockchain is stronger as the COVID-19 pandemic underscores the need for more resilient global supply chains, trusted data and an economic recovery enabled through trade digitization. At the same time, blockchain may engender a fair share of puzzlement and anxiety among supply-chain leaders unfamiliar with it as a new and unfamiliar digitisation tool.” (WEF 2020)

Dieses Zitat aus dem „Blockchain Deployment Toolkit“ des Weltwirtschaftsforums zeigt die hohen Erwartungen der Industrie in die Blockchain-Technologie. Digitalisierung im Allgemeinen und Blockchains im Speziellen können dabei helfen, Lieferketten widerstandsfähiger und effizienter zu gestalten sowie das gegenseitige Vertrauen aller beteiligten Parteien zu stärken. Im Folgenden wird beschrieben, warum der Einsatz von Blockchain-Technologie speziell im Supply-Chain-Bereich sinnvoll erscheint.

3.3.1 Anwendbarkeit im Supply-Chain-Bereich

Die Anwendung der Blockchain-Technologie bietet die Möglichkeit, dass GeschäftspartnerInnen bessere **Kontrolle über die gesamte Lieferkette** erhalten, wenn alle Bereiche der Wertschöpfungskette beteiligt sind. Zudem wird die **Kommunikation zwischen den GeschäftspartnerInnen** schneller und der Informationsaustausch zuverlässiger und nicht nur sichtbarer, sondern auch fälschungssicherer, da Informationen und Daten nicht nachträglich manipuliert werden können (Pisani 2022; Meitinger 2017). Durch die Nutzung der Blockchain-Technologie über die gesamte Supply Chain können alle TeilnehmerInnen mehr Informationen über die eigene Supply Chain erhalten. Diese Transparenz ist einer der großen Vorteile der Blockchain-Technologie und sorgt für das entsprechende Vertrauen zwischen den VertragspartnerInnen (Meitinger 2017). Zusätzlich wird die Genauigkeit der vorhandenen Informationen zur Lieferkettenverantwortung in den Unternehmen verbessert (OECD 2019).

Blockchain-Technologie ermöglicht die **umfassende Nachverfolgbarkeit von Prozessschritten („Tracing“)** im Sinne der Lieferkettenverantwortung. Dabei kann der gesamte Lebenszyklus eines Produkts (inkl. Rohmaterialien und Zwischenprodukte) sowie die damit verbundenen Arbeits- bzw. Umweltbedingungen verfolgt werden.

Einsatzmöglichkeiten der Blockchain-Technologie im Rahmen der Lieferkettenverantwortung finden sich vor allem im Bereich des **Teilens und Zurverfügungstellens von Daten und Dokumenten**, die die Einhaltung der menschenrechtsrelevanten sowie umweltschutzrelevanten Anforderungen nachweisen (Pisani 2022). Dabei muss jede Transaktion innerhalb der Lieferkette dokumentiert werden, wobei aber nicht die Transaktion selbst, sondern die **Arbeitsbedingungen rund um die Transaktion** bei jedem Schritt in der

Supply Chain validiert werden müssen (Boersma und Nolan 2020). Voraussetzung dafür ist der Aufbau eines Netzwerks, das auf gemeinsamer Kommunikation basiert. Damit steigt die Erfolgchance, da sich die Teilnehmenden auf die Daten und Dokumente, welche von den anderen AkteurInnen der Lieferkette in die Blockchain gespielt werden, verlassen können. Dieses Vertrauen in die Daten ist eine essenzielle Basis dafür, dass ein solches System funktionieren kann (Pisani 2022).

Grundsätzlich wird empfohlen, für den Einsatz der Blockchain-Technologie in der Lieferkette eher eine Permissioned anstatt einer Public Blockchain anzuwenden. Auch die Frage des Datenschutzes spricht für die Anwendung einer Permissioned Blockchain. Aufgrund der Möglichkeiten, die eine Permissioned Blockchain bietet, können Waren- und Arbeitsdaten sowie weitere Informationen vertraulich bleiben (Boersma und Nolan 2020).

Abbildung 4 gibt einen Überblick zum Einsatz der Blockchain im Rahmen der unternehmerischen Sorgfaltspflicht und fasst die Vorteile der Blockchain in diesem Einsatzfeld noch einmal zusammen.

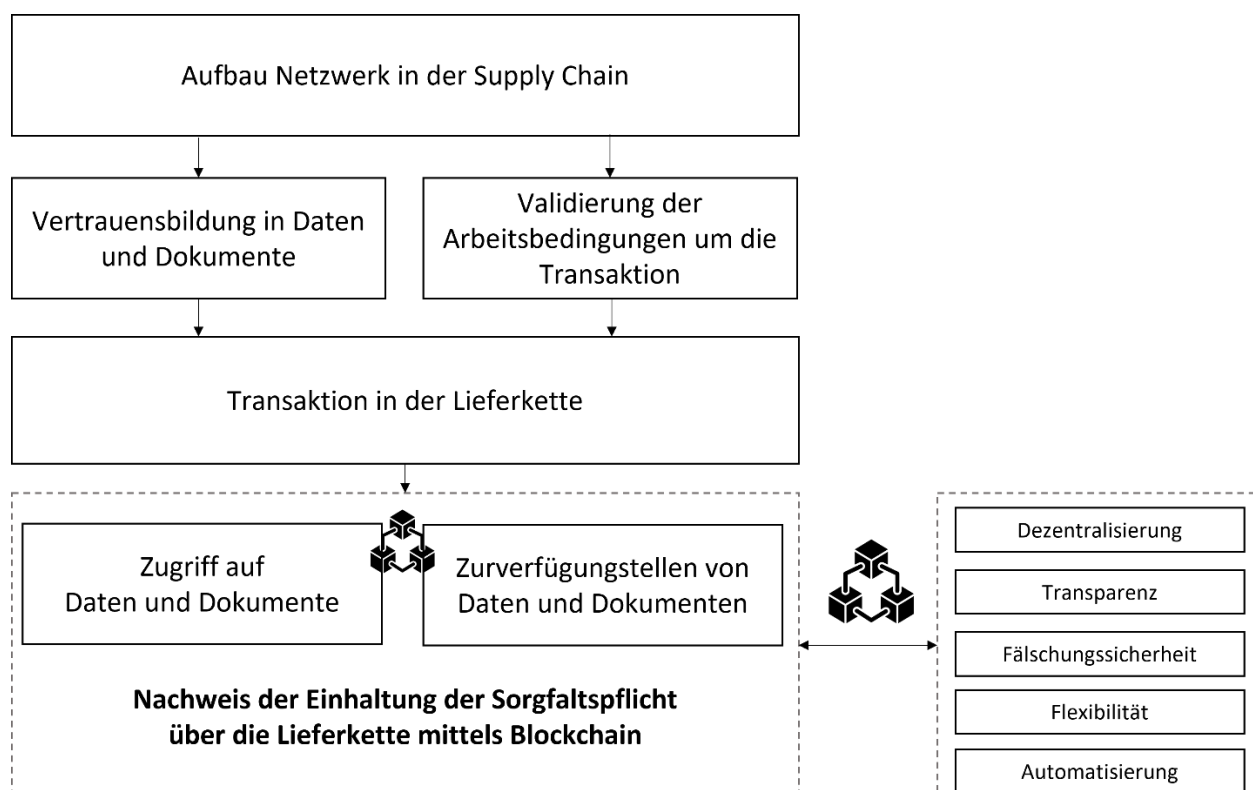


Abbildung 4: Einsatz der Blockchain im Rahmen der Lieferkettenverantwortung

Einzelne Produkte können dabei in der Regel durch geeignete technische Maßnahmen (z. B. QR-Codes) eindeutig identifiziert und über die Blockchain mit einem zugehörigen Datensatz verknüpft werden. Dieser Datensatz kann unterschiedliche Informationen zum Produzenten und dem Produktionsprozess sowie den relevanten Arbeitsbedingungen beinhalten. Entlang der Lieferkette werden solche Datensätze immer wieder (z. B. durch Scan des entsprechenden QR-

Codes auf dem Produkt) aufgerufen und aktualisiert. Wenn unterschiedliche Güter zu einem neuen Produkt weiterverarbeitet werden, werden auch die entsprechenden Datensätze verlinkt. Dadurch entsteht eine transparente und vollständige Aufzeichnung der Lieferkette für ein Produkt (Crumpler 2021).

Der größte Vorteil von Blockchain-Technologie liegt in der Möglichkeit des Echtzeit-Tracings innerhalb der Lieferkette zur Unterstützung von entsprechenden Due-Diligence-Programmen der beteiligten Unternehmen. Der dezentrale Charakter der Technologie kann dabei helfen, das Vertrauen zwischen den beteiligten Unternehmen zu stärken sowie eine skalierbare und kosteneffiziente Lösung zu schaffen. Dabei muss allerdings beachtet werden, dass Blockchain-Technologie allein nicht die Richtigkeit der in das System eingegebenen Daten garantieren kann (Crumpler 2021).

Durch die dezentrale Struktur der Blockchain ist die Kontrolle über die relevanten Daten besser und der Vertrauensaufbau zwischen GeschäftspartnerInnen wird durch die Anwendung der Blockchain-Technologie gefördert. Aber auch die Letztverbraucher können die geforderte Transparenz zu den erworbenen Produkten erhalten, um bessere Kaufentscheidungen treffen zu können (Pisani 2022). Die Vertrauenswürdigkeit der Daten ist wiederum für Unternehmen von großer Wichtigkeit, um die geforderten Standards an die Einhaltung von menschen- und arbeitsrechtlichen sowie umweltrechtlichen Anforderungen nachweisen zu können.

Blockchain-Technologie kann nicht nur im Bereich Lieferkettenverantwortung Vorteile für Unternehmen bringen. Der Einsatz von Blockchain-Technologie ermöglicht es, datengetriebene Features in Prozesse einzubauen, wobei die Blockchain eine einheitliche Datenschicht für kollaborative Geschäftsprozesse bildet. Die beteiligten Unternehmen können dadurch innerhalb der Lieferkette Güter und damit im Zusammenhang stehende Prozesse überwachen. Die gesammelten Daten können wiederum als Grundlagen für Datenanalysen, Audits oder Rückrufaktionen dienen. Mittels Smart Contracts können bestimmte Vertragsbedingungen (z. B. Zahlung bei Lieferung, „Pay-per-Use“, Validierung von Daten) automatisch abgebildet und ausgeführt werden. Weitere mögliche Anwendungsfälle für Blockchain-basierte Lösungen sind die Monetarisierung gesammelter (Sensor-)Daten sowie die Absicherung von sicheren Herkunftszertifikaten und Qualitätssiegeln.

3.3.2 Motivation der Unternehmen

Generelles Ziel der Integration der Blockchain-Technologie in klassische Lieferketten ist der Versuch, Betrug und Ineffizienzen einzudämmen, Qualitätsstandards einzuhalten sowie Lieferanten, Abnehmern und Endverbrauchern gegenüber Transparenz zu demonstrieren. Die von PricewaterhouseCoopers durchgeführte Studie „PwC's Global CEO Survey 2019“ ergab, dass 24% der befragten CEOs in Industrieunternehmen entweder die Einführung der Blockchain-

Technologie planen oder bereits schon aktiv an der Implementierung dieser arbeiten (PwC 2019). Hingegen zeigte sich bei der ebenfalls von PricewaterhouseCoopers durchgeführten “PwC’s Global Blockchain Survey”, dass 62% der befragten Unternehmen bereits ein Blockchain-Projekt aktiv implementieren (PwC 2019). In der von Deloitte durchgeführte Studie “Deloitte’s 2019 Global Blockchain Survey” bestätigten 53% der befragten Führungskräfte, dass Blockchain für sie zu einer wichtigen Priorität geworden ist (Deloitte 2019).

Auch bei der im Rahmen der Studie durchgeführten Unternehmensbefragung hat sich eine generell positive Einstellung zu Blockchain-Technologien für Supply-Chain-Anwendungen gezeigt (s. Kapitel 6).

4 Stand der Technik für Supply-Chain-Anwendungen

Blockchain-Anwendungen in Lieferketten mögen auf den ersten Blick als neue Innovation erscheinen, jedoch wurde der erste Ansatz dafür schon 2015 mit dem chinesischen VeChain gestartet (Frankenfield 2021). Ein Jahr später wurde Hyperledger Fabric als ein Projekt der Linux Foundation ins Leben gerufen, zu dessen Gründungsmitgliedern unter anderem IBM und ConsenSys gehörten (101 Blockchains 2022). In weiter Folge entwickelten weltweit zahlreiche Blockchain-Startups Anwendungen, die eine reibungslose Integration der Schnittstelle zwischen dieser neuen Blockchain-Technologie und der Supply Chain ermöglichen sollten.

Eine Studie von Vadgama und Tasca (2021) gibt dabei einen guten Überblick über die aktuelle Lage am Markt. In den Jahren 2015 bis 2020 entfällt der größte Anteil von Blockchain-Anwendungen im Supply-Chain-Bereich auf die Segmente der Landwirtschaft, der Lebensmittelindustrie sowie der Logistik. Projekte werden dabei von Unternehmen, Konsortien und öffentlichen Organisationen betrieben. Betrachtete Anwendungsfälle sind u. a. Produkt-Tracing, Logistik, Finanztransaktionen, Handelsgeschäfte sowie Kreislaufwirtschaft. Die meisten gestarteten Projekte basieren auf Ethereum oder Hyperledger Fabric, wobei an dieser Stelle erwähnt werden sollte, dass bei 23% der Projekte die zugrundeliegende Technologie nicht angegeben wurde. Hyperledger Fabric hat mit 36% aller Projekte, die auf dieser Blockchain-Plattform basieren, den höchsten Anteil an bereits fertiggestellten Anwendungen. Ferner hat Hyperledger Fabric den höchsten Anteil an Projekten, die im Rahmen von Konsortien sowie staatlichen Initiativen realisiert werden.

Abbildung 5 zeigt einen Überblick über den Stand der Technik für Supply-Chain-Anwendungen. Im Folgenden werden zunächst relevante Blockchains und DLTs sowie weitere relevante Technologien mit Bezug zu Supply-Chain-Anwendungen beschrieben. Anschließend folgt eine Übersicht zu bereits durchgeführten Pilotprojekten auf diesem Gebiet sowie zu relevanten Richtlinien und Policy-Dokumenten.

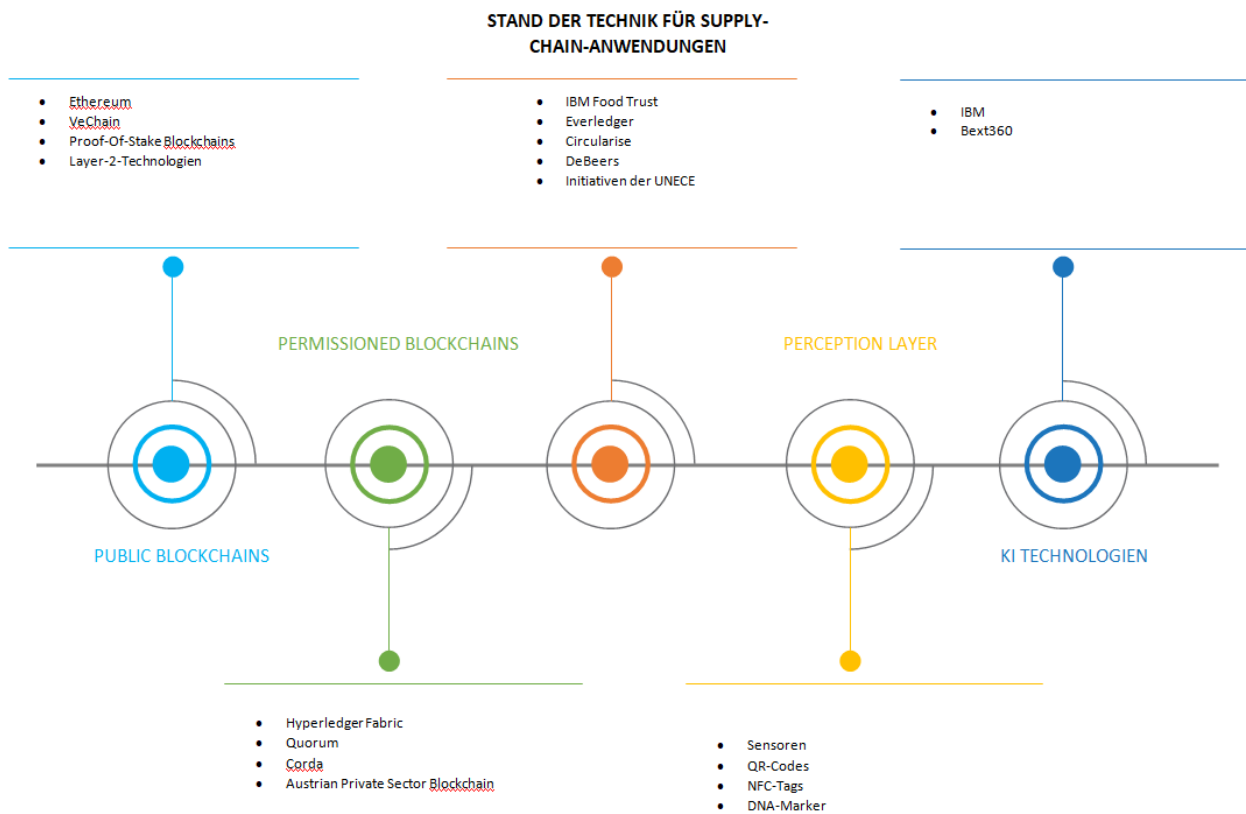


Abbildung 5: Technologie-Überblick mit Beispielen zu Supply-Chain-Anwendungen (Mitte) sowie damit in Verbindung stehenden Technologien mit Blockchain-Bezug

4.1 Relevante Technologien

Die für diese Studie relevanten Technologien können im Wesentlichen in drei Gruppen aufgeteilt werden: Public und Permissioned Blockchains sowie weitere Technologien (u. a. Sensorik und KI), die mit Blockchain-Technologien im Sinne einer Lösung zur Lieferkettenverantwortung kombiniert werden können.

4.1.1 Public Blockchains

Ethereum

Ethereum ist eine der bekanntesten Plattformen für Smart Contracts, welche dezentrale Berechnungen auf der Blockchain ermöglichen (Ethereum 2022). Wie Bitcoin verwendet es als Konsensmechanismus ein „Proof-of-Work“-Verfahren, das aufgrund seines hohen Energiebedarfs sowie der limitierten Skalierbarkeit kritisiert wird. Allerdings ist demnächst ein Umstieg auf ein wesentlich effizienteres Verfahren auf Basis des „Proof-of-Stake“-Prinzips vorgesehen (Ethereum 2022a).

