

DLG-Expertenwissen 6/2019

Blockchain in der Food Supply Chain

Grundlagen, Praxisbeispiele, Perspektiven



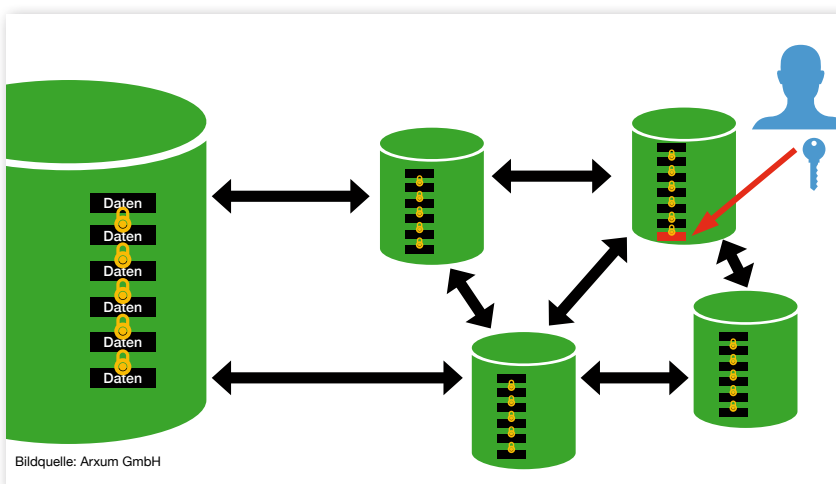
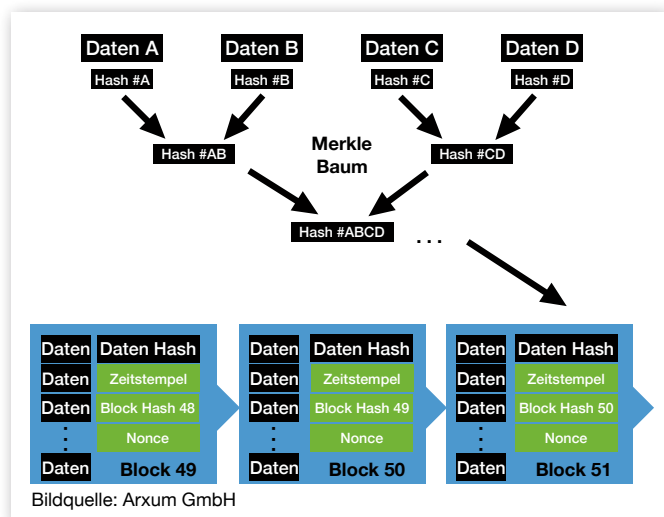
© Visual Generation - stock.adobe.com

Einleitung

Die Blockchain-Technologie, oder auch Distributed Ledger Technologie (DLT), erfährt in letzter Zeit erhöhte Aufmerksamkeit. Bekannt wurde die „Blockchain“ unter anderem durch die Euphorie um die Kryptowährung Bitcoin, deren bisheriger Höhepunkt Anfang 2018 erreicht wurde. Die Bitcoin zugrunde liegende Blockchain-Technologie ist so sicher, dass es seit zehn Jahren niemandem gelungen ist, Bitcoins von Konten zu stehlen, deren Schlüssel sie nicht besaßen.¹ Eine Blockchain gilt heute als absolut fälschungssichere Datenablage, die „vertrauenslos“ – also ohne notwendiges Vertrauen in eine zentrale Kontrollinstanz – funktioniert. So haben sich seit dieser Zeit viele Menschen mit der Technologie auseinandergesetzt und sich gefragt, welche spannenden Anwendungen mit der Basistechnologie DLT abseits von Kryptowährungen realisierbar sind. Hier finden sich interessanterweise einige sehr spannende Anwendungen im Bereich der Supply Chain und insbesondere im Bereich Food Supply Chain. Denn in der Lebensmittelbranche gilt Vertrauen in Produkt und Marke als eine der stärksten Währungen.

Grundlagen der Distributed Ledger Technologie

Die DLT ist eine intelligente Kombination bereits vorhandener Technologien, die durch heute verfügbare Rechenleistung und Vernetzungsbandbreite zu einer autonom agierenden Applikation komponiert wurde. Ursprünglich nur für Transaktionen konzipiert, wie in einem Kontenbuch oder Hauptbuch (engl. Ledger), können heute unterschiedliche Daten in einem Ledger abgelegt werden. Diese Dateneinträge werden über mathematisch-kryptographische Algorithmen miteinander verbunden. Es gibt oft zwei Rollen im Blockchain Netzwerk: Nutzer senden Transaktionen an die Blockchain und sogenannte „Miner“ (von engl. „mining“, schürfen) oder „Blockproducer“ nehmen die Transaktionsdaten und persistieren sie im Ledger. Zentrales Element ist dabei der sogenannte Hashwert, eine Zahl, die aus einem Datenblock berechnet wird. Dieser Hashwert hat die Funktion eines digitalen Fingerabdrucks seiner Ursprungsdaten, da sich der Hashwert völlig ändert, wenn in den Ursprungsdaten auch nur ein einziges Bit manipuliert



wird. So werden nicht nur Fingerabdrücke der einzelnen Dateneinträge erstellt, sondern es werden auch stets mehrere Datenblöcke in einem sogenannten Merkle-Baum hierarchisch gruppiert und von jeder Ebene wieder ein Hashwert erzeugt. So entsteht eine Verbindung der Daten über die zugehörigen Hashwerte. Am Ende wird eine bestimmte Menge Dateneinträge und die dazugehörigen Hashwerte in einem Block zusammengefasst und ein einziger, zugehöriger Block Hash erzeugt.

¹ Jene spektakulären Diebstähle von großen Millionenbeträgen basierten stets auf dem Diebstahl der Zugangsschlüssel zu den Bitcoin-Konten. Somit hatten Fremde Zugriff auf Bitcoin-Bestände, die natürlich entwendet wurden. Das darunterliegende Distributed Ledger System, auf dem die Kontenführung von Bitcoin realisiert wurde, ist jedoch nie geknackt worden.

