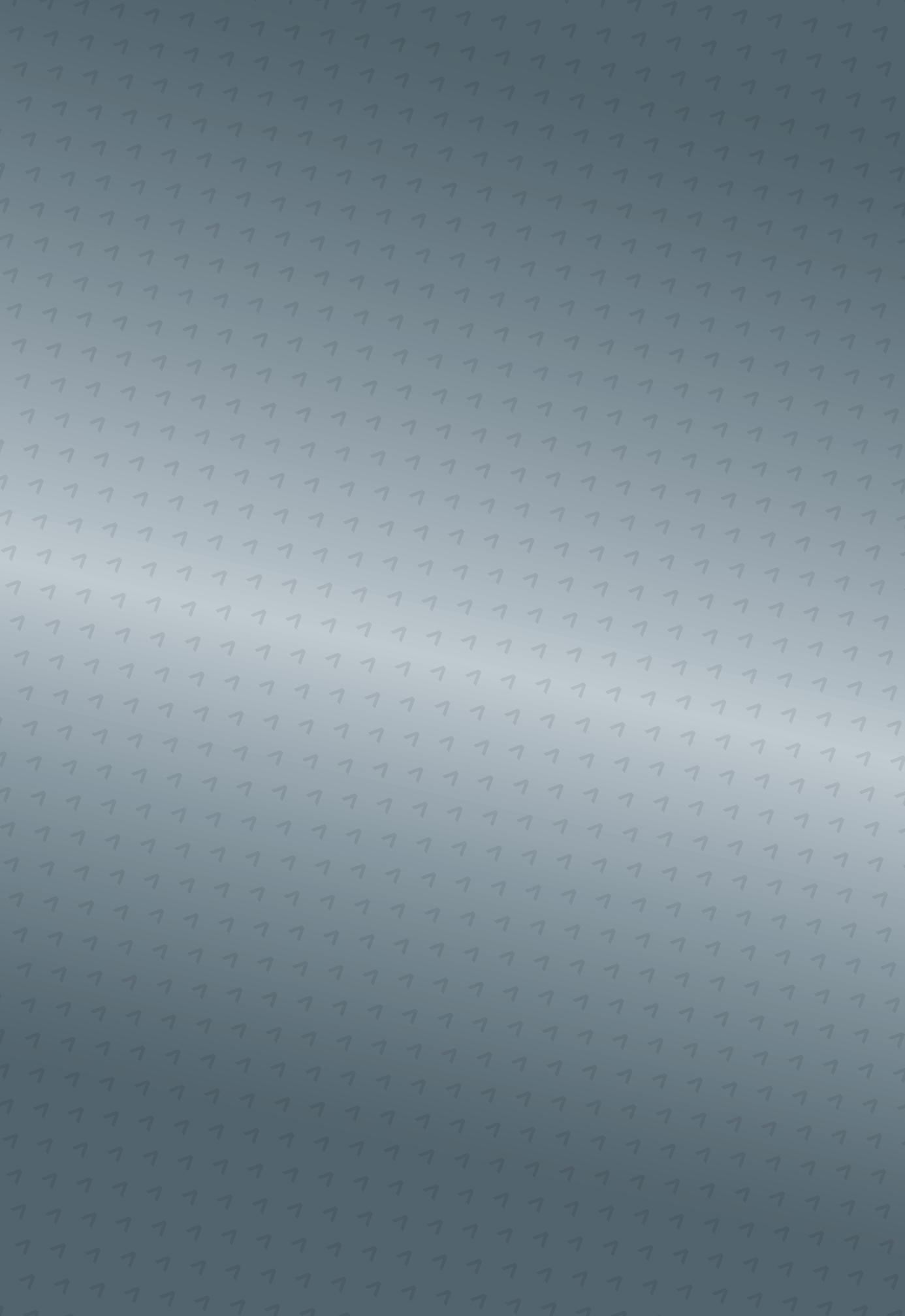




THINKTANK
INDUSTRIELLE
RESSOURCEN-
STRATEGIEN

BLOCK CHAIN TECHNO LOGIE

FÜR DIE
INDUSTRIELLE
PRODUKTION UND
DIGITALE KREISLAUF-
WIRTSCHAFT



BLOCK CHAIN TECHNO LOGIE

FÜR DIE
INDUSTRIELLE
PRODUKTION UND
DIGITALE KREISLAUF-
WIRTSCHAFT

Für eine nachhaltige und umfassende Kreislaufwirtschaft im Sinn der europäischen zirkulären Wirtschaft (Circular Economy) sind Daten und Informationen über Rohstoffe und Materialien in allen Bereichen des Lebenszyklus von Produkten und Dienstleistungen notwendig. Mit dem Aufkommen der digitalen Transformation der Wirtschaft – auch als Industrie 4.0 bezeichnet – stehen erstmalig umfangreiche, digitale Daten von Prozessen und Produkten zur Verfügung. Sie bilden den sogenannten „Digitalen Zwilling“, der die reale Welt abbildet.

Als eine der führenden Industrieregionen unternimmt das Land Baden-Württemberg umfangreiche Anstrengungen, die Digitalisierung und den digitalen Wandel der Wirtschaft voranzutreiben. Ich verspreche mir hiervon auch einen wesentlichen Beitrag, die umweltpolitischen Ziele des Landes zu erreichen. So haben wir in der Landesstrategie Ressourceneffizienz das Ziel formuliert, das Wirtschaftswachstum vom Ressourcenverbrauch zu entkoppeln und Baden-Württemberg zu einer der ressourceneffizientesten Regionen zu entwickeln. Gemeinsam mit der Industrie haben wir deshalb den THINKTANK Industrielle Ressourcenstrategien gegründet.

Ich freue mich daher, dass der THINKTANK mit seiner ersten Veröffentlichung zu den Möglichkeiten der Blockchain- und Distributed-Ledger-Technologie eine der aktuell spannendsten und vielversprechendsten digitalen Entwicklungen aufgreift. Für die industrielle Produktion und Kreislaufwirtschaft bieten sich Prozessverbesserungen, Sicherheit und Transparenz in der Rohstofflieferung, effizienter Einsatz von Produkten und bessere Rückführung von Materialien in den Wirtschaftskreislauf an. Dies in die Praxis umzusetzen, ist eine der Herausforderungen, derer sich der THINKTANK annehmen wird.



Franz Untersteller MdL

Minister für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft
des Landes Baden-Württemberg

Unternehmen tragen Verantwortung: Sie müssen Umwelt- und Nachhaltigkeitsstandards einhalten, in der Liefer- und Wertschöpfungskette sicherstellen und weitergeben. Es gelten dort gesetzliche Vorschriften und es gibt auch ethische Verpflichtungen. Was es bisher nicht gibt, ist eine gute, einfache und gleichzeitig sichere Möglichkeit, die zugrundeliegenden Daten in der Kette zu kommunizieren.

Jeder Beteiligte hat Daten, pflegt sie und gibt sie – vielleicht – auch weiter. Kunden fragen nach und eine Mitarbeiterin oder ein Mitarbeiter im Unternehmen trägt tagelang Informationen zusammen. Das kostet Zeit, Geld und ist unproduktiv.

Mit dem hier vorliegenden Projekt kann der Daten- und Informationsfluss zwischen den verschiedenen Stakeholdern entlang der Liefer- und Wertschöpfungskette optimiert werden. Digitale Technologien helfen der produzierenden Industrie, ihre Abläufe zu verbessern und dabei ihre Betriebsgeheimnisse zu wahren. Gleichzeitig sehen wir Chancen für die Abfallverwertung. Die Kreislaufwirtschaft und damit auch die Ressourceneffizienz würden gestärkt.

Wir denken: Die Blockchain-Technologie kann für alle Beteiligten eine nachhaltige Win-win-Lösung werden.



Thomas Mayer

Hauptgeschäftsführer und Vorstand
Verband der Chemischen Industrie e.V.,
Landesverband Baden-Württemberg;
Vorsitzender des Beirates THINKTANK
Industrielle Ressourcenstrategien

In den letzten Jahren sind vernetztes Denken und Digitalisierung stark fortgeschritten. Im Zeitalter des „Internet of Things“ und von Industrie 4.0 müssen auch die zunehmende Digitalisierung und die damit verbundenen Transformationsprozesse unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit betrachtet werden. Hier leistet der gemeinsam von Land und Industrie ins Leben gerufene „THINKTANK Industrielle Ressourcenstrategien“ eine wichtige Aufgabe. Über diese deutschlandweit einzigartige Einrichtung, in die sich der LVI maßgeblich einbringt, sollen Politik und Industrie auf wissenschaftlicher Basis in Rohstoff- und Ressourceneffizienzfragen beraten werden. Damit wird insbesondere ein wesentlicher Beitrag hinsichtlich der Herausforderungen des industriellen Wandels an die Versorgung, Verfügbarkeit und Sicherung von Rohstoffen sowie deren Transparenz für den Innovationsstandort Baden-Württemberg und darüber hinaus geleistet.

Eines der ersten Themen, denen sich der THINKTANK in diesem Zusammenhang widmet, ist die Blockchain-Technologie für die industrielle Produktion und digitale Kreislaufwirtschaft. Gerade für Baden-Württemberg als Innovationsland Nr. 1 ist es wichtig, diese Technologie dort einzusetzen, wo sie einen Mehrwert bringt. Deshalb ist es unabdingbar, deren Bedeutung darzustellen und die Unternehmen auf die damit verbundenen Chancen aufmerksam zu machen. Der LVI unterstützt den verantwortungsvollen Einsatz dieser Technologie, mit der ein Beitrag dazu geleistet werden kann, dass unsere Hidden Champions und Marktführer des Hightech-Standortes Baden-Württemberg ihre Geschäftsmodelle weiterhin nachhaltig gestalten können.



Senator E.h. Wolfgang Wolf

Geschäftsführendes Vorstandsmitglied des Landesverbandes der Baden-Württembergischen Industrie e. V.

Der Zugang zu Rohstoffen, deren effiziente Gewinnung, Nutzung und Kreislaufführung sind für eine industriell geprägte Wirtschaft von essenzieller Bedeutung. Durch eine wachsende Weltbevölkerung, intensive technologische Weiterentwicklung und voranschreitende Industrialisierung in den Schwellenländern sind die Rohstoffmärkte unter Druck gekommen. Der Weg zu einer ressourcenschonenden Industriegesellschaft bedarf deshalb einer Entwicklung, die sowohl die materiellen Bedürfnisse der Menschen als auch die ökologischen und sozialen Konsequenzen betrachtet. Dies bedarf gemeinsamer Anstrengungen von Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Zivilgesellschaft. Politik und Wirtschaft haben dazu 2018 den THINKTANK „Industrielle Ressourcenstrategien“ gegründet und am Karlsruher Institut für Technologie etabliert. Der THINKTANK „Industrielle Ressourcenstrategien“ als unabhängiger Vordenker in technologisch-strategischen Fragestellungen zur Ressourceneffizienz, -nutzung und -politik auf nationaler und internationaler Ebene befasst sich intensiv mit dem Einsatz neuer Technologien zur Reduktion des Ressourcenverbrauchs und Steigerung der Ressourceneffizienz. Ein besonders innovativer Ansatz stellt in diesem Zusammenhang der Einsatz digitaler Technologien dar, die vielfältige Chancen bieten, die Daten über Rohstoffe über den gesamten Lebenszyklus zu monitorieren (Blockchain) sowie neue ressourceneffiziente Prozesse und Produkte bereits in der Entwicklungsphase digital darzustellen (Digital Twin). Das vorliegende Buch „Blockchain-Technologie für die industrielle Produktion und digitale Kreislaufwirtschaft“ gibt einen umfassenden Überblick aus industrieller Praxis und Wissenschaft über Möglichkeiten der Anwendung von Blockchain-Technologien bei der Gewinnung, Verarbeitung, Nutzung und Kreislaufführung von Rohstoffen.



Prof. Dr. Thomas Hirth

Vizepräsident für Innovation und Internationales des Karlsruher Instituts für Technologie und Sprecher des THINKTANK Industrielle Ressourcenstrategien

Einführung

„Blockchain“ ist in aller Munde – „Distributed Ledgers“ schon weniger. Auch „Kryptotechnologie“ gehört irgendwie dazu. Ein weiterer Hype? Revolutionär, disruptiv, zumindest vielversprechend und in unserer schnelllebigen Zeit auch bald wieder vergessen? Oder, wie einige Experten prophezeien: das nächste große Ding nach dem Internet!

Auf jeden Fall weckt das Thema Blockchain Interesse. Auch wenn zahlreiche Veröffentlichungen darüber berichten, wirklich verstehen tun es nur wenige. Welche Relevanz es für jeden Einzelnen hat, welche Potenziale sich für die Wirtschaft, für die Verwaltung und letztlich für die Gesellschaft dahinter verbergen, noch weniger. Nimmt man die digitale Transformation der Gesellschaft, Industrie 4.0, Internet der Dinge (Internet of Things – IoT), Internet der Dienstleistungen (Internet of Services – IoS), Digitale Zwillinge (Digital Twins) ernst, kommt man nicht umhin, sich mit dem Thema Blockchain und allem, was damit zusammenhängt, auseinanderzusetzen.

Mit dieser Broschüre versuchen wir, den Einsatz der Blockchain- und Distributed-Ledger-Technologie rund um das Thema Rohstoff- und Materialströme und Ressourcen – von der Mine, über die Schmelze, über die Produktion, über die Nutzung bis hin zum Recycling oder Entsorgen – zu beleuchten.

Hierzu betrachten wir die schon bestehenden umfangreichen Informationsflüsse und Daten entlang der Wertschöpfungsketten und Lebenszyklen und wagen einen Ausblick auf sich neu eröffnende Geschäftsmodelle und ein neues Zusammenspiel der Akteure.

In einer leicht verständlichen Weise wollen wir in das Thema einführen, Ihr Interesse wecken und zu Überlegungen anregen, Chancen, die diese Technologie bietet, zu nutzen. Wir freuen uns auf Ihr Feedback.



Dr. Christian Kühne

Geschäftsführer

THINKTANK Industrielle Ressourcenstrategien

12 Blockchain – einen innovativen Ansatz für die Umwelt nutzen

Prof. Dr. Mario Schmidt – Hochschule Pforzheim

16 Blockchain – „like a Locked Train“

Prof. Dr. Ali Sunyaev – Karlsruher Institut für Technologie [KIT]

28 „Digital Twin of everything“ – das gläserne Produkt

Prof. Dr. Mario Schmidt – Hochschule Pforzheim

32 Wahre Daten und vertrauliche Daten

Prof. Dr. Mario Schmidt – Hochschule Pforzheim

37 Einstufung, Kennzeichnung und Deklaration von Stoffen und Gemischen

Dr. Rüdiger Herpich – LANXESS Deutschland GmbH

42 Datenverfügbarkeit in der Nutzungsphase durch Blockchain-Technologie

Dr. Christian Kühne – Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

44 Nachverfolgbarkeit und Fälschungssicherheit von Daten

Andreas Schiffleitner – iPoint Group

48 Digitale Zwillinge in der digitalen Kreislaufwirtschaft

Jörg Walden und Martina Prox, iPoint Group

51 Bewährtes mit neuester Technologie weiterentwickeln

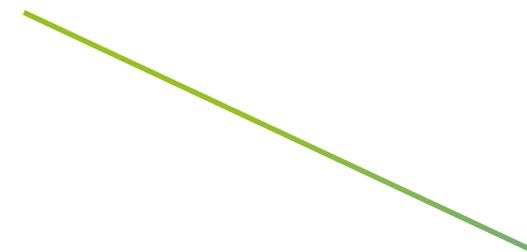
Uwe Koethner – Robert Bosch GmbH

55 Blockchain zur Herstellung von Transparenz in Rohstoff-Lieferketten

Maroye Marinkovic und Jörg Walden, iPoint Group

58 Die Blockchain als Verbesserung des Lieferketten-Managements – im Allgemeinen und am Beispiel SustainBlock

Dr. Katie Böhme und Maroye Marinkovic, iPoint Group



61 Datennachverfolgbarkeit und Anwendungsbeispiele – von der Mine bis zum Endprodukt, Fokus Konfliktminerale

Andreas Schiffleitner und Sebastian Galindo, iPoint Group

67 Rohstofftransparenz – wo befindet sich was?

Prof. Dr. Mario Schmidt – Hochschule Pforzheim

70 Wie kann Blockchain nachhaltige Geschäftsmodelle unterstützen?

Jörg Walden und Gunther Walden, iPoint Group

74 Blockchain als Katalysator für Kollaboration und Koopetition

Jörg Walden und Maroye Marinkovic, iPoint Group

77 Blockchain in der Kreislaufwirtschaft – Verbesserung des Recyclings

Dr. Dipl.-Chem. Beate Kummer – Scholz Recycling GmbH
Dr. Christian Hagelüken – Umicore AG & Co. KG

80 Demontagewissen bündeln – reparieren statt entsorgen

Dr. Torsten Zeller – CUTEC Clausthaler Umwelttechnik Forschungszentrum

83 Optimierung der Recyclingströme/Transparenz über reale Produkt- und Stoffströme

Dr. Dipl.-Chem. Beate Kummer – Scholz Recycling GmbH
Dr. Christian Hagelüken – Umicore AG & Co. KG

85 Überwachung von (materialbezogenen) realen Recyclingmengen und Recyclingquote

Dr. Dipl.-Chem. Beate Kummer – Scholz Recycling GmbH
Dr. Christian Hagelüken – Umicore AG & Co. KG

88 Ökobilanz und der Klima-Fußabdruck

Prof. Dr. Mario Schmidt – Hochschule Pforzheim

94 Ökologische und ökonomische Optimierung der Wertschöpfung

Martina Prox – iPoint Group

98 Stichwortverzeichnis der Abkürzungen

100 Autorenverzeichnis

Blockchain – einen innovativen Ansatz für die Umwelt nutzen

Text: Prof. Dr. Mario Schmidt – Hochschule Pforzheim

Für optimale Entscheidungen



Dem britischen Physiker Lord Kelvin wird der Satz zugewiesen: „Was man nicht messen kann, kann man nicht verbessern.“ Messen allein reicht aber nicht. Die gewonnenen Daten müssen auch dorthin gelangen, wo sie Handlung auslösen: Kaufentscheidungen beim Konsumenten, Veränderung des Produktdesigns beim Produktentwickler, Änderung der Zuliefererstruktur beim Einkäufer, Sortierung und Verwertung von Abfallströmen beim Entsorger, Überwachung durch Vollzugsbehörden u. v. m.

All diese Akteure sind von Informationen abhängig, die in einem komplexen und globalen Produktions- und Konsumnetzwerk entstehen. An jedem Produkt und an jeder Dienstleistung sind Dutzende, manchmal Hunderte oder Tausende von Akteuren beteiligt. Ein durchschnittlicher Pkw besteht heute aus bis zu 10.000 einzelnen Teilen von verschiedenen Lieferanten, die über die ganze Welt verstreut sind. Sie alle wissen etwas über das Produkt oder die Dienstleistung, aber meistens nur einen kleinen Teil, der rasch im Wirrwarr der globalen Produktionsnetzwerke wieder verloren geht. Selten weiß der Hersteller eines Endprodukts, was in den zugekauften Einzelteilen alles steckt, wie sie produziert wurden und unter welchen Umwelt- und Sozialbedingungen.

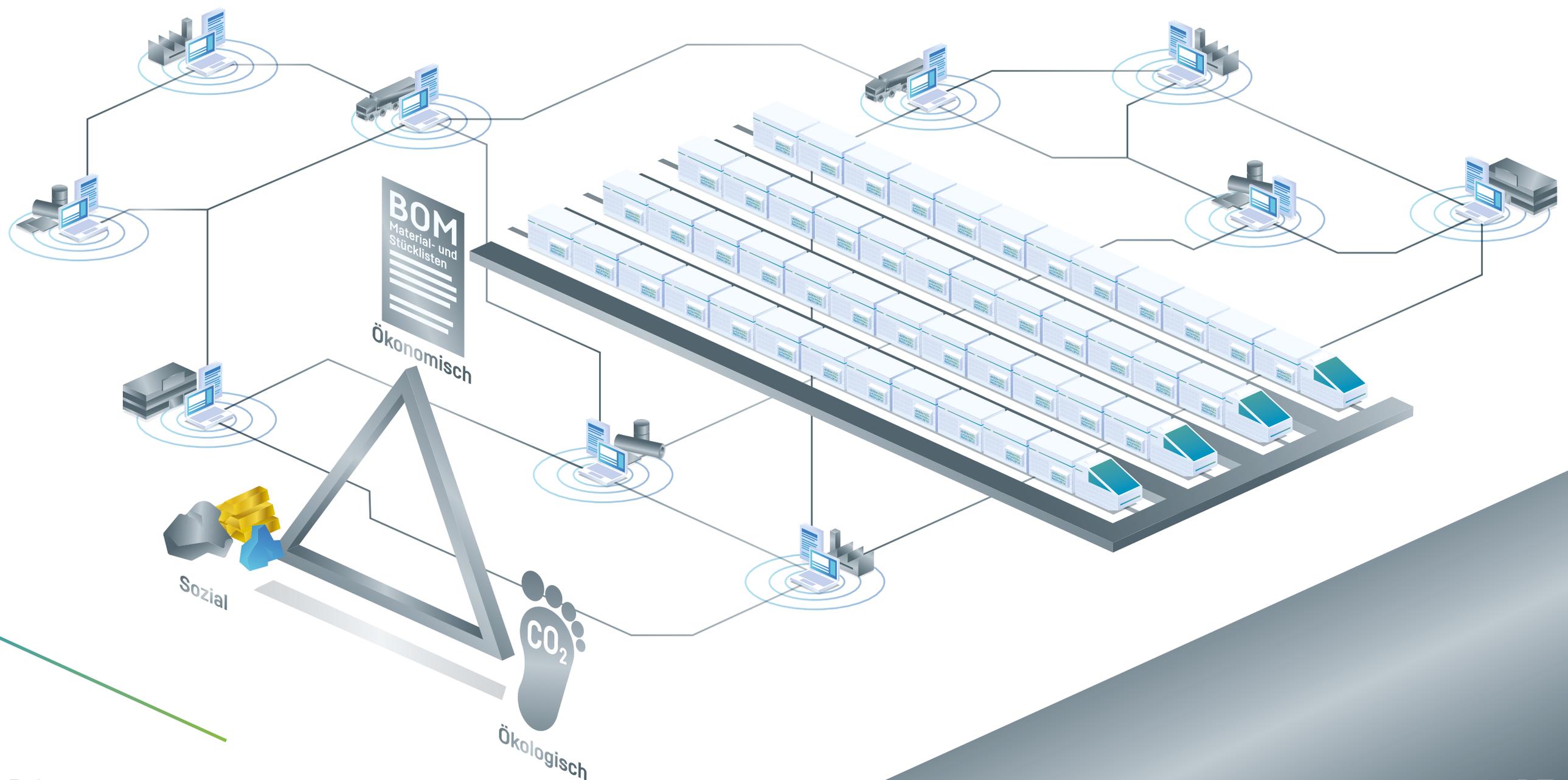
Mit dem Unwissen und dem heute üblichen Informationsverlust können viele wichtige Entscheidungen nicht optimal getroffen werden: Wie sollen Altgeräte am besten zerlegt werden? Welche Wertstoffe könnte man noch nutzen? Wo sind Gefahrstoffe und Umweltgifte verborgen? Wie sieht die Umwelt- oder Sozialbilanz eines Produkts aus?

Die heute zur Verfügung stehenden Instrumente und Methoden aus dem IKT-Bereich können helfen, diese Informationen zu sichern, zu bündeln und jenen Akteuren in geeigneter Form zur Verfügung zu stellen, die sie brauchen, um daraus wichtige Entscheidungen abzuleiten oder vielleicht sogar neue Geschäftsideen zu entwickeln. Das Ziel ist dabei, die Umwelt zu entlasten, die natürlichen Ressourcen zu schonen und nachhaltiger zu wirtschaften. Auch diese Ziele sind längst globalisiert: Die treibhausrelevanten Emissionen, die durch ein Produkt verursacht werden, können an Produktionsstandorten in der ganzen Welt auftreten. Die prekären sozialen Bedingungen, die mit der Rohstoffgewinnung oder Produktherstellung verbunden sind, treten Tausende Kilometer entfernt vom Konsumort auf. Selbst die Zerlegung von alten Elektronikprodukten aus Europa erfolgt oft in Asien oder Afrika.

Die Aufgabe einer „nachhaltigen Blockchain-Lösung“ ist die intelligente und zielgerichtete Organisation des verstreuten Wissens, das in unserem globalen Produktions- und Konsumnetzwerk im Prinzip bereits vorhanden ist. Dabei müssen einerseits die berechtigten Interessen der Akteure nach Vertraulichkeit eingehalten werden, etwa wenn es um Betriebsgeheimnisse, Rezepturen oder sensible Lieferantenstrukturen geht. Andererseits ist eine ökologische Transparenz

für das Endprodukt gefordert. Nicht jede Information ist dabei für jeden Adressaten von Bedeutung bzw. manche Informationen sollen sogar nur bestimmten Kreisen zugänglich sein. Dies erfordert ein System von gestuften und verlässlichen Zugangsberechtigungen, genauso wie auch die abgespeicherten Informationen wahr und verlässlich sein müssen. Genau hierin liegt der Vorteil der neuartigen Verfahren, die dem Blockchain-Gedanken zugrunde liegen.