Der größte Vorteil von Ethereum ist der „First-Mover-Advantage“, was dazu führt, dass ein Großteil der Blockchain-basierten Open-Source-Projekte auf Ethereum realisiert wurde. Ethereum ist nach Bitcoin das bekannteste Blockchain-Projekt, welches zahlreiche erfolgreiche Anwendungen verwirklicht hat, vor allem im sogenannten DeFi-Bereich, dem dezentralisierten

Finanzwesen (Leising 2021). Laut Vadgama und Tasca (2021) hat Ethereum auch im Supply-Chain-Bereich einen Marktanteil von 23%. Der größte Nachteil sind die aktuell hohen Transaktionsgebühren (vor dem Upgrade auf „Proof-of-Stake“).

VeChain

VeChain ist ein Beispiel für eine Anwendung der Blockchain-Technologie im globalen Handel mit physischen Gütern (VeChain 2019). Das Hauptprodukt ist die „ToolChain“, eine low-code/no-code BaaS – „Blockchain as a Service“ – für Supply Chains. Die ToolChain ist eine Verschmelzung der Blockchain-Technologie mit IoT – Internet of Things. Das Prinzip, auf dem die ToolChain-BaaS von VeChain basiert, sind QR-Codes, die auf der Blockchain gespeichert und allen TeilnehmerInnen der Lieferkette, gemäß vorher abgestimmten Zugangsparametern, zugänglich gemacht werden.

Anfangs baute VeChain auf Ethereum auf, jedoch migrierte das gesamte System später auf eine intern gebaute Blockchain, die VeChainThor genannt wird. Das relativ einfache Deployment dieser maßgeschneiderten All-In-Blockchain-Lösung ist ein entscheidendes Argument, warum zahlreiche Nutzer und Investoren auf VeChain setzen, ein Umstand, der sich auch in der relativ hohen Marktkapitalisierung im Vergleich zu anderen spezialisierten Blockchain-Plattformen widerspiegelt (CoinMarketCap 2022).

VeChainThor verwendet ein Konsensverfahren auf Basis des „Proof-of-Authority“-Prinzips, bei dem alle beteiligten Knoten bekannt sind und das daher wesentlich energieeffizienter als „Proof-of-Work“ ist.

Die Toolsuite von ToolChain besteht aus APIs, Smart Contracts, Blockchain-Wallets, Blockchain-Browsern, einer Software-Application-Plattform, mobilen Apps sowie IoT-Chips und Sensoren. Der gesamte Datenfluss und die Speicherung dieser sind verschlüsselt (Bext 360 2020; Cointelegraph 2020; VeChain 2019; Viking Line 2022).

Ein großer Vorteil ist der modulare Aufbau der Plattform, welcher mehr Flexibilität bei der Anpassung an unternehmensinterne Prozesse ermöglicht als Hyperledger Fabric. Der Umstand, dass VeChain seinen Ursprung in China hat, könnten allerdings möglicherweise als nachteilig empfunden werden.

Proof-of-Stake-Blockchains

In den letzten Jahren haben sich zahlreiche moderne Blockchains etabliert, die einen Konsensmechanismus auf „Proof-of-Stake“-Basis anwenden. Für einige davon werden auch bereits Anwendungen mit Lieferkettenbezug entwickelt. Darunter fallen Fantom, Cardano und Polkadot.

Die Fantom-Blockchain (Fantom 2022), die 2018 in Südkorea gegründet wurde, nahm ihre Anfänge nicht als eine eigene Blockchain, sondern als eine Anwendung für Supply Chains (Coin Bureau 2021). Fantom bietet u. a. heute noch eine Blockchain-Anwendung für Lieferketten an, um den Handel und die Herstellung von gefälschten Medikamenten, vor allem in Entwicklungsländern, zu unterbinden (Forbes 2020).

Cardano und Scantrust entwickeln gemeinsam eine Blockchain-Anwendung für Nachverfolgbarkeit von Lieferketten (Cardano 2021). Das erste Projekt mit Lieferkettenbezug auf Polkadot ist Dock, welches vor allem auf die Datenverifizierbarkeit, -beständigkeit und -konsistenz entlang der Lieferkette fokussiert ist (Dexplain 2020).

Layer-2-Technologien

Mittels sogenannter Layer-2-Technologien kann die Transaktionsmenge auf einer zugrundeliegenden Blockchain (Layer-1) durch entsprechende kryptographische Mechanismen wesentlich reduziert werden. Dies ist vor allem für Proof-of-Work-Blockchains wie Ethereum relevant. Layer-2-Entwicklungen bei Ethereum, insbesondere Polygon, Arbitrum, Optimism und xDai spielen bei industriellen Anwendungen noch immer eine sehr geringe Rolle, großteils durch den Umstand, dass schon die Akzeptanz von Ethereum bei der Integration in Lieferkettenprozesse per se noch in der Aufschwungsphase ist, und somit weitere Entwicklungen noch immer wenig Beachtung finden, obwohl diese schnellere und günstigere Transaktionen möglich machen (Bloomberg 2021).

Bis heute gibt es keine Lieferkettenanwendung, die primär für Layer-2-Blockchains konzipiert wurde, jedoch aber Cross-Chain-Anwendungen, wie beispielsweise OriginTrail, die neben Ethereum auch xDai und Polygon unterstützen (Cointelegraph 2021).

4.1.2 Permissioned Blockchains

Hyperledger Fabric

Hyperledger Fabric ist ein Blockchain-Protokoll, das seitens der Linux Foundation als Open-Source-Software herausgebracht wurde und für die Entwicklung von Unternehmensanwendungen sowie Branchenlösungen dient. Diese Technologie ist u. a. bei der Integration von Blockchain und Lieferkettensystemen weit verbreitet.

Hyperledger Fabric ist eine flexible, modulare Distributed Ledger Plattform, die es Unternehmen ermöglicht, subjektiv ausgewählte Informationen einer vorab definierten Liste von NetzwerkteilnehmerInnen zugänglich zu machen. Geschäftsprozesse können dabei durch die Interaktion mit Smart Contracts abgewickelt und aufgezeichnet werden (IBM 2021).

Ein wesentlicher Vorteil von Hyperledger Fabric ist die Tatsache, dass es sich um eine Open-Source-Plattform der Linux Foundation handelt und somit die Weiterentwicklung durch zahlreiche beteiligte Unternehmen, Organisationen und Wissenschaftler sichergestellt ist. Generell kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass Blockchain-basierte Anwendungen auf Basis von Hyperledger Fabric ein hohes Maß an Vertrauen und Akzeptanz genießen.

Quorum

Quorum ist ein von JPMorgan entwickelter Fork des Go-Ethereum-Clients „Geth“ und im Gegensatz zu diesem eine Permissioned Blockchain, auf welcher seit 2019 zahlreiche Supply-Chain-Anwendungen aufbauen. Beispiele für Projekte im Bereich der Lieferkettennachverfolgbarkeit sind Easy Trading Connect, Suku und Eximchain. Eine auf Quorum basierende IoT-Blockchain-Anwendung, die für die Nachverfolgbarkeit der Gold-Supply-Chain verwendet wird, ist Chronicled. (Medium 2020)

Corda

Das von R3 entwickelte Corda zählt ebenfalls, wie Quorum und Hyperledger Fabric, zu den Permissioned-Blockchain-Plattformen, die in Supply-Chain-Anwendungen integriert werden können. Als Beispiele können Marco Polo, Contour Digital Ventures und aXedras genannt werden (101 Blockchains 2021).

Austrian Private Sector Blockchain

In einer Kooperation der WKO mit dem Verein AUSTRIAPRO wurde eine Konsortialblockchain für die österreichische Wirtschaft ins Leben gerufen (BCI 2022). Das Austrian Blockchain Center war hier u. a. an einem Forschungsprojekt zur Definition geeigneter Governance-Strukturen beteiligt (WKO 2022). Technisch beruht das Blockchain-Netzwerk auf der MultiChain-Technologie (MultiChain 2022), welche eine „permissioned“ Variante von Bitcoin ohne energieintensiven „Proof-of-Work“ darstellt. Auch wenn Smart Contracts von dieser Technologie nicht unterstützt werden, sind einfache Anwendungsfälle im Bereich der Lieferkettennachverfolgbarkeit möglich (etwa durch „Notarisierung“ bzw. Beglaubigung von Prozessdaten auf der Blockchain).

4.1.3 Technologien zur Datenerfassung

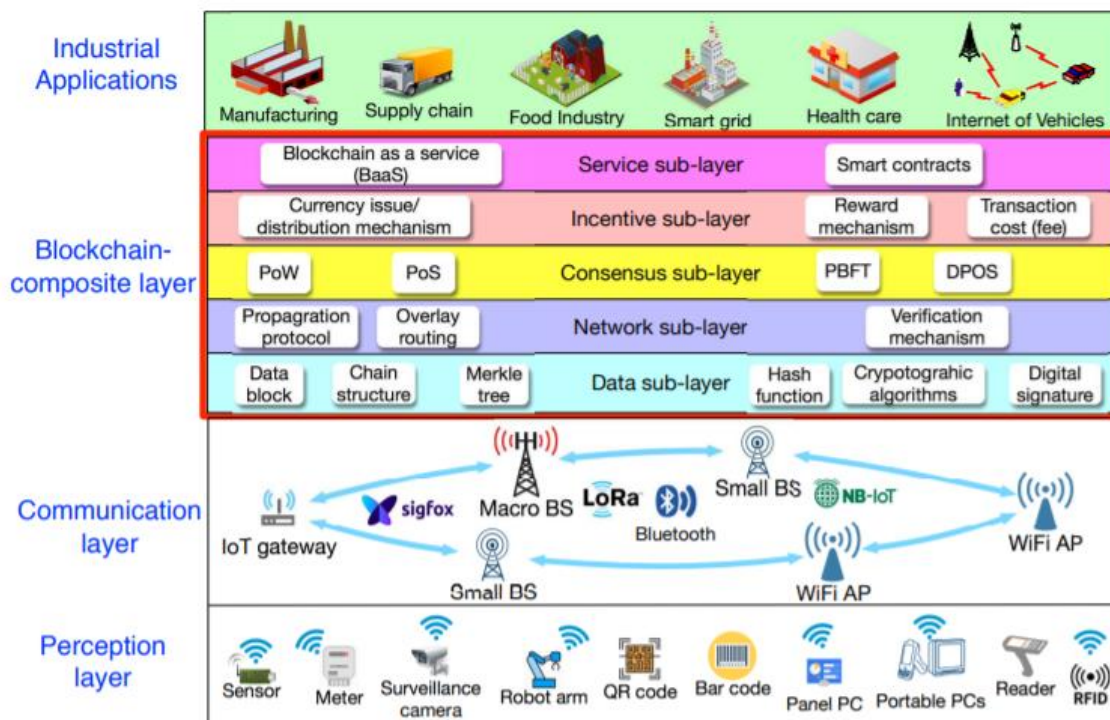


Abbildung 6: Mit Blockchain kombinierbare Technologien (Dai et al. 2019)

Abbildung 6 gibt einen Überblick über Technologien, die in praktischen Anwendungen mit Blockchains kombiniert werden können. Dabei sind für durchschnittliche NutzerInnen der Blockchain-Technologie vor allem zwei Aspekte wichtig: die industrielle Anwendung der Technologie sowie der „**Perception Layer**“ – die Datenerfassungs- und -verarbeitungsstufe (Dai et al. 2019).

Sensoren (z. B. für Temperatur oder Qualitätstests bzw. als Bewegungsmelder) können relevante Informationen zu Geschäftsprozessen und Produkten in die Blockchain schreiben. Dies geschieht in der Regel indirekt über einen zwischengeschalteten Rechner (IoT Gateway), der mit mehreren Sensoren an einem Produktionsstandort verbunden ist.

Typische Techniken zur Identifikation einzelner Produkte sind **QR-Codes**, die direkt auf den Produkten bzw. deren Verpackung aufgebracht sind und in den verschiedenen Prozessschritten von MitarbeiterInnen und/oder Maschinen mittels Kamera (z. B. am Smartphone) gescannt werden. Die entsprechenden Informationen können anschließend in der Blockchain protokolliert werden, um die Nachverfolgbarkeit eines Produkts entlang der Lieferkette zu gewährleisten. Eine ähnliche Rolle spielen sogenannte **RFID-Tags**, die unter Verwendung elektromagnetischer Felder ausgelesen werden können. Eine Erweiterung dazu stellen **NFC-Tags** dar, die unter bestimmten Umständen auch beschrieben werden können. Auch NFC-Tags können u. a. von modernen Smartphones ausgelesen werden. Fortgeschrittene Methoden zur

sicheren Kennzeichnung von Produkten in Verbindung mit Blockchain-Anwendungen wurden u. a. durch eine Kooperation der österreichischen Unternehmen Riddle&Code und S1Seven realisiert. Um Blockchain-basierte Zertifikate mit den physischen Produkten zu verbinden, werden dabei sogenannte „Decentralized Identity Tags“ verwendet (Ledger Insights 2020c; W3C 2021; Riddle&Code 2020; S1Seven 2022).

Um sicherzustellen, dass alle Schnittpunkte der Dateneintragung valide sind, können auch sogenannte **DNA-Marker** eingesetzt werden. Dabei bietet das Schweizer Unternehmen Haelixa flüssigkeitsbasiertes Kennzeichnen u. a. von Textilien, Diamanten und Gold an (Haelixa 2022). Das DNA-Material wird dabei physisch auf dem entsprechenden Produkt aufgebracht und kann später mittels eines einfachen Testverfahrens nachgewiesen werden. Der Einsatz von DNA-Markern hilft, die Verbindung zwischen dem physischen Produkt – z. B. Biobaumwolle – und dem Digital Asset (Identifier) herzustellen (UNECE 2022, S.31ff).

4.1.4 Blockchain und Künstliche Intelligenz

Das Thema „Künstliche Intelligenz“ (KI) beschäftigt sich mit IT-Systemen, die in der Lage sind, relativ eigenständig Probleme zu lösen ohne einen fix vorgegebenen Lösungsweg (in der Form von konventionellen Algorithmen). Dabei soll menschliche Intelligenz in gewisser Weise nachgeahmt werden, z. B. in der Form von maschinellem Lernen.

Künstliche Intelligenz kann auch als ein Bereich definiert werden, der Informatik und verlässliche Datensätze verbindet, um Problemlösungen zu ermöglichen (IBM 2022d). Blockchain und KI können kombiniert werden, um die Effizienz von Prozessen zu steigern, u. a. auch in Supply-Chain-Anwendungen (IBM 2022a).

Integration der Blockchain mit KI in Lieferketten

KI-Algorithmen können einerseits auf Daten operieren, die über die Blockchain in dezentraler und transparenter Weise verfügbar sind. Andererseits ermöglicht Blockchain-Technologie auch die Koordination dezentraler KI-Komponenten.

Mittels KI können große Datenmengen automatisiert im Hinblick auf gewisse Muster analysiert werden (GeeksforGeeks 2021). KI kann etwa dazu verwendet werden, Inkonsistenzen bei Datensätzen aufzuspüren und zu analysieren, was letztendlich zu verbesserter Entscheidungsfindung in Lieferkettenprozessen führt. In Verbindung mit der Blockchain kann Künstliche Intelligenz zur Koordinierung und Unterstützung der Prozessplanung innerhalb der Lieferkette angewandt werden (McFarland 2020).

Das Unternehmen Bext360 hat beispielsweise KI-Systeme und Blockchain-Technologie integriert, um die Effizienz und Transparenz der Lieferkette in der Mineralien-, Holz-, Kaffee- und Fischindustrie zu verbessern. Das Unternehmen hat eine KI entwickelt, die Ressourcen und

Ernten analysiert und künftige Verfügbarkeit und Anbaumuster vorhersagt. Die eingesetzte Blockchain verfolgt die Produktion aller Waren in allen Phasen vom Wachstum bis zum fertigen und ausgelieferten Produkt. KI-Komponenten analysieren die Qualität von Kaffeebohnen mit Hilfe von Sensorik anhand der Reife und Größe der Früchte. Die Daten werden in die Blockchain des Unternehmens gestellt, wo Käufer Gebote für die entsprechenden Waren abgeben können. (McFarland 2020)

Durch die Verbindung von Blockchain mit KI-Technologien ergeben sich mehrere Vorteile (IBM 2022a):

- **Authentizität:** Durch den Einsatz einer Blockchain wird die Herkunft der Daten, die die KI verwendet, abgesichert. Dies steigert das Vertrauen in die Datenintegrität und damit auch in die Empfehlungen der KI.
- **Datenqualität:** Durch den Zugriff auf große Datenmengen innerhalb und außerhalb des Unternehmens hilft die Blockchain der KI bei der Skalierung, um mehr verwertbare Erkenntnisse zu gewinnen, die Datennutzung und die gemeinsame Nutzung von Modellen zu verwalten und eine vertrauenswürdige und transparente Datenwirtschaft zu schaffen.
- **Automatisierung:** Durch die Kombination von KI und Blockchain kann ein Mehrwert für Geschäftsprozesse, die sich über mehrere Parteien erstrecken, geschaffen werden und damit Effizienzsteigerungen erzielt werden. KI-Modelle, die in Smart Contracts auf einer Blockchain eingebettet sind, können beispielsweise empfehlen, abgelaufene Produkte zurückzurufen, Transaktionen – wie Nachbestellungen, Zahlungen oder Lageraufkäufe – auf der Grundlage festgelegter Schwellenwerte bzw. Ereignisse durchzuführen oder die nachhaltigste Versandmethode auszuwählen.

Im Hinblick auf Anwendungen im Bereich der Lieferkettenverantwortung sind etwa KI-Modelle denkbar, die verdächtige Vorgänge bzw. Auffälligkeiten identifizieren können, die z. B. auf Verletzungen von Rechten der ArbeitnehmerInnen hindeuten können.

4.2 Bestehende Projekte

Rund dreizehn Jahre nach der ersten Bitcoin-Transaktion haben sich mittlerweile auch in Lieferkettensystemen Blockchain-basierte Anwendungen erfolgreich etabliert. Diese führen zu einer aktiven Steigerung der Transparenz und Effizienz sämtlicher Prozesse und letztendlich zu erhöhtem Vertrauen der EndkonsumentInnen.

Jedoch ist eine Klassifizierung, welche Projekte am wichtigsten und am zukunftsreichsten sind, problematisch, da die verfügbaren Daten nur sporadisch und unvollständig zugänglich gemacht werden. Daher kann oft nicht festgestellt werden, ob ein bestimmtes Projekt

tatsächlich vollkommen einsatzfähig ist oder ob nur Teile davon operativ sind. Ein Betaprojekt wird oftmals in den zugänglichen Daten so ungenau beschrieben, dass es unmöglich ist, dieses nach dem Fertigstellungsgrad zu klassifizieren. Aus diesem Grund ist ein fundiertes Ranking der wichtigsten Blockchain-Projekte in Lieferketten unmöglich (Vadgama und Tasca 2021).