Dieser Block Hash ist der erste Dateneintrag des folgenden Blocks, in dem dann alle neu hinzukommenden Dateneinträge in gleicher Weise abgelegt werden. Die Blöcke sind also über die Hashwerte verkettet (engl. chain), werden somit zur Blockchain. Bei einer nachträglichen Manipulation eines bereits eingearbeiteten Datenpakets würden alle nachfolgenden Hashwerte nicht mehr zu den jeweiligen Daten passen, was sehr leicht zu detektieren ist. Um nun Sicherheit zu gewährleisten, werden sehr viele Kopien der so erstellten Datenbank auf verschiedenen, weltweit aufgestellten Rechnern verteilt (engl. distributed). Teil der Distributed Ledger Technologie ist weiterhin der automatische Abgleich der Datenkopien. Es spielt also quasi keine Rolle, mit welcher Kopie der Daten man interagiert. Im Zuge der Datensynchronisation werden – je nach Implementierung – alle Hashwerte überprüft und falsche oder manipulierte Kopien entdeckt und korrigiert. Es gilt sozusagen das Mehrheitsprinzip, so dass ein ernsthafter Angreifer mehr als 50 % aller Datenkopien unter seine Kontrolle bringen müsste, um eine gewünschte Manipulation durchzusetzen.

Zur Interaktion mit der Blockchain, d. h. zum Speichern von Daten, Senden von Transaktionen und ggf. auch zur Abfrage von Daten benötigt man einen kryptographischen Schlüssel. Nur mit diesem Schlüssel können Daten eingebracht werden und jede Interaktion hinterlässt dokumentierte Spuren auf der Blockchain.

Konsensus-Protokoll

Die Verbindung und der Abgleich der vielen Kopien entsteht über das sogenannte „Konsensus“-Protokoll. Hier wird festgelegt, nach welchen Regeln Blöcke zusammengestellt werden und welche kryptographischen Verfahren zu verwenden sind. Für Bitcoin wurde z. B. der SHA256 Algorithmus festgelegt, den die Miner zum Persistieren der Datenblöcke im Ledger verwenden müssen. Dieser hat die Eigenschaft, dass er sehr schnell und einfach auf einen Datenblock angewendet werden kann, also dessen Hashwert, den digitalen Fingerabdruck, berechnet. Allerdings kann der Hashwert nicht vorausgeahnt, geschätzt oder sonst irgendwie anders vorherbestimmt werden. Ändert sich nur ein einziges Bit im Datenblock, dann nimmt der Hashwert einen gänzlich anderen Wert an. Dies wird bei z. B. Bitcoin durch den Konsensus genutzt, um zu definieren, was ein „passender“ Hashwert ist. Dieser muss laut Vorgabe für jeden beliebigen Datenblock (d. h. einer Ansammlung von Transaktionen) kleiner sein als eine bestimmte Zahl, also mit einer Reihe von Nullen beginnen. Da der Hashwert aber nicht abgeschätzt werden kann, bleibt den Minern nichts anderes übrig, als durch Versuch und Irrtum einen passenden Hashwert eines Datenblocks zu finden. Erfüllt der Hashwert nicht das geforderte Kriterium, gibt es ein Datenfeld, den sog. „Nonce“, den die Miner verändern dürfen, um einen anderen Hashwert zu generieren. Dies tun sie so lange, bis der Datenblock aus Transaktionen mit einem passenden Nonce einen Hashwert ergibt, der das geforderte Kriterium erfüllt. Der Miner „publiziert“ den Transaktionsblock mit dem gefundenen Nonce an alle anderen Miner, die aktuell ebenfalls noch nach einem passenden Nonce suchen. Für die Überprüfung des passenden Hashwerts genügt eine einfache Berechnung des Block Hashes und damit können alle anderen Miner den gefundenen, „geminteten“ Block bestätigen. Alle darin befindlichen Transaktionen sind damit in der Blockchain und die übrigen Miner beginnen von vorne, indem sie sich noch ungemintete Transaktionen nehmen und für diese den nächsten gültigen Nonce bzw. passenden Hashwert suchen.

Dieses Konsensusverfahren mit dem Namen „Proof-of-Work“ hat durch die vielen Hashberechnungen einen hohen Energieverbrauch, der allein für Bitcoin in der Größenordnung eines kleinen Landes liegen kann. Es macht die Bitcoin Blockchain allerdings sehr, sehr sicher, da Angreifer theoretisch so viel Rechenleistung (d. h. Energie) aufwenden müssten, um die von allen anderen aktiven Minern zu übertreffen (also mindestens 51 % der Gesamtleistung).

Dass dieses Konsensusverfahren in einer industriellen Anwendung nicht nachhaltig und ökonomisch sinnvoll eingesetzt werden kann, wurde bald erkannt und eine neue Generation von Blockchain-Technologien hat hier wesentlich effizientere Konsensusverfahren [1] entwickelt.