Blockchain – „like a Locked Train“

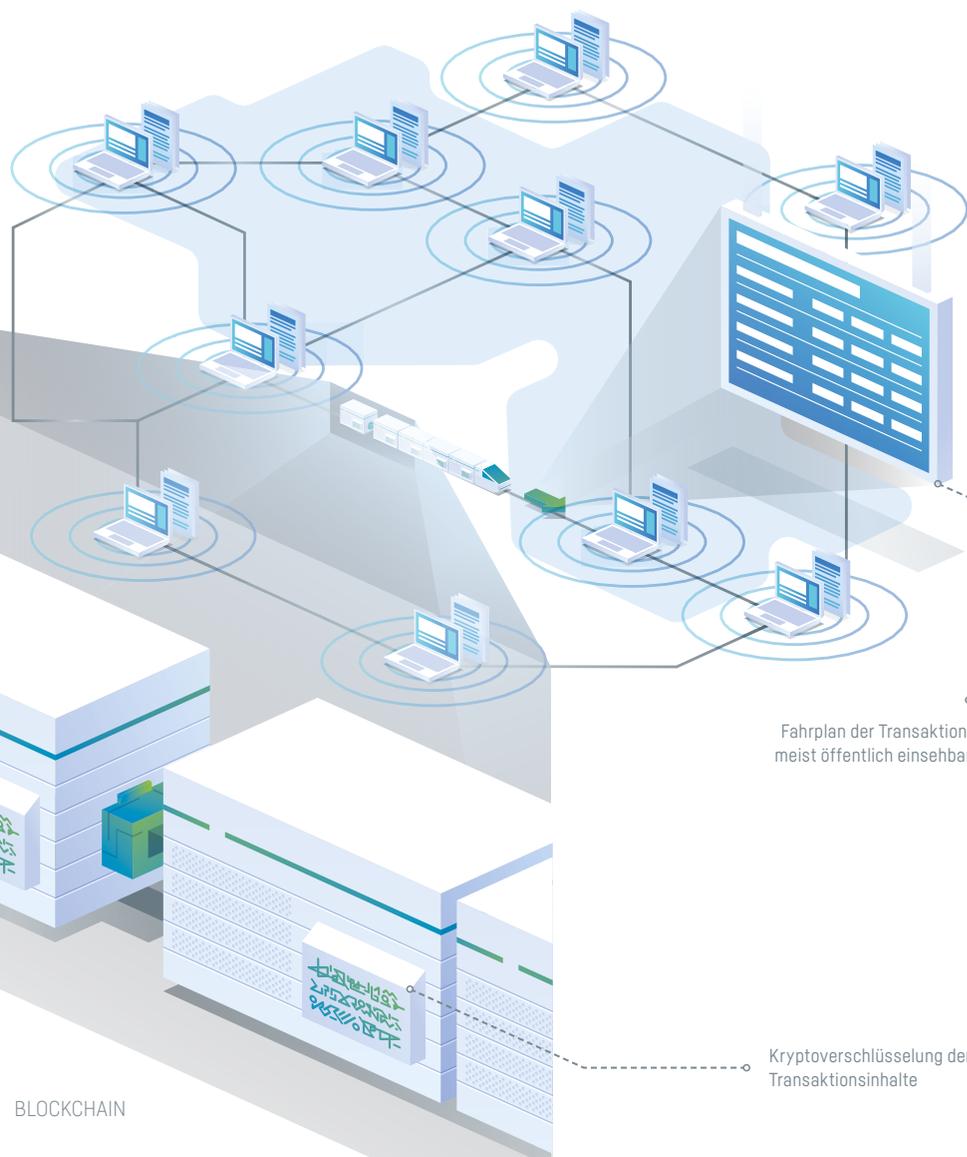


Blockchain – „like a Locked Train“

Text: Prof. Dr. Ali Sunyaev – Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

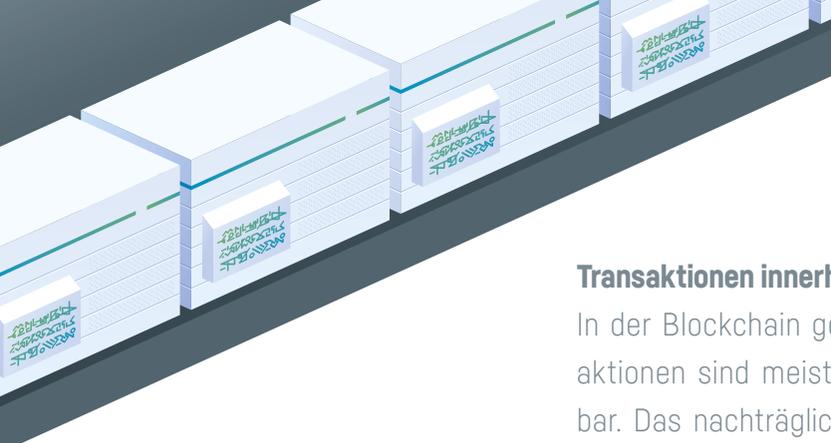
Blockchain, Distributed Ledgers und kryptografische Verfahren

Blockchain ist ein Begriff, dem man in den vergangenen Jahren im Zusammenhang mit der Digitalisierung immer häufiger begegnete. Das Konzept wurde vor allem durch die Kryptowährung Bitcoin bekannt, die im Jahre 2008 vorgestellt und 2009 realisiert wurde. Doch was ist die Blockchain eigentlich und warum könnte sie bald einen großen Einfluss auf unseren Alltag haben?



Dezentralität

Die Blockchain erhält ihren Namen dadurch, dass die Transaktionen (darunter wird hier die Dokumentation der Übertragung von Daten verstanden, die dann mit Werten bzw. Assets assoziiert werden können) in Blöcken strukturiert abgelegt werden (engl. block) und eine Kette bilden (engl. chain). Es handelt sich dabei um ein Konzept der Datenhaltung, das in die „Distributed Ledger Technology“ (DLT) eingebettet ist. DLT ist die darunterliegende Technologie, die vor allem eine Lösung bereitstellt, um Konsens zwischen allen Knoten eines Distributed Ledgers zu schaffen, obwohl Knoten zeitweise nicht verfügbar sein können oder manche Knoten auch versuchen können, betrügerische bzw. falsche Daten einzubinden. Diese Fehler werden auch als „byzantinische Fehler“ bezeichnet. In der DLT wurden diese Probleme durch die Anwendung spieltheoretischer Konzepte (bspw. Byzantine Generals Problem) gelöst. DLT gilt daher als „Byzantine Fault Tolerant.“ Die Dezentralität verhindert Gefahren, die bei zentralisierten Infrastrukturen auftreten, zum Beispiel das, was im Technischen als „Single Point of Failure“ bezeichnet wird. Fällt ein zentrales System aus (engl. Point of Failure), auf das viele weitere Dienste zugreifen, die demnach stark abhängig davon sind, ist nicht nur das eigentliche System betroffen, sondern auch alle weiteren Dienste. Die Abhängigkeit von einer zentralen Instanz entfällt bei der DLT.



Transaktionen innerhalb der Blockchain

In der Blockchain gespeicherte Transaktionen sind meist öffentlich einsehbar. Das nachträgliche Verändern oder Löschen gespeicherter Transaktionen ist durch die Anwendung kryptografischer Verfahren jedoch nahezu unmöglich. Eine einzelne Transaktion enthält bei der DLT immer die Adressen von Sender und Empfänger, aber auch weitere Daten, die unverfälscht mittransferiert und bereitgestellt werden sollen. Üblicherweise hat jede Transaktion mindestens einen Vorgänger und kann mehrere Nachfolger haben, die immer mit den Daten des Vorgängers in Zusammenhang stehen müssen. Über diese Verkettung kann unveränderlich nachvollzogen werden, wohin welche Daten transferiert wurden.

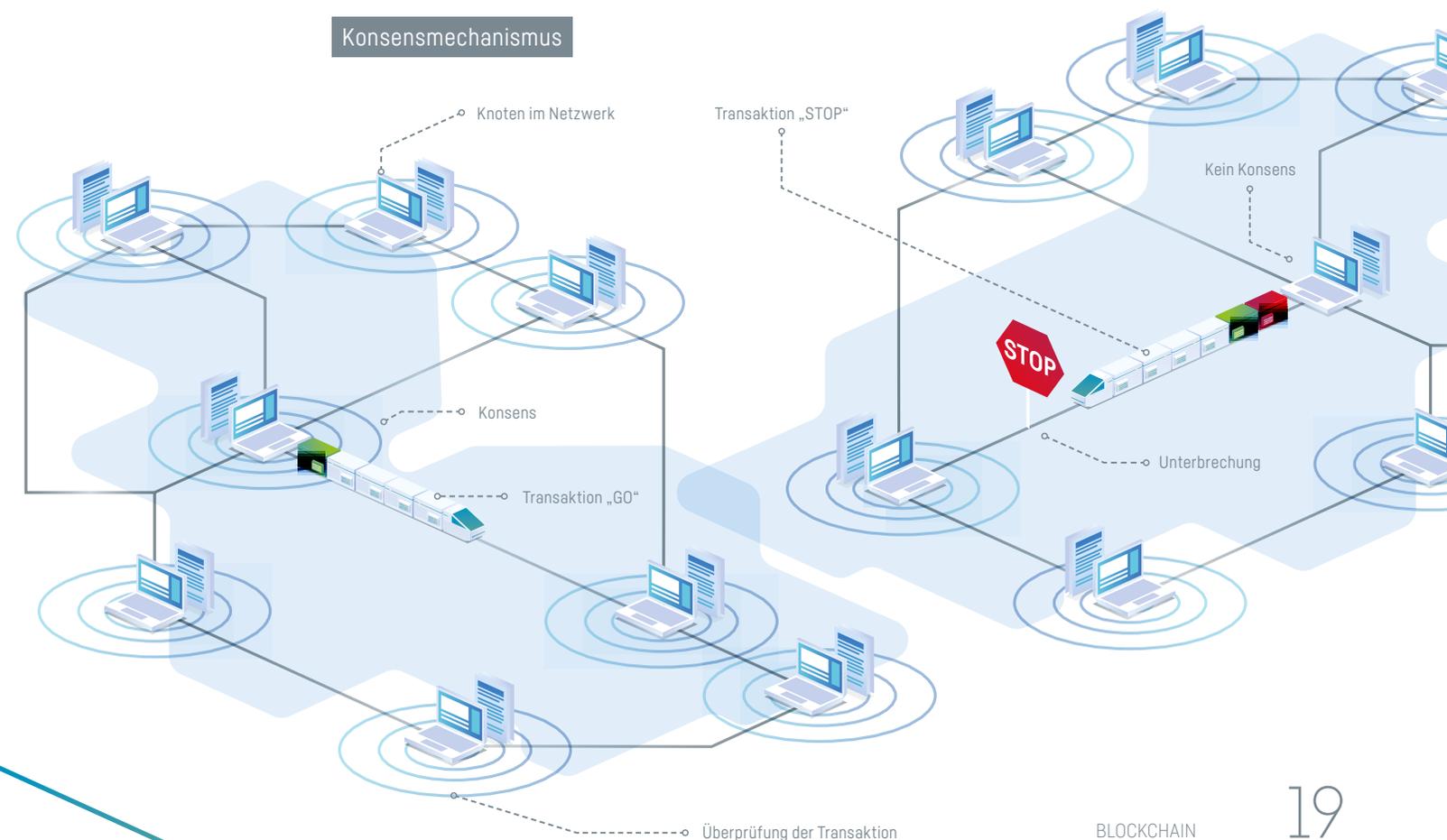
Transparenz

Derzeit erfordern viele Prozesse die Anwesenheit einer dritten, unabhängigen Partei (sog. Intermediär), der bei der Durchführung ihrer Aufgaben vertraut werden muss. Auch in technischen Bereichen finden sich Intermediäre, zum Beispiel bei Anbietern von Cloud-Plattformen oder sozialen Netzwerken, deren Verhalten für Konsumenten häufig nicht transparent ist. Nutzer von Diensten wie Facebook, Google+ oder Twitter können kaum nachvollziehen, welche Daten erhoben, wie diese verarbeitet und gespeichert werden. Die Blockchain kann die Nutzung privater Daten für den jeweiligen Nutzer besser kontrollierbar und transparenter machen. Ein auf der Blockchain basierendes Identitätsmanagement soll dabei Anwendung finden.

Datensicherheit: Fälschungssicherheit

Jede neue Transaktion wird an alle Computer eines Netzwerks (sog. Knoten, engl. nodes) weitergeleitet. Jeder dieser Knoten prüft die Transaktion auf Gültigkeit. Ein bis ins Jahr 2008 noch ungelöstes Problem bei dieser Prüfung war, das mehrfache Weiterleiten derselben Daten (dieses wird auch als Double-Spending-Problem bezeichnet) in einem voll dezentralen System unter Ausschluss eines Intermediäres (bspw. einer Bank) festzustellen. Das Double-Spending-Problem wurde auf rein algorithmischer Ebene ohne Notwendigkeit eines Intermediäres bei der Blockchain gelöst. Ein essenzieller Bestandteil dieser Lösung ist der sogenannte Konsensmechanismus, der die verschiedenen Knoten in der Blockchain synchronisiert und eine Art Abstimmung über die Aufnahme neuer Daten durchführt. Einer der möglichen und der derzeit am weitesten verbreitete Konsensmechanismus ist der „Proof of Work“. Dabei müssen die Knoten unter großem Einsatz von Energie und Rechenleistung ein Zufallswort generieren, das eine bestimmte Voraussetzung erfüllt. Der erste Knoten, dessen Zufallswort diese Voraussetzung erfüllt, wird für seine Mühen (also Energie und Rechenleistung) entlohnt.

Konsensmechanismus

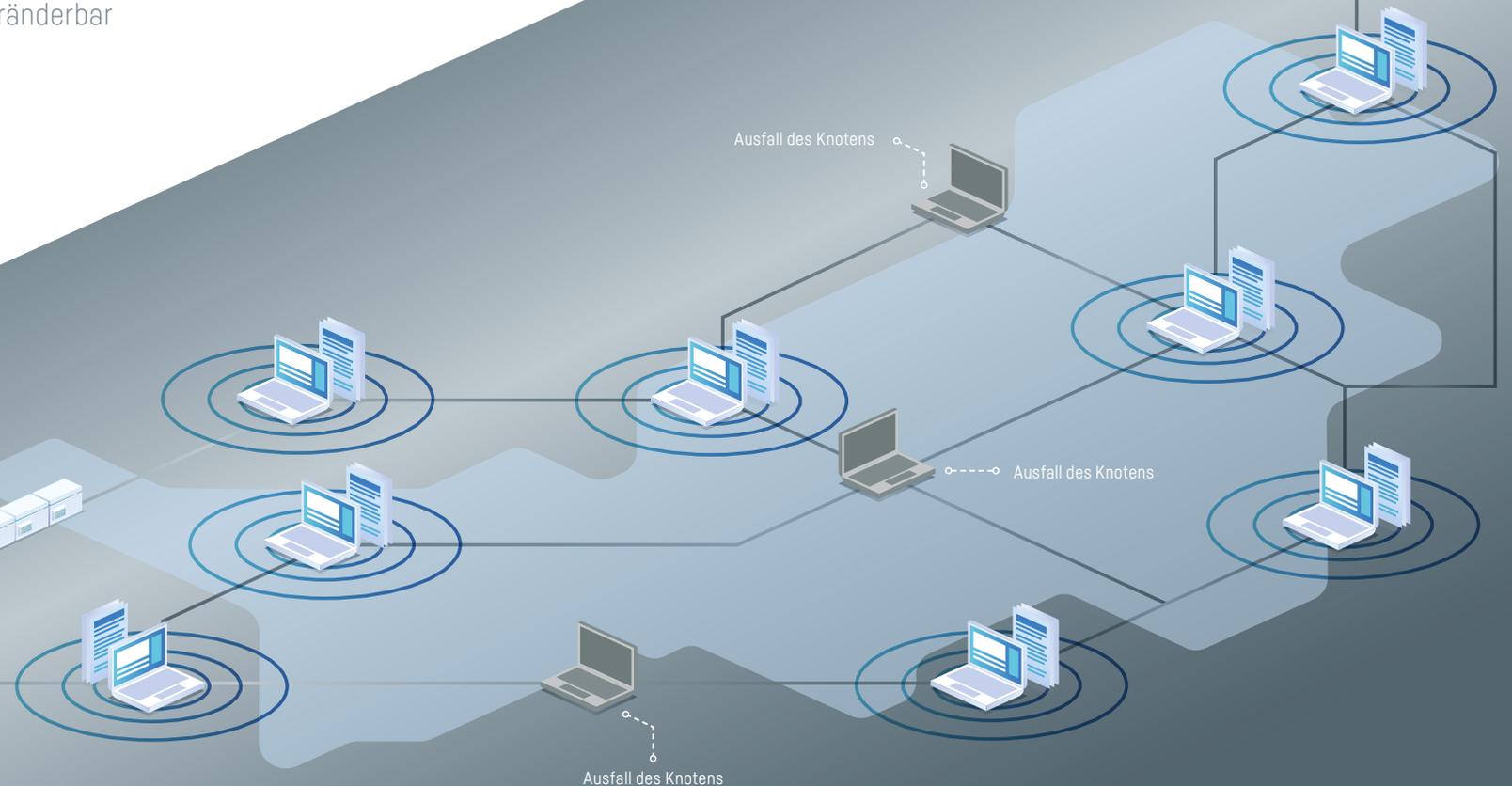
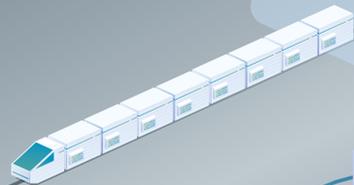
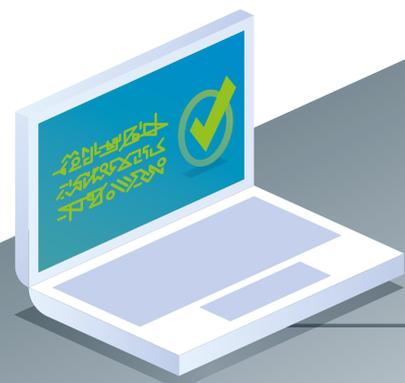


Zusammenfassung

Der Einsatz der DLT ist vor allem dann sinnvoll, wenn mehrere Parteien, die sich gegenseitig nicht vertrauen, Daten miteinander teilen wollen; wenn von großem Interesse ist, dass diese Daten nicht zentral von einer Partei gehalten werden; und wenn deren Übertragung unveränderbar und nachvollziehbar sein soll. Die DLT schafft auf Datenbasis Transparenz zwischen sich nicht vertrauenden Parteien und kann Prozesse beschleunigen bzw. automatisieren. Darüber hinaus ist die DLT in hohem Maße verfügbar. Beim Ausfall einiger Knoten des verteilten Registers kann ein Dienst mit den verbliebenen weiterbetrieben werden. Transaktionen können unter Verwendung der DLT meist schneller und unter Umständen sogar kostengünstiger durchgeführt werden, als wenn sie über einen Intermediär abgewickelt würden. Durch die besonders hohe Integrität der DLT wird gewährleistet, dass Transaktionen unveränderbar gespeichert werden.

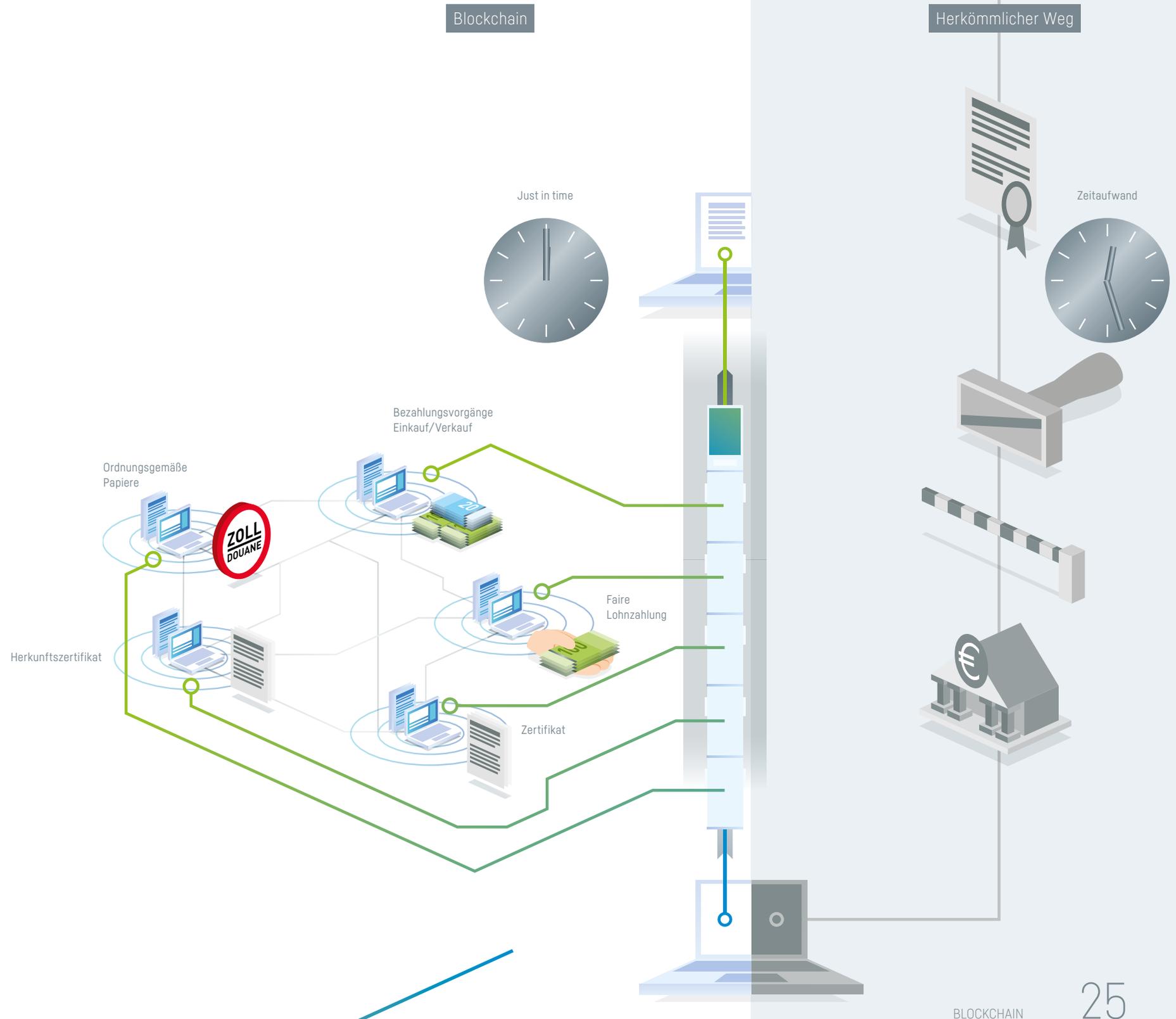
- Qualität**
- Hohe Verfügbarkeit
 - Unveränderbarkeit
 - Datenspeicher
 - Zusammenarbeit ohne Intermediär
 - Verhindern betrügerischen Handelns einzelner Parteien auf Basis von Algorithmen

Mehrere Parteien, die sich nicht vertrauen



Mögliche Anwendungen

Die aktuellen Diskussionen konzentrieren sich auf die Nutzbarmachung der DLT zur Unterstützung von wirtschaftlichen und staatlichen Prozessen. Im größeren Rahmen könnte sogar die Übertragung von geistigem Eigentum auf einem verteilten Register festgehalten und in Echtzeit durchgeführt werden. Im „Supply Chain Management“ kann die DLT dazu genutzt werden, produktbezogene Daten zuverlässig und nicht manipulierbar zu speichern und Übergabeprotokolle zu digitalisieren. Bereits heute bietet eine solche, auf der DLT basierende Dokumentation die Möglichkeit zu prüfen, ob z. B. ein Rohstoff ein Konfliktmineral ist.

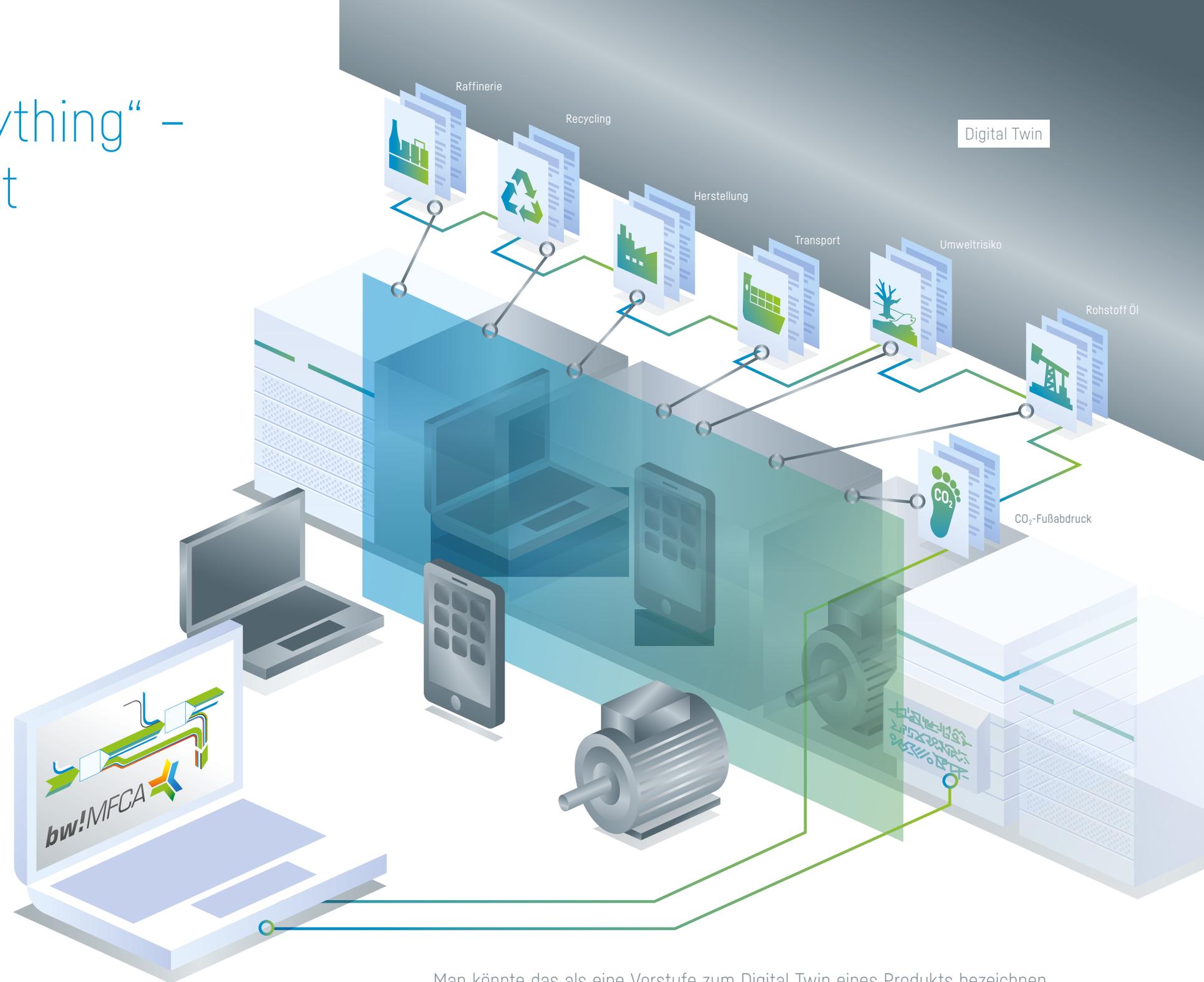


„Digital Twin of everything“ – das gläserne Produkt

Text: Prof. Dr. Mario Schmidt – Hochschule Pforzheim

Die Angst vor dem gläsernen Menschen ist groß. Nicht umsonst gibt es die Forderungen nach einem ausgefeilten Datenschutz, der die persönlichen Daten der Menschen sichert und vor Missbrauch schützt. Doch wie steht es mit Daten zu einem Produkt? Müssen sie auch geschützt werden? Soll hier auch verheimlicht werden, was in ihnen enthalten ist, welche Vorgeschichte sie haben und woher sie kommen?

Das Gegenteil ist der Fall und wird bereits heute teilweise praktiziert: Produktkennzeichnungen informieren über den Nährstoffgehalt, über den CO₂-Fußabdruck oder giftige Stoffe, die enthalten sind. Sie geben Hinweise, wie die Produkte zu entsorgen sind. Zu vielen Produkten stehen Betriebsanleitungen oder Baupläne im Internet und können mit einem QR-Code oder einer Seriennummer abgerufen werden. Kunden – auch aus dem B2B-Bereich – und Konsumenten wollen möglichst genau informiert sein über das, wofür sie Geld ausgeben.



Man könnte das als eine Vorstufe zum Digital Twin eines Produkts bezeichnen. Für ein Produkt liegen Informationen vor, die derzeit noch unterschiedlich dokumentiert sind, auf der Verpackung, auf dem Produkt selbst, in einem Beipackzettel oder im Internet. Warum bündelt man nicht all diese Informationen in einem einheitlichen und leicht verständlichen System, das digital universell verfügbar ist?