Dennoch wird im Folgenden ein Überblick über einige relevante Projekte im Bereich der Lieferkettenverantwortung gegeben.

4.2.1 IBM Food Trust und Walmart

IBM Food Trust ermöglicht ein kollaboratives Netzwerk von sämtlichen TeilnehmerInnen einer Lieferkette im Lebensmittelbereich, das zum Ziel hat, ein nachhaltiges Ökosystem mit Hilfe der Blockchain-Technologie zu realisieren. Food Trust ist ein modulares Blockchain-Produkt, das für sämtliche Mitglieder entlang der Lieferkette maximale Flexibilität und Operationalität bieten soll (IBM 2022c). Abbildung 7 gibt einen Überblick über das entstandene Ökosystem.

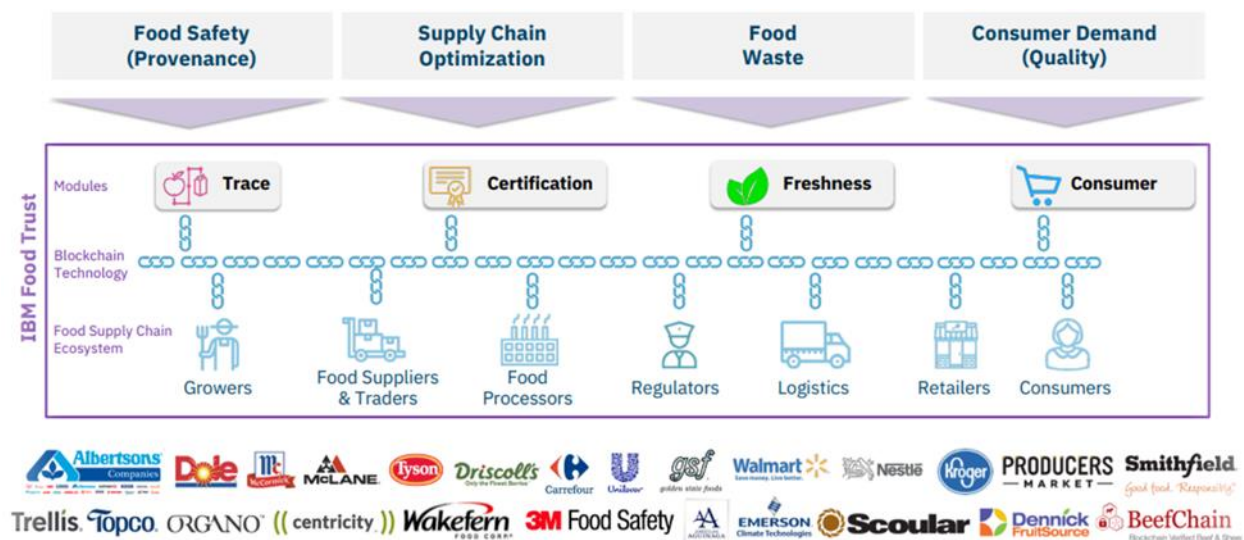


Abbildung 7: Integration der Blockchain-Technologie entlang der Nahrungsmittel-Lieferkette am Beispiel von IBM Food Trust (Patel & Ganne 2019)

IBM Food Trust hat seine Ursprünge in einer Kooperation von IBM mit der US-amerikanischen Supermarktkette Walmart (Linux Foundation 2022a). Ein motivierender Use Case war dabei u. a. die Rückverfolgbarkeit von Lebensmitteln wie Salat vom Supermarkt zum jeweiligen Erzeuger. Dies ist vor allem bei Kontamination mit gesundheitsgefährdeten Stoffen oder Erregern wie E. coli zeitkritisch.

Walmart testete eine Anwendung von Blockchain u. a. auch in der Schweinefleisch-Lieferkette, angefangen von der Herstellung in den USA bis zum Endverbraucher in China (CoinDesk 2016), (Kamath 2018). Ferner integrierte Walmart eine Blockchain-Anwendung, um die Mangoproduktion in den USA zu überwachen (Roberts 2017; Kamath 2018).

Die genannten Anwendungen verwenden alle die IBM Blockchain, die wiederum auf Hyperledger Fabric basiert.

4.2.2 Everledger

Everledger (Foreverhold Ltd. 2021b) ist eine auf Hyperledger Fabric basierende Blockchain-Plattform, die in zahlreichen Wirtschaftszweigen Anwendung findet. Das Hauptprodukt heißt „Everledger Platform“ und wird in Lieferketten unterschiedlicher Branchen verwendet, u. a. Mode, Kunst, Batterienherstellung und -vertrieb, Abbau seltener Erden, Diamanten, Luxuseinzelhandelsprodukte sowie Weine und Spirituosen.

Zunächst startete Everledger als eine Blockchain-Anwendung für die Lieferkette von Rohdiamanten von der Mine bis zum EndkundInnen. Erst später, im Jahr 2019, expandierte das Unternehmen in weitere Branchen.

Das Geschäftsmodell der Everledger-Plattform basiert auf mehreren Säulen. Dazu gehört die Abdeckung der notwendigen Informationsanforderungen mittels der Blockchain-Technologie, angefangen von der Entstehung der Nachfrage nach einem Produkt bis zur Nachhaltigkeit bei der Herstellung. Auch die Compliance, also die Einhaltung von angestrebten Standards und Normen, soll nachgewiesen werden können. Eine weitere Säule bildet die Informationssicherheit für KundInnen und HändlerInnen, die durch die systematische Erfassung sämtlicher Daten der Lieferkette auf der Blockchain gewährleistet werden soll.

Ein illustratives Anwendungsbeispiel der Everledger-Plattform ist die Integration in der Modeindustrie. Modemarken, die Everledger einsetzen, haben durch die Anwendung die Möglichkeit, ihre Lieferkettentransparenz zu erhöhen, sowie den KundInnen die Option anzubieten, mittels ihrer Smartphones den gesamte Hintergrund jedes einzelnen Kleidungsstücks auf der Blockchain aufzurufen (Ledger Insights 2019a; Everledger 2021; Foreverhold Ltd. 2021a).

4.2.3 Circularise

Das niederländische Unternehmen Circularise (2021) bietet ein auf der Ethereum-Blockchain basierendes Kreislaufsystem mit dem Fokus auf der Nachhaltigkeit „Seltener Erden“ an, welche vor allem in der Herstellung von elektronischen Geräten sowie Batterien unersetzlich sind. Die Blockchain-Lösungen von Circularise werden für die Nachverfolgung der Lieferketten unter anderem von Porsche, Borealis oder dem türkischen Stahlkonzern Arcelik eingesetzt. In Zusammenarbeit mit Circularise digitalisierte Porsche sämtliche Komponenten der eigenen Lieferkette, um die Nachverfolgbarkeit zu erhöhen sowie mehr Eingangsparameter beim Tracking des unternehmenseigenen CO₂-Footprints zu erreichen (Ledger Insights 2020b; European Commission 2022).

Ferner entwickelte Circularise ein System, das Virgin-Polyethylen-Granulat von der Herstellung bis zur fertigen Verpackung für Salat nachverfolgen kann. Bei dieser Blockchain-Lösung werden entlang der Lieferkette QR-Codes, RFID- und NFC-Tags, Chemical Tracers sowie Material-DNA verwendet, um alle Aspekte der Nachverfolgbarkeit sicherzustellen (Ledger Insights 2020a).

Der japanische Konzern Marubeni kooperiert ferner mit Circularise, um mittels Blockchain-Technologie Lieferketten im Bereich chemischer Produkte und Plastik abzudecken (Ledger Insights 2021).

4.2.4 DeBeers

Der Edelsteinkonzern DeBeers integrierte eine Blockchain-Anwendung für die Überwachung der eigenen Supply Chain um sicherzustellen, dass keine Blutdiamanten in die Lieferkette gelangen und somit unbemerkt mit Nicht-Blutdiamanten vermischt ihren Weg zu EndkundInnen finden (Henderson 2020; Ledger Insights 2019b).

Die „Tracr“ Plattform, die auf der Ethereum-Blockchain aufbaut, ermöglicht das Erfassen und Nachverfolgen von Diamanten entlang der Lieferkette. Die Plattform kombiniert eine Blockchain-Anwendung mit IoT-Konzepten. Dabei wird schon in der Diamantenmine beim Ausgraben von Rohdiamanten parallel zu jedem ausgegrabenen Diamanten eine digitale Repräsentation („digital asset“) auf der Blockchain erschaffen, welches dem physischen Diamanten entlang der Lieferkette folgt und alle im Prozess anfallenden Informationen speichert (The Beers Group 2022; BusinessToday.In 2018).

4.2.5 Initiativen der UNECE

Die UNECE ist in Kooperation mit UN/CEFACT stark in der Forschung zu Lieferkettenverantwortung für Kleidung und Schuhe involviert (UNECE 2022). An dem aktuell laufenden Projekt sind 60 PartnerInnen mit 250 ExpertInnen beteiligt, die sich über 20 Länder verteilen. Bis dato wurden in dem Projekt 18 Use Cases ausgearbeitet, in denen die Blockchain-Technologie zur Unterstützung der Nachverfolgbarkeit der Einhaltung von Nachhaltigkeitsstandards verwendet wird. Dokumente, welche dabei in die Blockchain gespielt werden, sind vor allem Transportdokumente, aber auch Rechnungen sowie Qualitäts- und Herkunftszertifikate. Das Ziel des Projekts ist die Etablierung von Policy-Empfehlungen und Implementierungs-Richtlinien. Das Projekt ist als Proof-of-Concept ausgelegt, der zeigen soll, wie Transparenz in der Lieferkette geschaffen werden kann, und welchen Beitrag die Blockchain-Technologie dabei leisten kann (Pisani 2022).

Das Projekt ist dabei in drei Abschnitte gegliedert: erstens die Systemdarstellung der betrachteten Lieferketten, zweitens die Erstellung einer Business-Analyse (im Bereich Kleidung und Schuhe) und drittens eine Analyse des Einsatzes der Blockchain. Im Rahmen der

Systemdarstellung wird eine Risikoanalyse durchgeführt, die alle Stufen der Lieferkette umfasst und dabei Menschenrechte sowie Umweltschutzaspekte nach Höhe des Risikos einer Verletzung beurteilt. Damit diese Risikoanalyse erstellt werden kann, bedarf es einer transparenten Aufstellung aller AkteurInnen, welche in der Lieferkette beteiligt sind. Diese AkteurInnen sind dann an einen gemeinsamen Tisch zu bringen, um den Use Case zu erstellen und sich darüber zu einigen, welche Dokumente es bedarf und welche Daten ausgetauscht werden müssen. Ein solches Netzwerk aufzubauen war eine der großen Herausforderungen des Projekts. Wenn es gelingt, ein Netzwerk aufzubauen, das auf gemeinsamer Kommunikation basiert, ist die Erfolgschance, dass sich die Teilnehmenden auf die Daten und Dokumente verlassen, hoch. Dieses Vertrauen in die Daten ist eine essenzielle Basis dafür, dass ein solches System funktionieren kann. Momentan wird im Projekt daran gearbeitet, dass die Dokumente und Daten automatisiert in die Blockchain geladen werden (Pisani 2022).

Technisch wird ein Ansatz auf Basis der Ethereum-Blockchain verfolgt, wobei u. a. auch DNA-Tracer zum Einsatz kommen.

Zu den von UNECE initiierten Blockchain-Pilotprojekten zählt u. a. ein Projekt in Italien, das die Marke „Made in Italy“ stärken sowie Fälschungen italienischer Modemarken bekämpfen soll. Ein zweites Projekt, das von der EU gefördert wird, beschäftigt sich mit der Baumwollproduktion in Ägypten (UNECE 2022).

Ägypten etabliert sich als Produktions-Hub für organische Baumwolle, um gegen Billigbaumwolle-Lieferanten aus Asien profitabel bleiben zu können. In dieser Hinsicht ist hohe Transparenz der Biobaumwolle-Lieferkette von außerordentlichem Interesse für die Hersteller. Baumwolle wird aktuell eher als ein No-Name-Rohstoff in der Bekleidungsindustrie gesehen. Gerade in diesem Aspekt bietet die Integration der Blockchain-Technologie in die Biobaumwolle-Lieferkette die Möglichkeit, einen Mehrwert für Hersteller zu schaffen. Dadurch kann den KonsumentInnen, die per QR-Code alle auf der Blockchain gespeicherten Daten ihrer Kleidungsstücke aufrufen können, auch die Herkunft der Rohstoffe ins Bewusstsein gerückt werden (UNECE 2022).

4.2.6 Weitere internationale Projekte und Plattformen

Neben den zuvor genannten Projekten und Plattformen existieren noch zahlreiche weitere Beispiele für den sinnvollen Einsatz von Blockchain-Technologie im Bereich der Lieferkettenverantwortung.

Die Rohöllieferkette des emiratischen Rohölherstellers **Abu Dhabi National Oil Company** (ADNOC) wird mittels einer Blockchain-Integration von Hyperledger Fabric überwacht und optimiert (World Oil 2018; IBM 2018). Das Blockchain-Projekt wurde gestartet, um die gruppeninterne Lieferkettentransparenz zu erhöhen (Flinders 2019).

Die globalen Metallhandelsgeschäfte des Schweizer Metallhandelsunternehmens Glencore hatten schon in den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts alle Merkmale einer weltweit umspannenden Lieferkette für industrielle Basisrohstoffe. Glencore verwendet – ebenso wie der Autohersteller Tesla – seit kurzem eine Metalllieferketten-Blockchain-Anwendung von **MineHub**, die in Zusammenarbeit mit IBM entwickelt wurde. Diese Anwendung begleitet den ganzen Metallhandelszyklus von der Bestellung, physischen Lieferung, Compliance bis zur Bezahlung (FN Media Group 2021).

Das emiratische Blockchain-Unternehmen **Verofax** bietet auf Hyperledger Fabric basierende Blockchain-Lösungen als „Traceability-as-a-Service“ an. Auch am Golf haben viele Investoren die Potenziale von nachhaltigen Lieferkettennachverfolgbarkeits-Anwendungen auf der Blockchain erkannt, was dazu geführt hat, dass Verofax beträchtliche Investitionen für die besagte Anwendung sichern konnte (Ledger Insights 2022; Verofax 2022).

CargoX ist ein slowenisches Blockchain-Unternehmen, das ein auf der Ethereum-Blockchain basierendes System für Handelsdokumentenmanagement (in Verbindung mit dem verteilten Dateisystem IPFS) anbietet. Dieses nennt sich „The CargoX Platform for Blockchain Document Transfer“ (CargoX 2022).

Ein weiteres Beispiel ist das US-amerikanische Unternehmen **Envisible**, das nachhaltige Meeresfrüchte u. a. durch die Anwendung von Blockchain-Technologie anbietet. Envisible ist eines von wenigen Supply-Chain-Projekten, das die Provenance-Blockchain von Mastercard anwendet (foodtank 2022; Ledger Insights 2019c; Mastercard 2019).

Weiters bietet das Unternehmen **Bext360** eine Blockchain-Anwendung an, die es ermöglichen soll, die gesamte Lieferkette vom Baumwolle-Lieferanten bis zu den KonsumentInnen zu dokumentieren (Bext 360 2020).

4.2.7 Projekte in Österreich

Die Blockchain Landscape Austria (s. Abbildung 8) bietet eine Übersicht zur heimischen Blockchain-Szene. Sie umfasst Unternehmen bzw. Organisationen in Österreich, die Blockchain-Technologie in ihre Prozesse integriert haben oder Blockchain-Anwendungen für Dritte entwickeln. Dabei ist u. a. ein Fokus auf Anwendungen im Finanzbereich erkennbar. Im Bereich Lieferketten besteht in Österreich noch Aufholpotenzial.

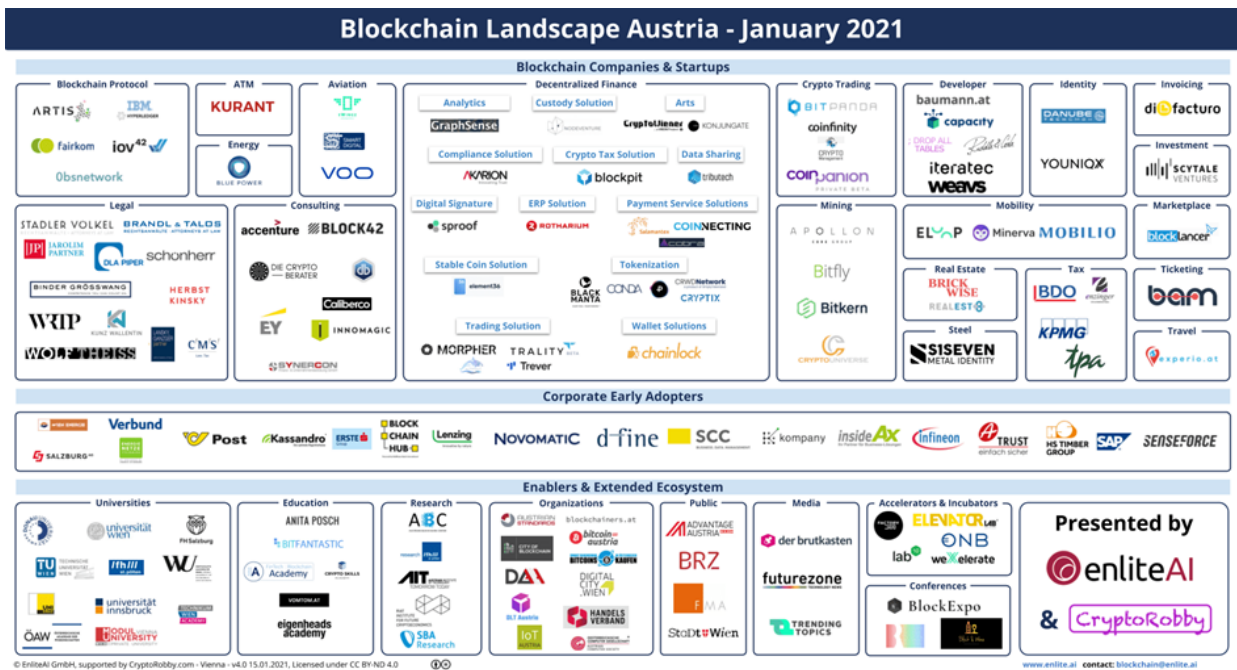


Abbildung 8: Blockchain Landscape Austria (Enlite 2021)

Ein relevantes österreichisches Beispiel der Integration von Blockchain-Technologie mit Lieferketten sind Anwendungen des Unternehmens **Riddle&Code** (Riddle&Code 2022), das sich selbst als „Blockchain Interface Company“ bezeichnet. Dieses Unternehmen hat in Kooperation mit der S1Seven GmbH aus Retz ein Blockchain-basiertes System entwickelt, das sich “Steel But Smart” nennt und die Nachverfolgbarkeit in der Stahlindustrie verbessern soll. Das System beinhaltet unter anderem ein Blockchain-basiertes Zertifikatsnotarisierungssystem. Ferner wird jeder Aspekt der Herstellung und der Lieferkette auf der Blockchain erfasst und gespeichert. (Riddle&Code 2022)

Neben diesem Projekt gibt es einige weitere nennenswerte Blockchain-Initiativen mit Österreich-Bezug. Das Wiener Softwareunternehmen Crypto Future GmbH hat eine Applikation entwickelt, mit der Nahrungsmittelhersteller Informationen zu ihren Produkten mittels Blockchain-Anwendung hochladen können, die dann von KonsumentInnen durchsucht werden kann. Das Projekt heißt RothariumFood.com. Die R-Food App ermöglicht es, sämtliche Produktdaten auf die Ethereum-Blockchain hochzuladen (Rotharium 2022).