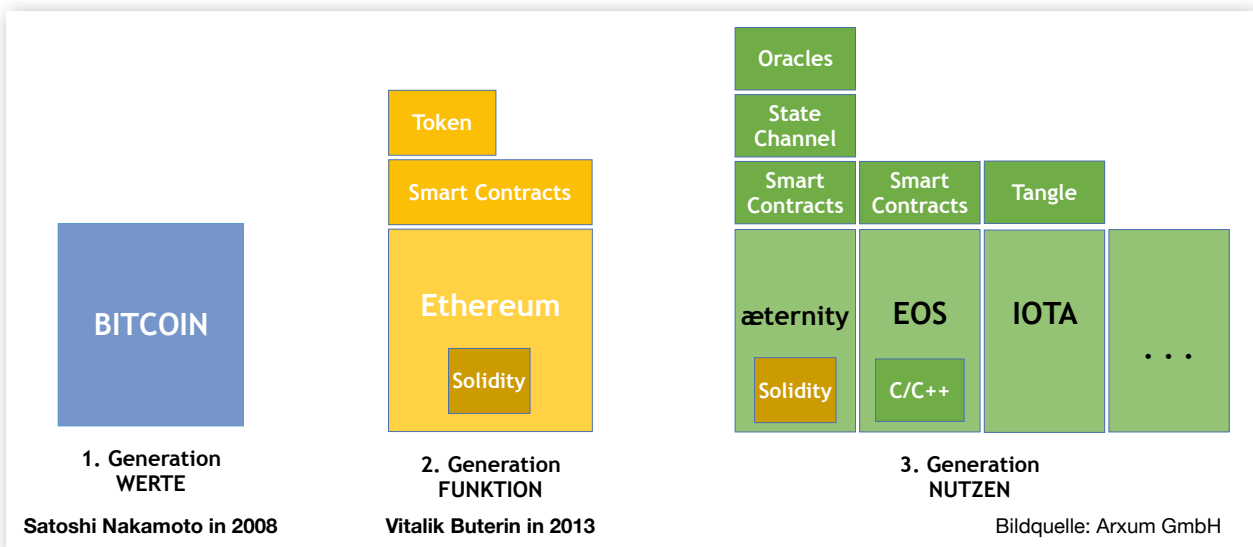
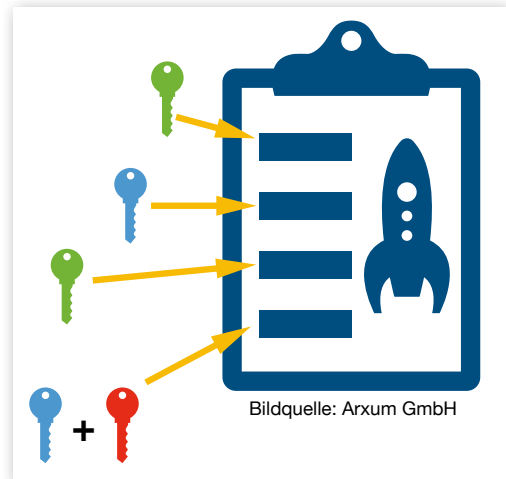
Distributed Ledger Technologie der 3. Generation

Nach dem Aufkommen der ersten Generation durch Bitcoin, in der ausschließlich Werte abgelegt wurden, kam 2013 mit Ethereum die zweite Generation der Blockchainanwendungen auf. Die phänomenale Neuerung war hier die Einführung

sogenannter Smart Contracts. Dies sind Skripte, die nach Eintreten bestimmter, darin programmierter Bedingungen völlig automatisiert Werttransaktionen durchführen können. Da auch der Code dieses Smart Contracts auf der Blockchain selbst gespeichert wird, kann niemand unbemerkt die Ausführung des Skripts zu seinen Gunsten ändern oder gar stoppen. Dazu werden, wie immer in der DLT, die dafür zugelassenen kryptographischen Schlüssel benötigt.

Ethereum hat durch seine Programmierfähigkeit den breiten Erfolg der Distributed Ledger Technologie begründet. Hier können neue Geschäftsmodelle als sogenannte „distributed applications“ oder „DApps“ implementiert werden. Das System ist für jedermann zugänglich und die Nutzung wird nur nach Transaktionskosten bezahlt. Allerdings sind die Transaktionskosten aufgrund des hier ebenfalls verwendeten Proof-of-Work Konsensusverfahrens mit ca. 20 US-Cents pro Transaktion recht hoch und das gesamte System kann aktuell weltweit nur ca. zwanzig Transaktionen pro Sekunde verarbeiten. Dies ist für eine industrielle Anwendung zweifelsfrei zu schwach, weshalb das System zur Zeit zum Ausprobieren von technischen Ideen und sogenannten Proof-of-Concept Projekten verwendet wird.

Seit ca. 2015 hat sich eine versierte Entwicklergemeinde, vornehmlich aus dem universitären Umfeld, daran gemacht, neue Konzepte und Technologien zu entwickeln und zu erproben, um die Distributed Ledger Technologie auch für intensive, industrielle Anwendungsszenarien zu ertüchtigen. Insbesondere wurden hierzu neue Konsensusmechanismen entwickelt, die in dem verteilten System bei dem Abgleich aller Kopien den Konsens aller Knoten herstellen, welche Daten in der Blockchain valide sind – d. h. welche Version der Blockchain die „wahre“ ist. Während Bitcoin und Ethereum das Proof-of-Work Verfahren verwenden, kann im industriellen Kontext aber nur ein effizientes und energiesparendes Verfahren zum Einsatz kommen, das schnell und wirtschaftlich arbeitet, jedoch eine vergleichbare Sicherheit und Zuverlässigkeit bieten muss. Hier haben sich verschiedene Verfahren herausgebildet. Beim Proof-of-Stake Verfahren entscheiden jene Miner über die Blöcke, die hohe Einsätze zu verlieren haben und somit auf die Sicherheit und Systemintegrität eigennützig angewiesen sind. Beim Delegated-Proof-of-Stake Verfahren wird zur Effizienzsteigerung das Bilden der Blöcke an eine kleine gewählte Gruppe von Minern delegiert. Aufwändige Berechnungsverfahren zur Suche nach einem passenden Nonce mit einem damit einhergehenden Energieverbrauch sind also hier nicht nötig. Die Transaktionskosten bewegen sich weit hinab in den Sub-Cent Bereich und da nur wenige Miner beteiligt sind, können viele Tausend Transaktionen pro Sekunde weltweit abgearbeitet werden.



Vertreter dieser neuen Generation von Blockchainprotokollen sind z. B. EOSIO, Stellar, NEM, Æternity, NEO, IOTA oder Hyperledger. Große Firmen wie Intel und IBM haben sich mittlerweile in diese Entwicklung mit eingebracht.

Die Verfügbarkeit dieser Leistungsmerkmale führte konsequenterweise zu ersten Anwendungen, die heute in den produktiven Einsatz kommen. Insbesondere IBM's Hyperledger Software, die mittlerweile u. a. von der Linux Foundation als Open Source Code verwaltet wird, wird in einigen Projekten eingesetzt. IBM hat sich dabei auf den Lebensmittelsektor fokussiert und bietet gemeinsam mit Walmart und anderen Partnern auf seiner Food Trust Plattform eine Lösung zur Rückverfolgung von Lebensmitteln.

