

Ökobilanzierung über die Lieferkette und Unterstützung von Kreislaufwirtschaft mithilfe einer Blockchain basierten Lösung

Gaston Pukies*, Wael Yahyaoui, Andreas Kötter
Technology & Innovation / Altran Deutschland S.A.S. & Co. KG
Hamburg, Deutschland
*Gaston.Pukies@capgemini.com

Kurzfassung – Globale Krisen, weiterhin steigender Rohstoffbedarf, „just in time“ Ansätze in der Produktion und die Verfügbarkeit von Ressourcen führen zu Unterbrechungen der Lieferketten und damit zu Engpässen in der Versorgung. Gleichzeitig sind aufgrund der Spezialisierung von Produkten, Lieferketten immer komplexer geworden. Diese Rahmenbedingungen erfordern eine schnelle Änderung des Wirtschaftens, hin zu einer Kreislaufwirtschaft, die aus alten Produktrohstoffen neue Produkte fertigt, oder die Lebensdauer erhöht. Dies hat eine starke Verbesserung der ökologischen Auswirkungen von Produkten zur Folge und gilt deshalb als erstrebenswert. Dieser Artikel beschreibt, die Fallstricke und Funktionsweise einer Blockchain basierten Softwarelösung, die das Potenzial hat, diese Herausforderungen zu meistern.

Stichworte – Blockchain, Lieferketten, Transparenz, Ökobilanzierung, Kreislaufwirtschaft

NOMENKLATUR

BC	Blockchain
BOM	Bill of Material (Stückliste)
DLT	Distributed Ledger Technology
EoL	End of Life (bezeichnet Produktlebensende nach der Gebrauchsphase)
LCA	Life Cycle Assessment
OEM	Original Equipment Manufacturer (Endproduzent, der das finale Produkt fertigt)
Product ID	Individuelles alphanumerisches Identifikationsmerkmal eines Produktes zur eindeutigen Identifikation
QR	Quick Response ist ein zweidimensionaler Code, in Form eines Pixelrechecks zum Einbetten und Auslesen von Informationen
RFID	Radio-Frequency Identification (dient der kontaktlosen Identifikation mittels elektromagnetischer Wellen)
UID	Unique Product ID (Eindeutige Produkt Identität)
UUID	Universally Unique Identifier (128bit Zahl, die für die Identifikation verwendet wird)

I. EINLEITUNG

Weltweit werden jährlich enorme Mengen an Rohstoffen gefördert, um den Bedarf der Industrie für die Herstellung von Produkten zu decken. Die Förderung dieser Rohstoffe birgt zwei Auswirkungen. Einerseits haben wir einen enormen Flächenverbrauch und Landtransformation z. B. bei Erzen zu verzeichnen, wodurch natürliche Habitate langfristig zerstört werden und teilweise durch benötigte Chemikalien irreparabel kontaminiert werden. Andererseits werden CO₂-Senken zerstört und gleichzeitig werden bei der Förderung und Weiterverarbeitung dieser Rohstoffe zusätzlich große Mengen an Treibhausgasen emittiert. Diese und weitere negative Umwelteinflüsse ziehen sich durch die gesamte Produktion bis hin zum fertigen Produkt. Dies bedeutet, dass ein neues Produkt, welches auf dem Markt gekommen ist, bereits eine enorme Umweltbelastung mitbringt, noch bevor es in der Nutzungsphase angekommen ist. Diese Umwelteinflüsse werden heutzutage in sogenannten Ökobilanzen (Eco Statements) oder auch kurz LCA ausgedrückt. Darin werden diverse Parameter analysiert, durch welche Auswirkungen auf die Umwelt, bedingt durch Förderung, Prozessierung oder Fertigung und Transporte in der Lieferkette quantifiziert und damit messbar und vergleichbar gemacht werden können.