In Rahmen der Kooperation "Token Economic Systems for Supply Chains" zwischen ABC Research GmbH, der WU Wien und der UNIDO, der Organisation der Vereinten Nationen für industrielle Entwicklung, wurden u. a. Blockchain-basierte Konzepte für die Unterstützung von Kaffeelieferketten in Peru diskutiert. Peru ist eines der bedeutendsten Kaffeeanbaugelände der Welt. Anbauer sind oftmals kleine Unternehmen, die aus vielen Gründen nicht direkt in die KonsumentInnenmärkte exportieren. Aus diesem Grund ist die Lieferkette von Anbau bis EndverbraucherIn sehr fragmentiert. Im Rahmen der Kooperation wird das Potenzial von Blockchain-basierten Lieferkettenplattformen diskutiert, deren Hauptziel die Verbindung

zwischen kleinen Anbauern und Kooperativen sowie Premiumbohnen-VerbraucherInnen ist. Solche Plattformen bieten zudem die Möglichkeit, andere Teilnehmende der Lieferkette wie beispielsweise Logistikunternehmen zu integrieren.

4.2.8 Einschätzungen zur Marktreife

Die „IBM Blockchain“, die auf Hyperledger Fabric basiert und u. a. bei IBM Food Trust zum Einsatz kommt, bietet eine umfangreiche Palette an bereits fertigen und unmittelbar einsetzbaren Blockchainmodulen für Unternehmen (IBM 2022b). Auch andere Plattformen wie Everledger und VeChain stellen Blockchain-Systemlösungen dar, die helfen können, den Entwicklungsaufwand für Blockchain-basierte Systeme zur Lieferkettenverantwortung zu reduzieren.

Allerdings kann man hier nicht unbedingt von „Stangenlösungen“ sprechen, die problemlos in bestehende IT-Systeme der Unternehmen integriert werden können. Das liegt u. a. auch daran, dass die entsprechenden Plattformen erst seit wenigen Jahren am Markt verfügbar sind und sich entsprechende Industriestandards noch nicht durchsetzen konnten. Der Entwicklungsaufwand für die Integration von Blockchain-Technologie ist auch beim Einsatz bestehender Plattformen jedenfalls nicht zu unterschätzen.

4.3 Initiativen zur Standardisierung

Auf dem Gebiet der Blockchain-Integration von Lieferketten existieren aufgrund der Neuheit der Technologie noch keine verbindlichen internationalen Standards. Allerdings wurden in den letzten Jahren mehrere Projekte durchgeführt, die sich die Definition von Richtlinien und Policy-Empfehlungen zum Ziel gesetzt haben. Die daraus resultierenden Berichte können als Basis für zukünftige Blockchain-Projekte dienen.

Im bereits erwähnten UNECE-Projekt (s. Kapitel 4.2.5) werden in dieser Hinsicht mehrere Dokumente ausgearbeitet (UNECE 2022). Ein erster wichtiger Schritt des Projekts war es, den Fokus auf die Policy-Ebene zu legen, um zu eruieren, welche Policy-Maßnahmen in Zusammenhang mit Nachhaltigkeit in der Lieferkette wichtig sind (Definition von Standards, Verpflichtung vs. Freiwilligkeit, Unterstützung von Forschung im Bereich Multi-Stakeholder-Plattformen, Umweltfragen etc.) (Pisani 2022).

Relevante Richtlinien zur Integration der Blockchain-Technologie, vor allem aus der Perspektive der Wahrung von Menschenrechten, finden sich auch im Strategiepapier des amerikanischen „Center for Strategic & International Studies“ (Crumpler 2021). In diesem Bericht wird vor allem auf die Nachverfolgbarkeit von Lieferketten, Blockchain-basiertes Wählen, Digitale Identitäten und Katastermanagement eingegangen.

Konkret auf die Rolle von Blockchain-Technologien im Bereich der Lieferkettenverantwortung wird ferner in einem Bericht der OECD eingegangen (OECD 2019). Dabei werden die Vorteile von Blockchain-Anwendungen im Supply-Chain-Umfeld analysiert (u. a. Datentransparenz, Betrugsvermeidung und unternehmensübergreifende Automatisierung mittels Smart Contracts) und konkrete Beispielprojekte genannt. Zudem wird auf technische und nicht-technische Herausforderungen beim Einsatz von Blockchain-Technologie hingewiesen (u. a. in den Bereichen Governance, Interoperabilität und Datenschutz).



Abbildung 9: Module für die Integration von Blockchain-Technologie in Supply Chains (WEF 2020)

Das World Economic Forum verfasste im Jahr 2020 ein global anwendbares „Blockchain Deployment Toolkit“ mit einem Fokus auf Supply Chains (WEF 2020), welches auf den Erfahrungen von 80 Unternehmen, 40 Use Cases, 20 Regierungen sowie mehr als 50 Ländern basiert. Dieses Toolkit ist ein Leitfaden, der es Unternehmen ermöglicht, sich über Möglichkeiten und Integrationsaspekte der Blockchain-Technologie zu informieren. Der Bericht ist insbesondere als Schnittstelle zwischen Lieferketten und Blockchain-Technologie konzipiert und basiert auf dem letzten Stand der Technik. Abbildung 9 zeigt die darin behandelten Themenkomplexe.

Eine weitere relevante Studie stellt ein Bericht der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) dar (Vahouny et al. 2021). Darin wird beschrieben, wie durch den Einsatz moderner Technologien wie Impact-Tokenisierung, Distributed-Ledger-Technologie und innovativen Finanzmodellen Möglichkeiten zur Verbesserung der Transparenz, Verifizierung und Anreizausrichtung zwischen

unterschiedlichen Stakeholdern im Agrar- und Lebensmittelversorgungsbereich geschaffen werden können.

Im Hinblick auf Blockchain-Technologie sind vor allem Standardisierungsbemühungen der ISO/TC 307 relevant (International Organization for Standardization 2016). In dieser Arbeitsgruppe wurden bereits sieben Standards mit Bezug zu Blockchains bzw. DLTs ausgearbeitet, zehn weitere befinden sich in Arbeit. Die bis jetzt publizierten Standards wie z. B. ISO 22739 (International Organization for Standardization 2020) beschäftigen sich allerdings in erster Linie mit Begriffsdefinitionen bzw. der allgemeinen Funktionsweise von Blockchains und DLTs. Verbindliche Standards für Blockchain-basierte Anwendungen wie etwa für Supply Chains bzw. konkret im Bereich der Lieferkettenverantwortung fehlen allerdings noch. Dabei wären nicht nur Empfehlungen zur technischen Gestaltung der Blockchain-Komponenten (inkl. Smart Contracts) wichtig, sondern vor allem auch Vorgaben zu erforderlichen Prozessschritten sowie verwendeten Datenformaten.

5 Herausforderungen und Problemfelder

Bisher wurden in dieser Studie in erster Linie die Vorteile und möglichen Anwendungsfelder der Blockchain-Technologie im Bereich Supply Chain und insbesondere in Anwendungen mit Bezug zur Lieferkettenverantwortung beschrieben. Allerdings ist es nicht möglich, durch den Einsatz von Blockchains alle Probleme auf diesem Gebiet zu lösen.

Vorab ist es wichtig zu betonen, dass der Einsatz der Blockchain-Technologie nur im Rahmen einer **breiteren Strategie zur Lieferkettenverantwortung** sinnvoll ist. Bevor die Blockchain-Technologie in Prozesse integriert werden kann, sollte analysiert werden, ob und in welchem qualitativen sowie quantitativen Umfang die Integration Einfluss auf Menschenrechte haben könnte. Falls die Produkte oder Dienstleistungen des besagten Unternehmens auf die Menschenrechtslage Einfluss haben oder haben könnten, sollten zunächst unternehmensinterne Strukturen für die Identifizierung und Klassifizierung dieser Risiken eingeführt werden. Die Funktionalität dieser Strukturen sollten dann im weiteren Schritt von unternehmensexternen Auditoren überwacht werden. Ferner sollten für GeschäftspartnerInnen und KäuferInnen entlang der Lieferkette **Due-Diligence-Prozesse** eingeführt werden, um das Risiko der Verletzung der Menschenrechte zu minimieren. Beim Einspeisen von Daten in die Blockchain sollte sichergestellt werden, dass das Bedienungspersonal der Eingabegeräte in angemessenem Umfang geschult wurde. Die Integration der Blockchain-Technologie in Lieferketten sollte transparent erfolgen, wobei TeilnehmerInnen motiviert werden sollten, das gleiche System zu verwenden, um Kompatibilität zu gewährleisten. (Crumpler 2021)

Im Rahmen der wissenschaftlichen Analyse konnten im Rahmen der Studie sechs wesentliche Problemfelder identifiziert werden. Auf diese offene technische bzw. organisatorische Herausforderungen wird in weiterer Folge näher eingegangen, wobei gegebenenfalls auf zusätzliche Informationen in der jeweiligen Fachliteratur verwiesen wird.

5.1 Datenqualität und Schnittstelle zur physischen Welt

Durch den Einsatz der Blockchain können Informationen, die aus Sicht der Lieferkettenverantwortung relevant sind (etwa zur Herkunft von Rohstoffen oder zu Arbeitsbedingungen), transparent und fälschungssicher hinterlegt werden. Die Vorteile eines solchen Systems kommen allerdings erst nach dem Schreiben der Daten auf die Blockchain zur Geltung. Die **Schnittstelle zwischen Blockchain und physischer Welt** bleibt dagegen anfällig für Missbrauch, weil Daten erst nach dem Eintrag in die Blockchain vor Manipulationen geschützt sind. Wenn Unternehmen ungenaue, unvollständige oder gar gefälschte Daten (z. B. zu den

Arbeitszeiten der MitarbeiterInnen) in das System eingeben, kann das die Blockchain-Technologie nicht verhindern („garbage in, garbage out“). Stattdessen müssen zusätzliche technische bzw. administrative Prozesse definiert werden, die für die Sicherstellung einer ausreichenden Datenqualität sorgen. Noch wichtiger als die Entwicklung geeigneter Blockchain-Plattformen ist in diesem Kontext der Aufbau von Institutionen und Werkzeugen für die Sammlung und Verifikation von Informationen zu Arbeitsbedingungen (Crumpler 2021). Das Problem ist dabei nicht spezifisch für Blockchain-Technologien, sondern für alle IT-Plattformen, die sich dieser Thematik widmen.

Crumpler (2021) nennt drei Möglichkeiten, wie die Datenqualität in Bezug auf die Menschenrechtssituation in einem Unternehmen gesteigert werden kann:

- **Speicherung von externen Audits und Zertifikaten:** Vertrauenswürdige Organisationen könnten die Situation direkt vor Ort überprüfen und dabei die Erfüllung der relevanten Kriterien in der Blockchain bestätigen. Bereits bestehende Auditprozesse können dadurch in das System integriert und deren Ergebnisse mit PartnerInnen entlang der Lieferkette geteilt werden.
- **Anonyme Berichte durch ArbeiterInnen in der Blockchain:** ArbeiterInnen eines Unternehmens könnten Informationen zu Arbeitsbedingungen mit geeigneten Tools selbst in der Blockchain speichern. Dadurch soll eine unabhängige Auswertung der Situation im Unternehmen ermöglicht werden.
- **Speicherung von automatisch generierten Prozessdaten in der Blockchain:** Auf Basis operativer Daten eines Unternehmens, die in Echtzeit in der Blockchain gespeichert werden, kann mittels geeigneter manueller und/oder automatischer Analysen festgestellt werden, ob das Unternehmen die erforderlichen Kriterien erfüllt. Als Beispiele werden hier Bewegungsdaten von Schiffen, Zahlungen an ArbeiterInnen und Interaktionen mit Behörden genannt.

Dabei ist allerdings zu beachten, dass Unternehmen Druck auf ArbeiterInnen ausüben könnten und diese daher aus Furcht vor Repressionen möglicherweise nicht wahrheitsgemäß Informationen zu Arbeitsbedingungen berichten. Auch operativen Daten, die vom Unternehmen selbst stammen und nicht von einer unabhängigen Quelle bestätigt wurden, kann nur unter Vorbehalt vertraut werden. Es existieren allerdings verschiedene Möglichkeiten, das Vertrauen von Partnerunternehmen und KonsumentInnen in die Korrektheit der geteilten Daten zu erhöhen.

Zunächst kann ein Abgleich mehrerer, möglichst unabhängiger Datenquellen durchgeführt werden. Im einfachsten Fall können das mehrere ArbeiterInnen sein (idealerweise aus unterschiedlichen Unternehmen), die einen gemeinsamen Arbeitsschritt (z. B. eine Lieferung)

im System bestätigen. Zusätzlich ist ein automatisches Logging von Prozessdaten aus den IT-Systemen eines Unternehmens in der Blockchain zielführend. Auch weitere technische Maßnahmen wie an die Blockchain angebundene Sensoren (z. B. für Temperatur) und die physische Markierung von Gütern (z. B. mittels QR-Code, NFC-Tag oder DNA-Marker), deren Status mittels Scan automatisch in der Blockchain aktualisiert wird, können das Vertrauen in die Datenqualität erhöhen. Diese Techniken sind zwar im Allgemeinen nicht 100% fälschungssicher, sie erschweren Manipulationen aber dennoch erheblich im Vergleich zur manuellen Eingabe von Daten durch einzelne MitarbeiterInnen. Gerade durch Kombination mehrerer Maßnahmen – vor allem in Verbindung mit unabhängigen Audits und/oder KI-basierten Analysen – kann eine ausreichende Datenqualität erreicht werden.

Externe Audits, die in der Blockchain hinterlegt sind, können prinzipiell ebenfalls als vertrauenswürdig eingeschätzt werden, auch wenn diese nur periodisch durchgeführt werden können. Allerdings sind auch sie von der Qualität der verfügbaren Daten abhängig. Dies kann durch den Einsatz von Blockchain-Technologie zusätzlich verbessert werden. Nicht nur die Speicherung von Audits, sondern die Auditverfahren selbst könnten innoviert werden, indem ein Monitoring relevanter Daten über die Blockchain durch die Auditierenden permanent möglich ist und somit der Auditprozess an sich auch über die Blockchain abgewickelt werden kann, zumindest im Hinblick auf das Dokumentenaudit.

Die OECD (2019) schlägt zur Steigerung der Datenqualität ebenfalls eine Kombination von regelmäßigen Überprüfungen der manuellen Eingaben sowie eine Automatisierung mittels Sensorik vor. Weiters wird auf die Problematik informeller Akteure (ohne Vertrag) in den Lieferketten verwiesen, die bisher kaum in Prozesse zur Lieferkettenverantwortung einbezogen wurden.

5.2 Datenschutz

Transparenz in der Lieferkette bietet zwar zahlreiche Vorteile für Unternehmen, kann aber gegebenenfalls auch als nachteilig gesehen werden. Einige Produzenten könnten Vorbehalte haben, sensible betriebliche Informationen zu Preisen, Produktionskapazitäten, Lieferantenbeziehungen u. ä. zu teilen (Crumpler 2021). Erfahrungen aus der Praxis haben gezeigt, dass bestimmte Stakeholder innerhalb der Lieferkette Bedenken haben, ihre Daten und Dokumente offenzulegen, da sie Wettbewerbsnachteile gegenüber der Konkurrenz befürchten (Pisani 2022).

Zur Lösung dieses Problems gibt es mehrere Ansätze. Von technischer Seite besteht die Möglichkeit, **Zugriffsrechte** auf gewisse Daten durch Verwendung von Permissioned Blockchains selektiv freizugeben, sodass nur bestimmte GeschäftspartnerInnen bzw. Behörden

Zugriff darauf erlangen. Regulatorische Verpflichtungen zur Sorgfaltspflicht könnten dadurch erfüllt werden, auch wenn eine volle Transparenz der Lieferkette nicht mehr gegeben ist. Auch in einem solchen Szenario ist aufgrund der Bedenken einiger Stakeholder die Ausarbeitung eines klaren Regelwerks erforderlich, das vorgibt, wie mit Daten fremder Unternehmen innerhalb der Lieferkette umgegangen werden muss (Pisani 2022).

Ein verwandter Ansatz ist die Speicherung sensibler Daten außerhalb der Blockchain („**Off-Chain-Speicherung**“), z. B. in einer Cloud oder den internen IT-Systemen eines Unternehmens. Die entsprechenden Dokumente werden dabei durch Speicherung ihres Hashwerts in der Blockchain beglaubigt, sodass eine nachträgliche Manipulation des Dokuments nicht mehr möglich ist. Bei Bedarf kann das Unternehmen die entsprechenden Dokumente selektiv an andere Organisationen weiterleiten, die die Integrität des Dokuments wiederum über die Blockchain verifizieren können. Durch die fehlende Dezentralität besteht bei diesem Ansatz allerdings die Gefahr, dass die entsprechenden Daten (bewusst oder unbeabsichtigt) gelöscht werden und damit verloren gehen.

Eine Speicherung verschlüsselter Daten in einer Public Blockchain sowie die selektive Herausgabe des entsprechenden Schlüssels an ausgewählte PartnerInnen ist ebenfalls denkbar. In der Praxis ist dieser Ansatz allerdings nicht zu empfehlen, da die Lebensdauer kryptographischer Verfahren aufgrund der kontinuierlichen technischen Weiterentwicklung beschränkt ist und somit nicht ausgeschlossen werden kann, dass solche Daten in Zukunft (etwa in wenigen Jahrzehnten) durch Dritte entschlüsselt werden können.