Firmenübergreifender Datenaustausch

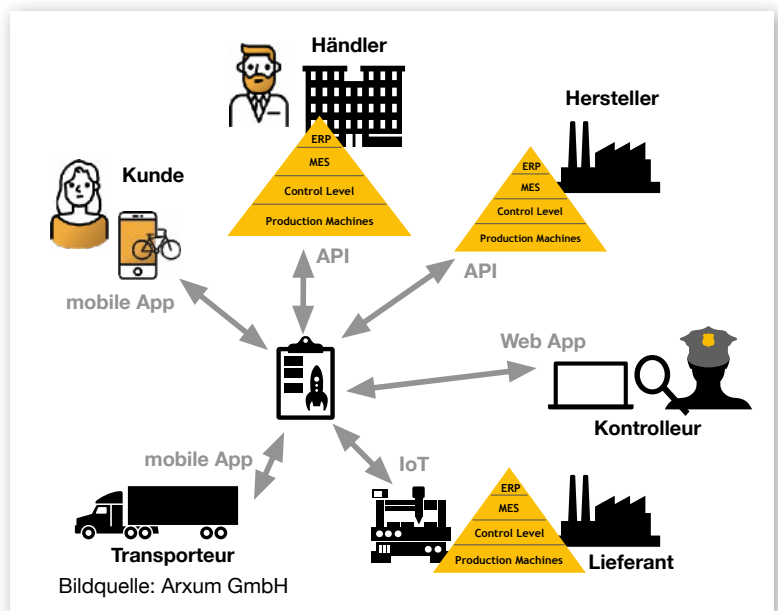
Die Distributed Ledger Technologie wurde anfänglich von Kryptologen und Mathematikern aus dem akademischen Umfeld entwickelt und daher war die Diskussion und das damit einhergehende Verständnis sehr technisch geprägt. Die heutige Wahrnehmung ist stärker auf die aus der Technologie resultierenden Anwendungen fokussiert. Dies sind in einer generellen Formulierung all jene Geschäftsmodelle, die einen firmenübergreifenden Datenaustausch mit mehreren Partnern erfordern. Darin liegt denn auch der generelle Nutzen und der Distributed Ledger Technologie im industriellen Umfeld. Hier können auf Basis einer externen Infrastruktur zu für alle Beteiligten gleichen Bedingungen automatisierte Geschäftsprozesse implementiert werden, die entweder

- Kosteneinsparungen bringen zu herkömmlichen, diversifizierten Technologien,
- das Risiko des Datenaustauschs mit Partnern stark reduzieren und / oder
- neue Einnahmeströme für die Teilnehmer realisieren.

Durch die aktuell zunehmende Digitalisierung von Produktionsmaschinen im Kontext der Industrie 4.0 ergeben sich noch weitere neue und innovative Möglichkeiten. So können Maschinen direkt mit einer Blockchain interagieren und ohne menschliches Zutun Daten aus einem Smart Contract auslesen oder Daten dort speichern.

Im Bereich der Lebensmittelproduktion, in der der Schutz des Konsumenten oberste Priorität hat und Vertrauen in Produkt und Produzent überlebenswichtig sind, kann diese Technologie zur Dokumentation von Produktqualität und zum Nachweis dokumentationspflichtiger Prozessparameter verwendet werden. Die Produktionsdaten können direkt aus der Maschine heraus in einem Smart Contract auf der Blockchain gespeichert werden. Nun können verschiedene Partner Zugriff auf diese Daten erhalten, jeweils mit einem anderen Fokus und jeweils so, dass nur die für sie wirklich relevanten Informationen verfügbar sind.

- Kunden erhalten Zugriff auf die Herkunft der Produkte
- Händler erhalten Informationen über die gesamte Lieferkette inklusive zugewiesener Chargen
- Lebensmittelkontrolleure können nachvollziehen, ob Prozessparameter und die Kühlkette einer Charge eingehalten wurden
- Hersteller von Produktionsmaschinen können Daten zur prädiktiven Wartung erhalten
- Transport- und Logistikunternehmen hinterlegen Informationen über Kühlketten



Anwendungen im Lebensmittelsektor

Erst Anfang 2019 erschien eine elaborierte Analyse [2] der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (UN Food and Agriculture Organization – FAO) über die Anwendungsmöglichkeiten der Distributed Ledger Technologie.

Die Chancen und Möglichkeiten sind laut der Studie weit gefächert: So wäre es möglich, auf Basis der Blockchain ein manipulationssicheres Landkataster² zu erstellen, das Bauern ihre Eigentumsrechte sichert und auf das sich auch in nachgelagerten Lieferketten-Anwendungen die Herkunft von Lebensmitteln nachweisen lässt.

Generell für die Produktions- und Herkunftsüberwachung z. B. von zertifiziertem Fischfang und Zuchtvieh bieten sich Einsatzszenarien, sowie für weitere Produkte wie z. B. zertifizierte Hölzer und andere landwirtschaftliche Produkte. Natürlich geht der Bericht auf die Rückverfolgbarkeit von Lebensmitteln ein und die damit zusammenhängende Produktsicherheit.

Die Macht der Smart Contracts wird in einem Szenario explizit an einer möglichen landwirtschaftlichen Ernteausfallversicherung beschrieben. Tritt ein Wetterereignis wie z. B. Hagel, Frost, Trockenheit, Flut etc. auf und ist dieses zweifelsfrei dokumentiert, kann ein Smart Contract automatisiert die Übermittlung der Ernteausfallentschädigung übernehmen. Dies muss nicht notwendigerweise mittels Kryptowährungen geschehen, sondern könnte auch in ein bereits existierendes Zahlungssystem (wie z. B. M-Pesa in Afrika) integriert werden.

Weiterhin könnten durch die Dokumentation von Zahlungsströmen sichergestellt werden, dass sog. Green Bonds auch wirklich nur zweckgebunden in „grüne“ Firmen und Projekte investieren. Insbesondere in Ländern mit nicht immer vertrauenswürdigen Institutionen kann das Vertrauen von Menschen in eine Technologie verlagert werden, zum Wohle derer, die aktuell vom Funktionieren der Institutionen abhängig sind. Schon heute existiert die mittlerweile Blockchain-basierte Plattform AgriDigital [3], in der Landwirte Lieferkontrakte verwalten können, Lagerunternehmen ihr Inventar und Rechnungsstellung organisieren und Händler Mengenübersichten verwalten. Blockchain ist dabei selten sichtbar, sondern eine der verwendeten Hintergrundtechnologien.