Diese LCAs können unterschiedliche Ausmaße umfassen. Beispielsweise werden Zyklen, von der Mine bis Markteinführung (Cradle to Gate), oder Zyklen bis zur Entsorgung oder dem End of Life (EoL) unterschieden. Bei Letzteren werden beispielsweise auch die Umwelteinflüsse der Produktnutzung und Entsorgung (Cradle to Grave) berücksichtigt. Die letzte Möglichkeit, geht davon aus, dass das Produkt recycelt und dem Rohstoffkreislauf ganz oder teilweise wieder zugeführt werden können und berücksichtigt die Auswirkungen in der Analyse entsprechend (Cradle to Cradle). Zwar steigt die Recyclingquote für Metalle und Stahlschrotte weltweit stetig an [1], allerdings sind große Mengen Material am Ende der Nutzungszeit Kunststoffe. Die Tendenz der anfallenden Kunststoffe z. B. in der Fertigung oder beim Leichtbau ist dennoch steigend [2]. 2018 wurden weltweit 359 Mio. Tonnen Kunststoff produziert. In Europa liegt die Recyclingquote bei ca. 30 %, wobei in den Mitgliedstaaten starke Unterschiede zu verzeichnen sind [3].

Deutschland liegt hier mit ca. 40 % Recycling im Mittelfeld, produziert in Relation zu den anderen Staaten allerdings eine proportional große Menge an Kunststoffen. Industriekunststoffe, die mit speziellen Eigenschaften, kostengünstig in der Fertigung bei komplexen Produkten

eingesetzt werden, können leider häufig nicht in ausreichendem Maße verwertet werden, da die besonders geforderten Eigenschaften, wie bspw. Festigkeit, Flexibilität, oder auch Nichtentflammbarkeit, durch Zusätze und spezielle Rezepturen erzielt werden, die das Recycling aus unterschiedlichen Gründen erschweren. Diese Rezepturen stellen sehr oft das Geschäftsgeheimnis der herstellenden Unternehmen in der Lieferkette dar, und sind deswegen nicht öffentlich verfügbar.

II. TRANSPARENZ VS. ANONYMITÄT

Die gegensätzlichen Interessen der Marktteilnehmer für Transparenz in der Lieferkette und Anonymität der Teilnehmer haben beide ihre Berechtigung und stehen sich gleichwertig gegenüber.

A. Transparenz

Wenn die Wiederverwendung von Produktkomponenten erhöht werden soll, damit diese nicht den gesamten Lebenszyklus der Produktion erneut durchlaufen müssen, sondern durch Maßnahmen mit deutlich niedrigeren Umwelteinflüssen ein längeres Produktleben bekommen sollen, dann müssen ganz allgemein mehr Informationen zu diesem Produkt zur Verfügung stehen. Das bedeutet, dass der Hersteller einer bestimmten Komponente als Einziger in der Lage ist, diese Informationen zu liefern. Gleichzeitig würde damit das innerste eines spezialisierten Unternehmens in der Lieferkette offenbart, welches den Wettbewerbsvorteil und möglicherweise sogar die Existenzgrundlage dieses Zulieferers gefährden würde.

Auf einer abstrakteren Ebene wird es insbesondere im Interesse einer höheren Recyclingquote, und auch der Ökobilanzierung für das Endprodukt notwendig, die gesamte Lieferkette, also die Unternehmen und Beteiligten auf dem gesamten Weg, bis zur Fertigstellung des Produktes und darüber hinaus offenzulegen. Dies birgt das Risiko, dass die Verhältnisse zwischen Lieferanten und Kunden öffentlich zur Verfügung stünden. Man hätte also ein sehr klares Bild davon, welcher Lieferant auf welcher Ebene in Verbindung mit welchen Kunden und wiederum seinen Lieferanten stehen würde. Diese Transparenz könnte zwar gesetzlich verankert werden, ist aber keinesfalls förderlich für Wettbewerb, Wertschöpfung und nicht zuletzt auch für Innovation.