Zu jedem Produkt gibt es quasi einen Zwilling mit allen erforderlichen Produktinformationen. Dieser Zwilling könnte sich auf Produktklassen – z. B. auf Prototypen von Produkten – beziehen oder auf Produktchargen, bei denen die jeweiligen Herstellbedingungen berücksichtigt worden sind. Man könnte sogar jedes einzelne Produkt individualisiert erfassen – z. B. bei teuren Gebrauchs- oder Investitionsgütern – und die Daten zum Produkt während seiner Herstell- und Nutzungsphase sammeln und weiterleiten. Das könnte bessere Rückschlüsse für erforderliche Reparaturen oder die sachgerechte Entsorgung ermöglichen.

All das gibt es bereits in Ansätzen und vereinzelt für bestimmte Produkte oder Anwendungsfälle. Die IKT-Verfahren, die der Blockchain zugrunde liegen, ermöglichen aber eine einheitliche Struktur, Standardisierung von Datenformaten und Schnittstellen, erweiterte Funktionalitäten wie etwa die Steuerung von Zugriffsrechten und damit letztendlich eine Senkung von Transaktionskosten.

Speicherkapazität und Datenvolumen



Wie detailliert man den Digital Twin erfasst, ist letztendlich nur eine Aufwandsfrage. Ein durchschnittlicher Europäer besitzt grob geschätzt 10.000 Dinge. Wenn jedes dieser Dinge wieder aus 1.000 Einzelteilen bestünde und wir das auf die Weltbevölkerung hochrechnen, so geht es um die Verwaltung von 10^{17} Datensätze. Die weltweite Speicherkapazität im IKT-Bereich betrug 2017 schätzungsweise 10 Zettabyte, das sind 10^{22} , also ein Vielfaches von dem, was man für einen „Digital Twin of everything“ bräuchte. Und die vorhandene Speicherkapazität steigt weiter rapide an.

Wahre Daten und vertrauliche Daten

Text: Prof. Dr. Mario Schmidt – Hochschule Pforzheim

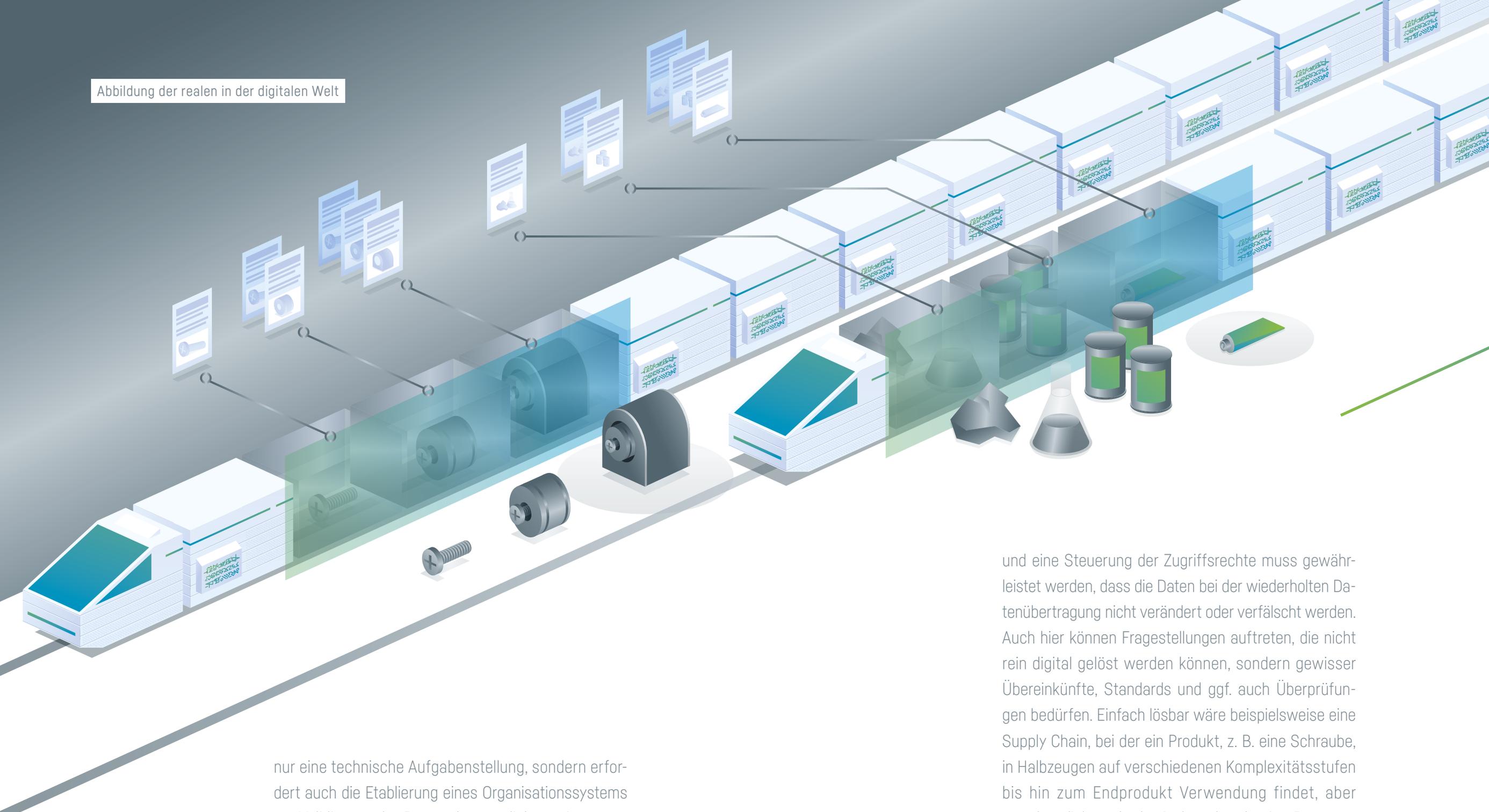
Daten sind ein sensibles Gut. Zum einen fragen sich die Adressaten, ob die Daten stimmen und die Wirklichkeit abbilden. Gerade in den vergangenen Jahren ist diese Frage – besonders im Zusammenhang mit Emissionsdaten im Kraftfahrzeugbereich – zu Recht gestellt worden. Zum anderen fragen die Ersteller und Absender der Daten, was mit ihnen geschieht oder ob sie nicht missbräuchlich verwendet werden. Beide Seiten müssen angemessen berücksichtigt werden.

Die Verifizierung von Daten, die erhoben, gespeichert und weitergereicht werden, egal in welchem System, ist eine komplexe Aufgabe. Sie fängt schon bei der Erhebung oder Entstehung der Daten an, weil die Daten später in der „Data Chain“ häufig nicht mehr auf ihren Wahrheitsgehalt überprüft werden können. Stellen wir uns beispielsweise eine Firma vor, die den Gehalt eines bestimmten Stoffes in ihrem Produkt angibt. Die Messung muss qualitätsgesichert sein, sie muss nach einem festgelegten Verfahren einen Datensatz liefern, der weitergereicht werden kann. Messung und Datenerstellung bzw. -weitergabe müssen durch eine unabhängige Stelle überprüfbar sein, z. B. durch Stichprobenkontrollen. Die Aussagekraft des Datensatzes

muss ggf. dokumentiert werden, z. B. ob es sich um Durchschnittswerte handelt, welche Fehlerbreiten auftreten, wann gemessen wurde usw. Die Daten dürfen nicht verfälscht weitergegeben werden.

Diese Verifizierung liegt sozusagen außerhalb des eigentlichen IKT-Verfahrens und ist nicht verallgemeinerbar, sondern hängt vom Anwendungsfall und vom Erzeuger der Daten ab. Zum Beispiel muss ein Produzent in Asien vertrauenswürdig nachweisen können, dass seine Daten, etwa über die Einhaltung des Verbots von Kinderarbeit, der Wahrheit entsprechen. Das kann durch ein entsprechendes Zertifikat einer dritten Instanz erfolgen. Die Vertrauenswürdigkeit und Zuverlässigkeit dieser Instanz sind entscheidend für die Belastbarkeit der Daten. Können Zertifikate beliebig erkaufte werden, so sind die Daten nicht belastbar.

Das Problem des Wahrheitsgehalts bei der Datenerzeugung besteht in fast allen Anwendungsbereichen: bei den technischen, sozialen und ökologischen Bedingungen der Produktion, der Einhaltung von Vorschriften, der Zusammensetzung und der Inhaltsstoffe von Produkten. Eine „Sustainable Blockchain“ ist also nicht



nur eine technische Aufgabenstellung, sondern erfordert auch die Etablierung eines Organisationssystems zur Validierung der Daten, das möglicherweise sogar global funktionieren muss.

Der Datentransport entlang der „Data Chain“ ist dann ureigene Aufgabe des IKT-Bereichs oder, wenn man so will, der Blockchain. Durch Verschlüsselungsmechanismen

und eine Steuerung der Zugriffsrechte muss gewährleistet werden, dass die Daten bei der wiederholten Datenübertragung nicht verändert oder verfälscht werden. Auch hier können Fragestellungen auftreten, die nicht rein digital gelöst werden können, sondern gewisser Übereinkünfte, Standards und ggf. auch Überprüfungen bedürfen. Einfach lösbar wäre beispielsweise eine Supply Chain, bei der ein Produkt, z. B. eine Schraube, in Halbzeugen auf verschiedenen Komplexitätsstufen bis hin zum Endprodukt Verwendung findet, aber grundsätzlich noch physisch vorhanden ist. Das wäre eine typische Situation in der Fertigungsindustrie. Der Datensatz der Blockchain entspricht dann einer aufgelösten Stückliste des jeweiligen Produkts und im Grundsatz wäre die Schraube jederzeit identifizierbar und rückverfolgbar.

Wenn aber aus verschiedenen Rohstoffen ein neues Material produziert wird, so ist die Verfolgbarkeit der ursprünglich eingesetzten Rohstoffe nicht mehr gewährleistet. Dies ist eine typische Situation in der Chemischen Industrie oder in der Metallherzeugung. So stellt sich die Frage, was an diesen Orten passiert: Wird möglicherweise Gold aus legalem Abbau mit Gold aus illegalem Abbau vermischt? Die Blockchain hat hier eine Lücke oder Zäsur, weil mit dieser Vermischung die eindeutige Objektzuordnung unterbrochen wird. An dieser Stelle muss wieder ein geeigneter Validierungsmechanismus greifen, um die Informationen vor der Vermischung und nach der Vermischung konsistent und wahrheitsgetreu zu verknüpfen.

Schließlich stellt sich die Frage, wer welche der bereitgestellten Daten wie verwenden darf. Ein Unternehmen ist beispielsweise bereit, die Zusammensetzung seiner Vorprodukte anzugeben, aber nicht den Namen oder Ort des Lieferanten und dessen Vorlieferanten. Die Inhaltsstoffe (Rezeptur) eines Produkts sollen für den Kunden geheim bleiben, aber nicht für eine Behörde, die überprüfen will, ob Gefahrstoffe enthalten sind. Oder es sollen Inhaltsstoffe (Rezepturen) von Einzelteilen zwar weitergereicht, aber immer nur für ein Aggregat, z. B. für das Gesamtprodukt, angegeben werden. Diese Vorgaben können durch Verschlüsselungen, Zugriffsrechte oder geeignete Aggregierungsalgorithmen auf der IT-Seite durch eine Blockchain gelöst werden.

Einstufung, Kennzeichnung und Deklaration von Stoffen und Gemischen

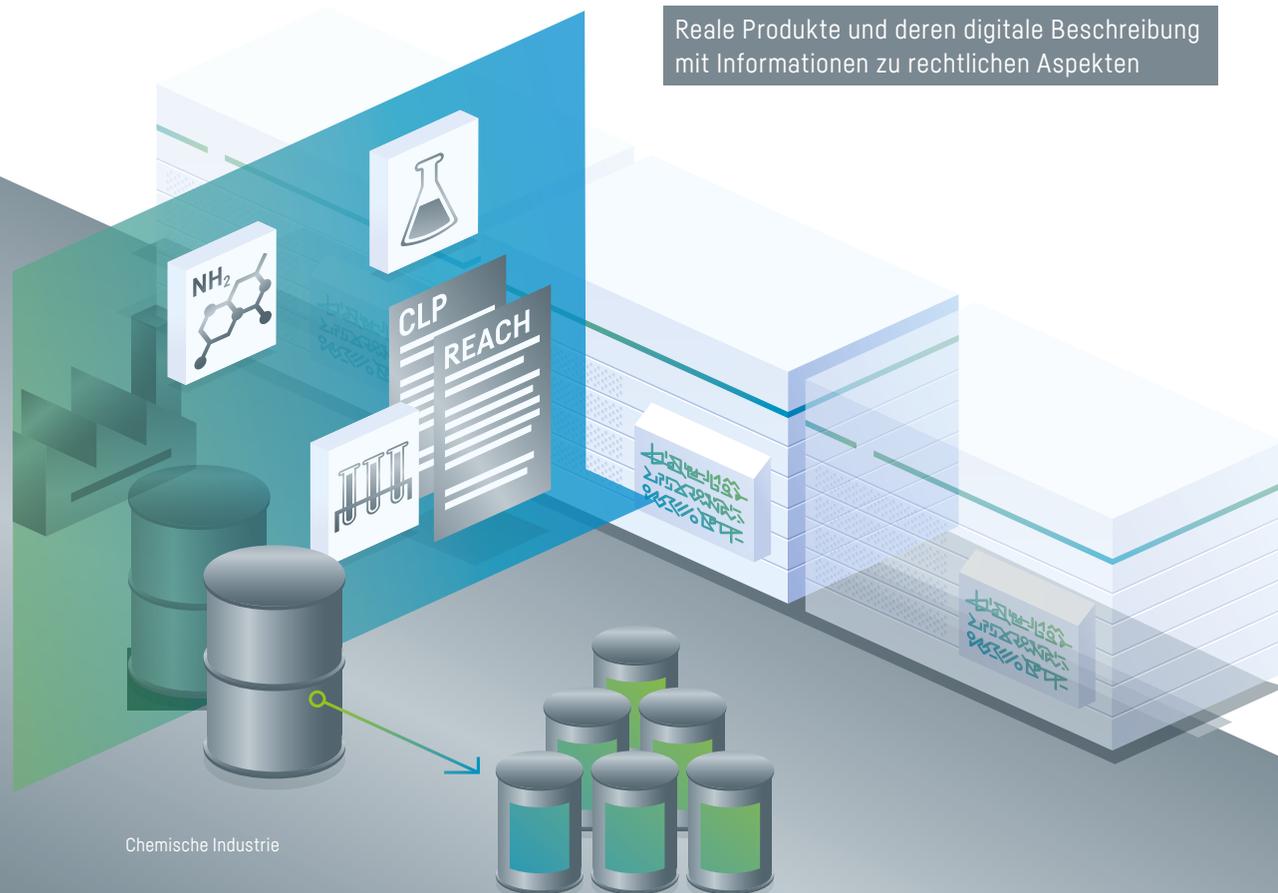
Text: Dr. Rüdiger Herpich – LANXESS Deutschland GmbH

Die in der Chemieindustrie hergestellten Stoffe und Gemische sind häufig keine Endprodukte. Sie werden zu einem großen Anteil als Synthesearbeitsstoffe bzw. als Rohstoffe für chemische Reaktionen und Umsetzungen innerhalb der Branche weiterverwendet oder in nachgeschalteten Industriezweigen verbraucht und dabei chemisch umgewandelt. Daraus ergibt sich die Schwierigkeit, die Informationen in der kompletten Lieferkette weiterzugeben, die dafür notwendig sind, eine Substanz oder Verbindung jederzeit rechtlich bewerten zu können.

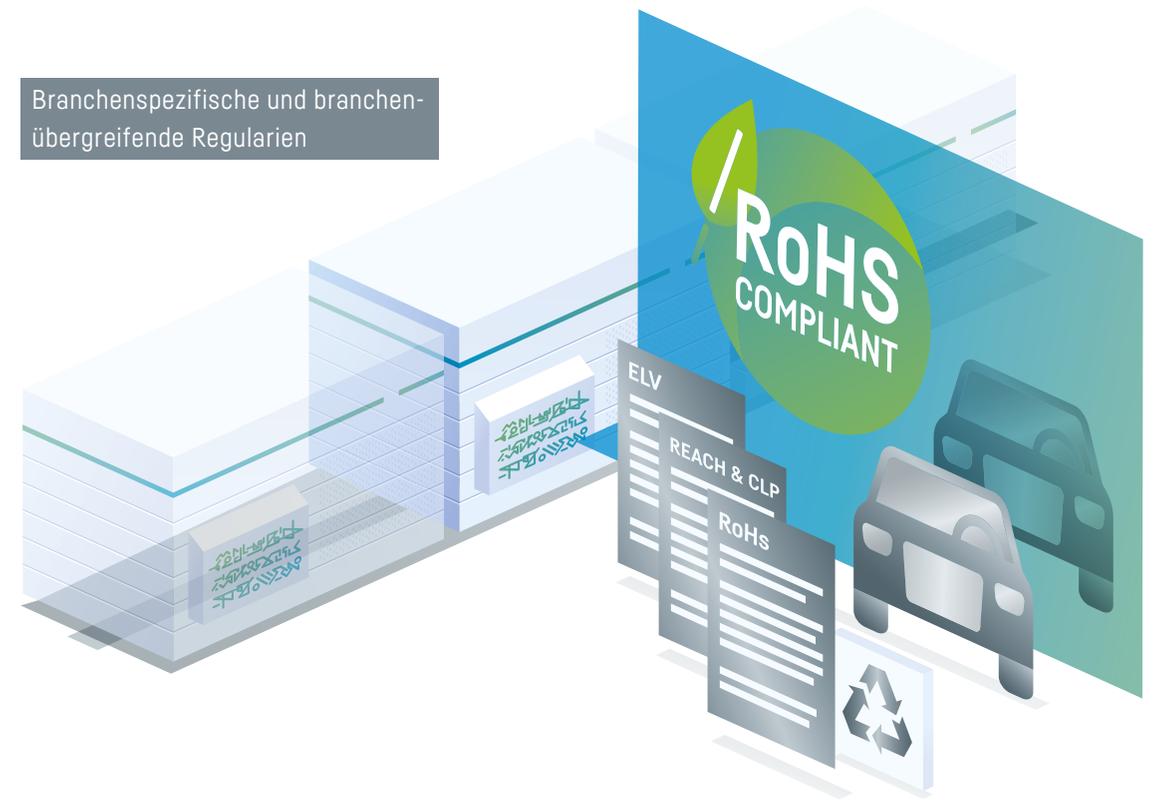
Rechtliche Grundlage: die EU-Chemikalienverordnungen

Die REACH-Verordnung 1907/2006/EC regelt seit 2007 die Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung von Chemikalien innerhalb der EU. Seither ist eine Voraussetzung für die Vermarktung, dass umfassende toxikologische und ökotoxikologische Daten angegeben werden müssen. Ergänzt werden die Prozesse der Registrierung und Zulassung durch die CLP-Verordnung 1272/2008/EC, die die Einstufung und Kennzeichnung von Stoffen, Gemischen und Verpackungen festlegt. Das Sicherheitsdatenblatt, das als „Beipackzettel“ von Chemikalien im gewerblichen Verkehr verwendet wird, bündelt alle diese Informationen (inklusive gefahrgutrechtlicher Klassifizierung und Wassergefährdung nach WHG). Auf diese Weise lassen sie sich innerhalb der Lieferkette weitergeben.

Ein großer Anteil von Stoffen und Gemischen unterliegt jedoch bei der Weitergabe in der Lieferkette keinen chemischen Reaktionen mehr. Insbesondere die Spezialchemie stellt Substanzen und Chemikaliengemische her, die praktisch unverändert als Bestandteil oder Additiv zur Verbesserung von Produkteigenschaften genutzt werden. Beliefert werden damit beispielsweise Hersteller von Farben, Lacken, Kunststoffen, Gummiprodukten, Textilien, Mineralölprodukten sowie alle möglichen Produzenten von Fertigerzeugnissen. Diese Gruppe von Chemikalien besticht durch eine besonders große Vielfalt an Stoffen und Gemischen bei gleichzeitig relativ kleinen Produktions- und Einsatzmengen.



Branchenspezifische und branchenübergreifende Regularien



Branchenspezifische Regularien und privatwirtschaftliche Vorgaben

Außerhalb des Chemikalienrechts greifen andere, zusätzliche, aber ebenfalls stoffbezogene Regelungen, die Verbote oder Beschränkungen enthalten können. Die nachgeschalteten Industriezweige haben teilweise ganz eigene Verordnungen, an die sie sich halten müssen, zum Beispiel die Altfahrzeugverordnung (der 2000/53/EG „ELV“ entsprechend) im Automobilbereich, die Elektrostoffverordnung (der 2011/65/EU „RoHS“ entsprechend) in der Elektroindustrie oder die Regelungen des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR) für diejenigen Unternehmen, die Artikel mit beabsichtigtem Lebensmittel- oder Trinkwasserkontakt herstellen. Die sogenannten Konfliktminerale und deren Rückverfolgbarkeit sind für den Maschinenbau sowie für den Elektro- und Elektronikgerätebau von besonderem Interesse. Darüber hinaus fordern die Unternehmen des Fahrzeugbaus die Berücksichtigung von Stoffverboten und -beschränkungen jenseits legaler Vorgaben auch zusätzlich durch privatwirtschaftliche Vereinbarungen wie Qualitätssicherungsverträge ein.

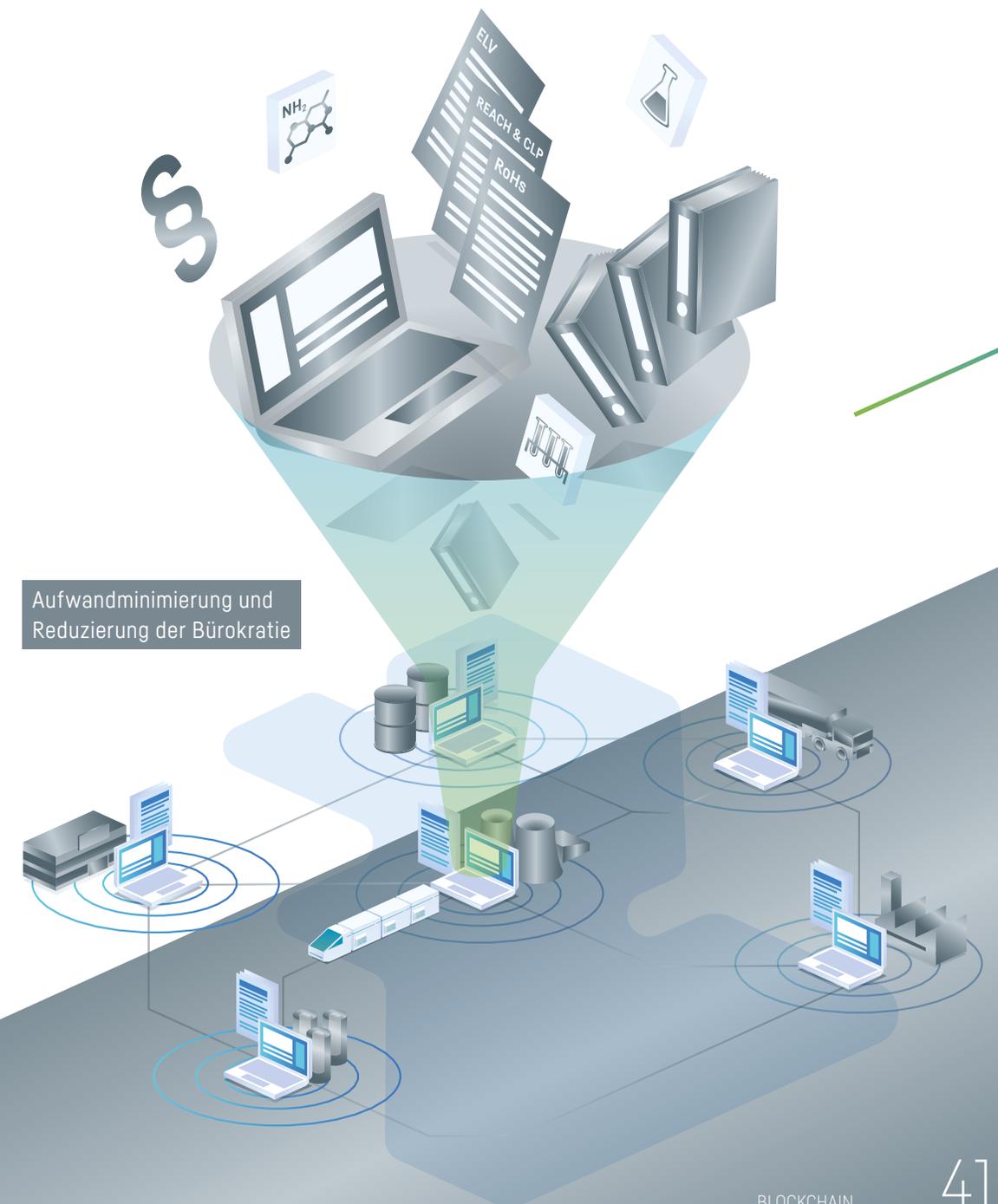
Vor diesem Hintergrund ist das Sicherheitsdatenblatt als „Beipackzettel“ für die Kunden der Chemiebranche zwar nützlich, aber längst nicht „komplett“. Denn über den Registrierstatus und die Einstufung sowie die Kennzeichnung hinaus gibt es, über die gesamte Lieferkette betrachtet, weit mehr Einordnungsmerkmale einzelner Stoffe und Produktkomponenten.

Blockchain: gleichzeitig transparent und vertraulich

Ein Blockchain-Ansatz, der durch Flagging oder elektronische Markierung einzelne Stoffe durch den ganzen Materialkreislauf entlang der Lieferkette begleitet, ist hervorragend dafür geeignet, um einerseits die Vertraulichkeitsansprüche der Chemikalienhersteller und andererseits die Beschränkungen in der Anwendung zu berücksichtigen. Für Stoffe, die im gesamten Materialkreislauf unverändert bleiben, ergibt sich hierbei die Chance, in jedem Segment des Materialkreislaufs die jeweils relevanten rechtlichen Bewertungen abzurufen. Dies gilt sowohl für den Status eines Stoffes (oder auch von Gemisch-Komponenten) bezogen auf eine Norm (REACH, 850/2004/EG „POP“) als auch für Zuordnungen zu bedenklichen oder gefährlichen Stoffgruppen (SVHC, CMR, PBT, vPvB etc.). Rezeptur- und Zusammensetzungsdaten von Produkten müssen hierbei anonymisiert in Stoffe – ohne Produkt- und ggfs. Unternehmenszuordnung – aufgeschlüsselt werden, um so den Know-how-Schutz der Chemieunternehmen sicherzustellen. Gedanklich kann dieser Ansatz einer elektronischen Stoffmarkierung auch im Hinblick auf außenwirtschaftliche, stoffbezogene Regelungen weitergeführt werden.

Gegenwärtig erfolgen die Informationen hierzu entlang der Lieferkette meist unternehmensspezifisch und nicht standardisiert: manuell oder teilautomatisiert, per Anfrage durch [Brief-]Deklarationen, mal mit, mal ohne Unterschrift, durch eigene Zertifikate, via Fax oder E-Mail bis hin zu undokumentierten telefonischen Bestätigungen.