Smart Contracts zum firmenübergreifenden Datenaustausch

Smart Contracts sind heute viel mehr als nur automatisierte Skripte. Sie können z. B. als Datencontainer programmiert werden, in dem eine Partei temporär Daten ablegt, die dann später von einer anderen Partei gelesen und gelöscht werden. Sie können somit als Vehikel zur Übergabe von Daten an externe Partner dienen. Wer wann mit wem Daten ausgetauscht hat wird klar in der Blockchain dokumentiert. Der Zugriff auf Daten kann über programmierte Logik im Smart Contract genau gesteuert werden. So können für die Ausführung bestimmter Funktionen z. B. mehrere Schlüssel vonnöten sein (Vier-Augen-Prinzip).

Auf Basis dieser Technologie können sehr einfach neue digitale Geschäftsmodelle implementiert werden: Ein Zulieferer bietet z. B. zu seinen verkauften physischen Produkten einen zusätzlichen „digitalen Schatten“ an. Dies können Messdaten sein, Qualitätsdaten oder was auch immer dem Kunden einen Mehrwert bietet. Der Kunde fragt für das von ihm erworbene Gut den digitalen Schatten direkt beim Smart Contract an. Der Smart Contract unterhält in diesem Fall z. B. eine Liste mit Chargennummern, die je Kunde ausgeliefert wurden. Damit wird der Smart Contract selbst in die Lage versetzt, dem Kunden die Herausgabe der Daten zu verweigern, wenn dieser Daten von einem Produkt anfragt, das er gar nicht gekauft hat. Der Lieferant schützt somit die Interessen seiner Kunden, die u. U. in gegenseitigem Wettbewerb stehen.

Diese Business-Logik läuft völlig autonom ab und ausserhalb der Firmen-IT aller beteiligten Partner. Nur der Lieferant hat die Zugangsschlüssel, um die „Whitelist“ der Seriennummer je Kunde zu verändern. Auf Basis der in der Blockchain registrierten Datenübergaben kann dann eine Abrechnung zur Vergütung der übermittelten digitalen Schatten erstellt werden.

² Nicht jedes Land hat so geordnete Land-Eigentumsverhältnisse wie Deutschland, die in einem Kataster sicher dokumentiert sind.

Anwendungen in der Supply Chain

Die Abwicklung von Lieferketten im Allgemeinen bedingt eine firmenübergreifende Zusammenarbeit mit regem Datenaustausch. Nachgelagerte Verarbeiter und Händler wünschen sich eine Sichtbarkeit in Zulieferprozesse, und Hersteller wie Handelsunternehmen möchten ihren Kunden Vertrauen in Produkte und Produktdaten bieten.

Durch die Distributed Ledger Technologie wird ein firmenübergreifender Datenaustausch relativ einfach realisierbar. Gerade in Prozesse, in die mehrere Firmen involviert sind, profitieren von diesem Ansatz. Somit liegt das Thema Lieferketten oder Supply Chain in offensichtlicher Nähe, da hier in der Regel mehrere Partner am Transport eines Gutes vom Produzenten bis zum Endverbraucher involviert sind.

Sinnhaft wird die Anwendung der DLT in einem multipolaren Umfeld, in dem viele verschiedene Firmen miteinander Daten austauschen müssen und auf eine gemeinsame Version der Wahrheit (also z.B. über den Zustand oder Verbleib einer Ware) angewiesen sind. Die Blockchainprotokolle der 3. Generation bieten Effizienz in der Durchführung und im Kostenmodell. Sicher ist es möglich, mehrere Unternehmen mit existierenden Technologien in einen digitalen Datenaustausch einzubinden. Aber es werden dann stets viele proprietäre IT-Systeme der verschiedenen Partner miteinander zu vernetzen sein, was einerseits hohe Kosten mit sich bringt und andererseits der Skalierbarkeit Grenzen setzt. Einen neuen Partner an eine existierende Blockchainapplikation anzubinden ist daher vergleichsweise günstig.

So z. B. sind alleine am Transport eines Seecontainers durchschnittlich 28 Firmen beteiligt. Um diese firmenübergreifenden Prozesse zu vereinfachen – und um damit ein erhebliches Kosteneinsparpotenzial zu heben – kommen nun z. B. im Rotterdamer Hafen Anwendungen auf Basis der Blockchain zum Einsatz [4]. Falls ein Partner seine Dominanz ausüben kann und die Hoheit über die Daten bei sich beherbergt, können alle Interakteure gezwungen sein, dessen Datenkontrolle zu akzeptieren und einer Lösung mit einer zentralen Datenbankstruktur zuzustimmen. Wenn man aber nicht einem einzigen Partner die Kontrolle der Daten überlassen möchte, dann bietet sich eine dezentrale DLT Lösung an. Hier können alle Partner nur die zum Austausch bestimmten Daten übermitteln und durch Inspektion der Smart Contracts sicher sein, wer Zugriff auf welche Daten hat. Das Vertrauen in eine Zentralinstanz wird also ersetzt durch Vertrauen in eine kontrollierbare, gemeinsam genutzte Technologie.

Oracles

„Oracles“ geben Auskunft über den Zustand der physikalischen Welt. Smart Contracts benötigen Informationen über die Bedingungen, bei deren Eintreten bestimmte Regeln ausgeführt werden sollen. Diese Bedingungen sind häufig in Bezug auf Zustände der realen, physischen Welt definiert.

Wird z. B. eine landwirtschaftliche Ernteausfallversicherung als Smart Contract definiert, die bei Frost zwischen Mai und August den verursachten Ernteausfall nach einer vorab festgelegten Metrik versichert, so benötigt der Smart Contract zuverlässige Informationen über die Temperatur in der versicherten landwirtschaftlichen Nutzfläche. Diese Information stellen sogenannte „Oracles“ zur Verfügung, in dem sie mehrere Quellen (z. B. Wetter- und Temperaturdatenbanken) abfragen, diese gegeneinander vergleichen und eigene Algorithmen zur Validierung implementieren. Neueste Entwicklungen gehen dahin, Sensoren direkt mit der Blockchain zu verbinden. Durch die Ausstattung von Sensoren und IoT-Geräten mit den benötigten kryptographischen Schlüsseln werden diese zu „Hardware-Oracles“.