In jedem Fall kann man davon ausgehen, dass die Akzeptanz unterhalb der Original Equipment Manufacturer (OEMs) verschwindend gering ausfallen würde, und das System damit bereits bei der Tier 1 Lieferantenebene nicht mehr funktionieren würde.

B. Anonymität

Um die Vorbehalte der Lieferanten unterhalb der OEMs auszuräumen, ist es also notwendig eine Anonymisierungsebene einzuziehen, die es allen ermöglicht unerkannt zu bleiben. Damit würden der Wettbewerb und alle Teilnehmer vor verschiedenen Risiken, wie z. B. Ausschluss oder feindliche Übernahmen im gleichen Rahmen geschützt wie heute. Gleichzeitig verhindert diese Anonymität allerdings, dass Informationen über Produkte zur Verfügung gestellt werden können, die sich über mehr als eine Lieferantenebene hinaus erstrecken, da der Lieferant des direkten Lieferanten im Normalfall weder identifiziert, noch kontaktiert werden kann.

III. ZENTRALITÄT VS. DEZENTRALITÄT

Diese Anonymität könnte gegenüber dem Teilnehmer einer Lieferkette gewahrt werden, indem es einen dritten „Datentreuhänder“ (Intermediär) gäbe, dem alle vertrauen müssen, damit obiges Ziel der Lieferkettentransparenz eingehalten werden würde. Im Detail ist es notwendig, dass ein Plattformbetreiber garantiert, sowohl die Identitäten zu schützen, von den Teilnehmern, die bereit sind, über diese Plattform Produktdaten auszutauschen, als auch die Produktdaten selbst, die in einem zentralen System hochgeladen und unter Berücksichtigung verschiedener Kriterien den Anfragern zur Verfügung gestellt werden müssten. Dabei entstehen diverse Risiken. Einerseits stellt der Plattformbetreiber ein interessantes Ziel für Hacking und Industriespionage dar, so dass dieser einen enormen Aufwand betreiben muss, um die Informationssicherheit der ihm anvertrauten Informationen sicherzustellen. Andererseits ist eine absolute Sicherheit nicht garantiert, so dass sich der Intermediär mit dem Risiko einer Exponierung von Produktinformationen einer seiner Kunden auseinandersetzen muss, da er sich im Falle des Falls mit Schadensersatzansprüchen konfrontiert sehen muss. Beide Aspekte sind auch den Kunden bekannt und schmälern dementsprechend die Akzeptanz einer solchen zentralisierten Lösung. Insbesondere deshalb, weil sowohl die Produktinformationen der Lieferkette, als auch die Verbindungen der Unternehmen untereinander innerhalb der Lieferkette für die unter dem Punkt Transparenz genannten Anforderungen vorliegen müssen. Diese Informationsdichte in den Händen eines Intermediärs bringt selbigen in eine mächtige Position, welcher die Lieferanten sehr wenig entgegenzustellen haben, insbesondere wenn die Nutzung der Intermediärsplattform von den OEMs als Grundvoraussetzung für die Listung als Lieferant gegeben wird.

Diese Lösung ist also ein dezentrales System, welches keinen Intermediär vorsieht. Das hat zur Folge, dass die Produktinformationen in den Umgebungen der einzelnen Organisationen verbleiben, und niemand Dritter Zugriff darauf erlangt. Gleichzeitig ergibt sich hierbei das Problem, dass alle Organisationen das gleiche System mit gleichen Rechten und Einblicken verwenden, da der Datenaustausch in standardisierter Art und Weise erfolgen sollte, um über die gesamte Lieferkette Anwendung zu finden. Dieser Logik folgend ist es also notwendig, dass alle Teilnehmer die gleichen Lese- und Schreibrechte auf einem solchen System haben. Damit ergeben sich erneut Anforderungen an die Architektur und das Design des Systems, die sicherstellen, dass die Verhältnisse zwischen den OEMs, Lieferanten (Tier 1 – Tier X) nicht einsehbar werden. Aus IT-Technologischer Sicht müssen also völlig neue Wege beschritten werden.