Auch nicht-technische Herangehensweisen an dieses Problem müssen betrachtet werden. Hier ist es vor allem von großer Bedeutung, einen Perspektivenwechsel bei Unternehmen zu schaffen, der **Transparenz als Wettbewerbsvorteil** betrachtet (Pisani 2022). Das Projekt der UNECE hat gezeigt, dass viel Überzeugungsarbeit bei den unterschiedlichen Teilnehmenden innerhalb der Lieferkette notwendig ist, damit eine Beteiligung als vorteilhaft angesehen wird. Ein wesentliches Argument dafür wäre, dass Transparenz bzgl. der Lieferkettenverantwortung zunehmend auch von KonsumentInnen gefordert wird. Wird zudem die Blockchain verwendet, können Daten und Dokumente manipulationssicher abgelegt und geteilt werden.

Ein weiteres Problem stellt der **Schutz personenbezogener Daten** dar. Hier sind u. a. die Vorgaben der DSGVO relevant. Aufgrund der fehlenden Möglichkeit zur Löschung von Transaktionen sollten persönliche Daten einzelner MitarbeiterInnen keinesfalls direkt in der Blockchain gespeichert werden. Eine Speicherung anonymisierter bzw. aggregierter Daten (z. B. mit Berichten zu Arbeitsbedingungen) ist zwar prinzipiell denkbar, aber auch hier muss darauf geachtet werden, dass keine Identifikation einzelner Personen durch Korrelation mehrerer Datensätze (etwa aufgrund von Zeitpunkt und Ort einer Eingabe) möglich ist.

Crumpler (2021) beschreibt, dass ArbeiterInnen möglicherweise Vergeltungsmaßnahmen durch ihre Arbeitgeber befürchten müssen, falls bestimmte Blockchain-Einträge auf sie zurückgeführt werden können. Dies stellt allerdings nicht unbedingt ein Blockchain-spezifisches Problem dar, sondern hängt mit der generellen Frage zusammen, welche Daten innerhalb eines Unternehmens gesammelt werden. Die Einhaltung der Sorgfaltspflicht in der Lieferkette sollte nicht auf Kosten einer unberechtigten Überwachung von MitarbeiterInnen geschehen. Dies ist bei der Auswahl der Daten, die in der Blockchain gespeichert werden, jedenfalls zu beachten.

5.3 Koordination und Governance

Die Implementierung einer gemeinsamen technischen Lösung innerhalb einer Lieferkette erfordert auch ein koordiniertes Vorgehen aller beteiligten Unternehmen bzw. Behörden. Der Erfolg solcher Systeme hängt von der Zustimmung aller AkteurInnen der gesamten Lieferkette ab, da ansonsten kritische Informationen fehlen könnten (Crumpler 2021). Dabei sind die unterschiedlichen Fähigkeiten und Interessen der involvierten Stakeholder zu beachten.

Eine potenzielle Lösung muss für alle Beteiligten (auch kleine Lieferanten) Vorteile bringen. Das bedeutet auch, dass Großunternehmen nicht einfach ein bestimmtes System vorgeben können sollen, an das sich alle Zulieferer halten müssen. Stattdessen soll eine Lösung im Rahmen eines kooperativen Prozesses entstehen. Dabei müssen u. a. die eingesetzten Technologien, Prozesse, Eingabemethoden und Datenformate festgelegt werden. Die **Einbeziehung neutraler Organisationen** (z. B. Universitäten) kann dabei helfen, für faire Entscheidungen im Konsortium zu sorgen (Pisani 2022).

In einem Konsortium müssen für eine erfolgreiche Kooperation im Bereich der Lieferkettenverantwortung neben technischen Themen auch administrative und rechtliche Fragen geklärt werden. Der dadurch entstehende Zeit- und Personalaufwand sollte dabei nicht vernachlässigt werden. Der gemeinsame Betrieb eines Blockchain-Netzwerks und die damit verbundenen **Governance-Aufgaben** kann das Konsortium vor zusätzliche organisatorische Herausforderungen stellen. Das Blockchain Deployment Toolkit des Weltwirtschaftsforums (WEF 2020) liefert einen umfassenden Überblick zu den damit verbundenen Herausforderungen und Lösungsansätzen.

Zur Senkung des Organisationsaufwands kann auch auf bereits bestehende Blockchain-Netzwerke (wie z. B. die Austrian Private Sector Blockchain) und/oder kommerzielle Lösungen (wie z. B. IBM Food Trust) zurückgegriffen werden.

5.4 Interoperabilität und Standardisierung

Aktuell existieren zwar viele Blockchain-Projekten im Bereich der Lieferkettenverantwortung, aber kaum Bestrebungen zur Interoperabilität der Lösungen. Entweder es werden proprietäre Lösungen großer Anbieter wie IBM eingesetzt, oder es wird im Rahmen eines Pilotprojekts mit hohem Aufwand ein eigenes System entwickelt.

Die Nutzung abgeschotteter Systeme für Lieferkettenverantwortung reduziert die potenziellen Vorteile allerdings erheblich (Crumpler 2021). Datenformate und Software-Werkzeuge wären jeweils nur für ein kleines Marktsegment relevant. Unternehmen müssten möglicherweise parallel mehrere Systeme unterstützen, wenn sie unterschiedliche KundInnen beliefern.

Laut Kramer et al. (2021) ist der Bereich des Einsatzes der Blockchain-Technologie und damit einhergehender Auswirkungen auf Nachhaltigkeitsaspekte noch nicht ausreichend erforscht. Dies wird auch von Pisani (2022) betont, der zufolge politische Initiativen dazu beitragen können, dass Blockchain-basierte Lösungen von Unternehmen zur Unterstützung der Erfüllung der Nachweisanforderungen aus der Sorgfaltspflicht umgesetzt werden. Die Blockchain-Technologie sollte laut Pisani (2022) in Industriestandards, aber auch in **Innovationsprogrammen** bei der Vergabe von Studien und Forschungsprojekten berücksichtigt werden. Auch die Ausarbeitung entsprechender Policy-Initiativen oder die Bereitstellung von Richtlinien für Blockchain-Projekte durch Behörden bzw. NGOs wäre hilfreich.

Aus heutiger Sicht lässt sich nicht eindeutig vorhersagen, welche Blockchain-Technologie am besten für die Digitalisierung von Lieferketten geeignet ist. Daher ist es umso entscheidender, **technische Standards auf globaler Ebene** zu definieren, die die Interoperabilität unterschiedlicher Lösungen auf Blockchain-Basis ermöglicht. Dies würde die Entwicklung von standardkonformen Benutzerschnittstellen, Softwaremodulen, Smart Contracts etc. durch unterschiedliche kommerzielle Anbieter sowie Open-Source-Communities fördern und damit für ein gesundes Software-Ökosystem sorgen.

5.5 Aufwand und Kosten

Ein wesentliches Hindernis für den Einsatz von Blockchain-Technologien in Unternehmen sind der Aufwand und die Kosten, die damit in Verbindung gebracht werden. Dabei sind neben dem zuvor erwähnten **Governance-Overhead** u. a. **Kosten für Entwicklung und Hardware** (Sensoren, Server, NFC-Tags etc.) relevant. Die Kosten hängen dabei allerdings nicht nur vom Einsatz der Blockchain-Technologie ab, sondern in erster Linie von der Digitalisierung von Prozessen. Im Gegenteil sind durch den Einsatz von Blockchain-Technologien **langfristig Kosteneinsparungen** bei der Erfüllung der relevanten Sorgfaltspflichten zu erwarten (Crumpler 2021).

Zusatzkosten für die Blockchain-Integration sind evtl. beim Einsatz externer BeraterInnen erforderlich, falls entsprechend qualifizierte Arbeitskräfte nicht im eigenen Unternehmen vorhanden sind. Allerdings sind auch Synergien durch die gemeinsame Entwicklung einer Lösung in einem Konsortium zu erwarten, wobei größere Unternehmen voraussichtlich den Hauptaufwand der Entwicklung zu tragen haben. Der Entwicklungsaufwand kann jedoch deutlich reduziert werden, wenn man statt auf eine Neuentwicklung auf bestehende Plattform-Lösungen setzt.

Spezifisch für Blockchain-Lösungen sind die laufenden Kosten für den Betrieb des Blockchain-Netzwerks. Der Betrieb eines Knotens in einer Konsortialblockchain sollte dabei aber in der Regel nicht wesentlich mehr Kosten verursachen als andere Server des Unternehmens. Hohe Stromkosten bzw. Transaktionsgebühren, wie sie in Public Blockchains teilweise vorkommen, fallen bei solchen Lösungen nicht an.

Vor allem für KMUs, die indirekt vom Lieferkettengesetz betroffen sind (als Zulieferer großer Unternehmen), kann der Kostenfaktor von hoher Relevanz sein, weswegen hier eine finanzielle Unterstützung sinnvoll erscheint (Pisani 2022). Allgemein sollten **Anreizmechanismen** für Unternehmen, die sich einem Blockchain-basierten System anschließen, etabliert werden (Pisani 2022).

Ein weiteres mögliches Problem stellt der sogenannte „**Digital Divide**“ dar: Dies bezeichnet die Gefahr, dass nicht alle TeilnehmerInnen der Lieferkette den gleichen Zugang zu Technologien haben (vor allem in Entwicklungsländern bzw. bei Kleinunternehmen). Dadurch könnten Nachteile entstehen, die in weiterer Folge zu mangelnder Integration der Blockchain-Technologie in der Supply Chain führen (UNECE 2022). Es ist jedoch durchaus technologisch und wirtschaftlich machbar, eine verstärkte Integration der Blockchain-Technologie in der Lieferkettennachverfolgbarkeit und -transparenz herbeizuführen, ohne Gefahr zu laufen, dass gewisse TeilnehmerInnen aufgrund ihrer wirtschaftlichen Verhältnisse bzw. technologischer Fähigkeiten ausgeschlossen werden könnten. Eine Integration in ein Blockchain-basiertes System ist jedenfalls mit relativ einfachen Mitteln (z. B. einer Smartphone-App) möglich und geeignete Endgeräte sind selbst in Entwicklungsländern bereits weit verbreitet.

5.6 Vertrauen in Technologie

Ein weiteres Problem sind teilweise lückenhafte und fehlerhafte Informationen der Unternehmen zu Blockchains und DLTs. **Fehlendes Wissen** über die vielfältigen Möglichkeiten der Blockchain-Technologie kann schon in den ersten Ansätzen und Überlegungen, ob diese in bestehende Prozesse integriert werden soll, zu falschen Annahmen und Einstellungen in den Unternehmen führen. Daher ist es von außerordentlicher Bedeutung, zunächst potenzielle

NutzerInnen dieser neuen Technologie über die verschiedenen Vorteile und Anwendungsgebiete aufzuklären.

Der zweite Problembereich ist zwar kein Zweifeln an der Technologie per se, jedoch an dem Umfang der bereits stattgefundenen „Mainstream-Adoption“, wobei sich aus den Aussagen der relevanten AkteurInnen schließen lässt, dass diese prinzipiell zwar die Integration der Blockchain-Technologie in ihre Prozesse begrüßen und befürworten, dennoch aber noch abwarten möchten und sich mit der Technologie nur im Rahmen von Pilotprojekten ohne großflächige Integration auseinandersetzen wollen.

Oftmals fehlen dem Management auch direkten Anreize, sei es von regulatorischer oder wirtschaftlicher Seite, um eine Integration der Blockchain-Technologie voranzutreiben. Eine von PwC durchgeführte Studie ergab, dass 45% der befragten Industrieunternehmen glauben, dass ein relativ großes **Vertrauensdefizit gegenüber der Blockchain-Technologie** das größte Hindernis der Mainstream-Adoption darstellt, was zu verlangsamten Integrationsprozessen in den jeweiligen Unternehmen führt (PwC 2019).

Aus Sicht der AnwenderInnen, also MitarbeiterInnen, welche Daten oder Dokumente in die Blockchain spielen müssen, könnten ebenso Vorbehalte aufgrund der technischen Anforderungen bestehen.

Ein weiteres Problem ist der zweifelhafte Ruf, den Kryptowährungen wie Bitcoin in der Öffentlichkeit genießen. Diese werde oft mit riskanten Spekulationen und einem hohen, umweltschädlichen Energieverbrauch in Verbindung gebracht. Hier ist weitere Aufklärungsarbeit zu leisten, um den Unterschied zwischen solchen Kryptowährungen und dem Einsatz von Blockchain-Technologie zur Sicherstellung der Lieferkettenverantwortung klarzustellen.

6 Unternehmensbefragung

Um ein Stimmungsbild aus Unternehmensperspektive hinsichtlich des Einsatzes der Blockchain-Technologie im Zusammenhang mit dem Nachweis der Einhaltung der Sorgfaltspflicht von Unternehmen zu erhalten, wurde im Rahmen der Studie eine Umfrage im Zeitraum von 08.03.2022 bis 08.04.2022 durchgeführt. Dabei wurde ein Fragebogen (s. Anhang) im Netzwerk der UnternehmenspartnerInnen (s. <https://www.abc-research.at/home/company-partners/>) der ABC Research GmbH verteilt (E-Mail an 77 Kontakte) sowie auf dem LinkedIn-Profil der Organisation veröffentlicht. Mit freundlicher Unterstützung der Industriellenvereinigung (IV) wurden zusätzlich ca. 35 weitere Kontakte aus relevanten Unternehmen per E-Mail kontaktiert. Neun Befragte haben den Fragebogen vollständig ausgefüllt. Durch die begrenzte Reichweite sind die Ergebnisse der Befragung statistisch nicht signifikant, geben aber die Möglichkeit, ein erstes Stimmungsbild einzufangen.

6.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Mehrheitlich wurde von den Teilnehmenden angeführt, vom **Gesetzesentwurf direkt bzw. indirekt** (durch Vorgaben von Geschäftspartnern und Kunden) **stark betroffen zu sein**. Überwiegend führten Unternehmen an, **Maßnahmen zur verbesserten Wahrnehmung der Lieferkettenverantwortung** zu planen, wobei dies sowohl von den neuen gesetzlichen Vorgaben aber auch unabhängig vom Gesetzesentwurf geplant sei.

Als **Herausforderungen** im Zusammenhang mit der Erfüllung der Anforderungen der Lieferkettenverantwortung wurden vor allem Aspekte wie die ganzheitliche Betrachtung, also das Miteinbeziehen sämtlicher Akteure in der Supply Chain, genannt. Auch die Einheitlichkeit des Systems wurde als Herausforderung gesehen, ebenso wie die Datenqualität und der Zugang zu den relevanten Daten (Kooperation zwischen den Akteuren). Aus wirtschaftlicher Perspektive wurde auch die Kostenfrage aufgeworfen, die fehlende Möglichkeit der Kostenweitergabe und der generell als hoch eingestufte bürokratische Aufwand.

Kriterien, welche die **Auswahl der technologischen Lösung** beeinflussen, sind laut Umfrageteilnehmenden unter anderem die Einfachheit, also das schnelle Implementieren sowie die rasche Einarbeitung, Kosten (für Wartung), Kundenanforderungen im Allgemeinen und die Möglichkeit der Automatisierung. Einsatzbereiche sehen Teilnehmende vor allem in der **Nachverfolgbarkeit von Gütern**, dem **Nachweis von Herkunfts- und Qualitätszertifikaten**, aber auch bei **Auditingprozessen**. Als relevante Voraussetzungen für die Beteiligung von Unternehmen an Blockchain-basierten Systemen wurden von Teilnehmenden die Etablierung anerkannter **Industriestandards** und Richtlinien, der Einsatz finanzieller **Förderprogramme**

sowie der Druck durch wichtige Kunden genannt. Die Bereitschaft, Daten zu Herkunft und Qualität von Gütern innerhalb der Lieferkette zu teilen, ist laut Teilnehmenden mehrheitlich gegeben und die Beteiligung an Blockchain-Projekten im Bereich Supply Chain wurde von allen Befragten als **positiv oder eher positiv für das Image** Ihres Unternehmens gesehen. Das Stimmungsbarometer zeigt mehrheitlich, dass die **Blockchain-Technologie vorteilhaft im Zusammenhang mit den Anforderungen der unternehmerischen Sorgfaltspflicht** gesehen wird.

6.2 Ergebnisse im Detail

Unter den teilnehmenden Unternehmen waren vier Kleinst- und Klein-Unternehmen zwischen 3 und 22 MitarbeiterInnen, ein mittleres Unternehmen mit 65 MitarbeiterInnen, drei Unternehmen mit 1.000 bis 3.000 MitarbeiterInnen und drei Unternehmen mit 9.000 bis 12.500 MitarbeiterInnen. Genannte Branchen sind IT (3 Nennungen) und IT Consulting, Industrie und „Creative Industries“, „Ingredients“, Infrastruktur, Konsumgüter und Verpackung. Im Hinblick auf die Position innerhalb der Lieferkette wurde vorwiegend die Position des Produzenten genannt (7 Nennungen), gefolgt von der Lieferantenposition (4 Nennungen, davon eine im Bereich „Software-as-a-Service“), eine Nennung Kunde (Material, Werkzeuge) sowie Groß- und Einzelhandel, eine Nennung IT und einmal wurde die Position „Patent Developer“ genannt. Die Frage nach der Bilanzsumme wurde überwiegend mit über 100 Mio. Euro angeführt (6 Nennungen), einmal wurden über 40 Mio. Euro genannt, einmal unter 5 Mio. Euro und vier Mal unter 1 Mio. Euro. Beim Umsatz wurde von sieben Teilnehmenden angeführt, dass der Umsatz über 100 Mio. Euro beträgt, einmal waren unter 10 Mio. Euro und vier Mal unter 700.000 Euro angeführt.

Bei der Frage nach der Betroffenheit der Lieferkettenverantwortungsthematik von bestehenden gesetzlichen Verpflichtungen wurde zweimal angeführt, dass die Unternehmen von der Thematik betroffen seien, acht Mal, dass sie nicht betroffen seien und überwiegend (15 Mal) wurde hierzu keine Angabe gemacht. Vom Gesetzesentwurf direkt bzw. indirekt durch Vorgaben von GeschäftspartnerInnen und KundInnen stark betroffen zu sein, wurde sechsmal angeführt. Sieben Unternehmen gaben an, Maßnahmen zur verbesserten Wahrnehmung der Lieferkettenverantwortung zu planen, wobei dies viermal unabhängig von neuen gesetzlichen Vorgaben durch Unternehmen geplant sei und dreimal in Zusammenhang mit dem Gesetzesentwurf stehen soll. Die Einhaltung der Compliance-Richtlinien als solches sei Standard. Als Herausforderung wurde von einem teilnehmenden Unternehmen angeführt, dass vor allem die Frage nach dem ganz konkreten Background-Check schwierig sei (z.B. AML/Anti-Money-Laundering). Außerdem wurde angegeben, dass es generell einer immer wiederkehrenden Anpassung der Lieferantenverträge bedarf. Zudem wurde angeführt, dass es eine Kombination aus gesetzlichen Verpflichtungen und dem Marktdruck sei, der vor allem

durch den Handel Druck auf Lieferanten zur Einhaltung sozialer und ökologischer Standards ausübt.