Die elektronische Abbildung der stoffbezogenen regulatorischen Angaben für die Stakeholder innerhalb der Supply Chain birgt die Chance für die Chemieindustrie, den Verwaltungs- und Dokumentationsaufwand in der Kommunikation zum Status einzelner Stoffe bezüglich der Rechtsbereiche außerhalb des Chemikalienrechts erheblich zu reduzieren. Gleichzeitig können den nachgeschalteten Industriebranchen schnell und unkompliziert die für ihre Belange jeweils notwendigen Informationen zu einzelnen Stoffen transparent und dokumentiert zur Verfügung gestellt werden.



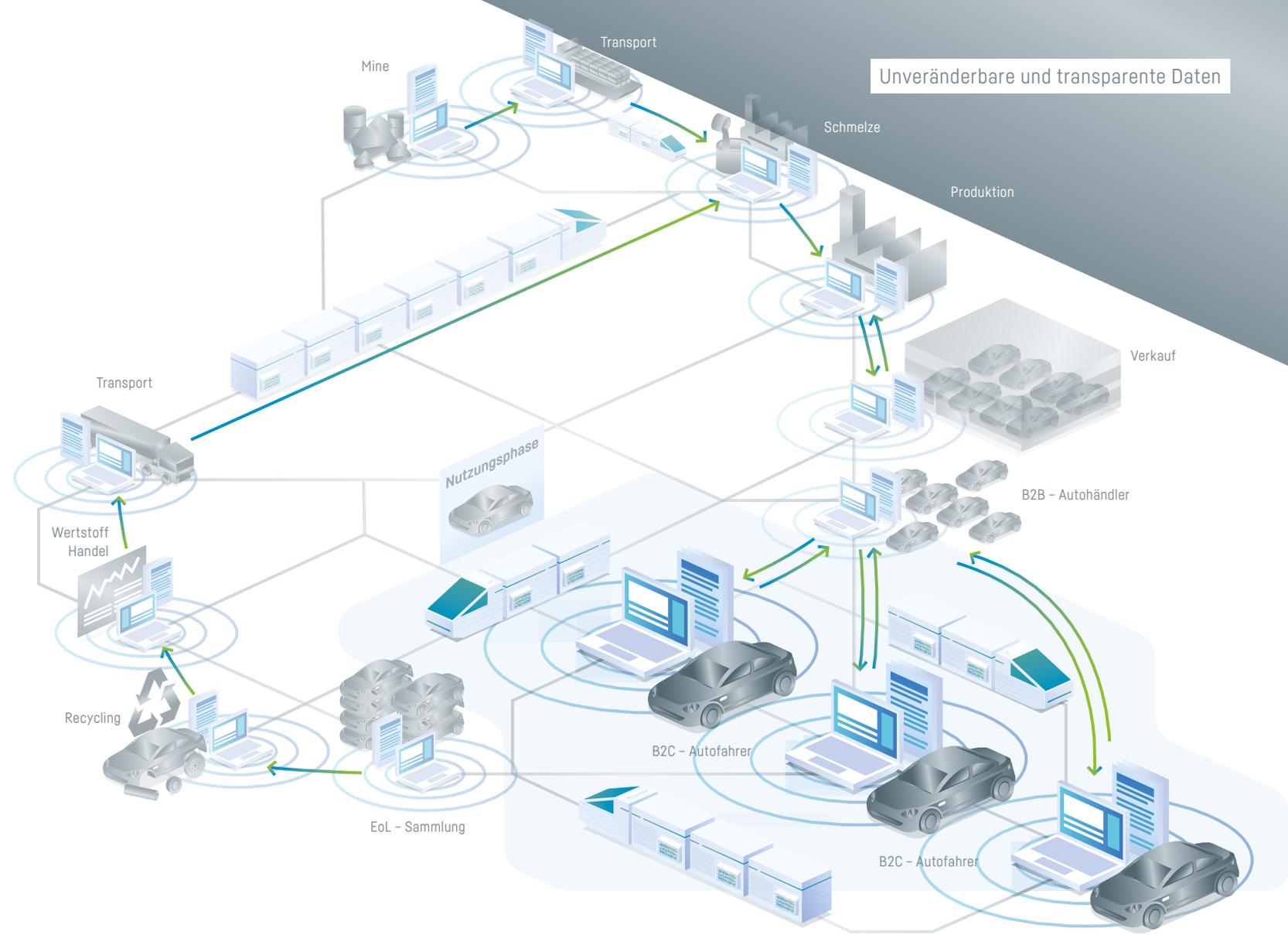
Datenverfügbarkeit in der Nutzungsphase durch Blockchain-Technologie

Text: Dr. Christian Kühne – Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

Betrachtet man den Lebenszyklus eines Produkts, so liegen bereits mehr oder weniger umfangreiche Daten von den Rohstoffen aus den Minen über die Schmelze bis hin zur Produktion vor. Durch die Digitalisierung und die Einführung von Industrie 4.0 werden diese Informationen zukünftig noch umfangreicher und verlässlicher sein. Auch über das Recycling der End-of-Life-Produkte (EoL-Produkte) liegen wieder durchaus umfangreiche Informationen vor.

Die größte Lücke bildet gegenwärtig die Nutzungsphase des Produkts. Während im B2B-Bereich teilweise durchaus Daten und Informationen über die Nutzungsphase mit Service-Unternehmen oder dem Hersteller ausgetauscht werden, so sind gerade private Nutzer nicht bereit, ihre Nutzungsdaten Unternehmen zur Verfügung zu stellen. Auch ist im Sinne einer zirkulären Wirtschaft die gezielte Weitergabe der auf dem Lebensweg gesammelten Daten nach der Nutzungsphase an den Recycler nicht gegeben. Eine Rückkopplung der Informationen, sozusagen entgegengesetzt dem Lebenszyklus bis hin zum Designer, ist schon gar nicht vorgesehen.

Hier könnte die Blockchain-Technologie bestehende Hemmnisse abbauen und Unterstützung bei der Datenverfügbarkeit leisten. Zahlreiche Vorteile würden sich dadurch auch für die Beteiligten ergeben. Der Aufbau einer zirkulären Wirtschaft wäre leichter möglich. Gerade Informationen aus der Nutzungsphase würden eine ständige Anpassung



des Produkts an seine tatsächliche Nutzung und die realen Anforderungen ermöglichen. So ließe sich beispielsweise bei E-Fahrzeugen die Art der Batterie an die Fahrweise wie Langstreckenfahrer, sportlicher Fahrer oder Kurzstrecken im Stadtverkehr nachträglich optimal anpassen. Auch wäre vorbeugende Wartung und somit eine Verlängerung der Lebensdauer der Produkte möglich. Die Lücke zum Recycler wäre geschlossen, der schon lange vorab erkennen kann, welche Art von EoL-Produkten auf ihn zukommen und in welchem Umfang. So könnte er langfristig planen und seine Prozesse optimieren. Mit den entsprechenden Geschäftsmodellen und „Belohnungssystemen“ für die Nutzer, die Daten zur Verfügung stellen, kann vor allem das Blockchain-Modell mit seinen Konsensmechanismen und gleichzeitiger Sicherheit ein Weg hin zu einer tatsächlichen digitalen zirkulären Wirtschaft [digital circular economy] sein.

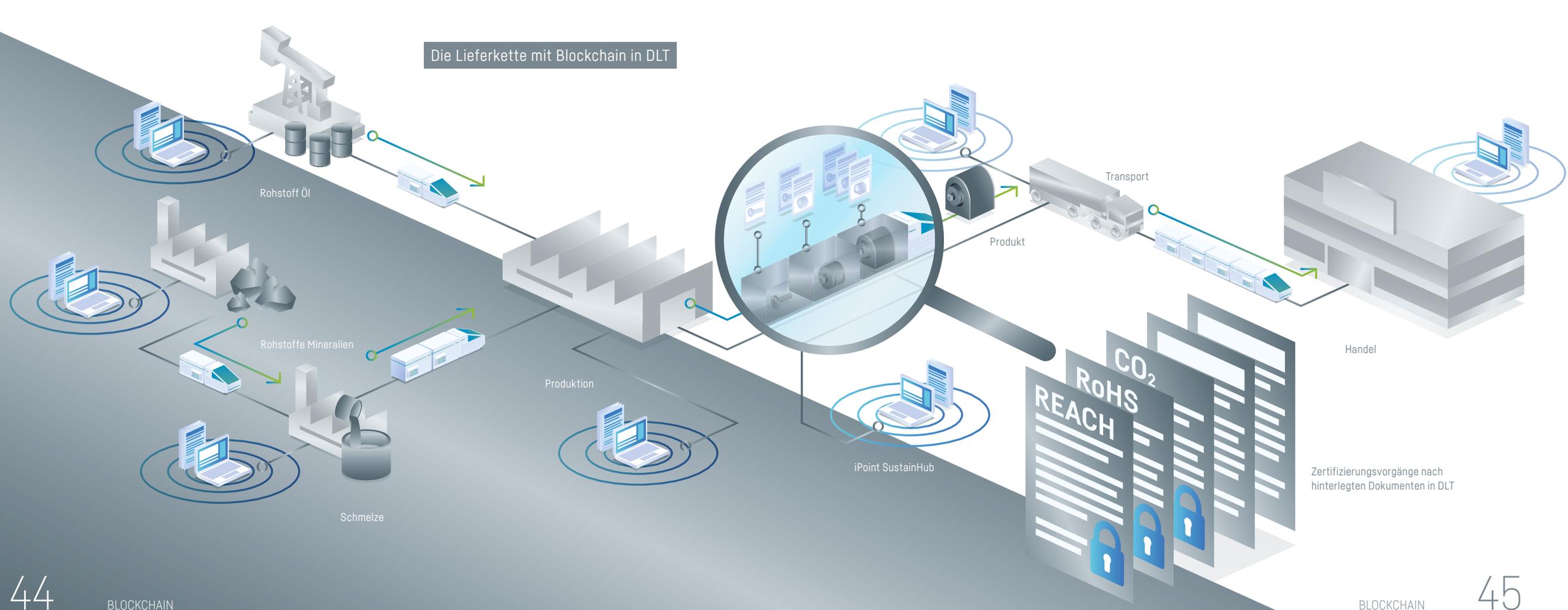
Nachverfolgbarkeit und Fälschungssicherheit von Daten

Text: Andreas Schiffleitner – iPoint Group

In Wirtschaftsunternehmen existieren viele Bereiche mit getrennten Prozessen und Systemen. Aus diesem Grund gibt es Fachleute, die sich um den Transfer der Daten von einem System zum nächsten kümmern; zudem werden Intermediäre benötigt, die diese Transaktionen validieren und verifizieren. Es ist bereits ein schwieriges Unterfangen, dies für eine einzelne Firma zu handhaben. Die Aufgabe wird aber noch deutlich komplexer, wenn es um ganze

Lieferketten geht. Dies gilt insbesondere für alle kleinen und mittelgroßen Lieferanten-Unternehmen, aus denen eine Lieferkette der Fertigungsindustrie üblicherweise besteht.

Um Materialien rückverfolgbar zu machen, müsste die Lieferkette vollständig transparent sein. Beteiligte innerhalb von Lieferketten sind auch dazu verpflichtet, gewisse Daten offenzulegen, etwa Informationen darüber, wie Komponenten zusammengesetzt sind. Sie vermeiden es jedoch zumeist, diejenigen Daten offenzulegen, die Geschäftsverbindungen und andere sensible Informationen betreffen, da es dabei um die Vertraulichkeit von Daten und geistigem Eigentum geht.



Die Kunden dieses Lieferanten müssen dennoch verstehen und nachvollziehen können, wie er seine Abläufe steuert. Sie beurteilen aufgrund der ihnen vorgelegten Informationen, ob der Lieferant glaubwürdig und dazu in der Lage ist, alle nötigen Informationen seiner Lieferanten und Unterlieferanten einzuholen. Im Automobilssektor reicht die Lieferkette normalerweise über sieben bis 13 Stufen zurück bis zur Materialquelle. Aktuell dauert es dadurch ca. sechs Monate, bis alle Daten der Lieferkette vorliegen. Falls etwas geändert wird, zum Beispiel ein neues Material in die Produktion eingeführt wird, verstreicht viel Zeit, bis diese Information den Weg über die verschiedenen Stufen der Lieferkette hinweg gefunden hat.

Rückverfolgbar und valide

Der Einsatz der Blockchain-Technologie bietet für die Rückverfolgbarkeit von Materialien viele Vorteile. Einer der wichtigsten Aspekte ist, dass sie die Richtigkeit und die Konsistenz der Daten bei ihrer weiteren Übertragung gewährleisten kann, sodass Anwender ihnen vertrauen können. Im Fall von sogenannten Konfliktmineralien stellt sich die Frage: Wer kann das erste Glied der Upstream-Lieferkette – also die Mine – kontrollieren und fundierte Aussagen darüber machen, woher die Daten stammen und ob die Quelle vertrauenswürdig ist? Eine der großen Stärken der Blockchain ist es, die Herkunft von Daten und Transaktionen rückverfolgbar zu machen. Allerdings kann sie nur so verlässlich sein wie die Ausgangsinformationen. Aus diesem Grund müssen einheitliche Begriffe und Messstandards vereinbart sein, bevor die Blockchain eingesetzt wird.

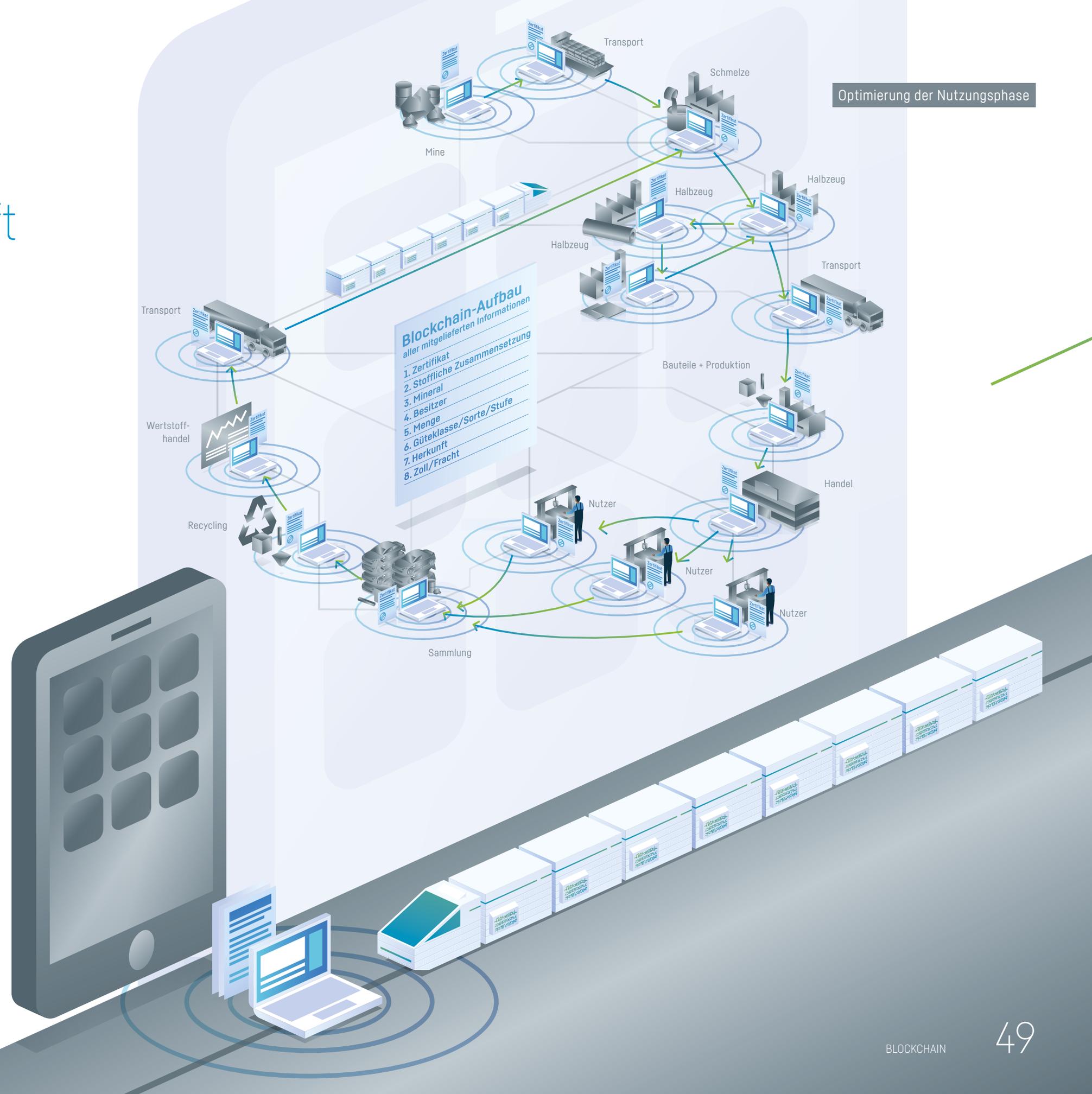
Ein weiterer Gesichtspunkt ist die zunehmende Individualisierung von Produkten und die wachsende Geschwindigkeit, mit der Daten gesammelt werden. Denn je mehr individualisierte Produkte auf dem Markt sind, desto wichtiger wird ein möglichst schneller Datenaustausch. Hier ist die Blockchain überlegen: Daten müssen nur an einen einzigen Datencontainer gesendet werden – an den eigenen. Dadurch wird ermöglicht, dass jeder Nutzer diejenigen Informationen aufrufen kann, die er für seinen Prozess benötigt. Die physische Verteilung eines individualisierten Produkts muss mit den erforderlichen Compliance-Informationen einhergehen. So kann beispielsweise die eine Person sehen, ob ein Produkt REACH-konform oder RoHS-konform ist, eine andere kann auf weitere Daten zugreifen, etwa um die genaue Zusammensetzung des Produkts zu erfahren, ein Dritter erhält Informationen über die CO₂-Bilanz, über Prozessabläufe, die Produktion usw.

Darüber hinaus kann die Blockchain die Lieferung beschleunigen. Abhängig vom Vertrauen und vom Smart Contract, den die Vertragspartner untereinander abschließen, kann jedes Unternehmen selbst bestimmen und kontrollieren, wie sein Datenpaket in der Lieferkette sichtbar sein soll. Dies sind nur einige der Herausforderungen und Chancen, die die Blockchain-Technologie in Bezug auf die Rückverfolgbarkeit von Materialien bereithält.

Digitale Zwillinge in der digitalen Kreislaufwirtschaft

Text: Jörg Walden und Martina Prox, iPoint Group

Digitale Zwillinge bilden die Grundlage für künstliche Intelligenz, maschinelles Lernen und die Analyse großer Datenmengen (Big Data), um digitale Simulationsmodelle zu erstellen, die sich in Echtzeit aktualisieren, wenn sich die zugehörigen physischen Objekte ändern. Für die digitale Kreislaufwirtschaft ist die Möglichkeit besonders wichtig, den Informationsbedarf bezüglich Rohstoffen und Materialien über lange und komplexe Wertschöpfungsketten hinweg zu befriedigen. Der Digitale Zwilling kann die spezifische Zusammensetzung, Herkunft aller Materialien, Rohstoffe und Komponenten eindeutig identifizierbar integrieren. Somit kann das physische Objekt in der hochvernetzten industriellen Umgebung die Informationen über seine ordnungsgemäße, sichere Handhabung im Produktionsprozess, während der Nutzung und auch für das spätere Recycling mit sich führen.



Besonders interessant wird es für die digitale Kreislaufwirtschaft, wenn solche Informationen über ein Produkt bereits in einer sehr frühen Phase des Produktentwicklungsprozesses zur Verfügung stehen und der gesamte Lebenszyklus simuliert werden kann. Wenn jederzeit die notwendigen Informationen zu Compliance, Nachhaltigkeit, Nutzung und Recycling verfügbar sind, resultieren daraus vielfältige Vorteile: Risiken können minimiert, der ökologische, soziale und wirtschaftliche Nutzen optimiert und letztlich eine nachhaltige Welt für künftige Generationen gesichert werden.

IIoT – Industrial Internet of Things

Der Schlüssel zu einer wirklich zirkulären Kreislaufwirtschaft sind dabei das Internet of Things (IoT), das Industrial Internet of Things (IIoT) und das Wissen um die alles durchdringende Konnektivität als neuer Infrastruktur in Verbindung mit der Verschmelzung von Technologien, die die Grenzen zwischen physischer und digitaler Welt verwischen. Um diesen Ansatz hoch automatisiert umzusetzen und gleichzeitig die Nachhaltigkeitspotenziale neuer Geschäftsmodelle über den gesamten Systemlebenszyklus zu erschließen, sind durchgängig digitale, antizipative Modelle notwendig. Mit diesem Digitalen Zwilling können Produkte bereits vor der Nutzungsphase effizient entwickelt und im Sinne eines „intelligenten Systems“ bis hin zur Wiederverwendung der Materialien kontinuierlich optimiert werden.

Bewährtes mit neuester Technologie weiterentwickeln

Text: Uwe Koethner – Robert Bosch GmbH

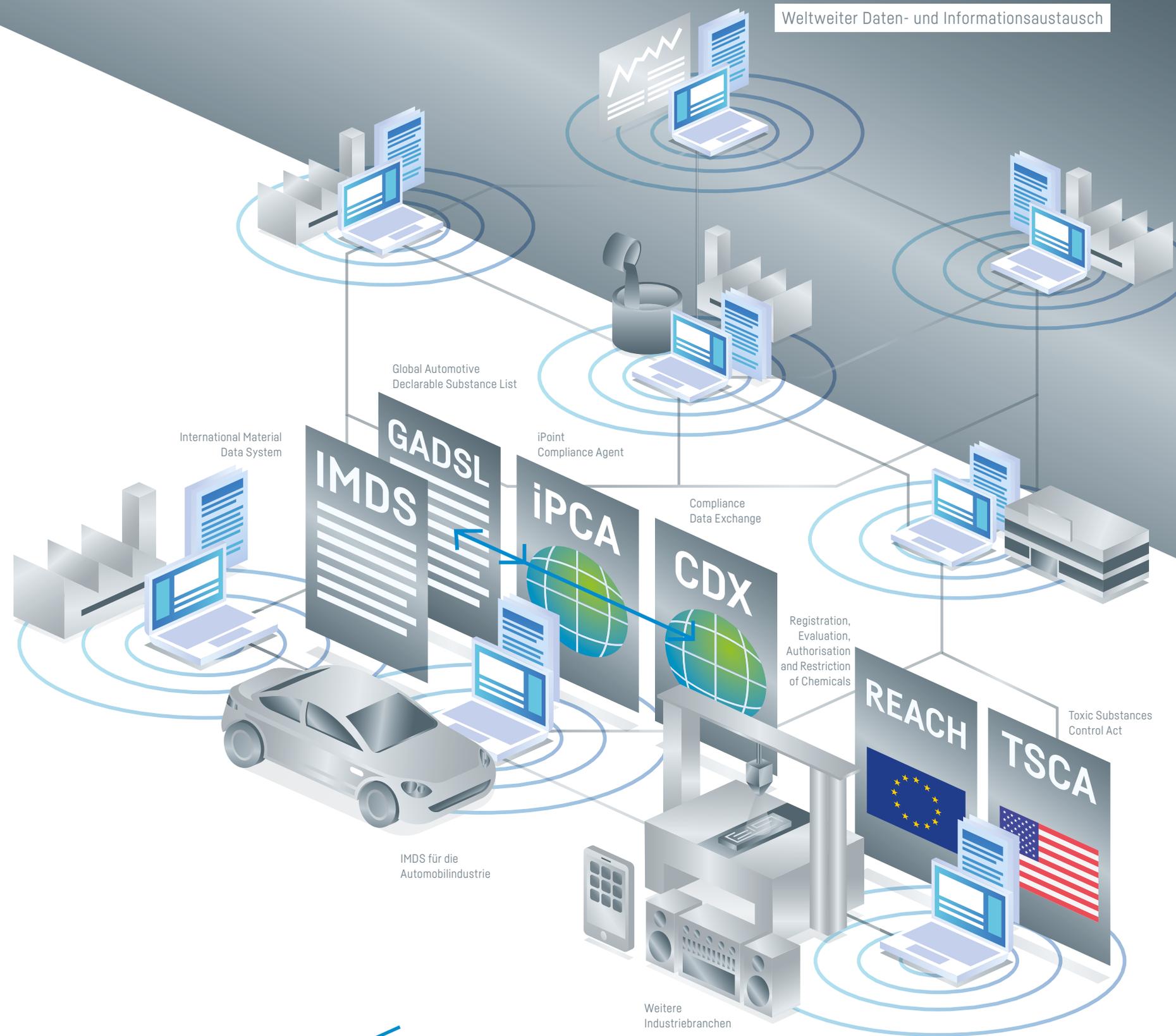
Heute besteht die Herausforderung in der wachsenden Anzahl der Material-Compliance-Regelungen weltweit und dem zusätzlichen Anspruch mit dem physischen Material nachhaltig umzugehen. Wer rechtskonform und nachhaltig handeln möchte, braucht verlässliche und geschützte Material-Produktdaten über den gesamten Lebenszyklus, die er den Beteiligten gezielt zur Verfügung stellen kann.

Vieles wurde getan: Die ersten Regelungen zu Materialverwertung und Inhaltsstoffen wurden im Automobilsektor eingeführt. In der EU stand in den 1990er Jahren das Thema stoffliche Verwertung von Altfahrzeugen im Vordergrund und mündete im Jahr 2000 in die Altfahrzeugrichtlinie. Die Verwertungsrate sollte gesteigert werden. Seit 2003 gibt

es Verbote für bestimmte Inhaltsstoffe. Zur Erhebung der Daten wurde das International Material Data System IMDS eingeführt, ein Datensystem, mit dem standardisiert die stoffliche Zusammensetzung der Bauteile und Produkte gespeichert und in der Lieferkette zum Autohersteller weitergegeben werden kann. Unterstützt wird dieser Standardisierungsansatz auch durch die Global Automotive Declarable Substance List GADSL, die die Anforderungen an die Auto-Industrie zusammenfasst.

Heute gibt es weitere Regelungen: Sowohl für bestimmte Branchen, z. B. Elektro- und Elektronikgeräte, Schiffe usw., aber auch industrieübergreifende Anforderungen wie die EU-Regelung Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH) oder die US-Regelung Toxic Substances Control Act (TSCA). Diese Regelungen erhöhen die Anforderungen an die erforderlichen Materialdaten. So gilt zum Beispiel das Credo „no data no market“, auch bestimmte Stoffverbote und Verwendungsbeschränkungen sowie Pflichten zur Kundeninformation sind zu beachten.

Ein Inhouse-System kann hier Effizienz, Qualität und Geschwindigkeit im Datenaustausch steigern, z. B. indem es die elektronische Kommunikation mit den Lieferanten und Kunden ermöglicht. Die Anforderungen zu Grenzwerten müssen in Prüfregele umgewandelt und die Produkte können dann mit ihrer Zusammensetzung gemäß Stückliste automatisiert geprüft werden. Ziel ist, trotz steigender Anforderungen einen Anstieg des Aufwands zu vermeiden, auch für Lieferanten.