IV. BLOCKCHAIN ALS LÖSUNG

Als vielversprechende Technologie zur Realisierung dieser unterschiedlichen Anforderungen bietet sich Blockchain (BC) an. Im weiteren Verlauf werden BC und Distributed Ledger Technology (DLT) bedeutungsidentisch verwendet. Dies entspricht nicht ganz dem Branchenverständnis [4], ist aber für die Erklärung der Funktionsweise des Systems unbedeutend, da es sich um technologische Details derselben Grundtechnologie handelt.

Eine Blockchain basiert auf der Logik, dass alle Teilnehmer einen Knoten (Computer mit BC-Software)

betreiben. Alle Knoten werden in einem Netz zusammengeschaltet und synchronisieren sich permanent. Alle Knoten halten eine „Tabelle“ mit Transaktionen, den Ledger.

Wenn nun eine neue Transaktion hinzugefügt werden soll, so muss zunächst entschieden werden, welcher Knoten die neue Transaktion schreibt. Um dies zu entscheiden gibt es verschiedene Möglichkeiten. Diese Möglichkeiten nennt man „Konsensmechanismus“. Bei Konsensmechanismen gibt es welche die energieintensiv (bsp. „proof of work“) und welche die weniger energieintensiv sind (bsp. „proof of stake“, „proof of elapsed time“). Außerdem muss zwischen public und private blockchains unterschieden werden [5].

Wenn nun entschieden wurde, welcher Knoten die Transaktion schreibt, fügt der gewählte Knoten die Transaktion einem Block hinzu und aktualisiert seinen Ledger. Außerdem wird eine Prüfsumme für diesen Block erstellt, die allgemein dazu dient die Transaktion zu validieren. Wenn nun die nächsten Transaktionen geschrieben werden sollen, wird der neuen Transaktion vom schreibenden Knoten immer die Prüfsumme des vorangegangenen Blockes hinzugefügt und daraus eine neue Prüfsumme gebildet. Dadurch entsteht eine Verkettung von Blöcken durch Prüfsummen, die Blockchain. Im Anschluss ist die Transaktion gültig und wird ausgeführt. Die Verkettung von Prüfsummen macht es sehr schwer Informationen in bereits geschriebenen Blöcken zu verändern, oder zu löschen, da es eine komplette Neukalkulation der Kette bis zum aktuellen Block notwendig machen würde. Außerdem müssen alle teilnehmenden Knoten Änderungen validieren können, um ihren Ledger aktualisieren zu können. Das wäre mit einer geänderten alten Transaktion nicht mehr möglich, da alle Prüfsummen nicht mehr übereinstimmen würden. Das Update des Ledgers würde von allen teilnehmenden Knoten verworfen werden.

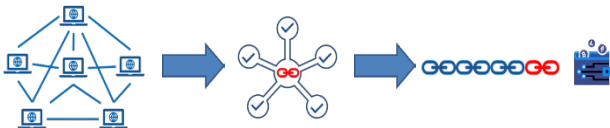


ABBILDUNG 1: ABLAUF EINER TRANSAKTION.

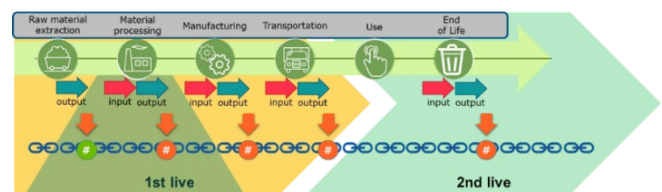
Die Blockchain dient dadurch als gemeinsame Vertrauensbasis durch Integrität und den fehlenden Intermediär. Außerdem ist der Ledger durch die vielen Teilnehmer redundant verfügbar. Gleichzeitig hat kein Knoten die alleinige Macht über die gespeicherten Daten. Diese Kombination von Eigenschaften macht die Blockchain zu einer idealen Technologie für das Vorhaben und eliminiert den Intermediär. Da aber alle Knoten die gleichen Rechte haben, können alle Knoten auch alle Transaktionen lesen. Somit bleibt der Eingangskonflikt zwischen Transparenz und Anonymität.