Distributed Ledger in der Food Supply Chain

Insbesondere in der Lebensmittelbranche bietet sich die Distributed Ledger Technologie an aufgrund der hohen Anforderungen an die Produktrückverfolgbarkeit und das schnelle Auffinden von Verursachern nach gemäß IFS Standard. Weitere Besonderheiten und Herausforderungen der Lebensmittellogistik sind z. B. Kühlketten und die Tatsache, dass hier oft verderbliche Waren über große Distanzen bewegt werden.

Auch Firmen wie Siemens haben diesen Markt für sich entdeckt [5], aber aktueller Platzhirsch im Bereich der Lebensmittel-Blockchains ist IBM's Food Trust Blockchain. Dieses Projekt hat sich über den Prototypenstatus hinaus entwickelt

und hat mittlerweile über das Gründerkonsortium hinaus einige namhafte Anwender gefunden. So war Walmart schon am Anfang mit dabei und hat im September 2018 offiziell verlauten lassen, dass binnen Jahresfrist alle direkten Lieferanten von Blattgemüse eine Rückverfolgbarkeit über Food Trust implementieren müssen.

Die Initiative, die als Walmart Food Traceability Initiative bezeichnet wird, zielt darauf ab, den Lieferanten die Möglichkeit zu geben, frische, grüne Produkte in Echtzeit über das IBM Food Trust Network vom Erzeuger zum Verbraucher zu verfolgen. Laut Walmart sichert die Blockchain den digitalisierten Austausch von Daten auf sichere und vertrauenswürdige Weise und ermöglicht einen offeneren Zugang zu Informationen, die von Lieferanten gesammelt wurden.

Walmart und Sam's Club haben im September 2018 Briefe an die Lieferanten dieser Produkte geschickt, um sie über die Änderung zu informieren. Die Lieferanten sind verpflichtet, digitale Rückverfolgbarkeitsereignisinformationen über das IBM-System zu erfassen und binnen Jahresfrist im Netzwerk zu betreiben.

Mittlerweile sind die Anwendungen der Partnerunternehmen auf weitere Produkte ausgedehnt worden. Carrefour [6] hat gemeinsam mit Nestlé den in Frankreich beliebten Instant Püree Mousline aufgenommen. Laut Nestlé „stärkt diese erste Blockchain über eine nationale Marke wie Mousline das Vertrauensverhältnis zu ihren Konsumenten durch die Transparenz ihrer Lieferkette und Produktion“.

In Summe sind laut IBM mittlerweile Partnerunternehmen mit mehr als einer Million vertriebener Produkte beteiligt. Hier wird deutlich, dass es bei einer Blockchainanwendung stets um das Netzwerk und die Vorteile für alle Partner geht. Die Ziele einer solchen Lösung in der Lebensmittellieferkette sind vielfältig:

- Erhöhung der Lebensmittelsicherheit
- Effizienz der Lieferketten und Abwicklungsprozesse
- Frische der Lebensmittel
- Allgemeine Verbesserung der Nachhaltigkeit
- Markenvertrauen
- Reduktion von Lebensmittelverschwendung
- Vermeidung von Lebensmittel- und Markenfälschungen

The screenshot shows a food traceability interface with a navigation bar (Ernährung, Zutaten, Allergene, Herkunft, Mehr Info) and a world map. Below the map, there are two main sections: 'Produkt Verarbeitung' and 'Transport Details'.

Produkt Verarbeitung

Ernte	Rösten	Mahlen & Verpacken	Ihr QR-Code Scan
Peru 05.03.2018	Chengdu, China 07.08.2018 10:30	Shanghai, China 14.09.2018 11:16	Zeitpunkt 11.06.2019 14:23

Transport Details

Av. Perú 512, La Chiquita, Peru

Transporte

Nach: Tokyo, Japan
Tokyo Customs: 828c294649, Weight: 775kg
 Shipment Name: RDG LIGD 552

Über: Shanghai, China
Transport ID: 25448ERG34C, Weight: 775kg

Über: Chengdu, China

Transport Details

Tokyo, Japan
Code San: BU93LP Certifier ID 128.337.198.012
 MD5 Hash:
 f72dec1b0a6f8f654648c906168a2f10

Shanghai, China
Code San: BU93LP Certifier ID 469.515.668.129
 MD5 Hash:
 99c9141677863a54b96818d5469a4469

Chengdu, China
Code San: BU93LP Certifier ID 409.461.412.080

Bildquelle: Arxum GmbH

The diagram shows a 'Smart Contract ID' (0x574d971076aef656jcc85d6c6596a381) and a vertical timeline of events:

- 2018-05-18 04:30h: hergestellt durch **Great Green Cooperative**
- 2018-05-21 08:36h: Vertrieb durch **Big Reseller plc**
- 2018-06-03 15:21h: Vertrieb durch **Local Distributor KG**
- 2018-06-06 14:45h: Verkauf durch **Local Shop GmbH**

Bildquelle: Arxum GmbH

Mittlerweile haben sich einige weitere, wenn auch kleinere und spezialisiertere Projekte auf Basis dieser Technologie im Lebensmittelbereich etabliert. Neue Plattformen wie ripe.io [7] oder Zest [8] bieten ebenfalls eine Lösung zur Verfolgung von Lebensmitteln. Zest hat sich auf Kühlkettenmanagement spezialisiert und arbeitet mit einem elektronischen Temperatursensor, der schon bei der Ernte auf dem Feld in der Warenpalette platziert wird. Dahinter steckt eine durch künstliche

Intelligenz (KI) optimierte Berechnung des Zustands der Lebensmittel. Somit kann neben dem Nachweis einer lückenlosen Kühlkette auch der Transportweg und die etwaige Verwendung der Lebensmittel angepasst und optimiert werden. Echtzeitinformation über Lebensmittelzustand wird so firmenübergreifend verfügbar.

Das Beispiel zeigt bereits, wie die Kombination von digitalen Sensoren und industrial IoT-Geräten mit der Distributed Ledger Technologie ganz neue Geschäftsmodelle und Lösungen implementieren kann. Für den Import von Cambio Coffee nach China wurde gemeinsam mit dem Dienstleister ScanTrust eine Applikation für den Endkunden entwickelt, die jedes verkaufte Paket Kaffee erfasst [9]. So ist auf jedem Paket Kaffee ein QR-Code vorhanden, der in der Blockchain mit dem Produkt, auf dem er prangt, verbunden ist. Ein Endkunde kann so über das Scannen des QR-Codes mit dem Smartphone die gesamte Lieferkette seines Produkts einsehen und hinterfragen.