Blockchain zur Herstellung von Transparenz in Rohstoff-Lieferketten

Text: Maroye Marinkovic und Jörg Walden, iPoint Group

Um eine nachhaltige Materialverwendung zu verwirklichen, bedarf es jedoch weiterer industrieübergreifender Anstrengungen. Wesentliche Punkte sind ein IT-System-unabhängiger Datenaustausch, damit Nutzer verschiedener IT-Lösungen auch branchenübergreifend Daten austauschen können. Es wäre hilfreich, frei zugängliche Materialdaten ohne Know-how-Inhalt in einem universell lesbaren Format allgemein zur Verfügung zu stellen. Dies trifft auch auf die Anforderungen seitens Gesetzgeber und Kunden zu. Eine leichte Zugänglichkeit und einfache Verfügbarkeit von Daten und eine entsprechende Anwenderfreundlichkeit sind wichtig, damit viele Unternehmen teilnehmen können. Eine gezielte Daten-Freischaltung für bestimmte Adressaten, z. B. zum Zweck der Compliance-Prüfung, für die Reparatur oder für das stoffliche Recycling – ohne Daten duplizieren zu müssen –, wäre eine erhebliche Effizienzsteigerung. Es sollte möglich sein, selektiv Daten freischalten und zur Verfügung stellen zu können, damit ein schon geleisteter Aufwand nicht wiederholt werden muss.

Entscheidend für Unternehmen sind Standardisierung, Datensicherheit, höchste Effizienz und Qualität. Auch neue Teilnehmer im Datenaustausch sollen von den Leistungen profitieren können.

Effizienz, Schnelligkeit und geringe Kosten sind einige der potenziellen Vorteile des Einsatzes der Blockchain für das Supply Chain Management. Für Mineralien- und Metalllieferketten bietet die Blockchain-Technologie zwei weitere Vorteile: Rückverfolgbarkeit und Transparenz.

Gesetzgebung und öffentliche Kontrolle sind die beiden Hauptgründe für die wachsende Nachfrage nach mehr Rückverfolgbarkeit und Transparenz in der Lieferkette von bestimmten Rohstoffen aus Konflikt- und Hochrisikogebieten – sogenannten Konfliktmineralien (englisch Conflict Minerals). iPoint-systems, ein führender Anbieter von Konfliktmineralien-Compliance-Lösungen für mehr als 40.000 Unternehmen, betrachtet die Distributed-Ledger-Technologie als potenziell transformativ in den Bereichen Nachhaltigkeit und Compliance. Über das aktuelle, deklarationsbasierte Compliance-Reporting hinaus ermöglicht ein lieferkettenweites Distributed Ledger den Teilnehmern, die gesamte lückenlose Chain of Custody von der Mining-Phase über den Verkauf des Endprodukts an Endverbraucher bis hin zur End-of-Life-Recycling-Phase zu überprüfen.

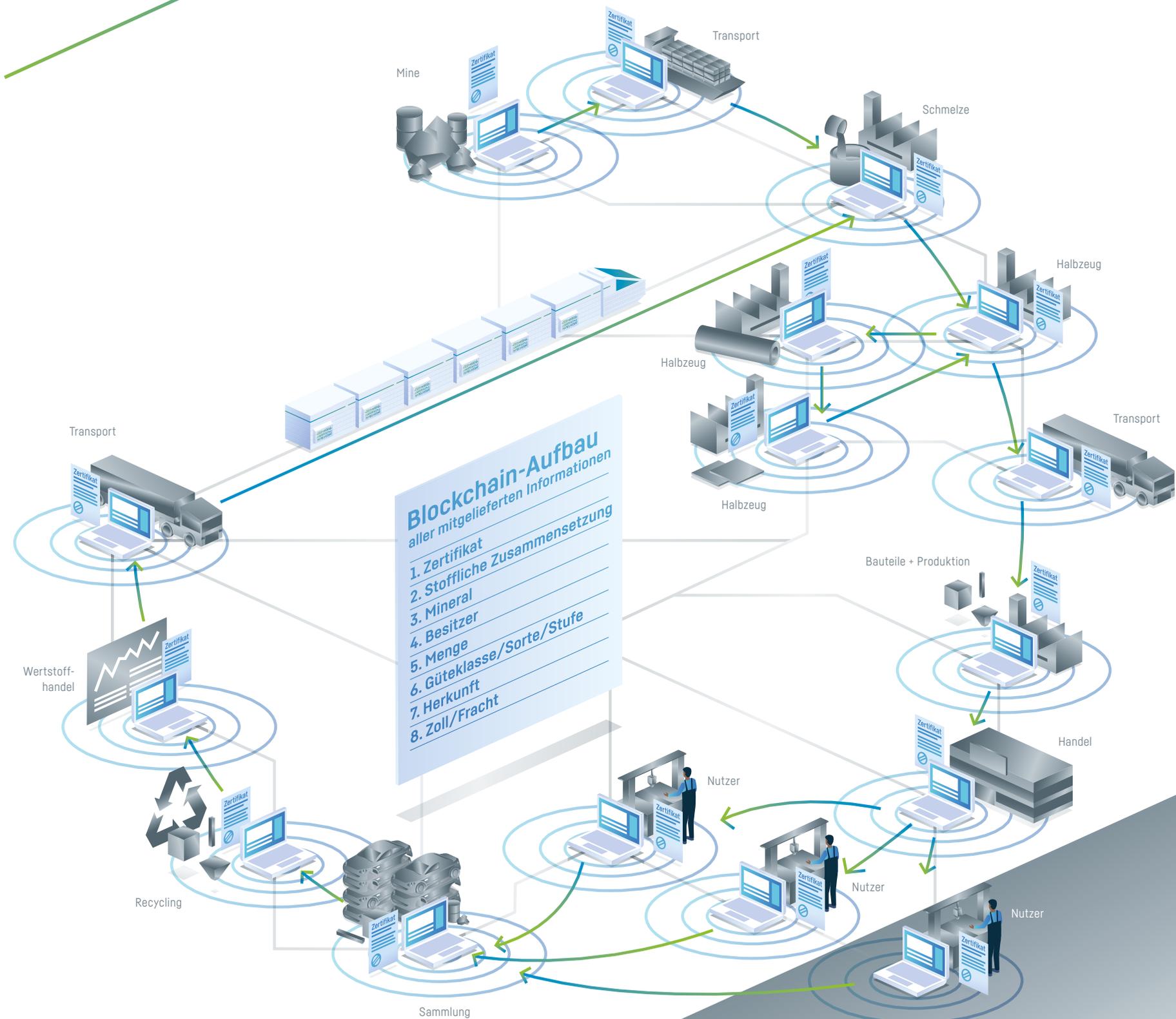
Ende 2018 hat die Responsible Minerals Initiative (RMI) eine Reihe von Leitlinien¹ veröffentlicht, die ein potenzielles Blockchain-Modell „von der Mine bis zum Markt“ skizzieren. Sie zielen darauf ab, Begriffe, Konzepte und grundlegende Datenattribute zu definieren, die zur Identifizierung von Akteuren der mineralischen Lieferkette erforderlich sind, welche an einer Blockchain-Basierten Chain-of-Custody-Lösung teilnehmen. In einem solchen System, in dem viele Parteien in ein gemeinsames, fälschungssicheres Ledger integriert sind und in dem Transaktionen sowohl zeitgestempelt als auch unveränderlich sind, können Abweichungen oder Anomalien schnell erkannt werden. Auf diese Weise lassen sich problematische Punkte in der Lieferkette identifizieren.

¹ www.responsiblemineralsinitiative.org/media/docs/RMI%20Blockchain%20Guidelines%20-%20FINAL%20-%202012%20December%202018.pdf

Während die Waren die verschiedenen Stufen der Lieferkette durchlaufen, werden in einem solchen System auf jeder Stufe Informationen über das Produkt, den Transportort, die Identität sowie die Einhaltung verantwortungsvoller Produktionsstandards erfasst. Zu jedem Zeitpunkt kann die Blockchain Daten aus verschiedenen Quellen (IoT, GPS, Smartphones, manuelle Eingabe etc.) auf der Grundlage eines vorher vereinbarten Konsenses validieren. In Kombination ergibt sich nicht nur eine robuste Chain-of-Custody-Lösung, sondern auch – dank der Unveränderlichkeit der Blockchain – ein manipulationssicherer Herkunftsnachweis und der Nachweis einer verantwortungsvollen Produktion.

Werden neue „Blöcke“ zu den vorherigen hinzugefügt, so wird jeder neue Block kryptografisch mit allen vorherigen Blöcken „versiegelt“. Auf diese Weise ist es unmöglich, historische Daten zu manipulieren, ohne die Konsensregeln der Blockchain zu brechen. Diese Serie von zusätzlichen Blöcken kann als „digitaler“ Fingerabdruck für jede Charge Rohmaterial/Mineralien betrachtet werden, sodass nachgeschaltete Anwender genau sehen können, welcher Anteil des Materials von welchem Minenstandort stammt und ob es verantwortungsvoll bezogen wurde.

Unterschiedliche Organisationen haben unterschiedliche Interessen und Treiber. Bei den Mineralien-Lieferketten streben einige Akteure nach Verbesserungen in Bezug auf Geschwindigkeit, Effizienz und Kosten, während andere sich durch bessere Transparenz und Rückverfolgbarkeit dazu antreiben lassen, soziale und ökologische Probleme anzugehen.



Die Blockchain als Verbesserung des Lieferketten-Managements – im Allgemeinen und am Beispiel SustainBlock

Text: Dr. Katie Böhme und Maroye Marinkovic – iPoint Group



Kann ein über viele Rechner verteiltes, manipulationssicheres Buchführungssystem uns dabei helfen, das Lieferketten-Management zu verbessern? Aktuelle Analysen namhafter großer Wirtschaftsprüfungsgesellschaften deuten auf eine positive Antwort hin. Mit der Blockchain lassen sich die Abläufe in der Lieferkette – von der Rohstoffbeschaffung bis hin zum Recycling – so digitalisieren und optimieren, dass viele ineffiziente und zeitaufwendige Schritte entfallen.

Die meisten Blockchain-Initiativen von Unternehmen befinden sich derzeit in der Proof-of-Concept-Phase, einige bereits in der Pilotphase. Viele dieser Projekte sind im Bereich des Supply Chain Managements angesiedelt. Dies deutet darauf hin, dass dieser Bereich derzeit als einer der vielversprechendsten Anwendungsfälle für die Blockchain erachtet wird. Blockchain-Anwendungsfälle im Bereich „Track and Trace“ finden beim Supply-Chain-zentrierten Geschäftsmodell der für die deutsche Wirtschaft so typischen mittelständischen Maschinenbauer und bei den Automobilherstellern besonders große Resonanz. Dies wird auch durch die von Deloitte 2018¹ veröffentlichte Blockchain-Studie bestätigt. Sie hat aufgedeckt, dass die Lieferkette der am häufigsten genannte Blockchain-Anwendungsbereich ist,

an dem die mehr als 1.000 befragten Führungskräfte derzeit arbeiten. Des Weiteren glaubt die Mehrheit der Befragten [84 %], dass die Blockchain eines Tages auch Mainstream-Akzeptanz erreichen wird. In eben genannter Studie kam darüber hinaus zum Vorschein, dass in Deutschland großes Interesse an „Track and Trace“-Ansätzen zum Nachweis der Herkunft von Waren und Rohstoffen im Sinne der Nachhaltigkeit besteht.

Ein aktueller Anwendungsfall in diesem Bereich ist SustainBlock, ein Projekt, das die mehr als 50.000 Nutzer der iPoint Compliance- und Nachhaltigkeitsplattform SustainHub mit ihrer Konfliktmineralien-Datenerfassungs- und Reporting-App an die Blockchain anbinden könnte. Das unter der Leitung von iPoint stehende Projekt zielt auf die Schaffung eines Blockchain-basierten Systems zur Rückverfolgung bestimmter Rohstoffe aus Konflikt- und Hochrisikogebieten über die gesamte Lieferkette hinweg. Zu diesen sogenannten Konfliktrohstoffen werden Zinn, Tantal, Wolfram, deren Erze und Gold gezählt. Auch Kobalt steht bereits im Fokus von „Responsible Sourcing“-Programmen. Bei dem konkreten Projekt geht es zunächst um ein solches Mineral aus den Minen der Große-Seen-Region in Afrika.

SustainBlock ist ein Kooperationsprojekt, das mehrere Partner zusammenbringt. Geleitet wird es vom Software- und Beratungsunternehmen iPoint-systems, das sich auf globale Nachhaltigkeitslösungen für nachgelagerte Supply-Chain-Akteure spezialisiert hat. Gemeinsam mit den auf den Upstream-Bereich spezialisierten Partnern wird iPoint einen Rückverfolgbarkeitsprozess entlang der gesamten Lieferkette von der Mine bis zum OEM etablieren. Auf diese Weise lässt sich die Verantwortlichkeit der Endanwender für den vorgelagerten Due-Diligence¹-Prozess im Sinne einer sorgfältigen Risikoprüfung demonstrieren. Rückverfolgbarkeit und Daten-Reporting sind Blockchain-basiert in einem dezentralen Netzwerk, sodass nachgeschaltete Supply-Chain-Teilnehmer und Endanwender Zugang zu zuverlässigen und verifizierten Informationen über alle relevanten Stufen der Lieferkette erhalten.

Die jeweilige Auditierung und Überprüfung erfolgt dabei schon ganz am Anfang der Lieferkette, nämlich beim Schürfen, durch die Upstream-Projektpartner. Diese sind auf die Mineralienlieferkette in Konflikt- und Hochrisikogebieten spezialisiert und erheben direkt und in Echtzeit bei auditierten Minen vor Ort Daten, die in die Blockchain eingespeist werden. Die Partner setzen dabei ein auf Markierungen und Scans basierendes Rückverfolgungssystem ein, das den Datenabgleich vor dem Export der Rohstoffe gewährleistet. Jede Lieferung enthält Dashboards mit Daten über die gewonnenen Rohmaterialien, z. B. Gewicht und Herkunftsmine sowie soziodemografische Daten wie Alter und Geschlecht der Minenarbeiter, Arbeitszeiten, Bildung usw. Indem die angestrebte Lösung die komplette Rückverfolgbarkeit der Rohstoffe von Anfang bis Ende erfasst, kann sie auch einen Beitrag dazu leisten, „schwarzen Schafen“ und unethischen Quellen den Marktzugang zu erschweren. So lassen sich ethisch unbedenkliche, nachhaltige Praktiken und Verhaltensweisen entlang der Wertschöpfungsketten unterstützen. Des Weiteren kann davon ausgegangen werden, dass diese Transparenz den Zugang zu internationalem Investitionskapital erleichtert und dadurch die Lebens- und Arbeitsbedingungen vor Ort kontinuierlich verbessert werden können.

Das Projekt SustainBlock wird von der European Partnership for Responsible Minerals (EPRM) gefördert. Erfahren Sie mehr unter www.sustainblock.org.

¹ In Übereinstimmung mit den OECD-Leitlinien beinhaltet Due Diligence (deutsch: Sorgfaltspflicht): 1) das Identifizieren tatsächlicher und potenzieller negativer Auswirkungen; 2) das Verhindern oder Mildern von negativen Auswirkungen; und 3) den Nachweis, wie mit negativen Auswirkungen umgegangen wird, indem (a) die Leistung verfolgt und (b) die Ergebnisse kommuniziert werden.“ Siehe: OECD (2017), Responsible business conduct for institutional investors: Key considerations for due diligence under the OECD Guidelines for Multinational Enterprises. <https://mneguidelines.oecd.org/RBC-for-Institutional-Investors.pdf>

Datennachverfolgbarkeit und Anwendungsbeispiele – von der Mine bis zum Endprodukt, Fokus Konfliktmineralien

Text: Andreas Schiffleitner und Sebastian Galindo – iPoint Group

Mine > Schmelze

International wurden Gesetze entwickelt, um Kräften entgegenzuwirken, die die Rohstofflieferkette auf illegale Weise ausnutzen. Diese Kräfte kontrollieren die Beschaffung von und den Handel mit Rohstoffen aus Minen, finanzieren gewalttätige Konflikte, begehen dabei systematische Menschenrechtsverletzungen und tragen damit in den betroffenen Konflikt- und Hochrisikogebieten zu einer humanitären Notsituation bei. Diese Gesetze erfassen zum einen Minerale (Erze und Konzentrate), die Zinn, Tantal oder Wolfram enthalten, sowie Gold, zum anderen Metalle, die Zinn, Tantal, Wolfram oder Gold enthalten oder daraus bestehen. Für diese Rohstoffe hat sich der Begriff „Konfliktmineralien“ oder „Konfliktrohstoffe“ eingebürgert, im englischsprachigen Kontext trifft man auch auf den Begriff 3TG – eine auf den englischen Namen der Rohstoffe (tin, tantalum, tungsten + gold) basierende Abkürzung.

Gegenwärtig bedeutet eine solche Gesetzgebung, dass der Zugang zu internationalen konfliktfreien Mineralienmärkten durch die Einhaltung von Leitsätzen, die von der OECD herausgegeben sind, geregelt ist. Diese „Leitsätze für die Erfüllung der Sorgfaltspflicht zur Förderung verantwortungsvoller Lieferketten für Minerale aus Konflikt- und Hochrisikogebieten“ müssen durch die vorgelagerten Lieferanten eingehalten sein, also von den Akteuren in der „Lieferkette für Minerale von den Abbaustätten bis einschließlich zu den Hütten und Raffinerien“¹.

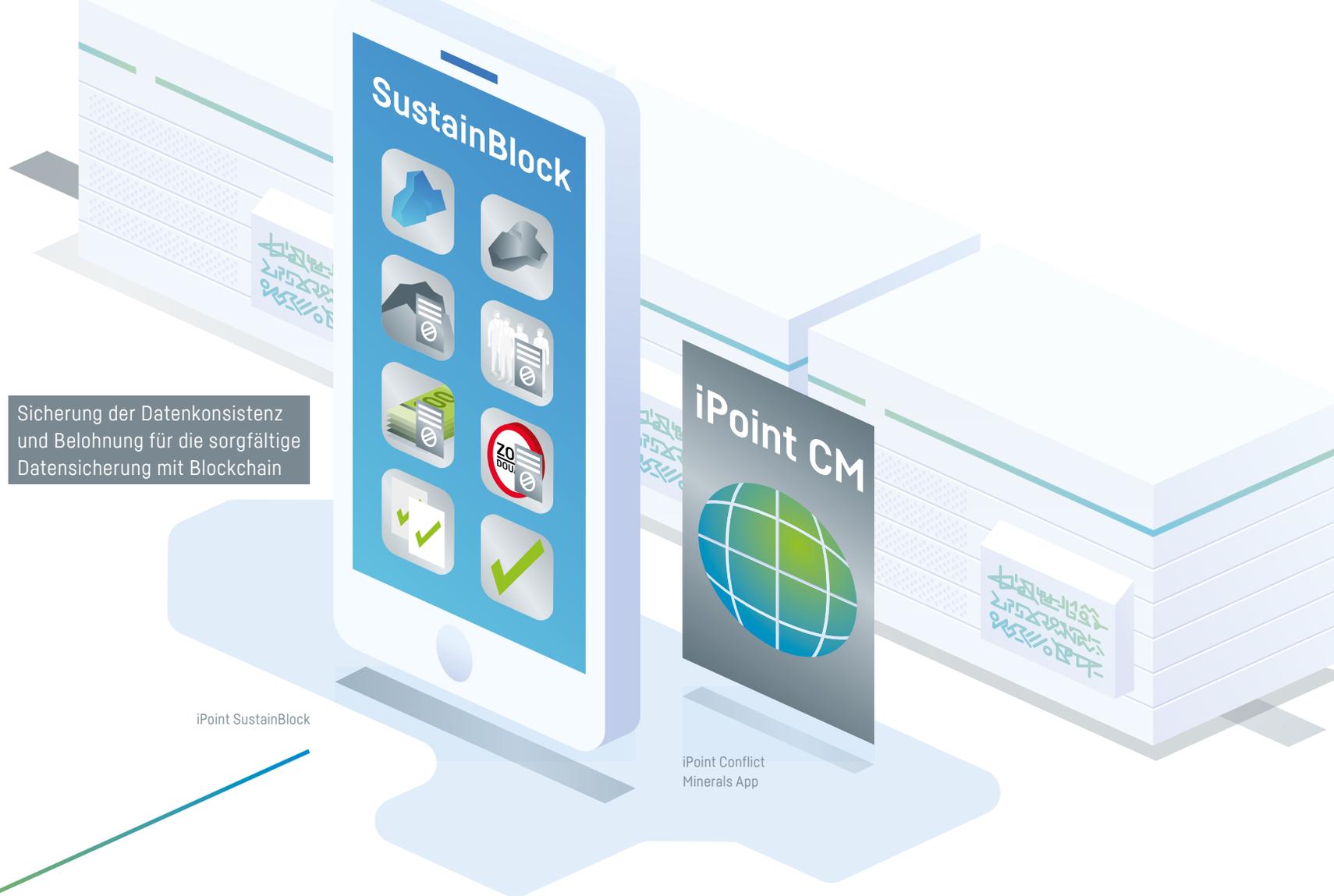
¹ Verordnung (EU) 2017/821 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2017 zur Festlegung von Pflichten zur Erfüllung der Sorgfaltspflichten in der Lieferkette für Unionseinführer von Zinn, Tantal, Wolfram, deren Erzen und Gold aus Konflikt- und Hochrisikogebieten, Artikel 2, j. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A32017R0821>

Die Sorgfaltspflicht der vorgelagerten Lieferkette ist durch die folgenden Probleme gekennzeichnet:

- > Due-Diligence-Kosten aus der vorgelagerten Lieferkette, also der Aufwand der sich für die Sorgfalts- und Risikoprüfung für die nachgelagerten Erwartungen ergibt, werden vollständig von Midstream-Betreibern an Bergbaugemeinschaften weitergegeben [als Rabatt auf den Weltmarktpreis].
- > „Compliance Checkbox“-Exporteure und -Händler (Unternehmen, die nicht den Inhalt, sondern nur die Existenz von Dokumenten prüfen), die mit Hochrisikogeschäften arbeiten, haben damit einen Anreiz, nicht aus den betroffenen Regionen zu beschaffen – was für die Bewohner dieser Regionen katastrophale ökonomische Auswirkungen haben kann.
- > Mineninvestitionen werden behindert – durch einen undurchsichtigen lokalen Handel, der aufgrund von unzuverlässigen Datenerfassungs- und Berichtssystemen weiter beschädigt wird.
- > Daten, die auf lokaler Ebene von verschiedenen Organisationen gesammelt werden und grundsätzlich verfügbar sind, sind zentralisiert und werden von internationalen Stakeholdern nur unzureichend genutzt.



CMRT = Conflict Minerals Reporting Template



Sicherung der Datenkonsistenz und Belohnung für die sorgfältige Datensicherung mit Blockchain

iPoint SustainBlock

iPoint Conflict Minerals App

- > Die Fülle verfügbarer Informationen zu bestimmten Bergbaugemeinden wird nicht genutzt, um solche beobachteten Herausforderungen anzugehen, die bisher nicht in Bestimmungen geregelt sind.
- > Der Prozess der Schmelzerfassung absorbiert und verwischt die Daten im Vorfeld so weit, dass systemische Herausforderungen wie die Struktur der Genossenschaften oder die Rolle von Regierungsagenten und von Verbänden weitgehend unbekannt bleiben oder missverstanden werden.

Der Hütte und Raffinerie nachgelagerte Wirtschaftsbeteiligte, also die weiteren Akteure in der Metalllieferkette „bis hin zum Endprodukt“², sind der Gesetzgebung zu Konfliktmineralien direkt ausgesetzt. Ihre soziale Verantwortung ist für

² Verordnung (EU) 2017/821 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2017 zur Festlegung von Pflichten zur Erfüllung der Sorgfaltspflichten in der Lieferkette für Unionseinführer von Zinn, Tantal, Wolfram, deren Erzen und Gold aus Konflikt- und Hochrisikogebieten, Artikel 2, k. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A32017R0821>

den Wert ihrer Marke und Reputation von grundlegender Bedeutung. Nachgelagerte Forderungen nach zusätzlichen Transparenzbemühungen bei der Beschaffung aus Zentralafrika haben viele Schmelzer und Raffinerien schlicht dazu veranlasst, diese Region zu verlassen.

Der Zugang der Endnutzer zu zuverlässigen Upstream-Due-Diligence-Daten soll eine umfassendere Bewertung der Auswirkungen der Due Diligence auf lokaler Ebene erlauben und neue Möglichkeiten für eine nachhaltige Finanzierung der lokalen Transparenz- und Community-Engagement-Prozesse schaffen.

Schmelze > Halbprodukt / Halbprodukt > Baugruppe / Baugruppe > Endprodukt

Konfliktmineralien stellen Unternehmen vor beträchtliche Herausforderungen, schon wegen des kaum überschaubaren Spektrums an Produkten, die die 3TG enthalten. Die jährlich wiederkehrenden Berichterstattungspflichten sowie lange und komplexe Liefer- und Distributionsketten erfordern einen hohen Personalaufwand. Je nach Branche umfasst die Lieferkette bis zur Materialquelle mehr als ein Dutzend Stufen. Aufgrund dieser Komplexität bleibt es zunächst unentdeckt, wenn sich etwas in der Lieferkette oder der Produktkomposition ändert. Denn Informationen zu Konfliktmineralien werden typischerweise nur einmal jährlich abgefragt.

Ein mangelhaftes Verständnis der Anforderungen und lückenhafte Definitionen – schon im entsprechenden US-Gesetz, dem US Dodd-Frank Act, selbst – verkomplizieren die Lage weiter. Hinzu kommt, dass die Standardvorlage für die Berichterstattung, das Conflict Minerals Reporting Template (CMRT), Excel-basiert und daher nicht übermäßig robust ist. Zudem existieren weltweit circa 600 relevante Schmelzen, aber aufgrund der mangelnden Eindeutigkeit der Einträge werden tatsächlich 2.000 oder mehr Schmelzen berichtet. Diese Qualitätsprobleme stellen auch das höchste Risiko dar. Nicht richtig erkannte Schmelzen oder vom Lieferanten zum Beispiel durch Copy-Paste-Fehler verfälschte Schmelzen führen dazu, dass Risikoschmelzen nicht erkannt werden und dem Ursprung in der Lieferkette nicht nachgegangen werden kann. Damit verliert ein Unternehmen die Handlungsoptionen, dafür Sorge zu tragen, solche Risikoschmelzen bzw. -minen aus der Lieferkette zu entfernen.