V. DIE PRODUKT ID ALS ZENTRALES DATUM

Um diesem Konflikt aus dem Weg zu gehen, ist der Blickwinkel weg vom Lieferanten und OEM, hin zu einer Produktzentrierung verändert worden. Es wird nunmehr also eine Produkt ID generiert, die für Komponenten, Chargen oder finale Produkte Anwendung findet. Diese Produkt ID (UID) wird als Universal Unique Identifier (UUID) generiert und von dem entsprechenden Teilnehmerknoten auf die BC

geschrieben. Gleichzeitig erhält das Produkt einen Identifier, mit dem es später wieder identifiziert werden kann (z.B. mithilfe von Radio-Frequency Identification Chips (RFID) oder Quick Response Codes (QR) oder vergleichbar). Im weiteren Verlauf des Entwicklungslebens, des Produktes werden die jeweiligen IDs mit einander verknüpft und diese Verknüpfung wird auf die BC geschrieben. Wird also ein neues Produkt aus Teilprodukten zusammengesetzt werden die Input UUIDs mit der neu generierten Output UID verknüpft und auf die BC geschrieben. Durch diese Vorgehensweise wird ein anonymes „Produkt UID Adressbuch“ angelegt, welches immer fortgeschrieben wird. Dadurch wird die Rückverfolgung von Materialchargen bis zum fertigen Produkt und dessen Demontage möglich. Da dieses Adressbuch auf der BC geschrieben ist, und dadurch unveränderlich ist, kann es außerdem der Reduktion von Plagiaten dienen, da jedes Produkt genau einmal existieren kann.

ABBILDUNG 2: VERWENDUNG DER UUIDS ÜBER DEN LEBENSZYKLUS.



VI. DIE SUPPLY CHAIN LÖSUNG FÜR UMFASSENDE ÖKOBLANZIERUNG

Da in einer idealen Welt nun alle UUIDs über die gesamte Lieferkette miteinander verknüpft sind, kann über die Blockchain eine Rückwärtssuche durchgeführt werden. Dabei werden explizit keine Namen von Lieferkettenteilnehmern, sondern in erster Linie nur IDs sichtbar. Diese Durchsuchbarkeit ermöglicht aber zum ersten Mal eine Kontaktaufnahme mit Lieferanten, die sich tiefer in der Lieferkette befinden, als der direkte Nachbar. Unser Projekt, DIBICHAIN ermöglicht es auf diese Weise, Informationen über eine ganz konkrete Komponente, Produkt (UID) bei einem weit entfernten Teilnehmer der Lieferkette anzufragen. Beide Teilnehmer (Anfrager und Anfrageempfänger) bleiben dabei vollständig anonym. Die Informationen die über diesen Weg in unserer Lösung angefragt werden können, sind ausschließlich beim Informationsbesitzer gespeichert. Der Besitzer selbst entscheidet auch, ob er bereit ist diese Informationen mit dem Anfrager zu teilen, oder nicht.

Durch die Produktzentrierung werden wir also den Anforderungen an Anonymität der Lieferkettenteilnehmer, als auch an Transparenz in der Lieferkette weitestgehend gerecht. Konkret besteht die Lösung also aus drei Funktionalitäten:

- Produktidentifikation und die Möglichkeit der Nachverfolgung
- Suche eines konkreten Produktes
- Anfrage und Austausch von zusätzlichen Informationen in standardisierter Form

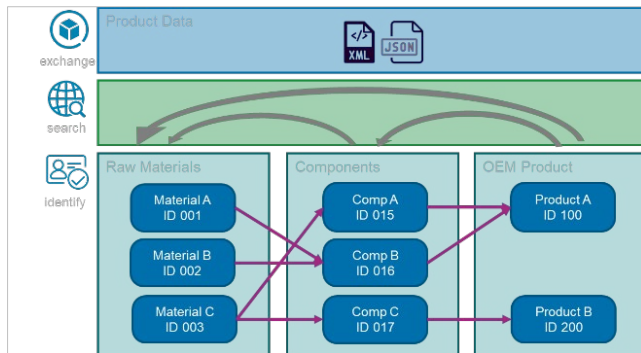


ABBILDUNG 3: ÜBERSICHT DER FUNKTIONEN DER LÖSUNG.

In unserem Pilotprojekt handelt es sich bei den Austauschdaten um LCA Datensätze aus der Lieferkette, die vom OEM in ein finales Produkt LCA integriert werden können.

Dies ermöglicht zum ersten Mal ein LCA, welches detailgetreu die gesamte Lieferkette berücksichtigen kann, und aus der Lieferkette selbst zusammengestellt wird. Dadurch können in der Lieferkette befindliche „schwarze Schafe“ im Hinblick auf besonders negative Ökobilanzfaktoren deutlich besser identifiziert und potenziell auch gezieltere Gegenmaßnahmen eingeleitet werden. Die Maßnahmen zur Optimierung der Produktökobilanz können also deutlich effektiver adressiert werden als bisher.

VII. AKZEPTANZPROBLEME UND MÖGLICHE LÖSUNGEN

Bei allen positiven Aspekten für Ökobilanzierung und Transparenz zur ökologischen Optimierung von Produkten, gibt es einen wesentlichen Punkt, den man bei einer Markteinführung nicht außer Acht lassen darf. Das Thema Akzeptanz ist ausschlaggebend für die Realisierung der gewünschten positiven Auswirkungen.

In erster Linie bedeutet eine solche dezentrale Plattform zuallererst ein neues IT-System für Kundeninfrastrukturen, welches beschafft, gewartet, upgedated, gemonitored etc. werden muss. Dadurch entstehen zunächst Aufwände und Kosten, ohne dass konkret ersichtlich ist, welchen Mehrwert das Ganze bieten kann.

Auf politischer Ebene finden allerdings Entwicklungen statt, die diese Sichtweise verändern. So wird das Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz zunächst für Unternehmen größer 3000 Mitarbeiter, später ab 1000 Mitarbeitern einen entscheidenden Einfluss haben, um Lösungen, wie die hier entwickelte voranzubringen [6]. Rechtlicher Druck wird auf jeden Fall einen positiven Einfluss auf die Entscheidung für eine solche Lösung ausüben, wengleich es positiver wäre über Mechanismen, wie Belohnung und weniger über Pönalen / Strafen zu arbeiten.

Allerdings gibt es, um dieses Risiko zu reduzieren, nur die schlechtere Alternative selbst eine Lösung für das Einholen von Informationen aus der Lieferkette zu entwickeln. Dies würde ungleich teurer werden und bei Lieferanten auf der Höhe Tier 2 und höher die Akzeptanz deutlich schmälern, wenn jeder OEM mit einer eigenen Lösung Daten abfragen wollen würde.

Nicht zuletzt wird es in absehbarer Zukunft für CO₂-Emissionen immer höhere Abgaben geben. Diese Regulierung ist seit 2021 in Kraft und wird aus aktueller Sicht bis zum Jahr 2025 zu mehr als doppelt so hohen Kosten wie heute pro

Tonne CO₂-Emission führen [7]. Dies macht es kurz- bis mittelfristig notwendig die direkten und indirekten Emissionen des eigenen Produktes zu kennen, um mindestens die Kosten kalkulierbar zu machen. Im Zweifelsfall kann sogar die Steuerlast errechnet werden, bzw. gegen zu großzügige Schätzungen seitens der Finanzbehörden angegangen werden. Dadurch könnte also eine niedrigere Abgabe verteidigt und Steuern gespart werden.

Eine der weiteren Entwicklungsstufen der Lösung sieht vor, dass es die Möglichkeit geben soll, die Daten, die hier innerhalb der Lieferkette ausgetauscht werden sollen, auch gegen ein Entgelt anzubieten. Das hat den Vorteil, dass der Anfrager verlässliche Daten kauft und diese deshalb nicht selbst erheben muss. Der Anfrageempfänger kann eine zusätzliche Einnahmequelle generieren, bzw. sich durch zusätzliche Bereitstellung von produktbezogenen Informationen einen Wettbewerbsvorteil verschaffen.

VIII. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Das Projektteam ist der Auffassung hier eine richtungsweisende Lösung unter maximaler Berücksichtigung aller Teilnehmer im Markt geschaffen zu haben, um:

- Lieferkettentransparenz zu ermöglichen
- geistiges Eigentum und Privatsphäre zu schützen
- Möglichkeiten zur Rechtskonformität für das Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz zu bieten
- potenziell die Recyclingquote für Produkte zu erhöhen
- indirekt die Möglichkeit der Steuertransparenz durch genaue Ermittlung der Treibhausgasemissionen und ggf. auch Steuerersparnis zu schaffen
- die Grundlage für zusätzliche Services und Bereitstellung von digitalen Produktinformationen zu schaffen

Perspektivisch kann diese neu gewonnene Transparenz über die Lieferkette insbesondere in Kombination mit Ökobilanzinformationen dazu führen, dass die Ökooptimierung eines Produktes in größeren Schritten über weniger Iterationen voranschreiten könnte, da bereits mit konkreten Daten aus der Lieferkette während der Simulationsphase gearbeitet werden kann. Ziel ist also die Ökobilanz eines Produktes bereits zu ermitteln, bevor das Produkt auf den Markt kommt. Das gibt die Möglichkeit ein Produkt im Hinblick auf Ökooptimierung und Emission, sowie End of Life Verwendung drastisch zu verbessern. Für dieses Ziel werden wir weiter arbeiten.

LITERATUR

- [1] EU-Recycling, "Stahlrecycling in Zahlen", [Online]. Verfügbar: <https://eu-recycling.com/Archive/21516>. [letzter Zugriff am: 09.08.2022].
- [2] NABU, "Kunststoffabfälle in Deutschland", [Online]. Verfügbar: <https://www.nabu.de/umwelt-und-ressourcen/abfall-und-recycling/22033.html>. [letzter Zugriff am: 09.08.2022].
- [3] Europäisches Parlament, "Plastikmüll und Recycling in der EU: Zahlen und Fakten", [Online]. Verfügbar: <https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/society/20181212STO21610/plastikmull-und-recycling-in-der-eu-zahlen-und-fakten>. [letzter Zugriff: 09.08.2022].
- [4] iMi Blockchain, "Blockchain vs. Distributed Ledger Technologie (DLT): Was ist der Unterschied?", [Online]. Verfügbar:

<https://imiblockchain.com/de/blockchain-vs-distributed-ledger-technologie/> [letzter Zugriff am: 09.08.2022].

- [5] T. Joos, P. Schmitz, "Konsens-Algorithmen in Blockchains", [Online]. Verfügbar: <https://www.blockchain-insider.de/konsens-algorithmen-in-blockchains-a-1008302/> [letzter Zugriff am : 09.08.2022].
- [6] Bundesregierung, "Lieferkettengesetz", [Online]. Verfügbar: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/lieferkettengesetz-1872010>. [letzter Zugriff am: 24.08.2022].
- [7] Bundesregierung Energie und Klimaschutz, "CO2-Bepreisung", [Online]. Verfügbar: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/co2-bepreisung-167300>. [letzter Zugriff am: 24.08.2022].