Die Frage, ob Unternehmen derzeit in der Lage seien, die Anforderungen im Zusammenhang mit der Lieferkettenverantwortung zu erfüllen, wurde sehr unterschiedlich, also zu fast gleichen Teilen mit gut (3 Nennungen) bzw. sehr gut (1 Nennung) und eher weniger gut (4 Nennungen) beantwortet.

Technologische Lösungen, die laut Angaben der befragten Unternehmen bei der Umsetzung der Anforderungen unterstützen können, wären beispielsweise digitale Supply Chain Risk Management Tools, Cloud-basierte SaaS-Lösungen oder Geo-Tracking. Zweimal wurde angeführt, dass den Teilnehmenden keine technologischen Lösungen bekannt sei, die in diesem Bereich unterstützen könnten. Als Herausforderungen im Zusammenhang mit der Erfüllung der Anforderungen der Lieferkettenverantwortung wurden vor allem Aspekte wie die ganzheitliche Betrachtung, also das Miteinbeziehen sämtlicher AkteurInnen in der Supply Chain genannt. Auch die Einheitlichkeit des Systems wurde als Herausforderung gesehen, ebenso wie die Datenqualität und der Zugang zu den relevanten Daten (Kooperation zwischen den AkteurInnen). Als Vorschlag wurde von Teilnehmenden die Standardisierung genannt.

Aus wirtschaftlicher Perspektive wurde auch die Kostenfrage aufgeworfen, die fehlende Möglichkeit der Kostenweitergabe und der generell als hoch eingestufte bürokratische Aufwand. Kriterien, welche die Auswahl der technologischen Lösung beeinflussen, sind laut Umfrageteilnehmenden unter anderem die Einfachheit, also das schnelle Implementieren sowie die rasche Einarbeitung, Kosten (für Wartung), KundInnenanforderungen im Allgemeinen und die Möglichkeit der Automatisierung.

Sieben Unternehmen führten an, sich im Unternehmen bereits mit Blockchain-Technologie befasst zu haben, fünf davon im Supply-Chain-Bereich. Weitere Bereiche, in denen die Blockchain-Technologie in Unternehmen verwendet wurde, waren beispielsweise der Energiehandel und die elektronische Zeichnung. Zweimal wurde angegeben, dass die Blockchain-Technologie im Unternehmen noch kein Thema war. Für die Integration der Blockchain in das eigene Unternehmen gaben vier Unternehmen an, dass sie dies intern lösen könnten, während dreimal angegeben würde, ein beratendes Unternehmen engagieren zu wollen. Ob das Unternehmen bereits in Blockchain-Projekte im Supply-Chain-Bereich involviert sei, beantworteten zwei Teilnehmende mit „Nein“ und sechs Unternehmen mit „Ja“.

Die Erwägung des Einsatzes der Blockchain-Technologie im Bereich Supply Chain Traceability wurde viermal mit „eher ja“ und einmal mit „eher nein“ beantwortet.

Tabelle 1 zeigt, welche Einsatzmöglichkeiten von TeilnehmerInnen der Umfrage als vorstellbar oder nicht vorstellbar beurteilt wurden.

Einsatzbereiche der Blockchain-Technologie	Einsatz vorstellbar	Einsatz nicht vorstellbar
	JA	NEIN
Nachverfolgung von Gütern	8	1
Verrechnungs- und Auditingprozesse	5	4
Nachweis von Herkunfts- und Qualitätszertifikaten gegenüber KundInnen	7	2
Interaktionsmöglichkeit mit KonsumentInnen (vgl. Bonuspunkte-Programme)	1	8
Tokenisierung von Assets (Handelbarkeit über Blockchain)	5	4
Keine sinnvolle Anwendung	1	9
Sonstiges: folgende Nennungen		
• Intermediäre ausschalten	1	
• „Nudging“-Programme für bessere Recycling-Ziele	1	

Tabelle 1: Einsatzmöglichkeiten der Blockchain laut Unternehmensbefragung

Tabelle 2 zeigt, welche Voraussetzungen Unternehmen für die Beteiligung an Blockchain-basierten Systemen im Kontext der Einhaltung der Sorgfaltspflicht als wichtig empfinden.

Bewertung der Relevanz der folgenden Punkte als Voraussetzung für die Beteiligung des Unternehmens an einem Blockchain-basierten System für Lieferkettenverantwortung				
	Sehr wichtig	Eher wichtig	Eher unwichtig	Völlig unwichtig
Finanzielle Förderungen	1	5	3	0
Informationskampagnen zu Vorteilen der Technologie	2	2	3	2
Anerkannte Industriestandards und Richtlinien	6	2	0	1
Etablierte Produkte am Markt (keine Forschung mehr nötig)	2	3	3	0
Unterstützung bei der Bildung eines Konsortiums	3	3	1	0
Einbindung unabhängiger Stellen in das Konsortium (z.B. als Schiedsgericht)	3	3	1	0
Druck durch wichtige KundInnen	4	2	1	1

Tabelle 2: Voraussetzung für die Beteiligung eines Unternehmens an Blockchain-basierten Systemen

Als weitere wichtige Voraussetzungen wurden einheitliche Standards, eine sinnvolle Lieferkettenrichtlinie, gesetzliche Regelungen, beispielsweise im Energiehandel, oder Best-Case-Beispiele genannt. Durch Best-Case-Beispiele könnten Unternehmen eine Orientierung für die Umsetzung im eigenen Geschäftsfeld erhalten. Überwiegend wurde angeführt, dass die fälschungssichere Nachverfolgung von Gütern und Prozessen durch die Blockchain-Technologie vereinfacht oder stark verbessert wird. Es werden eher Kostenersparnisse erwartet, wobei auch zweimal angeführt wurde, dass es eher zu keiner Ersparnis durch den Einsatz der Blockchain-Technologie im Bereich der Supply-Chain-Anwendung zum Informations- und Datenaustausch kommen würde. Zur Verbesserung der Lieferkettenverantwortung selbst wurde dreimal angeführt, dass die Blockchain keinen und viermal angeführt, dass sie eher einen wertvollen Beitrag leisten kann. Fünfmal wurde angegeben, dass die dezentrale Supply-Chain-Lösung, die alle Unternehmen in einer Lieferkette gemeinsam verwalten, gegenüber einer zentralisierten Lösung eher vorteilhaft wäre. Zwei Teilnehmende führten an, dass dies nachteilig sein könnte. Dass die Rückverfolgbarkeit von Prozessen und Gütern durch die Blockchain stark erleichtert oder überhaupt erst ermöglicht wird, wurde sechsmal angegeben, während zwei Teilnehmende angaben, dass dies auch mit anderen Lösungen umsetzbar sei.

Bei der Frage nach dem Vertrauen zwischen Unternehmen innerhalb der Lieferkette wurde mehrheitlich angeführt (fünfmal), dass dieses durch die Blockchain stark gesteigert werden könnte. Zweimal wurde angegeben, dass auch vorhandene Prozesse und Technologien dieses Vertrauen fördern. Einmal wurde angegeben, dass der Einsatz der Blockchain das Vertrauen innerhalb der Lieferkette sogar reduzieren würde. Die Frage nach der Integration wurde überwiegend als eher oder sehr aufwändig beurteilt (sechsmal). Zweimal wurde angeführt, dass eine solche Lösung mit verhältnismäßigem Aufwand realisierbar sei. Fünfmal führten Teilnehmende an, dass die Bereitschaft, Daten zu Herkunft und Qualität von Gütern innerhalb der Lieferkette zu teilen, hoch oder sehr hoch sei. Drei Teilnehmende gaben an, dass diese Bereitschaft weniger gegeben sei. Eine Beteiligung an Blockchain-Projekten im Bereich Supply Chain wurde von allen Befragten als positiv oder eher positiv für das Image Ihres Unternehmens gesehen. Ein Punkt, der von einem Teilnehmenden noch eingebracht wurde, ist die Frage des Energiebedarfs, dessen Höhe kritisiert wurde. Hier bedarf es weiterer Information und Aufklärungsarbeit.

7 Fazit

Das Thema Lieferkettenverantwortung gewinnt – nicht nur wegen der geplanten Gesetzesänderungen zur Sorgfaltspflicht von Unternehmen in Lieferketten – zunehmend an Bedeutung. Unternehmen müssen effektive und effiziente Verfahren entwickeln, um die Nachvollziehbarkeit relevanter Aktionen entlang der Lieferkette zu verbessern und damit die Unbedenklichkeit der produzierten Güter nachweisen zu können.

Dabei spielt insbesondere die Digitalisierung von Prozessen eine wesentliche Rolle, um die Speicherung und Analyse von Daten in der Lieferkette zu ermöglichen. Blockchains und DLTs bieten aufgrund ihrer dezentralen Architektur sowie der zugrundeliegenden kryptographischen Verfahren die Möglichkeit, die entlang der Lieferkette anfallenden **Informationen transparent, nachvollziehbar und fälschungssicher zu dokumentieren**, wodurch sich ein Mehrwert gegenüber konventionellen Lösungen ergibt. Kombiniert mit weiteren modernen Technologien wie Sensorik, RFID oder KI-Algorithmen kann eine sehr gute **Basis für die Sicherstellung der Lieferkettenverantwortung** erreicht werden.

Der Nutzen der Blockchain-Technologie für Lieferkettenverantwortung, insbesondere im Bereich „Tracking & Tracing“ von Gütern bzw. Prozessschritten, wurde bereits durch eine Vielzahl praktischer Projekte mit Beteiligung internationaler Konzerne bzw. NGOs demonstriert. Teilweise existieren auch schon Plattform-Lösungen wie z. B. IBM Food Trust oder Everledger, die die Entwicklung entsprechender Systeme beschleunigen können.

Bei der Vorbereitung und Entwicklung entsprechender Blockchain-basierter Systeme müssen allerdings auch einige **organisatorische und technische Herausforderungen** berücksichtigt werden. Der entscheidende Faktor bei Systemen zur Lieferkettenverantwortung ist die Qualität der Input-Daten, die im System dokumentiert werden. Hier müssen entsprechende Prozesse definiert werden, um das Vertrauen in die gespeicherten Daten zu stärken. Hinsichtlich des Datenschutzes sollte genau festgelegt werden, welche Daten außerhalb eines Unternehmens geteilt werden dürfen. Weitere Herausforderungen entstehen durch den Governance-Overhead in einem Konsortium sowie dem initialen Aufwand für die Entwicklung einer vollständigen Lösung. Die noch fehlende Interoperabilität zwischen unterschiedlichen Anbietern sowie das teilweise noch nicht vorhandene Vertrauen einzelner Unternehmen in die Marktreife von Blockchains bzw. DLTs bilden ebenfalls mögliche Hindernisse.

Dennoch ist aus heutiger Sicht realistisch, dass sich Blockchain- bzw. DLT-basierte Lösungen im Bereich Supply Chain Management in naher Zukunft durchsetzen werden und damit auch einen wertvollen Beitrag zur Lieferkettenverantwortung leisten können.

7.1 Auswirkungen auf Österreich

Auf Basis der zuvor beschriebenen Eigenschaften von Blockchain-basierten Lösungen zur Lieferkettenverantwortung ergeben sich **Vorteile für unterschiedliche Stakeholder-Gruppen in Österreich:**

- Für **Unternehmen, die Teil einer Lieferkette sind**, ergeben sich langfristige Effizienzsteigerungen (vor allem im Vergleich zu manuellen Prozessen), da sie mehr Informationen über ihre Lieferkette erhalten. Das System kann dabei nicht nur dazu verwendet werden, um die Sorgfaltspflicht der jeweiligen Unternehmen zu demonstrieren. Auch andere Anwendungsfälle wie die Automatisierung der Interaktion zwischen Unternehmen oder die Analyse von Produktions- und Logistikprozessen auf Basis geteilter Daten können wesentliche Vorteile bringen. Ein rascher Umstieg auf innovative technologische Lösungen auf Blockchain-Basis kann daher einen Wettbewerbsvorteil für heimische Unternehmen bringen.
- Für **innovative IT-Unternehmen** ergeben sich Chancen zur Entwicklung geeigneter technischer Lösungen im Supply-Chain-Bereich. Dabei sind etwa maßgeschneiderte Produkte für bestimmte Branchen denkbar, die von international verfügbaren Plattformen noch nicht abgedeckt werden. Auch an der Schnittstelle zwischen Blockchain und IoT ergeben sich Chancen, die durchaus bereits von heimischen Startups (z. B. Riddle&Code) genutzt werden. Die Schaffung guter Rahmenbedingungen für den Standort scheint hier wesentlich. Durch die Entwicklung europäischer bzw. internationaler Standards für DLT-basierte Supply-Chain-Lösungen könnten heimische Unternehmen zusätzlich beflügelt werden, da damit die Kompatibilität mit größeren Anbietern wie IBM sichergestellt werden könnte und Lösungen daher eher Akzeptanz am Markt finden würden.
- Für den **öffentlichen Sektor** ermöglicht die Technologie eine automatisierte Überprüfbarkeit der Lieferkettenverantwortung in Unternehmen, sofern entsprechende Schnittstellen zu den Behörden vorhanden sind. Langfristig sind durch diese gemeinsame IT-Infrastruktur eine Vielzahl weiterer Anwendungen denkbar (etwa im Bereich Steuern bzw. Verzollung). Das Vorhandensein einer für Unternehmen sinnvollen IT-Lösung sollte auch die Akzeptanz für gesetzliche Vorgaben zur Sorgfaltspflicht erhöhen, sofern die Unternehmen beim Umstieg in geeigneter Form (etwa durch Förderungen) unterstützt werden.
- Für **KonsumentInnen** ergeben sich ebenfalls Vorteile, da sie Gewissheit über die Unbedenklichkeit der von ihnen gekauften Produkten hinsichtlich Menschenrechte bzw. Umweltfreundlichkeit gewinnen können. Dies kann z. B. über eine geeignete

Smartphone-App erfolgen, die auf die gespeicherten Blockchain-Daten zugreift. So lassen sich Herstellerangaben über die Herkunft der Produkte leichter verifizieren und entsprechende Kaufentscheidungen besser bilden.

Aufgrund des signifikanten Entwicklungsaufwands für entsprechende Digitalisierungsprojekte und der noch vorhandenen Unsicherheiten bzgl. der Marktreife Blockchain-basierter Lösungen sollten geeignete **Unterstützungsmaßnahmen** in Betracht gezogen werden.

7.2 Konkrete Policy-Empfehlungen

Aus der vorliegenden Studie lassen sich einige **Policy-Empfehlungen** ableiten, wie die Rahmenbedingungen für österreichische Unternehmen, einerseits als Verpflichtete in der Einhaltung der gesetzlichen Rahmenbedingungen, andererseits als Anbieter möglicher technologischer Lösungen, verbessert werden können. Die folgende Grafik zeigt eine Übersicht dazu.

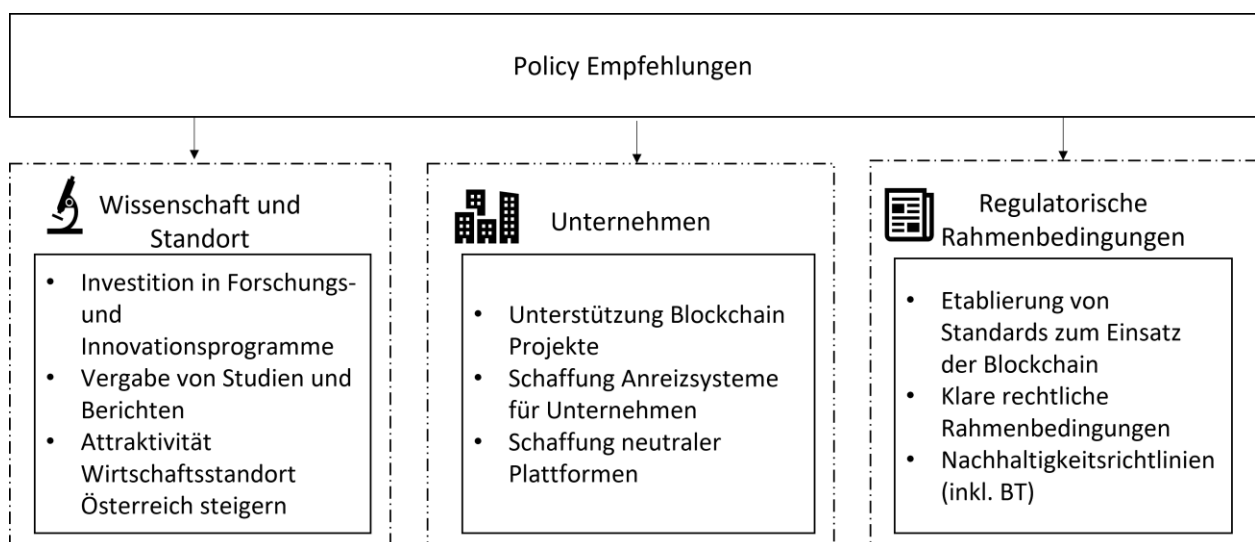


Abbildung 10: Übersicht Policy-Empfehlungen

Wissenschaft & Standort

Der Einsatz von Blockchain-Technologie im Allgemeinen und speziell im Bereich der Lieferkettenverantwortung ist in vielen Belangen noch zu wenig erforscht. Ausbildungs-, Forschungs- und Innovationsprogramme sollten daher verstärkt werden, um Projekte zur Ausarbeitung neuer Lösungen und Prozesse zu unterstützen. Damit kann auch das Know-how im Bereich der Blockchain-Technologie in den Unternehmen gestärkt werden.

P1: Die öffentliche Hand sollte Investitionen in entsprechende Forschungs- und Innovationsprogramme verstärken. Die Einrichtung bzw. Aufstockung themenspezifischer Förderprogramme für Forschungseinrichtungen bzw. Unternehmen, die an innovativen Lösungen zur Lieferkettenverantwortung forschen, ist empfehlenswert.

P2: Zur gezielten Stärkung des Know-hows im Bereich der Lieferkettenverantwortung sollten zusätzliche einschlägige Studien vergeben werden, die sich mit relevanten Teilaspekten der untersuchten Thematik beschäftigen (z. B. zu geeigneten Möglichkeiten zur Standardisierung von Supply-Chain-Lösungen oder den konkreten Kosten für Unternehmen).

P3: Die Attraktivität des Standorts Österreich für qualifizierte Fachkräfte aus dem In- und Ausland sollte weiter gesteigert werden. Dies soll die Verfügbarkeit von qualifiziertem Personal für die Durchführung von Blockchain-Projekten steigern. Der aktuelle Mangel an IT-Fachkräften und insbesondere Blockchain-Experten kann ansonsten dazu führen, dass entsprechende Innovationsprojekte nicht oder nur mit großer Verzögerung durchgeführt werden können.