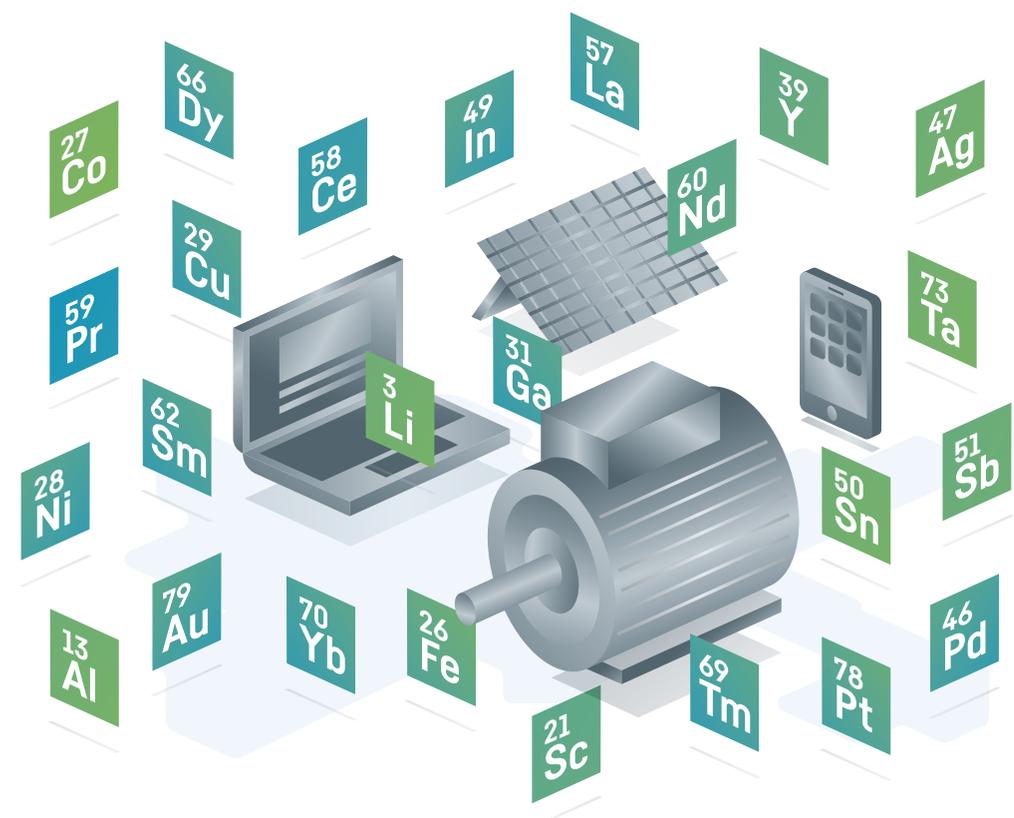
Mit Ausnahme der Wirtschaftsbeteiligten ganz am Anfang und am Ende der Lieferkette – also der Minen und der Endproduktehersteller – ist jeder Akteur in der Lieferkette gleichzeitig Datenlieferant und -empfänger. Damit besteht für jedes dieser Unternehmen der gleich hohe Aufwand, die Sorgfaltspflicht einzuhalten – und das, obwohl die immer gleichen Daten (Schmelzeninformationen) weitergegeben werden. Durch die einmalige Sicherstellung der Echtheit der Daten und entsprechende Fälschungssicherheit könnte dieser mit Applikationen wie SustainBlock auf ein Minimum gesenkt werden.

Rohstofftransparenz – wo befindet sich was?

Text: Prof. Dr. Mario Schmidt – Hochschule Pforzheim

Der Bedarf an Rohstoffen steigt weltweit ungebrochen. Mit der Spezialisierung und Miniaturisierung von Produkten und vor allem mit der Entwicklung von Hightech-Produkten werden immer mehr chemische Elemente und Werkstoffe benötigt, auch exotische Materialien, die vor wenigen Jahren in der Öffentlichkeit noch weitgehend unbekannt waren. So befinden sich in einem handelsüblichen Smartphone mehr als 50 verschiedene Metalle, allerdings in nur geringen Spuren. Für ein einzelnes Gerät hat der Metallgehalt von Kupfer, Gold, Silber und Palladium einen Wert von deutlich unter einem Euro. Doch hochgerechnet auf die 1,4 Milliarden Smartphones, die weltweit im Jahr 2016 verkauft wurden, ergeben

Vollständige Informationen über wirtschaftsstrategische Rohstoffe



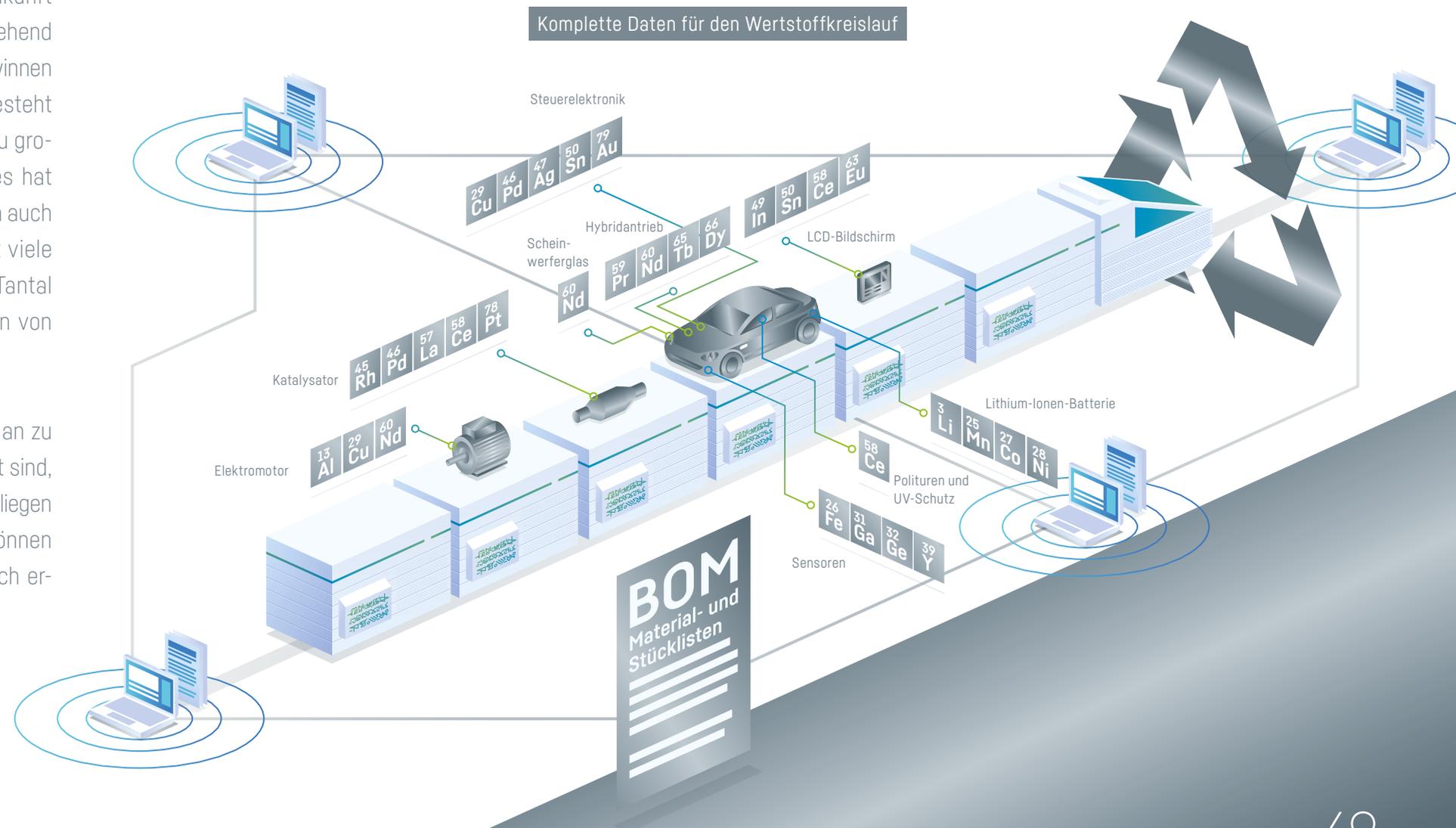
sich Inhalte von 9.000 Tonnen Kupfer, 15 Tonnen Silber, 24 Tonnen Gold und etwa 3 Tonnen Palladium mit einem Metallwert von knapp 1 Milliarde Euro. Dazu kommen noch weitere Metalle wie Tantal, Gallium, Indium oder Seltene Erden, die zwar einen geringeren Materialwert haben, aber technisch unverzichtbar sind. Auch die modernen Technologien der Energiewende benötigen solche exotischen Stoffe: Neodym für Permanentmagnete in Windkraftanlagen und Elektromotoren, Indium und Gallium für Photovoltaik-Zellen, Kobalt und Lithium in Akkumulatoren.

Um die Versorgung der Wirtschaft mit diesen Rohstoffen sicherzustellen und auch weiterhin hochwertige und innovative Produkte herzustellen zu können, müssen viele dieser Stoffe in Zukunft recycelt werden. Heute gehen die Rohstoffe jedoch weitgehend verloren, weil der Aufwand für das Einsammeln und Rückgewinnen der Rohstoffe noch zu teuer ist. Die Herausforderung besteht einerseits darin, die Produkte selektiv einzusammeln und zu großen Mengen aufzukonzentrieren. Eine Tonne Smartphones hat einen Metallwert von über 6.000 Euro. Andererseits müssen auch die Bauteile voneinander separiert werden, um möglichst viele verschiedene Rohstoffe zurückzugewinnen. Wenn man Tantal recyceln will, so müssen beispielsweise die Kondensatoren von den Computerchips oder den Platinen getrennt werden.

Wie dieses Beispiel zeigt, kommt es beim Recycling darauf an zu wissen, wo die verschiedenen Rohstoffe im Produkt verbaut sind, in welchen Mengen und in welcher Form. Diese Informationen liegen auch für hochwertige Produkte in der Regel nicht vor. Sie können für einzelne Geräte durch aufwendige Analysen nachträglich erhoben werden, was sich aber üblicherweise nicht rentiert.

Einfacher wäre es, die Daten von den Herstellern und ihren Lieferanten zu erhalten. Recyclingunternehmen müssten bei der Demontage von Geräten auf Datenbanken zurückgreifen können, in denen erläutert ist, wie Geräte am einfachsten demontiert werden können und wo sich die gewünschten Rohstoffe in welchen Mengen befinden. Dann wäre das Recycling von vielen Rohstoffen rentabel und es könnten Primärressourcen eingespart und Umweltbelastungen vermieden werden.

Ansatzweise gibt es eine solche Datenbank bereits für den Bereich der Automobilindustrie: Dort wird seit Jahren das sogenannte International Material Data System (IMDS) verwendet, das Auskunft über die werkstoffliche und chemische Zusammensetzung von Bauteilen und Halbzeugen gibt.

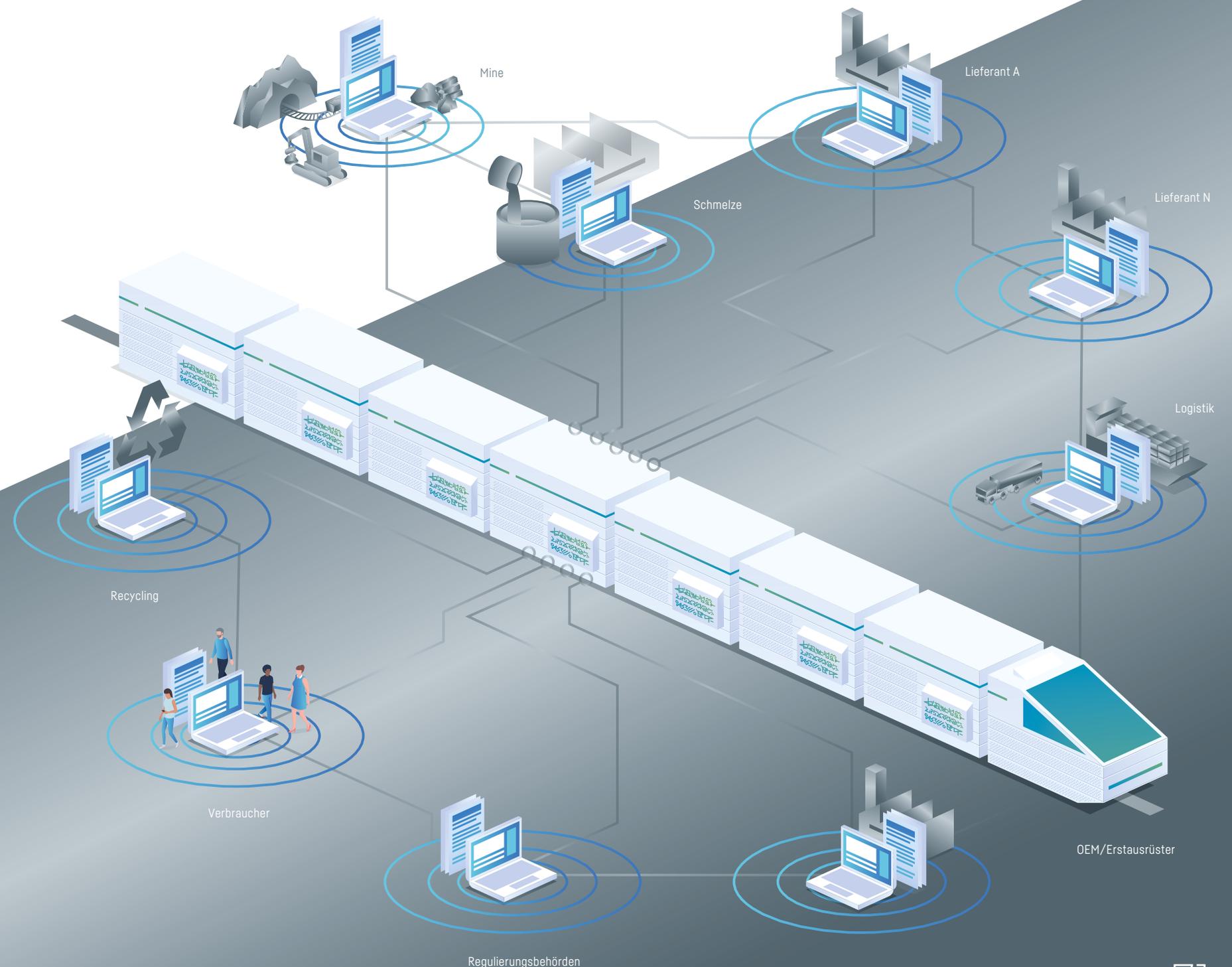


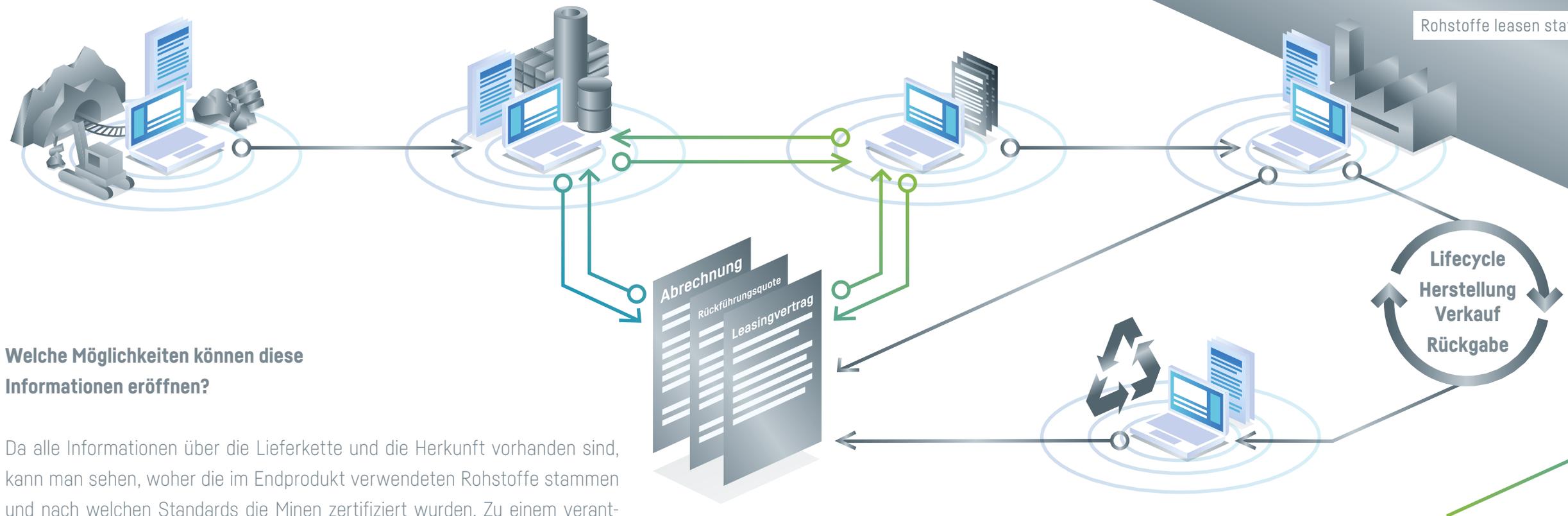
Wie kann Blockchain nachhaltige Geschäftsmodelle unterstützen?

Text: Jörg Walden und Gunther Walden – iPoint Group

Angenommen, wir hätten bereits einen Digital Twin mit verifizierten Informationen über alle im Endprodukt verwendeten Rohstoffe und Komponenten einer Lieferkette auf einer Blockchain. In jedem Schritt wäre die Information über die Herkunft der Materialien und Komponenten sowie über die Herkunft aller ihrer Vorgänger dokumentiert.

Die Transparenz des Produkts





Welche Möglichkeiten können diese Informationen eröffnen?

Da alle Informationen über die Lieferkette und die Herkunft vorhanden sind, kann man sehen, woher die im Endprodukt verwendeten Rohstoffe stammen und nach welchen Standards die Minen zertifiziert wurden. Zu einem verantwortungsvollen Rohstoffbezug gehören z. B. auch die Umwelt- und Sozialbedingungen des Bergbaus.

Die Informationen können auch verwendet werden, um nachzuweisen, dass das Produkt und seine Komponenten tatsächlich vom Markeninhaber stammen und keine gefälschten Produkte sind.

Mit diesen Informationen kann jederzeit der „Rohstoffwert“ der Produkte auf Basis der aktuellen Rohstoffpreise berechnet werden. Mit diesem Wissen könnte ein OEM dem Verbraucher ein Angebot machen, das alte Produkt gegen Ende seines Lebenszyklus zurückzukaufen, und ihm einen Rabatt für den Kauf eines neuen Produkts anbieten.

Wenn man dieses Konzept im Sinne des XaaS¹-Modells weiterführt, werden Unternehmen die Nutzung von Rohstoffen als einen Service anbieten, anstatt sie zu verkaufen. Mit diesem der Circular Economy zuträglichen Geschäftsmodell kann ein zusätzlicher Anreiz für Zulieferer und OEMs geschaffen werden, ihre Komponenten und Produkte so zu bauen, dass die Demontage und Rückgewinnung von Rohstoffen aus Produkten (Urban Mining) wesentlich effizienter werden.

Mit den detaillierten Informationen der Blockchain können Unternehmen und Aufsichtsbehörden automatisch prüfen, ob ein Produkt den lokalen Vorschriften für die Verwendung bestimmter Materialien oder spezifischen Zertifizierungen entspricht, die in dem Land, in das es geliefert wird, erforderlich sind.

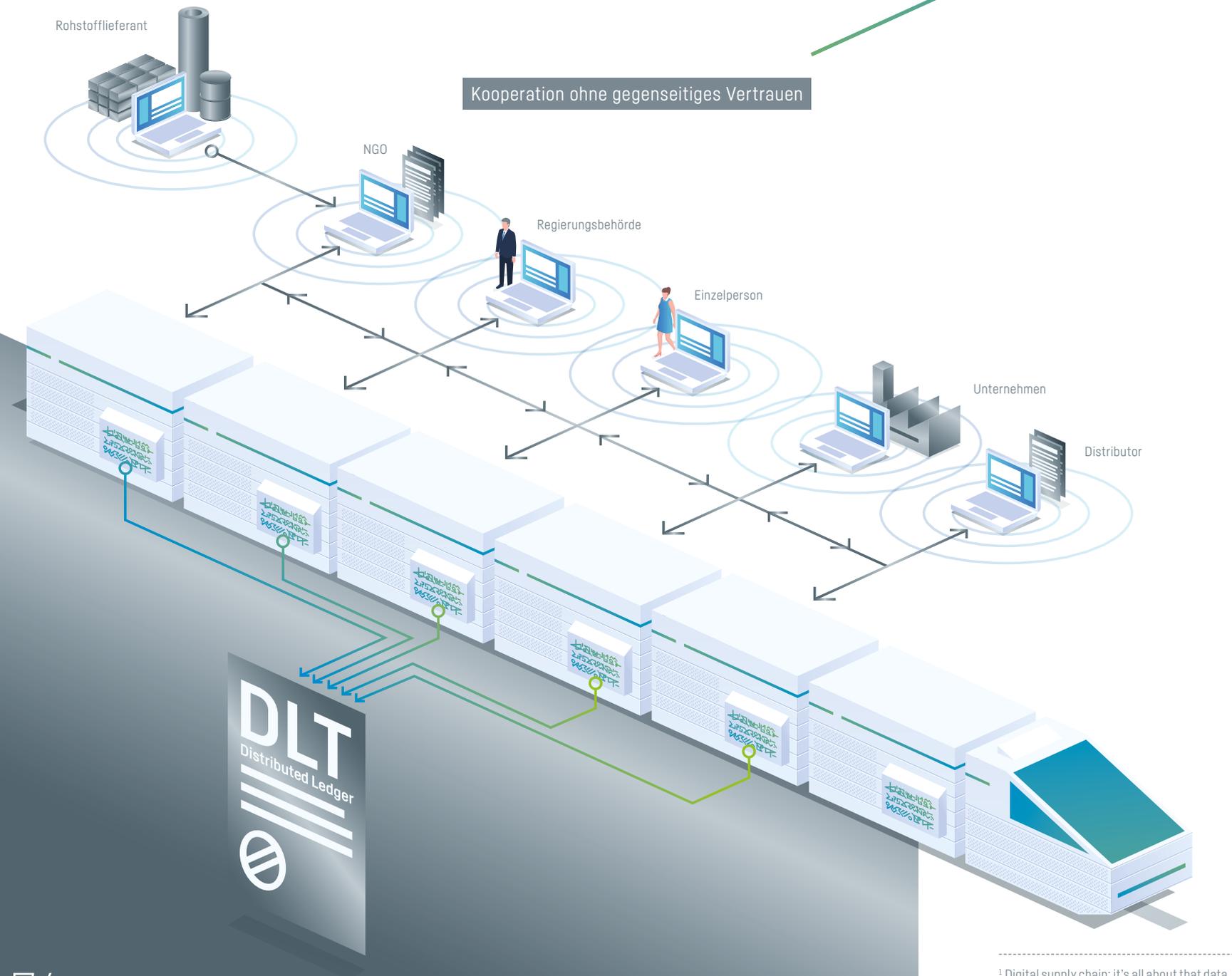
Neue Gesetze zur Beschränkung bestimmter Materialien oder ihrer Verwendung, z. B. weil sie potenziell gefährlich oder schädlich sind, können leicht durchgesetzt werden, auch wenn Produkte, die diese Materialien enthalten, bereits in der Lieferkette unterwegs sind oder sich sogar im Besitz des Verbrauchers befinden.

Natürlich wird es einige Zeit dauern, bis zwischen Lieferanten, OEMs, Partnern und Aufsichtsbehörden ein Konsens darüber besteht, welche Daten tatsächlich für andere sichtbar und welche Daten vertraulich sind und nicht an alle weitergegeben werden sollen. Das ist allerdings ein rein organisatorisches Problem, die Blockchain-Technologie bietet passende Lösungen, um Informationen entsprechend vertraulich zu sichern.

¹ XaaS ist auch als „Everything as a Service“-Modell bekannt.

Blockchain als Katalysator für Kollaboration und „Kooperation“

Text: Jörg Walden und Maroye Marinkovic – iPoint Group



Über alle Sektoren hinweg investieren Unternehmen in Blockchain – insbesondere, um die Lieferkette zu automatisieren, Risiken zu verringern sowie Geschwindigkeit, Effizienz und Kosten zu verbessern. Was auch immer die Treiber, wie auch immer die Interessen der einzelnen Parteien geartet sind – die Blockchain als Koordinations- und Kooperations-technologie erfordert einen kollaborativen Ansatz. Bereits heute sind zahlreiche Konsortien und Partnerschaften zu beobachten, die sich in fast allen Industriezweigen um Blockchain-Initiativen herum bilden. Sie bringen häufig Start-ups, NGOs, Regierungsbehörden, Unternehmen und Wissenschaftler zusammen, die alle kollaborieren, um Probleme zu lösen, die über ihre eigenen Interessen hinausgehen und ihre Kapazität als einzelne Entität übersteigen können. Im Austausch dafür, dass in einer gemeinsamen Blockchain viel genauere und nützlichere Daten vorliegen, werden wir Paul Brody von Ernst & Young zufolge akzeptieren, dass unsere Wettbewerber wissen, von wem wir kaufen und wie einige der Abläufe in unserer Lieferkette aussehen.¹ Die im Frühjahr 2018 von Deloitte durchgeführte globale Blockchain-Umfrage hat aufgedeckt, dass die überwiegende Mehrheit (74 %) der mehr als 1.000 befragten Führungskräfte entweder bereits Teil eines Blockchain-Konsortiums ist oder wahrscheinlich einem solchen beitreten wird. Auch in naher Zukunft werden Konsortien ihre hohe Relevanz behalten als wichtige Ressource für Unternehmen, um sich über Blockchain-Anwendungen zu informieren und diese zu entwickeln.

Verteilte Ledger sind Business-to-Business-Workflow-Tools. Daher ist die Blockchain geradezu auf Zusammenarbeit angewiesen – um Standards zu setzen, Infrastruktur auf- und auszubauen und Transaktionen auszuführen. Und diese

¹ Digital supply chain: it's all about that data. EY 2016. [https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Digital_supply_chain_-_its_all_about_the_data/\\$FILE/EY-digital-supply-chain-its-all-about-that-data-final.pdf](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Digital_supply_chain_-_its_all_about_the_data/$FILE/EY-digital-supply-chain-its-all-about-that-data-final.pdf)

Konsortien sind der Mechanismus, durch den Blockchain-interessierte Unternehmen, Regulierungsbehörden und Regierungen zusammenarbeiten. Laut Chris Butler, Präsident und Mitbegründer der Kryptowährungsplattform URAllowance, könnte die Blockchain die Zusammenarbeit zwischen im Wettbewerb stehenden Unternehmen fördern.² Diese Art der Zusammenarbeit wird als „Koope-
tition“ bezeichnet, eine Wortneuschöpfung, die sich aus den Begriffen „coop-
eration“ [Kooperation] und „competition“ [Wettbewerb] zusammensetzt.

Konsortien werden in jeder Branche eine zentrale Rolle bei der Kommerzialisierung der Blockchain-Technologie spielen. Experten von Deloitte erwarten, dass sich in den nächsten ein bis zwei Jahren weitere Dutzende bilden werden. Nicht bei allen wird es zu einem kommerziellen Einsatz kommen, was von denjenigen Mitgliedern, die in dieser Phase mehr daran interessiert sind zu lernen, akzeptiert wird.³

Angesichts der Tatsache, dass die erfolgreiche Kommerzialisierung sehr wahrscheinlich ist – wenn auch noch einige Jahre entfernt –, so sind wir der festen Überzeugung, dass genau jetzt der beste Zeitpunkt ist, um zu lernen, sich zu engagieren und zusammenzuarbeiten, um das zukünftige „Internet of Value“ zu gestalten.

Der iPoint Blockchain-Innovations-Hub CircularTree setzt sich für die Anwendung der Blockchain-Technologie mit einem zirkulären Mindset⁴ ein. Er fokussiert die Erfüllung von Bedürfnissen, priorisiert aber Effizienz und Energieeinsparungen, einschließlich der Minimierung von Abfall, Betrug, Korruption und negativen Auswirkungen auf Gesundheit, Sicherheit und Umwelt. Wie die Kreislaufwirtschaft erfordern Blockchain-Lösungen ein kollaboratives Design Thinking.