Die aktuellen Lösungen, die sich auf die Lieferketten von Lebensmittelprodukten konzentrieren, werden sicherlich in die nächste Ebene der Verarbeitung und Produktion vorangetrieben werden. Schon heute wäre es möglich, dass Produktionsmaschinen mit entsprechender Sensorik ausgerüstet werden und die Einhaltung von gesetzlichen Vorschriften zusammen mit der Chargennummer einer Lieferung automatisiert auf der Blockchain dokumentieren.

Die Durchführung von Reinigungszyklen, von Desinfektion und die Einhaltung von vorgeschriebenen Temperaturen oder Rezepten könnte direkt aus der Maschine heraus manipulationssicher nachgewiesen werden. Hier ist die Entwicklung der Kombination und Integration von IoT und Blockchain erst am Anfang und wird in Zukunft durch die Machbarkeit sicher auch in harte Anforderungen für beteiligte Unternehmen münden.

Am Ende steht eine Anwendung, die für Lebensmittelprodukte eine Dokumentation über die gesamte Wertschöpfungskette bereitstellt:

- Saatguthersteller
- Farm / Düngung / Ernte
- Genossenschaft / Verarbeiter
- Transport, Kühlkette, Import / Export
- Lebensmittelherstellung & -verarbeitung
- Groß-, Zwischen- & Einzelhandel
- Kunde, Verbraucher

Mehr als nur ein einziger Vorteil

Angetrieben wird der zunehmende Einsatz der Technologie durch eine Kombination verschiedener Vorteile, die gleichzeitig realisiert werden können. Neben der offensichtlichen Transparenz der Produktgenese und der damit einhergehenden Rückverfolgbarkeit können so auch weitere Aspekte abgedeckt werden. Alle Partner – auch jene, die weiter hinten in der Lieferkette stehen – haben Zugriff auf die Lieferkettendaten. Somit erhalten Geschäftskunden Einblicke in vorgelagerte Prozessschritte, die es ihnen erlauben, eigene Prozesse zu optimieren. So können Lager- und Transportkapazitäten anhand der zu erwartenden Lieferungen bereitgestellt werden. Insbesondere die Einbindung von sogenannten „Trackern“, also mobile Sensoren, die Informationen direkt aus einer Charge oder Palette senden, ermöglicht den Zugriff auf Echtzeitinformationen.

Durch die vorhandene DLT Infrastruktur können selbstverständlich weitere Partner mit eingebunden werden. Hier liegt der Endkunde offensichtlich am nächsten. Viele Unternehmen suchen die Möglichkeit, neue Geschäftsmodelle zu implementieren und die Kundenbindung an die eigene Marke zu intensivieren. Durch eine mobile App oder eine Webseite kann ein Kunde über das einfache Scannen eines Produkt-QR-Codes mehr Informationen zum Produkt, dessen Zutaten und Entstehung oder anderes erhalten.

Dadurch, dass Unternehmen heute auch in den sog. sozialen Medien präsent sind, und Konsumenten innerhalb kürzester Zeit ein Foto von schadhafte Produkten online stellen und so hohen emotionalen Druck aufbauen können, muss die dokumentierte Herkunft von Produkt und Rohstoffen in kürzester Zeit auffindbar sein. So mancher „Shitstorm“ kann den Ruf einer Marke vernichten, wenn das Unternehmen nicht in der Lage ist, der sich aufbauenden Welle von Reaktionen in angemessener Zeit mit dokumentierten Fakten entgegenzutreten.

Vergleich mit existierenden Technologien

Sicherlich wäre eine Implementierung der hier dargestellten Lösungen schon heute mit vorhandenen Technologien möglich. Je mehr Partner allerdings mit ihren jeweils unterschiedlichen IT-Systemen unter einen Hut gebracht werden müssen, desto schwieriger wird die Berücksichtigung aller Vorlieben und Sonderwünsche. Dann würde u. U. der größte Partner im Netzwerk den kleinen die Standards und Schnittstellen diktieren. Eine Blockchainanwendung stellt für alle Partner auf Ebene des Datenaustauschs eine gemeinsame und für alle gleiche Schnittstelle zur Verfügung.

Tabelle 1 zeigt eine Übersicht der Aspekte eines IT-Projektes und deren Realisierung einerseits mittels Blockchain Technologie und andererseits traditionellen IT-Technologien.

	Blockchain		Alternative IT	
Datensicherheit	integriert	✓	muss in interner, signierter / verschlüsselter DB realisiert werden	✗
Externer Datenzugriff	via Internet	✓	via VPN Infrastruktur in interne IT	✗
Kontrolle des Datenzugriffs	integriert mit gewichteten Rechten	✓	muss mit Nutzern, Rechten & Rollen aufgesetzt werden	✗
Sicherheit / Verschlüsselung	integriert	✓	Implementierung mit Zertifikaten	✗
Schlüsselmanagement	enthalten	✓	Implementierung mit Schlüsselservers	✗
Redundanz	immer enthalten	✓	muss implementiert werden	✗
Zuverlässigkeit der Ausführung	global getestet	✓	interes Ramp-up	●
Einbindung neuer Partner	einfach	✓	abhängig von IT-Struktur und Regeln	●
Ausweitung auf andere Szenarien	einfach	✓	abhängig von gewählter Datenstruktur und Architektur	✗
Roll-out auf andere Bereiche / Werke	leicht	✓	abhängig von IT-Systemen des Partners	●
Operation & Service	extern		intern	
Kostenstruktur	OPEX / ggf. Lizenzkosten		hauptsächlich CAPEX	

Einer der Hauptvorteile liegt sicherlich darin, dass über die Implementierung eines Smart Contracts eine Geschäftslogik implementiert (programmiert) werden kann, welche die Interaktionen zwischen den Partnern automatisiert steuert, für alle Partner transparent ist, extern gespeichert wird und nicht der Kontrolle eines dominanten Partners unterliegt. Darin liegt das von vielen Beratungsagenturen beleuchtete „disruptive Potential“ dieser Technologie.

Ausblick und Fazit

Die Blockchain oder Distributed Ledger Technologie hat sich von ihrem Start als unabhängiger Wertespeicher für Kryptowährungen über den Finanzsektor zu einer ernstzunehmenden Basistechnologie für industrielle Anwendungen entwickelt.

In der Lebensmittelbranche finden sich viele Anwendungen, in denen diese Technologie ihre intrinsischen Vorteile ausspielen kann. Erste Applikationen werden im Produktivbetrieb verwendet und erste große Firmen machen ihre Geschäftsbeziehungen von der Einbindung eines Partners in die Blockchain abhängig. Die Technologietreiber hinter der vermehrten Anwendung sind u. a.

- Kostenreduktion
- Verbesserung der Produktrückverfolgbarkeit und Transparenz
- Schaffung neuer, digitaler Geschäftsmodelle und Einnahmenströme
- Schaffung von Kundenvertrauen und Kundenbindung
- Verbesserung der Nachhaltigkeit und Reduktion von Lebensmittelverschwendung
- Identifikation von Verantwortlichkeit (Kühlketten)

Diese Faktoren werden die Anwendung der Distributed Ledger Technologien weiter forcieren und kein Unternehmen in der Lebensmittelbranche kann sich dem langfristig verschließen. Unternehmer und Verantwortliche sollten sich also besser heute als morgen mit der Technologie auseinandersetzen. Sofern ein Unternehmen, das hohe Kompetenz in der Erzeugung erstklassiger Lebensmittel hat, nicht auch noch Blockchainkompetenz aufbauen möchte, besteht die Möglichkeit, sich durch eine Kooperation mit einem entsprechenden Dienstleister oder Beratungsunternehmen fit für die Zukunft und Blockchain zu machen.

Es gibt nicht nur „die eine“ Blockchain. In der Zukunft werden mehrere unterschiedliche Systeme parallel nebeneinander existieren. Jedes mit speziellem Fokus (z. B. auf bestimmte Branchen) oder speziellen Funktionen (Schnelligkeit, hohes Datenvolumen, Sicherheit u. a.). Neue Dienstleister werden am Markt auftauchen und sich etablieren, die diese Infrastrukturen managen und als Infrastruktur-as-a-Service bereitstellen, so dass die Nutzung einer Blockchain nicht komplizierter wird als die Anbindung an einen Cloud-Dienstleister oder jede andere, einstmals bahnbrechende, Informationstechnologie.

Über die Distributed Ledger Technologie lässt sich zusammenfassend sagen:

1. Blockchain verlagert Vertrauen von einer Zentralinstanz in eine Technologie
2. Blockchain entfaltet ihre Stärken nur in einem multipolaren Umfeld
3. Blockchain ermöglicht kontrollierten Zugriff auf Daten
4. Cybersicherheit ist durch integrierte Kryptologie bereits enthalten
5. Smart Contracts ermöglichen die Automatisierung firmenübergreifender Prozesse

Autor:

Dr. Markus Jostock

Arxum GmbH, Kaiserslautern, markus.jostock@arxum.com, www.arxum.com

Referenzen

- [1] Consensus Methoden: http://explore-ip.com/2017_Consensus-Methods-in-Blockchain-Systems.pdf (abgerufen 11.06.2019)
- [2] UN FAO: <http://www.fao.org/3/CA2906EN/ca2906en.pdf> (abgerufen 11.06.2019)
- [3] Agridigital <https://www.agridigital.io> (abgerufen 11.06.2019)
- [4] Rotterdamer Hafen: <https://www.i40-magazin.de/fachartikel/technologie-bietet-chancen-fuer-die-zusammenarbeit-in-netzwerken/> (abgerufen 11.06.2019)
- [5] Siemens: <https://www.handelsblatt.com/adv/siemens-digital/digitaler-leckerbissen-blockchain-macht-kartoffelchips-sicherer/24120902.html> (abgerufen 11.06.2019)
- [6] Carrefour: <http://www.carrefour.com/current-news/food-traceability-carrefour-a-blockchain-pioneer-in-europe-has-joined-the-ibm-food> (abgerufen 11.06.2019)
- [7] Ripe: <http://ripe.io> (abgerufen 11.06.2019)
- [8] Zest: <https://www.zestlabs.com> (abgerufen 11.06.2019)
- [9] Cambio Coffee: https://www.hyperledger.org/wp-content/uploads/2018/08/Hyperledger_CaseStudy_ScanTrust.pdf (abgerufen 11.06.2019)

Kontakt:

DLG-Fachzentrum Lebensmittel, Carola K. Herbst, C.Herbst@DLG.org

© 2019

Alle Informationen und Hinweise ohne jede Gewähr und Haftung. Vervielfältigung und Übertragung einzelner Textabschnitte, Zeichnungen oder Bilder – auch für den Zweck der Unterrichtsgestaltung – nur nach vorheriger Genehmigung durch DLG e.V., Marketing, Eschborner Landstraße 122, 60489 Frankfurt am Main.

DLG-Expertenwissen: Kompakte Informationen zu aktuellen Themen der Lebensmittelbranche

Expertenwissen, Trends und Strategien aus erster Hand. In zahlreichen Publikationen informiert die DLG regelmäßig über aktuelle Themen und Entwicklungen in den Bereichen Lebensmitteltechnologie, Qualitätsmanagement, Sensorik und Lebensmittelqualität.

In der Reihe „DLG-Expertenwissen“ greifen Experten aktuelle Fragestellungen auf und geben kompakte Informationen und Hilfestellungen. Die einzelnen Ausgaben der DLG-Expertenwissen stehen als Download zur Verfügung unter: www.DLG.org/Publikationen.html.

Weitere Informationen zu den DLG-Expertenwissen: DLG e.V., Marketing, Guido Oppenhäuser, G.Oppenhäuser@DLG.org

**DLG e.V.****Fachzentrum Lebensmittel**

Eschborner Landstraße 122 · 60489 Frankfurt am Main

Tel. +49 69 24788-311 · Fax +49 69 24788-8311

FachzentrumLM@DLG.org · www.DLG.org