Unternehmen

Derzeit fehlt in vielen Unternehmen das Know-how und auch die Risikobereitschaft, in moderne Technologien wie Blockchain zu investieren. Es sollten daher Fördermaßnahmen ergriffen werden, um Unternehmen frühzeitig zu motivieren, technologische Innovationen voranzutreiben. Eine Schwierigkeit besteht auch darin, die verschiedenen TeilnehmerInnen einer Lieferkette an einen Tisch zu bekommen. Hier könnten neutrale Plattformen helfen, bei denen neutrale PartnerInnen wie beispielsweise Universitäten oder andere Forschungseinrichtungen als „SchiedsrichterInnen“ unterstützend fungieren können.

P4: Die Unterstützung von Unternehmen bei der Durchführung von Blockchain-Projekten in diesem Bereich und die Schaffung entsprechender Anreizsysteme für Unternehmen, die sich als sogenannte „Early Mover“ frühzeitig an entsprechenden Konsortien beteiligen, sollte angestrebt werden. Insbesondere KMUs sollten beim Umstieg auf Blockchain-Technologie in geeigneter Form unterstützt werden (z. B. durch umfassende Beratung oder finanzielle Unterstützung).

P5: Die Schaffung neutraler Plattformen bzw. Konsortien zur Lieferkettenverantwortung sollte unterstützt werden (sowohl branchenspezifisch als auch branchenübergreifend). Dabei sollten möglichst unabhängige Stellen wie heimische Universitäten oder die WKO eingebunden werden. Auch eine Vernetzung mit ähnlichen Initiativen auf internationaler oder EU-Ebene wäre sinnvoll. Das Ziel solcher Plattformen sollte sein, einheitliche Policies und Richtlinien zu definieren, auf die neue Projekte aufbauen können, wodurch sich der Aufwand und das Risiko für entsprechende Neuentwicklungen deutlich reduzieren würde. Zusätzlich könnten solche Plattformen selbst geeignete technische Lösungen entwickeln sowie die Bildung entsprechender Konsortien koordinieren, die allen interessierten Unternehmen offenstehen sollten.

Regulatorische Rahmenbedingungen

Die Umsetzung von technischen Lösungen zur Verbesserung der Nachverfolgbarkeit innerhalb von Lieferketten benötigt naturgemäß die Koordination zwischen verschiedenen TeilnehmerInnen. Da sich Lieferketten auch über die Zeit ändern und neue Unternehmen dazukommen, unterstützen klare regulatorische Rahmenbedingungen und Standards diesen Prozess. Dadurch wird gewährleistet, dass die Zurverfügungstellung von Daten und Dokumenten möglichst effizient erfolgen kann.

P6: Standards sollten geschaffen werden, um die Interoperabilität verschiedener Software-Lösungen zwischen den Beteiligten einer Lieferkette zu gewährleisten. Dabei wäre eine Zusammenarbeit mit internationalen Standardisierungsstellen (zumindest auf EU-Ebene) empfehlenswert.

P7: Klare rechtliche und regulatorische Rahmenbedingungen für dezentrale Lösungen zur Lieferkettenverantwortung sollten geschaffen werden, um für Rechtssicherheit in den Unternehmen zu sorgen. Dabei soll klargestellt werden, welche technologischen Anforderungen für die Einhaltung der vorgegebenen Sorgfaltspflichten erforderlich sind. Auch offene Fragen zum Datenschutz beim Teilen von Daten in einem Konsortium sollten geklärt werden. Anhand dieser regulatorischen Basis können anschließend entsprechend konforme technische Lösungen entwickelt und am Markt verfügbar gemacht werden.

P8: Entsprechenden Nachhaltigkeitsrichtlinien (etwa auf Basis bestehender Normen) sollten etabliert werden, in denen auch der Einsatz der Blockchain-Technologie thematisiert wird. Dabei sollen die Besonderheiten der Technologie (z. B. Dezentralität) berücksichtigt und geeignete Prozesse zur Sicherstellung der Lieferkettenverantwortung in Unternehmen bzw. Konsortien vorgeschlagen werden. Dies kann als zusätzlicher Leitfaden für Unternehmen dienen, die einen Umstieg auf eine entsprechende Blockchain-basierte Lösung planen.

Literaturverzeichnis

101 Blockchains (2021): Intro To Supply Chain With Corda. Online verfügbar unter <https://101blockchains.com/corda-supply-chain/>, zuletzt aktualisiert am 03.06.2021.

101 Blockchains (2022): Hyperledger History: Everything You Need To Know. Online verfügbar unter <https://101blockchains.com/hyperledger-history/>.

AccountAbility (2021): Normen. Online verfügbar unter <https://www.accountability.org/standards/>, zuletzt aktualisiert am 29.12.2021.

Avalanche (2022): Blazingly Fast. Low Cost, & EcoFriendly. Online verfügbar unter <https://www.avax.network/>.

BCI (2022): Blockchain Initiative Austria. Online verfügbar unter <https://bc-init.at/>.

Bext 360 (2020): Tracing organic cotton from farm to consumer. Key findings on blockchain traceability and marker solutions. Online verfügbar unter <https://www.bext360.com/wp-content/uploads/2020/01/Bext360-Cotton-Trace-Pilot-Final-2020.pdf>.

Bloomberg (2021): New Blockchain Tech Promises to Ease Ethereum's Growing Pains. So-called Layer 2 projects aid in cheaper, faster transactions. Online verfügbar unter <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-12-03/how-new-blockchain-tech-aims-to-ease-ethereum-s-growing-pains>, zuletzt aktualisiert am 03.12.2021, zuletzt geprüft am 09.02.2022.

Boersma, M.; Nolan, J. (2020): Can Blockchain Help Resolve Modern slavery in Supply Chains? Hg. v. AIB Insights. Online verfügbar unter <https://opus.lib.uts.edu.au/bitstream/10453/141878/2/13542-can-blockchain-help-resolve-modern-slavery-in-supply-chains.pdf>.

BusinessToday.In (2018): De Beers to launch first diamond blockchain; here's how it will work. Hg. v. Manoj Sharma. Online verfügbar unter <https://www.businesstoday.in/latest/corporate/story/de-beers-blockchain-based-tracr-to-integrate-all-diamond-businesses-on-one-platform-109660-2018-08-03>, zuletzt aktualisiert am 03.08.2018.

Buterin, V. (2013): Ethereum Whitepaper. Online verfügbar unter <https://ethereum.org/en/whitepaper/>.

Calvão, F.; Archer, M. (2021): Digital extraction: Blockchain traceability in mineral supply chains. In: *Political Geography* 87, S. 102381. DOI: 10.1016/j.polgeo.2021.102381.

Cardano (2021): Cardano reveals its first supply chain solution in association with Scantrust, Online verfügbar unter <https://forum.cardano.org/t/cardano-reveals-its-first-supply-chain-solution-in-association-with-scantrust/56519>, zuletzt aktualisiert am 06.04.2021.

Cardano (2022): Making The World Work Better For All. Online verfügbar unter <https://cardano.org/>.

CargoX (2022): Building Digital Trust with Blockchain Document Transfer. Online verfügbar unter <https://cargox.io/>.

Circularise (2021): Trace your materials from source to product. Online verfügbar unter <https://www.circularise.com/>.

Coin Bureau (2021): Fantom: FTM Deep Dive!! Serious Potential?? Online verfügbar unter <https://www.youtube.com/watch?v=E-8w6NIQaIA>, zuletzt aktualisiert am 30.06.2021.

CoinDesk (2016): Walmart Blockchain Pilot Aims to Make China's Pork Market Safer. Walmart and IBM are working together to help bring more transparency to China's massive pork industry. Unter Mitarbeit von M. Del Castillo. Online verfügbar unter <https://www.coindesk.com/markets/2016/10/19/walmart-blockchain-pilot-aims-to-make-chinas-pork-market-safer/>, zuletzt aktualisiert am 19.10.2016.

CoinMarketCap (2022): VeChain. Online verfügbar unter <https://coinmarketcap.com/currencies/vechain/>.

Cointelegraph (2020): When Blockchain Meets IoT: Ensuring Food Safety in the 2020s. In Collaboration with VeChain. Online verfügbar unter <https://cointelegraph.com/consulting/when-blockchain-meets-iot-ensuring-food-safety-in-the-2020s>.

Cointelegraph (2021): Altcoin Roundup: Three blockchain protocols taking the supply chain crisis head-on. Unter Mitarbeit von J. Finneseth. Online verfügbar unter <https://cointelegraph.com/news/altcoin-roundup-3-blockchain-protocols-taking-the-supply-chain-crisis-head-on>, zuletzt aktualisiert am 05.11.2021.

Consensys (2022): Buildon Quorum, the complete open source blockchain platform for business. Online verfügbar unter <https://consensys.net/quorum/>.

Corda (2022): The future of digital finance is built on trust. Online verfügbar unter <https://www.corda.net/>.

Crumpler, W. (2021): The Human Rights, Risks and Opportunities in Blockchain. Unter Mitarbeit von M. Flacks und A. Mandavilli. Hg. v. CSIS - Center for Strategic and International Studies. Online verfügbar unter <https://www.csis.org/analysis/human-rights-risks-and-opportunities-blockchain>.

Dai, H.-N.; Zheng, Z.; Zhang, Y. (2019): Blockchain for Internet of Things: A Survey. In: *IEEE Internet Things J.* 6 (5), S. 8076–8094. DOI: 10.1109/JIOT.2019.2920987.

Deloitte (2019): Deloitte's 2019 Global Blockchain Survey. Blockchain gets down to business. Online verfügbar unter https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/se/Documents/risk/DI_2019-global-blockchain-survey.pdf.

Dexplain (2020): Q&A with Dock: Discussing use cases for Verifiable Credentials. Interview with Team Dock before their mainnet launch discussing the project's vision, use cases for verifiable credentials, and future plans. Online verfügbar unter <https://dexplain.com/q-a-with-dock-discussing-use-cases-for-verifiable-credentials/>, zuletzt aktualisiert am 22.09.2020.

Eckel, M.; Rünz, S. (2021): Die Verantwortlichkeit für Menschenrechts- und Umweltschutzverletzungen in der Lieferkette als neue Gesetzesvorhaben in Deutschland und auf EU-Ebene. In: *nr* 1 (2), S. 255. DOI: 10.33196/nr202102025501.

Enlite (2021): Blockchain Landscape Austria. Online verfügbar unter <https://www.enlite.ai/insights/blockchain-landscape-austria>

Ethereum (2022): Online verfügbar unter <https://ethereum.org/en/>

Ethereum (2022a): Proof-of-Stake (POS) Online verfügbar unter <https://ethereum.org/en/developers/docs/consensus-mechanisms/pos/>

Europäische Kommission (2022): Gerechte und nachhaltige Wirtschaft: Kommission legt Unternehmensregeln für Achtung der Menschenrechte und der Umwelt in globalen Wertschöpfungsketten fest. Online verfügbar unter https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip_22_1145.

European Commission (2022): Competence Centre on Foresight. Circularise. Online verfügbar unter https://knowledge4policy.ec.europa.eu/foresight/tool/dlt4good/circularise_en.

Everledger (2021): Our Industry Solutions. Everledger's solutions by different industries looking to leverage the blockchain for better supply chain transparency and item provenance. Online verfügbar unter <https://everledger.io/industry-solutions/>.

Fantom (2022): Performance matters. Fantom is a fast, high-throughput open-source smart contract platform for digital assets and dApps. Online verfügbar unter <https://fantom.foundation/>.

Flinders, K. (2019): Abu Dhabi National Oil Company uses blockchain for inter-group network. Computer Weekly. Online verfügbar unter <https://www.computerweekly.com/news/252472678/Adu-Dhabi-oil-company-uses-blockchain-for-inter-group-network>, zuletzt aktualisiert am 22.10.2019.

FN Media Group (2021): Blockchain Technology Transforming Metals and Mining Supply Chains. Online verfügbar unter <https://www.prnewswire.com/news-releases/blockchain-technology-transforming-metals-and-mining-supply-chains-301427797.html>, zuletzt aktualisiert am 18.11.2021.

foodtank (2022): How Blockchain Can Tackle Supply Chain Fraud And Food Insecurity. Unter Mitarbeit von E. S. Eaton. Hg. v. The think tank for food. Online verfügbar unter <https://foodtank.com/news/2021/09/how-blockchain-can-tackle-supply-chain-fraud-and-food-insecurity/>.

Forbes (2020): Fantom's Blockchain Tech Is Being Tried In Afghanistan To Solve 'A Surprising' World Health Organization (WHO) Problem. Online verfügbar unter <https://www.forbes.com/sites/lukefitzpatrick/2020/07/06/fantoms-blockchain-tech-is-being-tried-in-afghanistan-to-solve-a-surprising-world-health-organization-who-problem/?sh=5d0864053844>, zuletzt aktualisiert am 06.07.2020.

Foreverhold Ltd. (2021a): Everledger - Our Industry Solutions. Everledger's solutions by different industries looking to leverage the blockchain for better supply chain transparency and item provenance. Online verfügbar unter <https://everledger.io/industry-solutions/>.

Foreverhold Ltd. (2021b): The Everledger Platform. Where Supply chains meet the blockchain. Online verfügbar unter <https://everledger.io/>.

Frankenfield, J. (2021): VeChain. What is VeChain? Hg. v. Investopedia. Online verfügbar unter <https://www.investopedia.com/terms/v/vechain.asp>, zuletzt aktualisiert am 18.10.2021.

GeeksforGeeks (2021): Integration of Blockchain and AI. Online verfügbar unter <https://www.geeksforgeeks.org/integration-of-blockchain-and-ai/>, zuletzt geprüft am 04.08.2022.

GRI (2022): The global standards for sustainability reporting. Online verfügbar unter <https://www.globalreporting.org/standards/>.

Haelixa (2022): Proof of product origin and traceability. Online verfügbar unter https://www.haelixa.com/?doing_wp_cron=1645443093.8380069732666015625000.

Henderson, J. (2020): De Beers tracks 100 diamonds through supply chain using blockchain. Online verfügbar unter <https://supplychaindigital.com/technology/de-beers-tracks-100-diamonds-through-supply-chain-using-blockchain>, zuletzt aktualisiert am 17.05.2020.

Huyse, H.; Verbrugge, B. (2018): BELGIUM AND THE SUSTAINABLE SUPPLY CHAIN AGENDA: LEADER OR LAGGARD? Review of human right due diligence initiatives in the Netherlands, Germany, France and EU, and implications for policy work by Belgian civil society. HIVA RESEARCH INSTITUTE FOR WORK AND SOCIETY. Leuven.

IBM (2018): Blockchain for oil and gas. Companies are using IBM expertise to create trust and security in a digitized workflow while improving the efficiency of their global supply chains. Transform oil and gas supply chains with blockchain. Online verfügbar unter <https://www.ibm.com/seen/blockchain/industries/oil-gas>, zuletzt aktualisiert am 2018.

IBM (2021): Was ist Hyperledger Fabric. Online verfügbar unter <https://www.ibm.com/de-de/topics/hyperledger>.

IBM (2022a): Blockchain and artificial intelligence (AI). Online verfügbar unter <https://www.ibm.com/topics/blockchain-ai>.

IBM (2022b): How to get started with IBM Blockchain now. Wherever you are in your blockchain journey, we'll meet you there to turn your enterprise goals into business reality. Online verfügbar unter <https://www.ibm.com/dk-en/blockchain/getting-started>.

IBM (2022c): IBM Food Trust: A new ear in the world's food supply. Online verfügbar unter <https://www.ibm.com/blockchain/solutions/food-trust>.

IBM (2022d): What is artificial intelligence? Online verfügbar unter <https://www.ibm.com/cloud/learn/what-is-artificial-intelligence>

International Organization for Standardization (2016): ISO/TC 307. Blockchain and distributed ledger technologies. Online verfügbar unter <https://www.iso.org/committee/626660>.

International Organization for Standardization (2018): ISO 19011 Guidelines for auditing management systems. Online verfügbar unter <https://www.csis.org/events/blockchain-technology-human-rights-risks-opportunities>.

International Organization for Standardization (2020): ISO 22739:2020. Blockchain and distributed ledger technologies — Vocabulary. Online verfügbar unter <https://www.iso.org/standard/73771.html>.

International Organization for Standardization (2021): ISO 26000:2010 Guidance on social responsibility. Online verfügbar unter <https://www.iso.org/standard/42546.html>.

Kamath, R. (2018): Food Traceability on Blockchain: Walmart's Pork and Mango Pilots with IBM. In: *The JBBA*. DOI: 10.31585/jbba-1-1.

Kramer, M. P.; Bitsch, L.; Hanf, J. (2021): Blockchain and Its Impacts on Agri-Food Supply Chain Network Management. In: *Sustainability* 13 (4), S. 2168. DOI: 10.3390/su13042168.

Ledger Insights (2019a): Everledger upgrades blockchain platform, expands beyond diamonds. Online verfügbar unter <https://www.ledgerinsights.com/everledger-upgrades-blockchain-platform-expands-beyond-diamonds/>.

Ledger Insights (2019b): Everledger upgrades blockchain platform, expands beyond diamonds. Online verfügbar unter <https://www.ledgerinsights.com/everledger-upgrades-blockchain-platform-expands-beyond-diamonds/>.

Ledger Insights (2019c): Mastercard partners with Food City for blockchain food traceability. Online verfügbar unter <https://www.ledgerinsights.com/mastercard-blockchain-food-traceability-food-city-envisible-wholechain/>, zuletzt aktualisiert am 28.10.2019.

Ledger Insights (2020a): EU backs blockchain plastics recycling startup Circularise. Online verfügbar unter <https://www.ledgerinsights.com/eu-backs-blockchain-plastics-recycling-circularise/>, zuletzt aktualisiert am 08.09.2020.

Ledger Insights (2020b): Porsche partners with Circularise for blockchain traceability of plastics. Online verfügbar unter <https://www.ledgerinsights.com/porsche-circularise-for-blockchain-traceability-of-plastics/>, zuletzt aktualisiert am 14.12.2020.

Ledger Insights (2020c): RIDDLE&CODE partners with S1Seven for blockchain-based metals certification, tracability. Online verfügbar unter <https://www.ledgerinsights.com/riddlecode-s1seven-blockchain-steel-traceability-metals-certification/>, zuletzt aktualisiert am 13.07.2020, zuletzt geprüft am 09.02.2022.

Ledger Insights (2021): Marubeni partners with Circularise for blockchain plastics traceability. Online verfügbar unter <https://www.ledgerinsights.com/marubeni-circularise-blockchain-plastics-traceability/>, zuletzt aktualisiert am 09.02.2021.