² David Drake: Will Blockchain Technology Boost Collaboration Among Corporates? June 15, 2018. <https://www.equities.com/news/will-blockchain-technology-boost-collaboration-among-corporates>

³ Peter Gratzke, David Schatsky, Eric Piscini: Banding together for blockchain. Does it make sense for your company to join a consortium? Deloitte, August 16, 2017. <https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/signals-for-strategists/emergence-of-blockchain-consortia.html>

⁴ Blockchain for Circular Supply Chain. <https://www.ipoint-systems.com/blog/blockchain-for-circular-supply-chain>

Blockchain in der Kreislaufwirtschaft – Verbesserung des Recyclings

Text: Dr. Dipl.-Chem. Beate Kummer – Scholz Recycling GmbH
Dr. Christian Hagelüken – Umicore AG & Co. KG

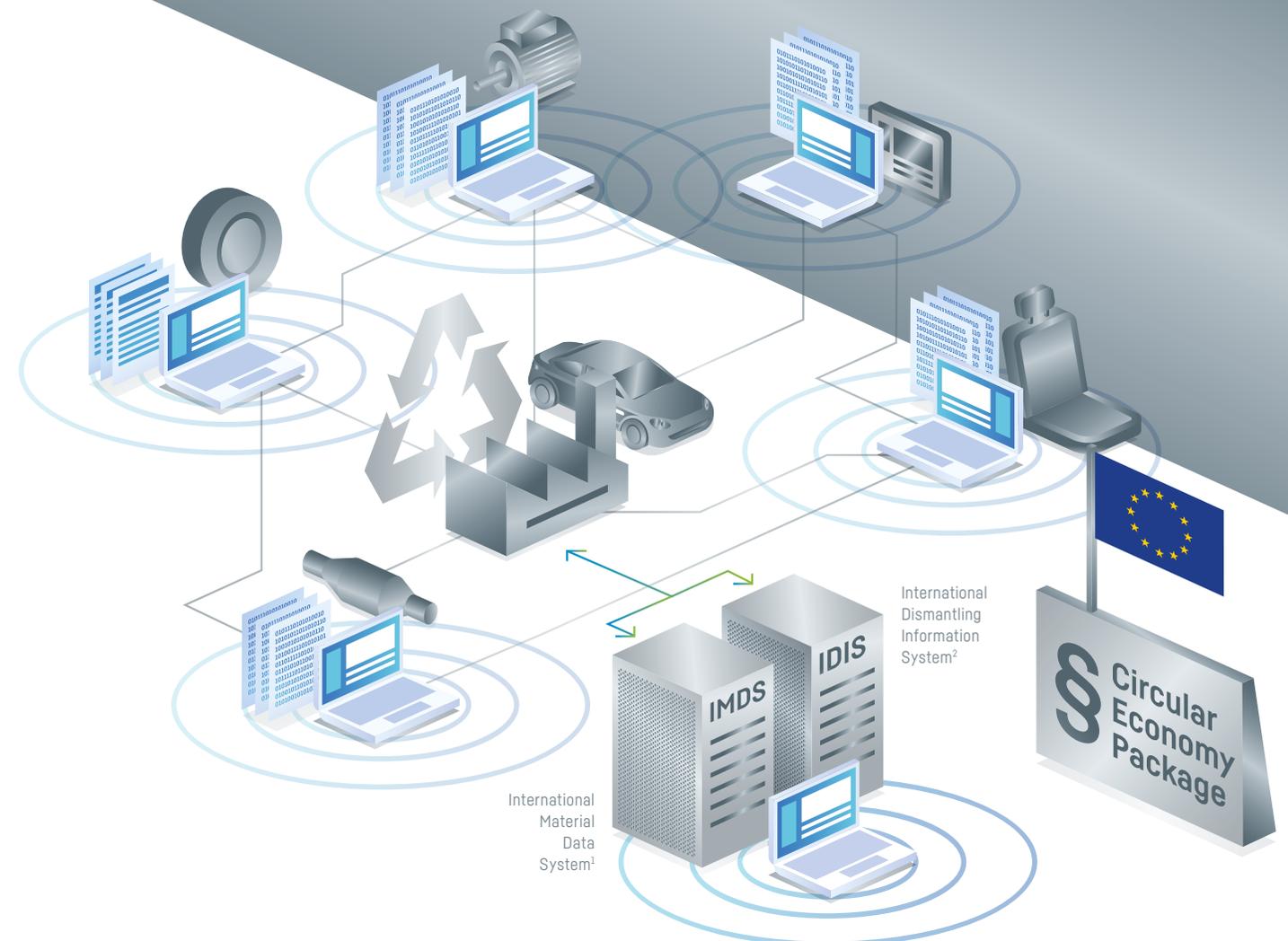
Die Nutzung der Blockchain-Technologie und eine zunehmende Digitalisierung in Prozessen der Abfall- und Recyclingwirtschaft wird mit einer Reihe von Vorteilen verbunden sein. Es ist von immer größerer Bedeutung in der Verwertung, dass neben „Massenprodukten“ oder „Massenrohstoffen“ wie Stahl, Aluminium oder Kupfer auch seltene und kritische Rohstoffe [Edelmetalle, Lithium, Kobalt, Seltene Erden, ...] qualitätsgesichert zurückgewonnen werden. Bei vielen besonders ressourcenrelevanten Produkten wie z. B. Autos oder Elektro[nik]geräten erfolgt dies heute nur ansatzweise, die Ursachen dafür liegen auch im Fehlen von Informationen und in intransparenten Stoffströmen. Zahlreiche Problemfelder aus der Vergangenheit könnten mit Blockchain-Technologien zukünftig gelöst werden:

Welche Schad- und Wertstoffe befinden sich in den Produkten und in deren wesentlichen Bauteilen? Wo sind diese besonders ressourcenrelevanten Bauteile im Produkt verbaut und wie können diese daraus am besten separiert werden? Wo befinden sich [mobile] Produkte an ihrem Nutzungsende und wie können sie sicher in hochwertige Verwertungs- und Recyclingketten eingesteuert werden? Wie bewegen sich Abfälle durch die Recyclingkette bis zum finalen Recyclingprozess, wie können illegale Exporte von Altprodukten besser überwacht werden? Welche Bauteile und Rohstoffe wurden tatsächlich aus den Abfällen zurückgewonnen und als Sekundärrohstoffe wieder in Neuprodukten eingesetzt?

Das von der EU erlassene Circular Economy Package verlangt von der Wirtschaft deutlich höhere Anstrengungen beim Schließen von Kreisläufen. Denn vor allem bei komplexen Altprodukten funktioniert der physische Kreislauf nur, wenn diese – anders als es heute

häufig der Fall ist – tatsächlich auch umfassend erfasst und entlang der Recyclingkette den am besten geeigneten, hochwertigen Recyclingprozessen zugeführt werden.

Blockchain bietet hier die Chance für mehr Transparenz über die gesamte Lieferkette bis hin zu einer „stofflichen Inventarisierung“ der Zwischen- und Endprodukte. Beim Inverkehrbringen eines Automobils sind z. B. heute Hunderte Zulieferer beteiligt, es sind Schadstoffbeschränkungen [weltweit unterschiedliche Anforderungen] sowie herstellerbedingte Anforderungen an Ausstattung, Energieeffizienz, Komfort, autonomes Fahren und Sicherheit zu beachten. Diese Anforderungen haben sich im Verlauf der Zeit stark verändert, wodurch sich der Werkstoff- und Materialmix in den Produkten oft stark geändert hat. Wertstoff- und Schadstoffgehalte sind auch von Modell zu Modell, von Hersteller zu Hersteller sehr unterschiedlich. Der Demontagebetrieb und das Recyclingunternehmen sind am Ende des Lebensweges gefragt, um die Wiederverwendung von Bauteilen und eine möglichst hochwertige Verwertung sicherzustellen. Heute behelfen sich die Unternehmen in der Altfahrzeugverwertung ansatzweise mit bestehenden Datenbanken wie IMDS oder IDIS, die allerdings gerade in Bezug auf seltene und kritische Rohstoffe meist nur unvollständige Informationen enthalten. In der Regel wird jedoch auf Erfahrung gesetzt und das ausgebaut und verwertet, was bereits bekannt und mit vertretbarem Aufwand zugänglich ist. Mit Blockchain kann ein Stoff-/Werkstoffinventar geschaffen werden, das die notwendigen Informationen für alle Wirtschaftsbeteiligten enthält. Forschungsvorhaben können rechtzeitig angestoßen werden, wenn neue Bauteile/Stoffgruppen verbaut werden. Gerade im Hinblick auf neue Fahrzeugkonzepte wie Elektroautos, für die eine Vielzahl von seltenen und kritischen Metallen benötigt und neuartige Komponenten verwendet werden, ist die rechtzeitige Verfügbarkeit solcher Informationen wichtig, um angepasste, kosten- und leistungsoptimierte Ersatzteil- und Recyclingprogramme aufzubauen.



¹ IMDS (engl. für International Material Data System; deutsch: Internationales Materialdatensystem) ist ein global standardisiertes Austausch- und Verwaltungssystem für Materialdaten in der Automobilindustrie.

² IDIS (engl. für International Dismantling Information System) ist eine Informationsdatenbank zur effizienten Verwertung von Altfahrzeugen, die regelmäßig aktualisiert wird. IDIS ermöglicht die Erkennung der verarbeiteten Werkstoffe, enthält Informationen über Materialzusammensetzungen und detaillierte Demontagehinweise.

Demontagewissen bündeln – reparieren statt entsorgen

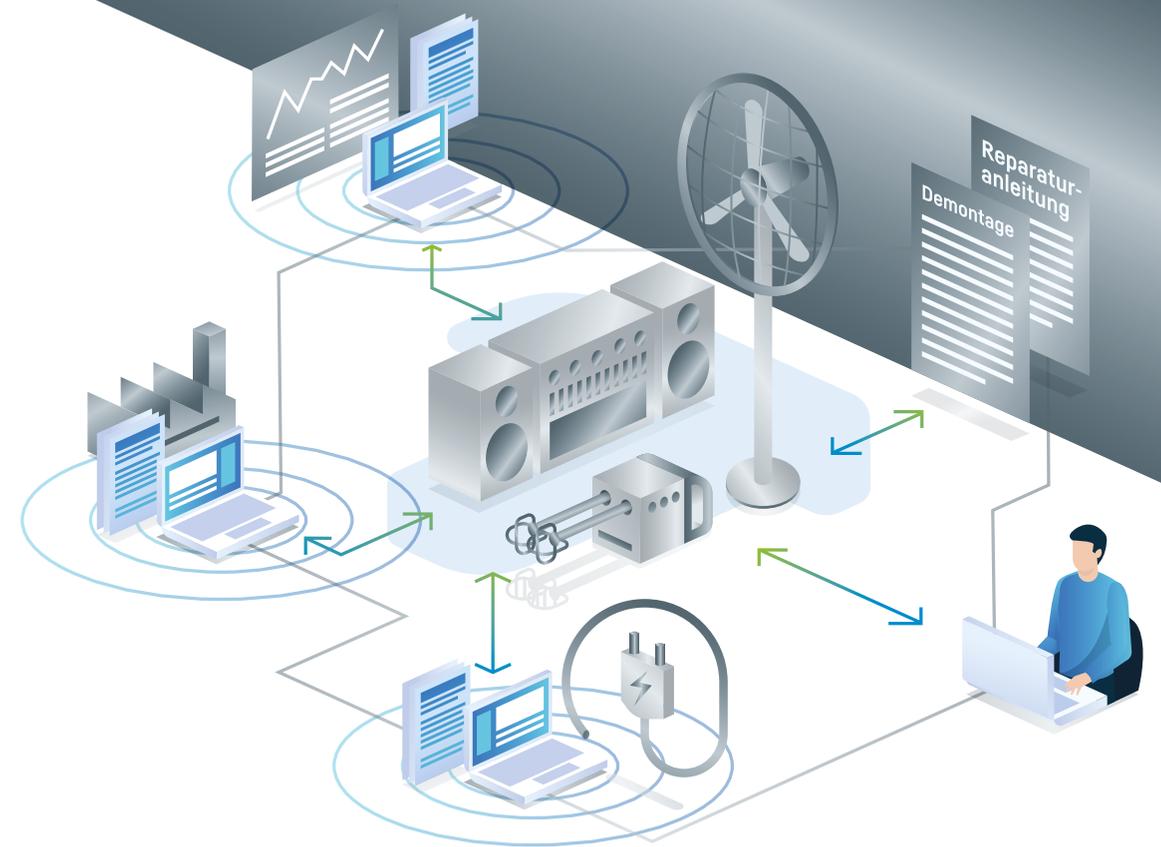
Text: Dr. Torsten Zeller – CUTEC Clausthaler Umwelttechnik Forschungszentrum

Wenn Elektrokleingeräte defekt sind, werden sie in der Regel direkt entsorgt. Im Idealfall werden dann wertige Sekundärrohstoffe durch Zerkleinern und Sortieren vom Abfall getrennt. Eine Reparatur oder zumindest die gezielte Entnahme von Ersatz- oder Bauteilen, die einen hohen Wertstoffanteil haben, findet hierzulande in der Regel nicht statt. Grund dafür ist der relativ hohe Aufwand für die Demontage, der durch die erzielbaren Erträge nicht gerechtfertigt wird.

Reparieren oder entsorgen



Wissensmanagement für jeden



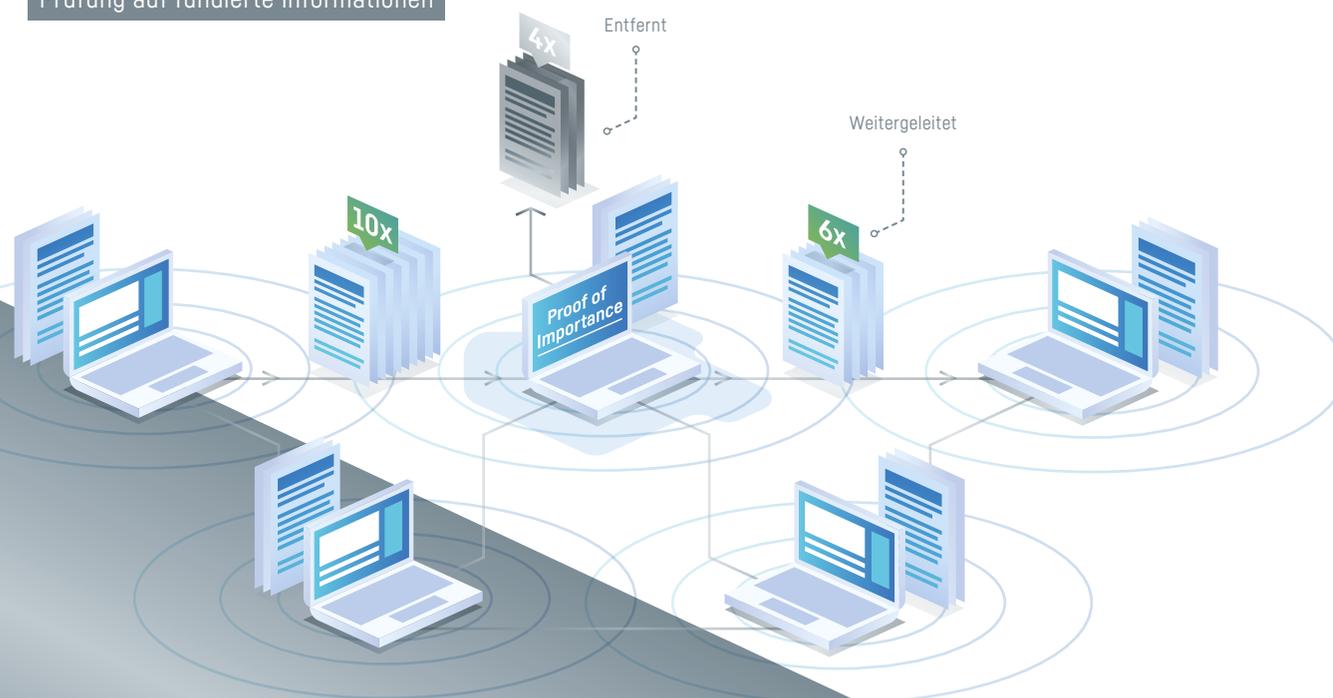
Die Demontage ist einerseits konstruktionsbedingt kompliziert (z. B. aufgrund nicht lösbarer Klebeverbindungen), andererseits fehlen aber auch schlicht gute Anleitungen. Das Interesse an der Reparatur von Elektrokleingeräten nimmt jedoch zu – das belegen die mittlerweile rund 600 Repair-Cafés allein in Deutschland. Hier existiert bereits eine große Fachkenntnis, die allerdings verstreut und nicht organisiert ist. Wissen und Informationen werden im Wesentlichen via „How-to-Videos“ auf sozialen Plattformen weitergegeben. Hier könnte die Blockchain-Technologie eine wichtige Rolle spielen: Sie bietet die Möglichkeit, ein umfassendes Informationsmanagement zu erstellen, das die vorhandene Expertise bündelt, bewertet und verfügbar macht. Die Konsensfindung durch Einsatz einer Blockchain ermöglicht es dabei, Best-Practice-Demontageanleitungen herauszuarbeiten, die den Anwendern die optimale Methode zum Reparieren ihrer Geräte aufzeigen.

Zur Konsensfindung existieren unterschiedliche Ansätze. Der verbreitete Proof-of-Work-Ansatz ist energieaufwendig und daher im Hinblick auf die angestrebte Ressourceneffizienz nicht zielführend. Stattdessen können angepasste Mechanismen, wie zum Beispiel der Proof-of-Stake- oder der Proof-of-Importance-Ansatz, verwendet werden.

Diese können einen hohen Qualitätsstandard der erarbeiteten Anleitungen garantieren, indem Beiträge von Teilnehmern in Abhängigkeit von ihrer Aktivität gewichtet, Spams herausgefiltert und Manipulationen vermieden werden. Diese Varianten der Blockchain-Technologie können zudem den Anreiz bieten, sich an dieser Form des Informationsmanagements zu beteiligen.

Höhere Beteiligung – höhere Reparaturquoten – höhere Ressourceneffizienz.

Prüfung auf fundierte Informationen



Optimierung der Recyclingströme/Transparenz über reale Produkt- und Stoffströme

Text: Dr. Dipl.-Chem. Beate Kummer – Scholz Recycling GmbH
Dr. Christian Hagelüken – Umicore AG & Co. KG

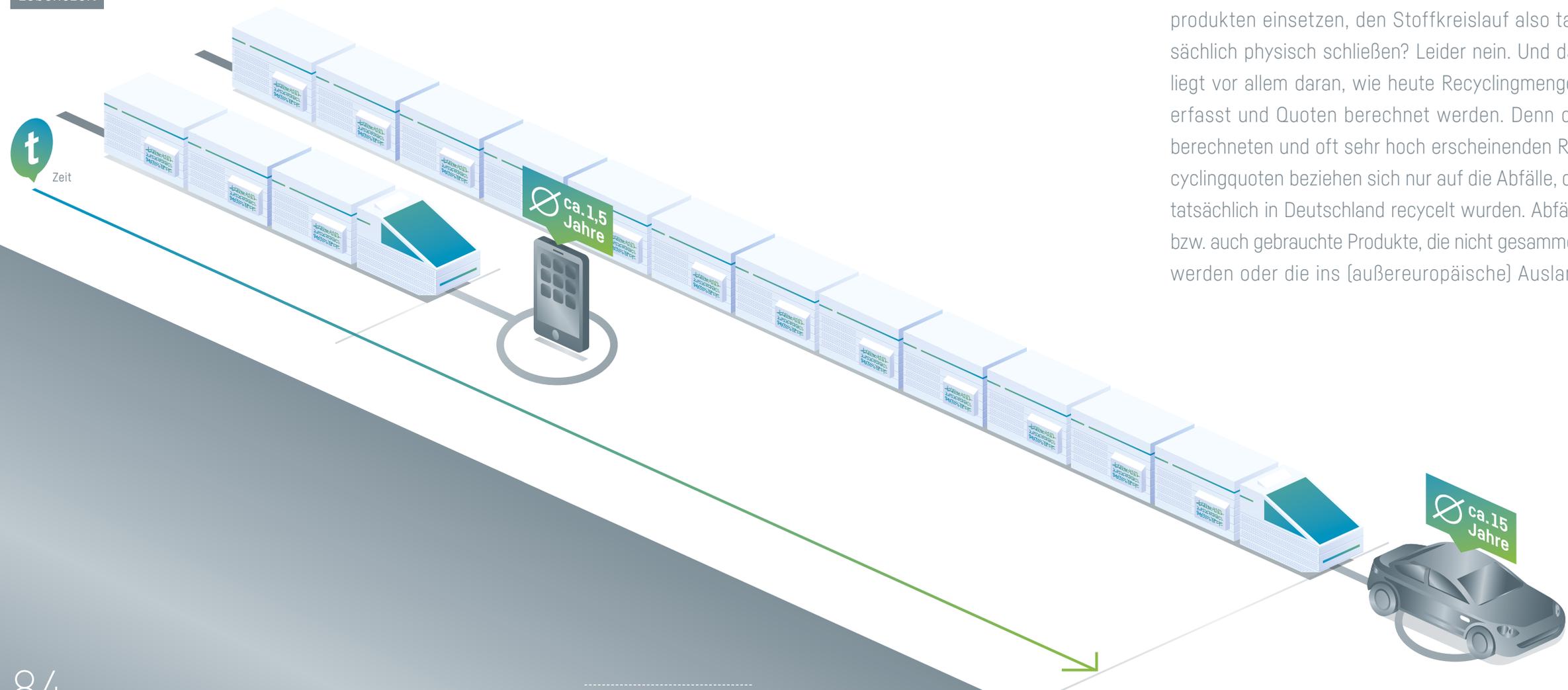
Um zukünftig die Stoffströme aus einem langlebigen Produkt (z. B. Pkw, etwa 15–16 Jahre) oder eher einem kürzer genutzten Produkt wie Mobiltelefon (1,5 Jahre) bzw. einer Verpackung (einmalige Verwendung) besser verfolgen zu können, sind Kennzeichnungen bzw. eindeutige Identifikationsnummern zu vergeben, wie wir es heute bereits beim Fahrzeug kennen [FIN]¹. Anhand einer eindeutigen Identifikation und einer damit einhergehenden Registrierung kann ein Produkt über den gesamten Lebensweg verfolgt werden bis hin zum Lebensende und der dann notwendigen Deregistrierung bzw. Abmeldung. Wichtig ist an dieser Stelle, dass eine bundeseinheitliche unabhängige Stelle (z. B. Kraftfahrtbundesamt für Fahrzeuge, EAR – Elektro-Altgeräte Register für Mobiltelefone etc.) die Registrierung bzw. Deregistrierung übernimmt.

Heute erfolgt keine bundesweit einheitliche An-/Abmeldung von Fahrzeugen, weil regionalspezifische Verkehrsbehörden zuständig sind und eine digitale Vernetzung der Behörden bislang nicht stattfindet. Der Eigentumsübergang bei einem Verkauf eines

¹ Die Fahrzeug-Identifizierungsnummer (FIN) (engl. Vehicle identification Number, VIN) entspricht unter Berücksichtigung internationaler Angleichungen der vormaligen Fahrgestellnummer. Die FIN ist die international genormte 17-stellige Seriennummer, mit der ein Kraftfahrzeug eindeutig identifizierbar ist. Sie besteht aus einer Herstellerkennung (World Manufacturer Identifier), zum Beispiel WOL für Opel und Vauxhall, WDB für die Daimler AG, WVW für Volkswagen, WF0 für Ford (Deutschland) oder VF7 für Citroën, einem herstellereigenen Schlüssel und einer meist vom Baujahr abhängigen, fortlaufenden Nummer.

Fahrzeugs wird ebenfalls nicht registriert, genauso wie die endgültige Abmeldung und Stilllegung. Bei der Online-Deregistrierung über eine eindeutige Nummer könnten das Fahrzeug sowie der Verbleib überwacht werden. Dies würde ganz wesentlich dem heutigen Umstand entgegenwirken, dass es jedes Jahr eine hohe Menge an Altfahrzeugen mit einem sogenannten unbekanntem Verbleib gibt. Bei zukünftigen Neufahrzeugen und Neuprodukten (wie Smartphones) ist zudem eine verpflichtende Kennzeichnung über RFID-Chips bzw. andere Tracer¹ nachzudenken, die eine eindeutige Identifizierung möglich machen sowie qualitätsgesichertes Recycling durch automatische Sortierprozesse ermöglichen.