Ledger Insights (2022): Blockchain traceability startup Verofax raises \$1.5m. Online verfügbar unter <https://www.ledgerinsights.com/blockchain-traceability-startup-verofax-raises-1-5m/>, zuletzt aktualisiert am 01.02.2022.

Leising, M. (2021): Out of the Ether: The Amazing Story of Ethereum and the \$55 Million Heist that Almost Destroyed It All. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.

Linux Foundation (2022a): How Walmart brought unprecedented transparency to the food supply chain with Hyperledger Fabric. Online verfügbar unter https://www.hyperledger.org/wp-content/uploads/2019/02/Hyperledger_CaseStudy_Walmart_Printable_V4.pdf.

Linux Foundation (2022b): Hyperledger Fabric. Online verfügbar unter <https://www.hyperledger.org/use/fabric>.

Mastercard (2019): Mastercard Blockchain to Bring Visibility to Food Systems. Online verfügbar unter <https://www.mastercard.com/news/press/2019/october/mastercard-blockchain-to-bring-visibility-to-food-systems/>.

McFarland, R. (2020): AI & Blockchain in the Manufacturing Supply Chain. Online verfügbar unter <https://highervista.medium.com/ai-blockchain-in-the-manufacturing-supply-chain-77cc4897e20>

Medium (2020): 50+ Projects Building on J.P. Morgan's Quorum Blockchain. Check out these projects using and/or building on Quorum's private/permissioned blockchain! Unter Mitarbeit von M. Wright. Online verfügbar unter https://medium.com/@mateo_ventures/heres-who-s-building-on-quorum-see-the-list-b18d65aa0a2c, zuletzt aktualisiert am July, 2020.

Meitinger, T. H. (2017): Smart Contracts. In: *Informatik Spektrum* 40 (4), S. 371–375. DOI: 10.1007/s00287-017-1045-2.

MultiChain (2022): Enterprise blockchain. That actually works. Online verfügbar unter <https://www.multichain.com/>.

Nakamoto, S. (2008): Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. Online verfügbar unter <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.

OECD (2018): OECD-Leitfaden für die Erfüllung der Sorgfaltspflicht für verantwortungsvolles unternehmerisches Handeln. Online verfügbar unter <https://mneguidelines.oecd.org/OECD-leitfaden-fur-die-erfullung-der-sorgfaltspflicht-fur-verantwortungsvolles-unternehmerisches-handeln.pdf>.

OECD (2019): Is there a role for blockchain in responsible supply chains? Online verfügbar unter <http://mneguidelines.oecd.org/Is-there-a-role-for-blockchain-in-responsible-supply-chains.pdf>.

Patel, D.; Ganne E. (2019): Blockchain and DLT in Trade - A reality check. Online verfügbar unter https://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/blockchainrev19_e.pdf

Pisani, T. M. (2022): UNECE Interview on Supply Chain Responsibility with the Austrian Blockchain Center. online, 21.01.2022 an S. Craß. Microsoft Teams.

Polkadot (2022): Parachain are live! Online verfügbar unter <https://polkadot.network/>.

PwC (2019): How can blockchain power industrial manufacturing? Manufacturers are leveraging this powerful technology to enhance products throughout their lifecycle. Online verfügbar unter <https://www.pwc.com/us/en/industries/industrial-products/library/blockchain-industrial-manufacturing.html>.

Riddle&Code (2020): Industry Status. Online verfügbar unter <http://www.riddleandcode.com/metals>, zuletzt aktualisiert am 12.08.2020, zuletzt geprüft am 09.02.2022.

Riddle&Code (2022): OUR PLATFORM MANAGES THE TRUSTED CONNECTION BETWEEN THE PHYSICAL AND DIGITAL WORLD. IT IS THE BASIS FOR THE INDUSTRIAL TOKEN ECONOMY. Online verfügbar unter <http://www.riddleandcode.com/>.

Roberts, I. (2017): Walmart and Block Chain: It Takes Two to Mango. Online verfügbar unter <https://digital.hbs.edu/platform-rctom/submission/walmart-and-block-chain-it-takes-two-to-mango/>, zuletzt aktualisiert am 14.11.2017.

Rotharium (2022): Was genau ist RothariumFood.com? Online verfügbar unter <https://www.rothariumfood.com/faqs-2/>.

S1Seven (2022): Product. Technology. Online verfügbar unter <https://www.s1seven.com/resources/technology>, zuletzt geprüft am 09.02.2022.

Smit, L.; Holly, G.; McCorquodale, R.; Neely, S. (2021): Human rights due diligence in global supply chains: evidence of corporate practices to inform a legal standard. In: *The International Journal of Human Rights* 25 (6), S. 945–973. DOI: 10.1080/13642987.2020.1799196.

Social Accountability International (2021): SA8000 Standard. Online verfügbar unter <https://sa-intl.org/programs/sa8000/>, zuletzt geprüft am 29.12.2021.

Solana (2022): Powerful for developers. Fast for everyone. Online verfügbar unter <https://solana.com/de>.

The Beers Group (2022): Tracr is connecting the diamond industry through the entire value chain. Tracr is enhancing trust for the diamond industry by assuring provenance, traceability and authenticity of natural diamonds. Online verfügbar unter <https://www.debeersgroup.com/sustainability-and-ethics/leading-ethical-practices-across-the-industry/tracr>.

UNECE (2022): Traceability for Sustainable Garment and Footwear. Recommendation No. 46. Online verfügbar unter <https://unece.org/trade/traceability-sustainable-garment-and-footwear>.

United Nations (2011): Guiding Principles on Business and Human Rights. United Nations. New York and Geneva.

Vadgama, N.; Tasca, P. (2021): An Analysis of Blockchain Adoption in Supply Chains Between 2010 and 2020. In: *Front. Blockchain* 4. DOI: 10.3389/fbloc.2021.610476.

Vahouny, E.; Feintech, S.; Pulsfort, J.; Circo, I.; Schmidhuber, J. und Tripoli, M. (2021): Impact tokenization and innovative financial models for responsible agrifood supply chains. Hg. v. FAO. Rome. Online verfügbar unter <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cb7064en>.

VeChain (2019): VeChainThor. The public blockchain that derives its value from activities created by members within the ecosystem solving real world economic problems. Online verfügbar unter <https://vechain.com/>

Verofax (2022): Hyperledger. Online verfügbar unter <https://www.verofax.com/hyperledger-fabric/>.

Viking Line (2022): Viking Line is the first shipping company in the world to have its Covid-19 management verified by DNV GL. Online verfügbar unter <https://www.vikingline.com/press-room-old/C8E305E97053E142>.

W3C (2021): Decentralized Identifiers (DIDs) v1.0. Core architecture, data model, and representations. Online verfügbar unter <https://www.w3.org/TR/did-core/>, zuletzt aktualisiert am 03.08.2021, zuletzt geprüft am 09.02.2022.

WEF (2020): Redesigning Trust: Blockchain Deployment Toolkit. World Economic Forum. Online verfügbar unter <https://widgets.weforum.org/blockchain-toolkit/index.html>.

WKO (2022): Governance-Struktur für Private Sector Blockchain. Online verfügbar unter <https://www.wko.at/service/netzwerke/governance-struktur-fuer-private-sector-blockchain.html>.

World Oil (2018): ADNOC has implemented IBM blockchain technology to streamline daily transactions. Online verfügbar unter <https://www.worldoil.com/news/2018/12/10/adnoc-has-implemented-ibm-blockchain-technology-to-streamline-daily-transactions>, zuletzt aktualisiert am 10.12.2018.

Anhang – Fragebogen

Lieferkettengesetz

Vielen Dank für Ihre Teilnahme an der Umfrage zur Anwendung der Blockchain-Technologie im Rahmen der Sorgfaltspflicht. Das Ziel der Umfrage ist es, ein Stimmungsbild darüber zu erhalten, ob der Einsatz der Blockchain-Technologie aus Unternehmenssicht einen Beitrag zum Nachweis der Einhaltung der unternehmerischen Sorgfaltspflicht leisten kann.

Die EU bereitet aktuell ein Gesetz zur Sorgfaltspflicht („Due Diligence“) in Lieferketten vor, das alle Unternehmen ab 500 MitarbeiterInnen (in risikoreichen Branchen auch ab 250 MitarbeiterInnen) betrifft, die die Einhaltung der Sorgfaltspflicht entlang der gesamten Lieferkette nachweisen müssen. Auch kleinere Unternehmen können indirekt betroffen sein, wenn diese innerhalb der Lieferkette mit großen Unternehmen zusammenarbeiten.

Der Fokus des Gesetzes liegt auf der Einhaltung der Menschenrechte (Kinder- und Zwangsarbeit, Sklaverei, Missachtung von Arbeitsschutzpflichten, Ungleichbehandlung und Vorenthalten eines angemessenen Lohns, Landentzug und Folter). Außerdem spielen umweltbezogene Pflichten eine Rolle. Unternehmen werden dazu verpflichtet, eine entsprechende Risikoanalyse durchzuführen, geeignete Präventionsmaßnahmen zu treffen und die Einhaltung der Sorgfaltspflicht ausreichend zu dokumentieren.

Blockchains erlauben durch die Verwendung kryptographischer Verfahren die Schaffung einer vertrauenswürdigen dezentralen Datenbank, in der Daten für einzelne Akteure unveränderlich, transparent und mit einem eindeutigen Zeitstempel versehen gespeichert werden können. Über ein Konsensverfahren wird sichergestellt, dass alle Knoten dieselbe Sicht auf die Daten haben und ein konsistenter Zustand erreicht wird. Mittels sogenannter „Smart Contracts“ können auch Programme auf der Blockchain ausgeführt werden, die Daten auf der Blockchain ändern können und damit eine Automatisierung von Geschäftsprozessen ermöglichen. Neben öffentlichen Blockchains wie Bitcoin und Ethereum gibt es auch zugangsbeschränkte Blockchains, die das Teilen von Daten in einem geschlossenen Konsortium ermöglichen (bei wesentlich reduziertem Energieverbrauch sowie höherer Performance). Ein wesentlicher Anwendungsfall von Blockchain-Technologie ist dabei die fälschungssichere Dokumentation und/oder Automatisierung von Geschäftsprozessen, u. a. im Bereich Supply Chain Management.

In dieser Umfrage sind 28 Fragen enthalten.

Stammdaten

Zur Eingliederung Ihres Unternehmens bitten wir um ein paar Stammdaten über Ihr Unternehmen. Bitte beantworten Sie folgende Fragen:

Wieviele MitarbeiterInnen hat Ihr Unternehmen?

In welcher Branche ist Ihr Unternehmen angesiedelt?

Welche Position hat Ihr Unternehmen in der Lieferkette (Lieferant, Produzent, Großhandel, Einzelhandel...)

Wie hoch ist die Bilanzsumme Ihres Unternehmens?

📌 Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- < 1 Mio. Euro
- < 5 Mio. Euro
- < 20 Mio. Euro
- > 40 Mio. Euro
- > 100 Mio. Euro

Wie hoch ist der Umsatz Ihres Unternehmens?

📌 Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- < 700.000 Euro
- < 10 Mio. Euro
- < 40 Mio. Euro
- > 40 Mio. Euro
- > 100 Mio. Euro

Sorgfaltspflicht

Sind Sie von der Lieferkettenverantwortungsthematik betroffen?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Sind Sie von bereits bestehenden gesetzlichen Verpflichtungen betroffen?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Inwieweit erwarten Sie, von in Diskussion befindlichen zusätzlichen Verpflichtungen betroffen zu sein?

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	viel	wenig	kaum	gar nicht	weiß nicht
direkt durch das Gesetz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
indirekt durch Vorgaben von Geschäftspartnern bzw. Kundenerwartungen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Planen Sie Maßnahmen zur verbesserten Wahrnehmung Ihrer Lieferkettenverantwortung?

❶ Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- nein
- ja, zur Einhaltung allfälliger gesetzlicher Verpflichtungen
- ja, unabhängig von gesetzlichen Verpflichtungen

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

EU Gesetzes-Entwurf zur Sorgfaltspflicht

Wie gut ist Ihr Unternehmen aktuell in der Lage, die Erfüllung der gestellten Anforderungen in diesem Bereich nachzuweisen?

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	gar nicht	eher weniger	gut	sehr gut
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Sind Ihnen technologische Lösungen bekannt, die Ihr Unternehmen bei der Umsetzung der Anforderungen unterstützen können? Falls ja, welche?

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

Wo sehen Sie die größten Herausforderungen für die Erfüllung der Anforderungen?

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

Auf Basis welcher Kriterien würden Sie eine derartige technologische Lösung auswählen?

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

Blockchain-Technologie

Haben Sie sich in Ihrem Unternehmen bereits mit Blockchain-Technologie beschäftigt?

📌 Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja, mit Bezug zum Supply-Chain-Bereich
- Nein
- Ja, ohne Bezug zum Supply-Chain-Bereich -> bitte um Kommentar in welchem Bereich

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Würden Sie ein externes Beratungsunternehmen mit der Integration der Blockchain in Ihr Unternehmen engagieren oder würden Sie es in-house versuchen?

🗳 Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

Unternehmen engagieren

in-house

Sonstiges

Ist Ihr Unternehmen bereits an Blockchain-Projekten im Supply-Chain-Bereich beteiligt?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

Ja

Nein

In welchen Bereichen könnten Sie sich den Einsatz von Blockchain-Technologie in Ihrem Unternehmen vorstellen? (Mehrfachnennungen möglich)

📌 Bitte wählen Sie die zutreffenden Antworten aus:

Bitte wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus:

- Nachverfolgung von Gütern entlang der Lieferkette
- Verrechnungs- und Auditingprozesse
- Nachweis von Herkunfts- und Qualitätszertifikaten gegenüber Kunden
- Interaktionsmöglichkeit mit KonsumentInnen (vgl. Bonuspunkte-Programme)
- Tokenisierung von Assets (Handelbarkeit über Blockchain)
- keine sinnvolle Anwendung vorhanden
- kann ich nicht beurteilen

Sonstiges:

Erwägt Ihr Unternehmen den Einsatz von Blockchain-Technologie im Bereich Lieferkettenverantwortung bzw. „Supply Chain Traceability“?

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	ja	eher ja	eher nicht	nein
Ihr Unternehmen erwägt den Einsatz der Blockchain-Technologie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Bewerten Sie die Relevanz der folgenden Punkte als Voraussetzungen für die Beteiligung Ihres Unternehmens an einem Blockchain-basierten System für Lieferkettenverantwortung:

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	völlig unwichtig	eher unwichtig	eher wichtig	sehr wichtig
Finanzielle Förderungen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Informationskampagnen zu Vorteilen der Technologie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Anerkannte Industriestandards und Richtlinien	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Etablierte Produkte am Markt (keine Forschung mehr nötig)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Unterstützung bei der Bildung eines Konsortiums	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Einbindung unabhängiger Stellen in das Konsortium (z. B. als Schiedsgericht)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Druck durch wichtige Kunden	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Welche weitere Voraussetzung(en) für die Beteiligung Ihres Unternehmens an einem Blockchain-basierten System für Lieferkettenverantwortung wäre(n) noch wichtig?

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

Bitte geben Sie an, welche Aussage Ihrer Meinung nach am ehesten zutrifft.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	wird durch die Blockchain erst ermöglicht.	wird durch die Blockchain stark vereinfacht.	wird durch die Blockchain etwas verbessert.	ist mit anderen Technologien mindestens genauso gut möglich wie mit Blockchains.
Die fälschungssichere Nachverfolgung von Gütern und Prozessen...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Bitte geben Sie an, welche Aussage Ihrer Meinung nach am ehesten zutrifft.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	bringt langfristig Kostensparnisse	bringt langfristig eher Kostensparnisse	bringt langfristig eher keine Kostensparnisse	bringt langfristig keine Kostensparnisse
Der Einsatz von Blockchain-Lösungen für Supply-Chain-Anwendungen zum Informations- und Dokumentenaustausch...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Bitte geben Sie an, welche Aussage Ihrer Meinung nach am ehesten zutrifft.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	einen wertvollen Beitrag leisten.	eher einen wertvollen Beitrag leisten.	eher keinen wesentlichen Beitrag leisten	keinen wesentlichen Beitrag leisten
Zur Verbesserung der Lieferkettenverantwortung können Blockchains	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Bitte geben Sie an, welche Aussage Ihrer Meinung nach am ehesten zutrifft.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	klare Vorteile.	eher Vorteile.	eher Nachteile.	klare Nachteile.
Eine dezentrale Supply-Chain-Lösung, die alle Unternehmen in einer Lieferkette gemeinsam verwalten, hätte gegenüber einer zentralisierten Lösung eines Unternehmens...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Bitte geben Sie an, welche Aussage Ihrer Meinung nach am ehesten zutrifft.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	wird durch die Blockchain ermöglicht.	wird durch die Blockchain stark erleichtert.	ist auch momentan gegeben.	ist mit anderen Lösungen einfach umsetzbar.
Die Rückverfolgbarkeit von Prozessen und Gütern...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Bitte geben Sie an, welche Aussage Ihrer Meinung nach am ehesten zutrifft.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	wird durch die Blockchain-Technologie stark gesteigert.	wird durch die Blockchain-Technologie eher gesteigert.	wird auch durch vorhandene Prozesse/Technologien ausreichend gewährleistet.	wird durch die Blockchain-Technologie reduziert.
Das Vertrauen zwischen Unternehmen innerhalb der Lieferkette...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Bitte geben Sie an, welche Aussage Ihrer Meinung nach am ehesten zutrifft.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	mit wenig Aufwand realisierbar.	mit verhältnismäßigem Aufwand realisierbar.	ein eher aufwändiger Prozess.	ein sehr aufwändiger und teurer Prozess.
Die Integration einer Blockchain-Lösung in die bestehende IT-Infrastruktur Ihres Unternehmens wäre...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Bitte geben Sie an, welche Aussage Ihrer Meinung nach am ehesten zutrifft.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	ist hoch.	ist eher hoch.	ist weniger gegeben.	ist nicht gegeben.
Die Bereitschaft Ihres Unternehmens, interne Daten zu Herkunft und Qualität von Gütern mit anderen Unternehmen innerhalb der Lieferkette im Sinne einer erhöhten Transparenz zu teilen,...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Bitte geben Sie an, welche Aussage Ihrer Meinung nach am ehesten zutrifft.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	positiv für das Image Ihres Unternehmens	eher positiv für das Image Ihres Unternehmens	eher negativ für das Image Ihres Unternehmens	negativ für das Image Ihres Unternehmens.
Eine Beteiligung an Blockchain-Projekten im Bereich Supply Chain wäre...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Bitte um weitere Anmerkungen zum Thema:

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

Übermittlung Ihres ausgefüllten Fragebogens:
Vielen Dank für die Beantwortung des Fragebogens.