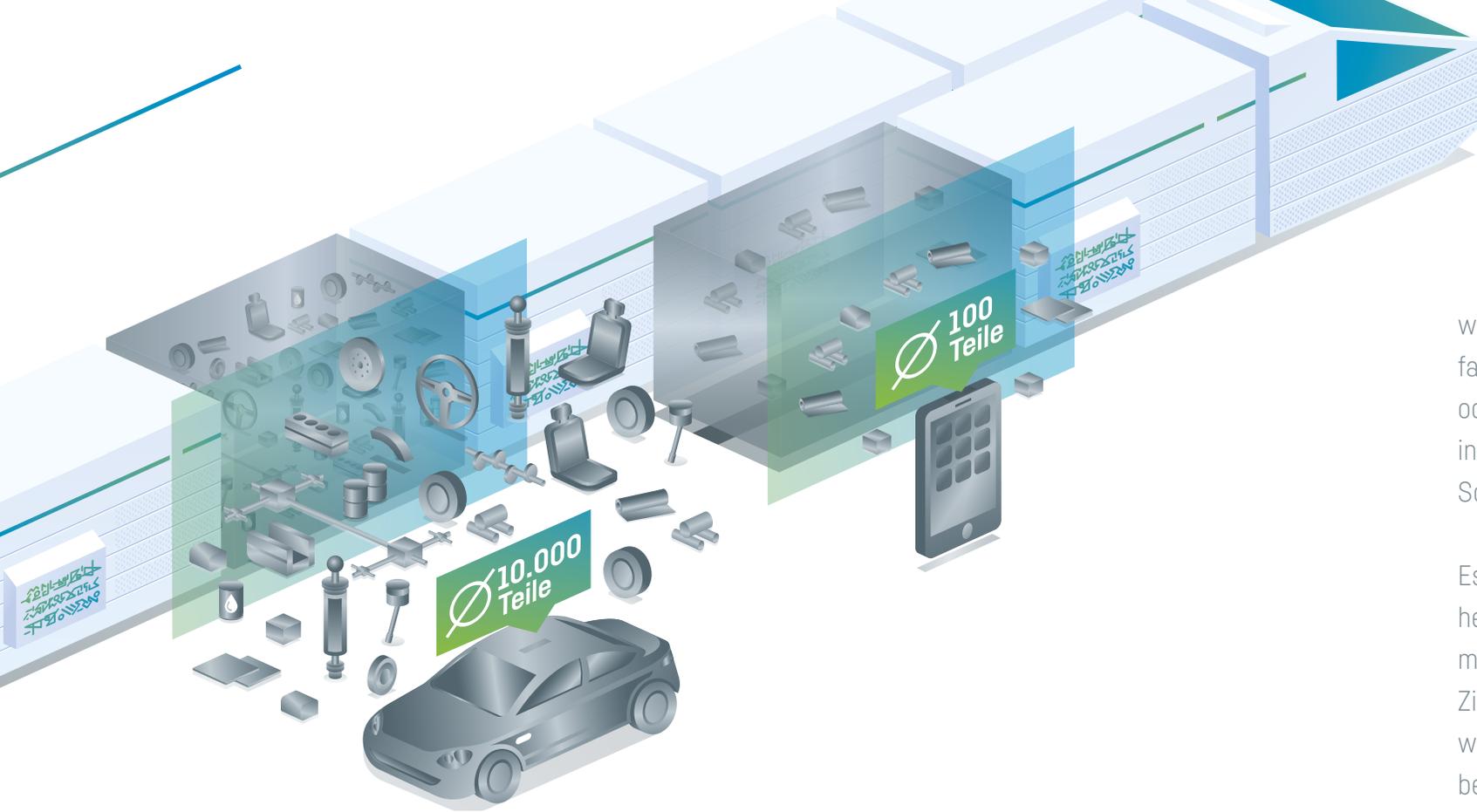
Lebenszeit



Überwachung von (material-bezogenen) realen Recyclingmengen und Recyclingquote

Text: Dr. Dipl.-Chem. Beate Kummer – Scholz Recycling GmbH
Dr. Christian Hagelüken – Umicore AG & Co. KG

„Deutschland ist Recyclingweltmeister“, so können wir das öfters lesen. Aber stimmt das, sind wir wirklich schon so gut im Recycling unserer Abfälle? Und vor allem: Heißt dies, dass wir bereits große Mengen an recycelten Rohstoffen in unseren Neuprodukten einsetzen, den Stoffkreislauf also tatsächlich physisch schließen? Leider nein. Und das liegt vor allem daran, wie heute Recyclingmengen erfasst und Quoten berechnet werden. Denn die berechneten und oft sehr hoch erscheinenden Recyclingquoten beziehen sich nur auf die Abfälle, die tatsächlich in Deutschland recycelt wurden. Abfälle bzw. auch gebrauchte Produkte, die nicht gesammelt werden oder die ins (außereuropäische) Ausland



exportiert wurden, werden in den Recyclingquoten überhaupt nicht berücksichtigt, wie sich exemplarisch am Beispiel von Altfahrzeugen zeigen lässt. In Deutschland werden jährlich rund 3 Mio. Fahrzeuge abgemeldet, davon werden aber nur rund 0,5 Mio. auch in Deutschland recycelt (und nur darauf bezieht sich die Quote). Bei etwa 2-2,5 Mio. weiß man zumindest, was mit ihnen passiert, es gibt aber jedes Jahr eine erhebliche statistische Lücke von fast 800.000 Altfahrzeugen mit „unbekanntem Verbleib“ in Deutschland und mehrere Millionen in der EU [Öko-Institut, 2018]⁴ und es kann angenommen werden, dass ein sehr großer Anteil davon nicht ordnungsgemäß recycelt wird. Die in diesen Fahrzeugen vorhandenen Rohstoffe, vor allem die seltenen und kritischen Metalle gehen verloren und der Kreislauf

⁴ Ökoinstitut, 2018, Assessment of the Implementation of Directive 2000/53/EU on end-of-life-vehicles (the ELV-Directive) with emphasis on the end of life vehicles of unknown whereabouts. EU-Commission.

wird nicht geschlossen. Ähnliches gilt für Elektroaltgeräte, die ebenfalls zu einem erheblichen Anteil nicht ordnungsgemäß erfasst werden oder in dunklen Kanälen verschwinden (s. Medienberichte zu E-Schrott in Westafrika/Ghana und aktuellen Dokumentarfilm „Welcome to Sodom“, 2018).

Es zeigt sich also, dass wir trotz vorhandener Recyclinggesetze erhebliche Defizite im Vollzug haben und dies liegt vor allem an der mangelnden Transparenz über die realen Produkt- und Stoffströme. Ziel muss sein, vor allem die besonders rohstoffrelevanten Produkte wie Autos, Elektronikgeräte oder auch Batterien entlang ihres Lebenszyklus zu verfolgen und am Lebensende nicht nur sicherzustellen, dass sie (irgendwie) „recycelt“ werden, sondern entlang der Logistik- und Recyclingkette bis zum Letztverwerter ausschließlich in qualitativ hochwertigen Recyclingbetrieben behandelt werden. Denn nur in solchen Betrieben kann sichergestellt werden, dass unter Beachtung der ökologischen und sozialen Standards Komponenten und Rohstoffe im Rahmen der technisch und ökonomisch sinnvollen Grenzen im optimalen Umfang wiederverwendet und recycelt werden.

Die Vision ist, dass diese Transparenz über die realen Stoffströme entlang einer optimierten Recyclingroute durch Nutzung von Produkt- und Komponenten-Identifikationen und Tools wie Blockchain zuverlässig, fälschungssicher und einfach, d. h. ohne großen administrativen Mehraufwand für die beteiligten Akteure, geschaffen werden kann. Über ein solches System könnte auch quasi „automatisch“ eine Dokumentation der Produktinventare, Recyclingmengen und realen Recyclingquoten erstellt werden.

Ökobilanz und der Klima-Fußabdruck

Text: Prof. Dr. Mario Schmidt – Hochschule Pforzheim

Wie umweltrelevant ist ein Produkt oder eine Dienstleistung, z. B. eine Transporttätigkeit? Ist Produkt A oder Produkt B ökologisch besser? Wie und wo kann man die Umweltbilanz eines Produkts am einfachsten verbessern?

Das sind einfache Fragen, die aber komplizierte Antworten nach sich ziehen. Denn berücksichtigt werden muss der ganze „Lebensweg“ eines Produkts: von der Gewinnung der Rohstoffe über die Herstellung, die Nutzung beim Endverbraucher bis hin zur Entsorgung bzw. zum Recycling.

Alle Prozesse, die Umweltbelastungen nach sich ziehen, müssen dabei berücksichtigt werden, also z. B. überall der Stromverbrauch oder die Transporte, die indirekt beim Kraftwerk, Fahrzeug oder bei der Erdöl-Raffinerie Emissionen verursachen.



Solche Analysen nennt man „Ökobilanzen“ oder auf Englisch: Life Cycle Assessments (LCA). Sie sind international mit dem ISO-14040-Standard normiert und berücksichtigen viele verschiedene Umweltwirkungen, z. B. die Wirkung auf das Klima, das Ozonloch, die Gewässer, die biologische Vielfalt usw. Bezieht sich eine solche Analyse nur auf die Klimawirkung, so spricht man vom Carbon Footprint oder CO₂-Fußabdruck.

Die Herausforderung einer LCA oder eines Carbon Footprints besteht darin, den Lebensweg eines Produkts zu verfolgen. Vor dem Point of Sale, also vor der Nutzungsphase, entspricht dies der Supply Chain eines Produkts. Von jedem Lieferanten wären Daten erforderlich, welche Umweltbelastungen er verursacht hat – direkt durch die Herstellung des einen Produkts oder anteilig auf das Produkt angerechnet. Er muss aber auch die Daten seiner Vorlieferanten weiterreichen, welcher Umweltrucksack wiederum in jenen Werkstoffen und Halbzeugen steckt, die für sein Produkt erforderlich waren. Es entsteht so eine verkettete Datenstruktur von Lieferant zu Lieferant, die bis zur Entnahme der Rohstoffe aus der Natur reichen muss und alle Umweltbelastungen entlang des „Lebensweges“ des Produkts berücksichtigt.

In der Praxis ist dies ein kaum lösbares Problem oder es führt zu einem immensen Rechercheaufwand. Ökobilanzen werden dadurch sehr teuer. Denn der Hersteller des Endprodukts hat selten den Überblick über die gesamte Lieferkette, sondern hat nur direkten Kontakt mit seinen unmittelbaren Lieferanten. Häufig sind die Lieferanten der Supply Chain aber gar nicht bereit oder in der Lage, ihre eigenen Daten bzw. jene der Vorlieferanten zu liefern. Deshalb wird bei einer Ökobilanz, heute auch in professionellen Softwarelösungen wie z. B. Umberto, oft mit verallgemeinerten Daten gearbeitet, d. h., wenn in einem Herstellungsprozess Aluminium verbaut wird und das Aluminium aus China stammt, dann rechnet man mit einem generischen Datensatz für Aluminium aus China, für das z. B. auch Kohlestrom aus China verwendet wurde. Man kommt so der tatsächlichen Ökobilanz eines Produkts relativ nahe, aber es ist selten die exakte Bilanz für genau das eine Produkt.



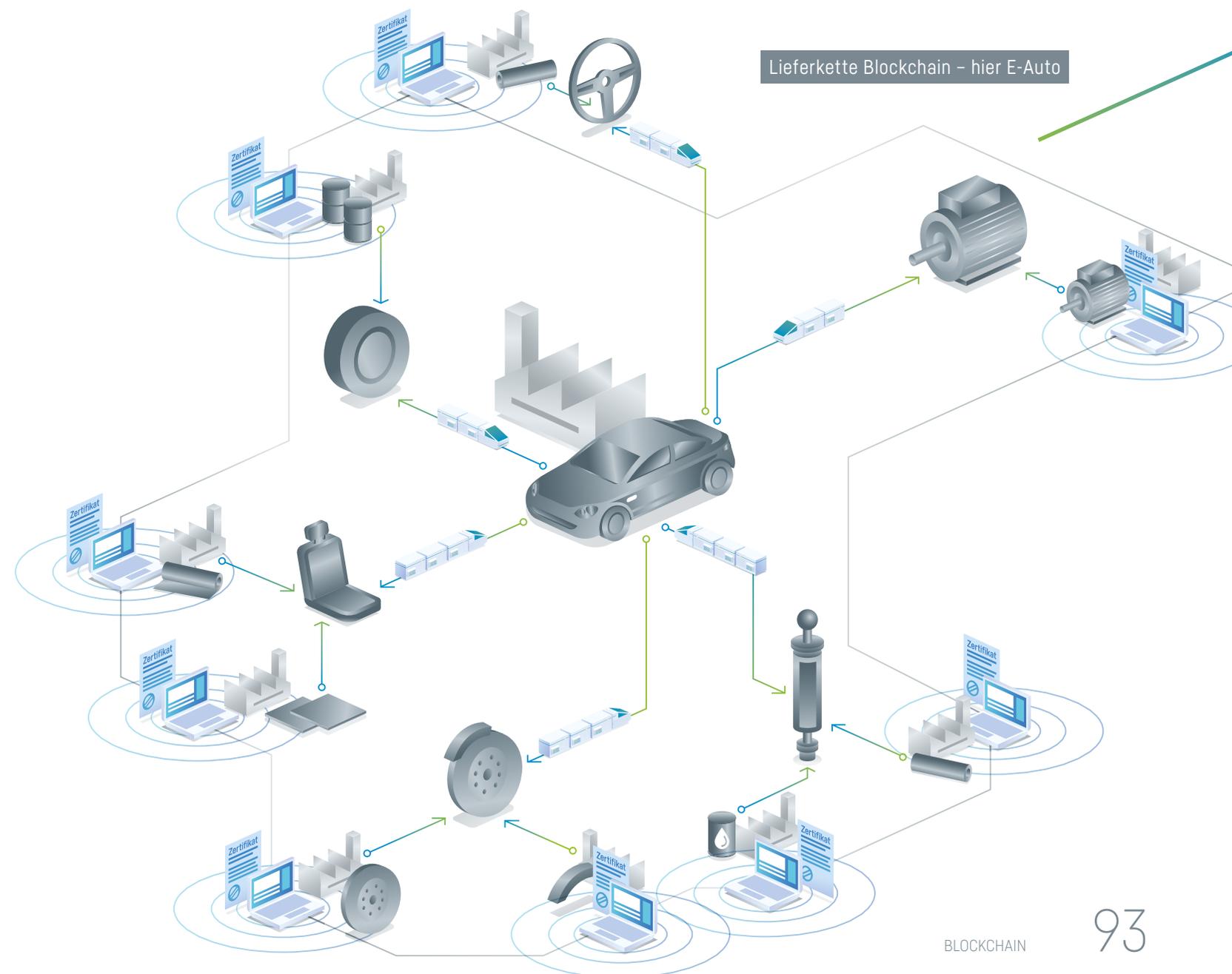
In der Regel wird die Ökobilanz einmalig für einen Prototyp oder einen klassischen Vertreter des Produkts erstellt. In vielen Fällen reicht das aus. Wenn sich allerdings im Zeitverlauf die Zulieferstruktur ändert, das Aluminium nun z. B. aus Norwegen geliefert wird, so ändert sich auch die Ökobilanz. Gerade bei schnell drehenden Produkten aus dem Nahrungsmittel- und Konsumgüterbereich passiert das regelmäßig. So ändert sich mit dem Kartoffellieferanten auch der Carbon Footprint der Tüte mit Kartoffelchips und müsste nachgebessert werden – was aber in der Praxis nicht erfolgt.

Noch komplizierter wird es, für ein Produkt die Nutzungs- und Entsorgungsphase zu berücksichtigen. Hier benötigt man die genauen Nutzungsdaten: Wie oft und wie lang wird das Produkt genutzt? Verbraucht es dabei viel Strom oder andere Betriebsstoffe? Hat es eine Zweit- oder Drittnutzung? Wie wird es entsorgt? Diese Daten werden meistens durch Marktanalysen oder plausible Annahmen festgelegt. Sie beziehen sich ebenfalls nicht auf ein individuelles Produkt, sondern auf die Klasse der Produkte, z. B. auf alle Staubsauger gleichen Typs und mit den am Markt typischen Einsatzbedingungen.

Eine Blockchain könnte die Ökobilanz und den Carbon Footprint revolutionieren. Hier könnten erstens die tatsächlichen Umweltbelastungen entlang des Lebensweges erfasst und an den nächsten Akteur in der Kette weitergereicht werden, ohne dass ein Vertrauensproblem auftritt: Die Lieferanten könnten anonym bleiben und trotzdem könnte z. B. der Carbon Footprint eines Produkts exakt verfolgt werden. Und zweitens könnte die Bilanz produktscharf erstellt werden, d. h. für einzelne Produktindividuen. Da wäre dann z. B. auch berücksichtigt, ob ein Produkt mehrmals nachbearbeitet wurde, aus welchem Werk oder Land es stammt, woher es den erforderlichen Strom bezogen hat usw. Stammt die Milch für den gerade gekauften Joghurt aus dem Allgäu oder aus Dänemark?

Erst jetzt wäre für den Konsumenten absolute Transparenz für sein Produkt, das er gekauft hat, hergestellt, etwa nach dem alten Grundsatz „What you see is what you get“ – oder entsprechend angepasst für einen Carbon Footprint auf dem Produkt „What you read is what it caused“.

Wenn man es schaffen würde, auch die Nutzungsphase – natürlich anonymisiert – zu erfassen, so könnte man auch wertvolle Hinweise für die nachfolgende Entsorgungsphase oder für die weitere Produktentwicklung usw. erhalten. Hier wäre dann schon ein fließender Übergang zu einer anderen Anwendung der gleichen Daten gegeben: der Steuerung von Recyclingströmen und -prozessen mit individuellen Produktdaten.



Ökologische und ökonomische Optimierung der Wertschöpfung

Text: Martina Prox – iPoint Group



Die breite Anwendung von Lebenszyklusanalysen (englisch: Life Cycle Assessment, LCA) kann dabei helfen, Entscheidungen zu treffen: etwa bei der Anschaffung neuer Produktionsmaschinen, der Umsetzung neuer Produktkonzepte oder bei der Materialauswahl. Die Diskussion über eine breitere Umsetzung von LCA wird aber dominiert von den größten Hürden, die ihr entgegenstehen – nämlich Themen wie der Aufwand für die Beschaffung von Daten oder deren Verlässlichkeit, Aktualität und Qualität. Gleichzeitig sorgt die zunehmende Digitalisierung von Prozessen und Produktentwicklungen dafür, dass immer mehr Daten entstehen.

Der „Digitale Zwilling“ enthält für Materialien, Halbzeuge und fertige Produkte schon Informationen über Inhaltsstoffe, technische Funktionsweise, Herkunft und den sachgerechten Umgang mit dem Objekt. Dies ließe sich ergänzen mit Informationen hinsichtlich der auf jeder Wertschöpfungsstufe verursachten Energieverbräuche, der Klimawirkung und weiterer Umweltwirkungen. Die iPoint Live LCA Entwicklung zielt darauf ab, die entsprechenden Informationen hinsichtlich der auf jeder Wertschöpfungsstufe vorhandenen Umweltwirkungen zu integrieren und für Analysen und Entscheidungsunterstützung jederzeit verfügbar zu machen.

In einigen Branchen besteht die gesetzliche Anforderung, dass Waren nur dann in Verkehr gebracht werden dürfen, wenn alle Inhaltsstoffe für jedes Bauteil und jede Komponente vollständig deklariert sind. Um relevante Informationen über die gesamte Lieferkette hinweg zu sammeln und verwalten zu können, gibt es bereits Plattformen wie zum Beispiel den iPoint SustainHub mit mehr als 50.000 registrierten Nutzern. Sie halten alle wichtigen Daten zu den Themen Compliance und Nachhaltigkeit bereit. Solch etablierte Plattformen, Prozesse und Strukturen lassen sich unkompliziert auch für andere Arten von Informationen nutzen – etwa für die Auswirkung einer Komponente auf das Klima. Ebenso können sie auch für andere Branchen eingesetzt werden, in denen freiwillige Selbstverpflichtungen zu mehr Transparenz in der Lieferkette einen ähnlichen Informations- und Lösungsbedarf ergeben könnten wie gesetzliche Anforderungen in anderen Branchen (z. B. in der Automobil- oder Elektronikindustrie).

Wenn sich mithilfe der Digitalisierung die generelle Verfügbarkeit von Nachhaltigkeitsdaten aus der Lieferkette verbessern lässt, dann sorgt der Einsatz der Blockchain dafür, dass diese Daten unveränderbar und fälschungssicher übermittelt werden können. Auf diese Daten können Hersteller und Verbraucher vertrauen. Darüber hinaus würde der Einsatz der Blockchain es ermöglichen, dass Verbesserungen nicht mehr wie bisher üblich über die Androhung von Sanktionen erreicht werden. Denn wenn Informationen in die eine Richtung übertragen werden, dann können in der Gegenrichtung auch Geldströme direkt dem ursprünglichen Bereitsteller von Material und Information zugutekommen – und das Sanktionssystem weicht einem Belohnungssystem. Der legitime Schutz von Betriebsgeheimnissen, der heute häufig der Transparenz von Informationen entgegensteht, würde über die Nutzung der Blockchain-Technologie gewährleistet.

Stichwortverzeichnis der Abkürzungen

3TG	Conflict minerals: Tin, Tantalum, Tungsten and Gold	Konfliktmineralien/-rohstoffe: Zinn, Tantal, Wolfram und Gold
B2B	Business-to-Business	
B2C	Business-to-Customer	
BEV	Battery Electric Vehicle	Elektroauto
BfR		Bundesinstitut für Risikobewertung
BOM	Bill of Materials	Material- und Stückliste
CDX	Compliance Data Exchange	
CLP	Classification, Labelling and Packaging	Einstufung und Kennzeichnung von Stoffen, Gemischen und Verpackungen
CMR	Cancerogen Mutagen Reprotoxic	krebserzeugend, mutagen oder reproduktionstoxisch
CMRT	Conflict Minerals Reporting Template	Template für die Berichterstattung über Konfliktmineralien
DLT	Distributed Ledger Technology	Technologie verteilter Buchführungssysteme
EAR		Elektro-Altgeräte Register
ELV	End-of-Life Vehicles	Altfahrzeug
EoL	End of Life	Lebensende
EPRM	European Partnership for Responsible Minerals	
EU	European Union	Europäische Union
GADSL	Global Automotive Declarable Substance List	Globale Liste der verwendeten Reinstoffe in Autoteilen
GPS	Global Positioning System	Globales Positionsbestimmungssystem
IDIS	International Dismantling Information System	
IIoT	Industrial Internet of Things	Industrielles Internet der Dinge
IKT		Informations- und Kommunikationstechnik
IMDS	International Material Data System	Internationales Materialdatensystem
IoS	Internet of Services	Internet der Dienstleistungen

IoT	Internet of Things	Internet der Dinge
iPCA	iPoint Compliance Agent	
IT	Information Technology	Informationstechnik
LCA	Life Cycle Assessment	Ökobilanzierung
LCD	Liquid Crystal Display	Flüssigkristallanzeige
NGO	Non-governmental Organisation	Nichtregierungsorganisation
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
OEM	Original Equipment Manufacturer	Erstausrüster
PBT	Persistent, Bioaccumulative and Toxic substances	Persistente bioakkumulierende und toxische Stoffe
PKW		Personenkraftwagen
POP	Persistent Organic Pollutants	Persistente organische Schadstoffe
QR-Code	Quick Response Code	Schnelle-Antwort-Code
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals	Verordnung zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe
RFID	Radio-frequency Identification	Identifizierung mithilfe elektromagnetischer Wellen
RoHS	Restriction of Hazardous Substances	EU-Richtlinie zur Beschränkung gefährlicher Stoffe
SCM	Supply Chain Management	Lieferkettenmanagement
SVHC	Substances of Very High Concern	besonders besorgniserregende Stoffe
TSCA	Toxic Substances Control Act	Gefahrstoff-Überwachungsgesetz
UV	Ultraviolet	ultraviolett
vPvB	very Persistent and very Bioaccumulative	sehr persistent und sehr bioakkumulativ
WHG		Wasserhaushaltsgesetz

Autorenverzeichnis



Dr. Katie Böhme

Head of Corporate Communications & Sustainability
iPoint-systems gmbh



Sebastian Galindo

Project Manager
iPoint-systems gmbh



Dr. Christian Hagelüken

Director EU Government Affairs
Umicore AG & Co. KG



Dr. Rüdiger Herpich

Director HSEQ BU Rhein Chemie
LANXESS Deutschland GmbH



Uwe Koethner

Zentralabteilung Umweltschutz
Robert Bosch GmbH



Dr. Christian Kühne

Geschäftsführer
THINKTANK Industrielle Ressourcenstrategien



Dr. Dipl.-Chem. Beate Kummer

Fachtoxikologin, Politik- und Umweltkommunikation
Scholz Recycling GmbH



Maroye Marinkovic

COO, CircularTree
Member of iPoint Group



Martina Prox

Strategy & Collaboration, ifu Institut für Umweltinformatik
Member of iPoint Group



Andreas Schifflleitner

Director KERP Competence Center Sustainability
iPoint-Austria gmbh



Prof. Dr. Mario Schmidt

Hochschule Pforzheim



Prof. Dr. Ali Sunyaev

Director Institute of Applied Informatics and Formal Description Methods (AIFB)
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)



Gunther Walden

CEO, CircularTree
Member of iPoint Group



Jörg Walden

CEO and Founder iPoint-systems gmbh
iPoint Group



Dr. Torsten Zeller

Abteilungsleiter Ressourcentechnik und -systeme,
Clausthaler Umwelttechnik Forschungszentrum (CUTEC), TU Clausthal

Impressum

Blockchain-Technologie für die industrielle Produktion und digitale Kreislaufwirtschaft

1. Auflage | Dezember 2019

Herausgeber

Dr. Christian Kühne

Geschäftsführer THINKTANK Industrielle Ressourcenstrategien

THINKTANK Industrielle Ressourcenstrategien

angesiedelt am Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Kaiserstraße 12, 76131 Karlsruhe

Internet: www.kit.edu

Grafische Konzeption, Illustration, Satz

unger+ kreative strategien GmbH, Stuttgart

www.ungerplus.de

Druck

Druckerei Mack GmbH, Schönaich

www.druckerei-mack.de



DOI-Nummer

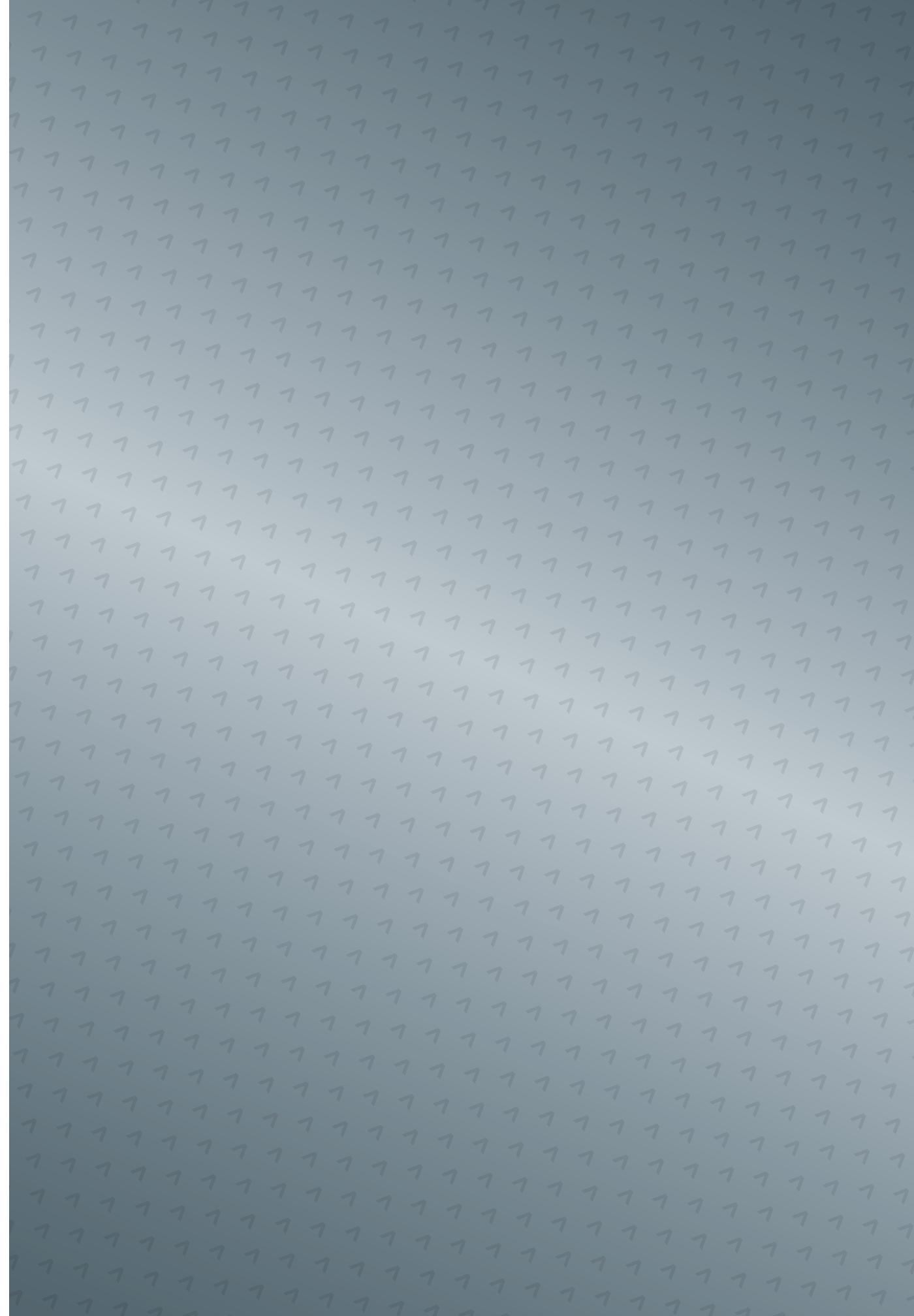
10.5445/IR/1000099888

Copyright

Wiedergaben in jeglicher Form, auch in Auszügen, müssen mit Quellenangaben gekennzeichnet werden.

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wurde mit Mitteln des Landes Baden-Württemberg und des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg gefördert.





Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT