

Executive Summary

Dieser Bericht analysiert Anwendungsszenarien von *Distributed Ledger*- und *Blockchain*-Technologien im Bereich der *Supply Chain*. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf Aspekten der Nachverfolgbarkeit von Produkten entlang der Supply Chain und der Kreditwürdigkeit von Zulieferern in Entwicklungsländern.

Distributed Ledger ist eine Technologie, die es einem Netzwerk von Akteuren ermöglicht, ein gemeinsames, vertrauenswürdiges Transaktionsprotokoll zu führen – auch (bzw. insbesondere) wenn die Akteure einander nicht notwendigerweise vertrauen. Die **Blockchain** ist eine besondere Art Distributed Ledger mit bestimmten Charakteristiken:

- i) Transaktionen sind in speziellen Datenstrukturen – sogenannten Blöcken – zusammengefasst.
- ii) Für jeden Block wird ein Hashwert berechnet, welcher der eindeutigen Identifikation des Blocks dient.
- iii) Jeder Block enthält den Hashwert des Vorgänger-Blocks als Teil der Datenstruktur. Auf diese Weise sind die Blöcke in Form einer Kette (engl. *chain*) miteinander verbunden, daher rührt der Name „Blockchain“.

Aktuell wird das Thema Blockchain sowohl in der Technologiebranche als auch in den allgemeinen Medien viel diskutiert. Ein wesentlicher Grund dafür ist der Erfolg von Bitcoin, einer mittlerweile weltweit bekannten virtuellen Währung, die auf der Blockchain-Technologie basiert. Bitcoin existiert bereits seit 2009 und hat in der Zwischenzeit einen hohen Grad technologischer Reife und Robustheit erreicht. Allerdings wird der aktuelle Hype auch durch die Spekulation mit einer Vielzahl virtueller Währungen befördert, was nur noch bedingt mit der Blockchain-Technologie im eigentlichen Sinne zu tun hat.

Im Bereich der *Supply Chain* hat die Blockchain-Technologie durch die Fähigkeit zur manipulationssicheren Aufzeichnung von Informationen grundsätzlich das Potential die Prozesse entlang der gesamten Supply Chain zu verbessern. Beginnend mit der Produktherstellung bzw. Ernte bis hin zu Verpackung und Vertrieb können Daten über Ort, Zeitpunkt und Informationen über involvierte Akteure in zuverlässiger Weise erfasst werden. Auf diese Weise kann eine neue Basis für Vertrauen, Transparenz und Nachverfolgbarkeit geschaffen werden.

Es gibt mittlerweile eine Vielzahl unterschiedlichster Blockchain-Implementierungen. Eines der wichtigsten Unterscheidungsmerkmale ist, ob sie prinzipiell für öffentliche/offene oder für geschlossene/private Netzwerke konzipiert sind. Darüber hinaus gibt es Unterschiede hinsichtlich des *Konsensprotokolls* und der Möglichkeiten zur Verwendung von *Smart Contracts*.

Das **Konsensprotokoll** bezeichnet den Mechanismus, der es Teilnehmern eines Blockchain-Netzwerks ermöglicht, eine Einigung über die Reihenfolge und Gültigkeit von Transaktionen zu erzielen, ohne dabei auf eine zentrale, vertrauenswürdige Instanz angewiesen zu sein. Es ist dabei nicht erforderlich, dass sich die Teilnehmer untereinander vertrauen. Es ist ausreichend, wenn die Mehrheit der Teilnehmer dem Protokoll folgt, und nicht aktiv versucht das System bzw. die Transaktionshistorie zu manipulieren.

Smart Contracts ist ein Konzept, das häufig synonym für zwei prinzipiell verschiedene Arten der Programmierung vertraglicher Vereinbarungen benutzt wird. Einerseits bezeichnet es *Smart Contract Code*, in einer Programmiersprache verfasster Computer-Code, welcher die Implementierung komplexer Transaktionslogik und die Ausführung auf der Blockchain ermöglicht. Diese Funktionalität steht beispielsweise in der Ethereum-Plattform zur Verfügung. Andererseits bezeichnet es *Smart Legal Contracts*, eine enge Verknüpfung zwischen Vertragsdokument und ausführbarem Computercode, der die Transaktionen durchführt und validiert.

Blockchain Technology	Governance / Control	Currency / Token	Consensus Mechanism	Open Source	Technical Maturity	Community Support	Smart Contract Programming
Bitcoin (https://bitcoin.org)	Community / Permissionless, public	Bitcoin (BTC)	Mining Proof of work	yes (MIT)	++++ deployment since 2009	+++ (16K commits, 500 contributors)	+ (Scripts, OP Codes)
Ethereum (https://www.ethereum.org)	Community / Permissionless, public or private	Ether (ETH) Custom Tokens	Mining Proof of work	yes (LGPL-3.0)	+++ (deployment since 2015)	+++ (9K commits, 239 contributors)	+++ (Solidity)
Tendermint (https://tendermint.com/)	Tendermint / Permissioned, private	None	Practical Byzantine Fault Tolerance	yes (Apache-2.0)	++ (deployments since 2017/18)	++ (3.4K commits, 43 contributors)	N/A
Hyperledger Fabric (https://www.hyperledger.org)	Linux Foundation / Permissioned, private	Custom Assets	Solo Kafka	yes (Apache-2.0)	++ (deployments since 2017/18)	++ (4K commits, 95 contributors)	++ (Chaincode, Go)
Ripple (https://ripple.com)	Ripple Inc. / Permissioned, private	Ripple (XRP)	Ripple consensus mechanism	yes (proprietary)	++ (deployments since 2015)	++ (11.6K commits, 58 contributors)	++ (Kotlin, Java)
IOTA (https://iota.org/)	IOTA Foundation / Permissionless, public	IOTA	No miners MCMC / Proof of Work	yes (GPL-3.0)	+ (still alpha)	+ (1.4K commits, 28 contributors)	N/A

Existierende Blockchain-Plattformen im Vergleich

Grundsätzlich ist anzumerken, dass Blockchain-Implementierungen mit Risiken behaftet sind. Zum Beispiel ist die Verwaltung kryptographischer Schlüssel von großer Bedeutung, da Transaktionen mit Hilfe dieser Schlüssel signiert werden. Die zuverlässige Speicherung und Verwaltung solcher Schlüssel ist allerdings nach wie vor ein ungelöstes Problem. Zwar wird das Vertrauen in die Blockchain im Prinzip durch das Konsens-Protokoll hergestellt. Jedoch muss auch den Schnittstellen mit der Außenwelt – z.B. in Bezug auf die Identität der Akteure die für Import und Export von Daten verantwortlich sind – vertraut werden können. Die Blockchain verarbeitet Daten aus der Außenwelt, die von verschiedenen Akteuren bereitgestellt werden, kann jedoch selbst den Wahrheitsgehalt dieser Informationen weder gewährleisten noch validieren.

Weitere Risiken betreffen die Komplexität der Implementierung, zum Beispiel aufgrund der Verwendung von Smart Contract Code, oder bezüglich der Skalierbarkeit, insbesondere wenn hohe Transaktionsraten und niedrige Latenzzeiten gefordert sind. Mit Hinblick auf gesetzliche Regelungen sind Blockchain Anwendungen aufgrund des **"Rechts auf Vergessenwerden"** im Rahmen der **EU-Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO)** als problematisch zu bewerten, da der prinzipielle Ansatz ja gerade im Verhindern von Modifikation und Löschung besteht.

Blockchain Project	Business / Use Case(s)	Blockchain Platform	Deployments	Technical Details
Skuchain (http://www.skuchain.com/)	Supply chain	Hyperledger	N/A	N/A
Provenance (https://provenance.org)	Food provenance tracking	N/A	N/A	N/A
Everledger (https://www.everledger.io/)	Diamond tracking Law Enforcement	Hyperledger (public and private)	N/A	N/A
Maersk	Freight Tracking	Hyperledger Fabric	N/A	N/A
Walmart	Food safety Smart Packages	Hyperledger Fabric	2 Pilots (Mango, Pork)	N/A

Blockchain-Projekte im Handel bzw. Supply Chain Management

Wir haben mehrere aktuelle Projekte im Bereich **Supply Chain Management (SCM)** evaluiert, und dabei auch unterschiedliche Supply Chain-Szenarien in Entwicklungsländern berücksichtigt: Die Blockchain-Technologie bietet hier Vorteile für die Einzelhändler, indem die Nachvollziehbarkeit in der Supply Chain verbessert wird. Außerdem hat sie das Potential für Entwicklungsländer als Exportmotor zu wirken, indem die Kreditwürdigkeit der Handelspartner möglicherweise gesteigert wird. Blockchains bieten außerdem Vorteile im Bereich des Managements von Supply Chains, z.B. bezüglich der sicheren und unveränderlichen Aufzeichnung der Transaktionshistorie, der verteilten Architektur unter Verzicht auf zentralen vertrauenswürdigen Instanzen, und der Robustheit gegenüber Hardwareausfällen und böswilligen Akteuren.

Wir haben beschrieben, wie solche Szenarien mit Hilfe der Blockchain-Technologie implementiert werden könnten, und kommen dabei zu folgenden Empfehlungen:

- Es sollte bewertet werden, ob eine Blockchain-Lösung für ein bestimmtes Szenario einen zusätzlichen Nutzen bietet. Ist das nicht der Fall, sollten bevorzugt etablierte Datenbanktechnologien zum Einsatz kommen.
- Anwendungsentwickler sollten in Betracht ziehen, spezifische Blockchain-Mechanismen (Hashing, kryptographisch signierte Transaktionen) im Zusammenhang mit bestehenden Datenbank-Lösungen anzuwenden.
- Wenn eine Blockchain-Lösung tatsächlich einen spezifischen Mehrwert bietet – z.B. Herstellung des Vertrauens zwischen Akteuren in einem dezentralen Netzwerk – dann sollten SCM Anwendungen mit privaten bzw. geschlossenen Blockchains implementiert werden.
- Nach derzeitigem Stand sollte der Einsatz von Smart Legal Contracts vermieden werden und stattdessen auf etablierte e-Commerce Nutzungsbedingungen zurückgegriffen werden.

- Die Anwendungslogik sollte außerhalb der Blockchain implementiert werden und durch gezielte Transaktionen sollte der Zustand der Blockchain entsprechend verändert werden.
- Solange die technische Infrastruktur in Entwicklungsländern nicht ausreichend entwickelt ist, bleiben Blockchain-Projekte, die auf die Integration einer kompletten vertikalen Supply Chain abzielen, praktisch nicht realisierbar, da es nicht möglich ist, die landwirtschaftlichen Betriebe und Vertriebspartner zuverlässig in das Netzwerk einzugliedern.
- Blockchain-Projekte die eine horizontale Schicht der Supply Chain integrieren (z.B. mehrere Distributoren oder Logistik-Unternehmen) müssen bewerten, ob die Transparenz für alle beteiligten Akteure akzeptabel ist.

Eine der wesentlichen Stärken der Blockchain liegt in Bereichen, in welchen ein hohes Maß an Regulierung gegeben ist, wie z.B. im Bereich der Lebensmittelsicherheit und der Supply Chain Finanzierung (SCF). Kooperationen, die durch gemeinsam getroffene Regeln und Vereinbarungen getragen sind, stellen die Grundlage für vielversprechende Anwendungsfälle offener, dezentralisierter Anwendungen auf Basis der Blockchain dar. Um das volle Potential der Technologie auszuschöpfen, müssen zusätzlich zum technologischen Fortschritt auch die Aktivitäten zur Sicherung der rechtlichen und finanziellen Rahmenbedingungen, die eine sinnvolle Nutzung der Blockchain-Technologien erst ermöglichen, fortgesetzt werden.

Dieser Bericht bietet Unternehmen, welche diese Herausforderungen der Implementierung einer neuartigen Technologie annehmen möchten, einen Rahmen für die Evaluierung der damit verbundenen Möglichkeiten und Risiken.

	Database Systems			Distributed Ledgers	
	Relational Databases	Federated Databases and Datawarehouses	NoSQL Databases / Big Data Frameworks	Permissioned Blockchains	Permissionless Blockchains
Transparency / Public Verifyability	+	+	+	++	+++
Data Privacy	+++	+++	+++	++	+
Scalability	+	++	+++	++	+
Availability	+	++	+++	++	+++
Data Integrity	+++	+++	++	++	+++
Security	+++	+++	++	++	+
Technology Maturity	+++	+++	++	+	++
Cost Reduction	+++	++	++	+	+

Gegenüberstellung: Datenbanksysteme vs. Distributed Ledger Systeme

Use Cases

1. Use Case: Einzelhändler und die Kontrolle ihrer Supply Chain

Use Case Beschreibung: Akteure und Maßnahmen

Hofer und der Handel mit Bio-Garnelen Als Grundlage für diesen Use Case haben wir eine Managerin der Hofer KG¹ zu einem internen Projekt befragt, welches sich mit der Beschaffung bio-zertifizierter Black-Tiger Garnelen aus Westbengalen, Indien, befasst. Das Projekt dauerte von November 2013 bis April 2017, und bestand aus zwei unterschiedlichen Phasen. In der ersten Phase wurden qualifizierte Farmer ausgesucht und die Supply Chain kontrolliert. Die zweite Phase betraf das Erlangen der Bio-Zertifikate, was mittlerweile einen kontinuierlichen Prozess mit jährlichen Prüfungen darstellt. Die Zertifizierung erfordert das Vorlegen einer nahtlosen Dokumentation aller einzelnen Schritte der Supply Chain vor einer Zertifizierungsstelle. Insbesondere muss garantiert werden, dass auf diese Weise zertifizierte Produkte zu jeder Zeit von anderen Produkten strikt getrennt sind.

Die Supply Chain für den Garnelen-Handel involviert zahlreiche verschiedene Akteure. Der Prozess startet in der Brutstation, wo Garnelenlarven aus Eiern ausgebrütet werden. Die Larven durchlaufen dabei mehrere Entwicklungsstadien, bis sie nach etwa zwei Wochen das sogenannte Post-Larvenstadium erreicht haben. Im Anschluss werden sie in einem etwa halbtägigen Transport in die Aufzuchtstation gebracht, wo sie von Farmern während der sogenannten „grow-out“ Phase in Teichen versorgt werden. Eine Aufzuchtstation kann etwa ein Prozent der geschlüpften Garnelen einer Brutstation übernehmen; anders ausgedrückt kommen einhundert Aufzuchtstationen auf jede Brutstation. Wenn die Garnelen groß genug für den Verzehr sind, werden sie zur Erstverarbeitung transportiert. Dort werden sie getötet, es werden Kopf und Schale entfernt um sie anschließend in 20kg Eisblöcke einzufrieren. Anschließend werden die gefrorenen Garnelen – meist in großen Schiffscontainern – von Indien nach Europa transportiert. Sie landen dann in einer Fabrik zur Endverarbeitung, wo sie sortiert, gegebenenfalls gewürzt, und anschließend verpackt werden. Von hier aus werden die Garnelen zu den einzelnen Hofer Märkten geliefert, um schließlich an die Endkunden verkauft zu werden.

Das Hauptziel von Hofer ist die Vermarktung und der Verkauf von bio-zertifizierten Garnelen auf dem Endverbrauchermarkt. Am wichtigsten ist dabei die Überprüfung der Einhaltung von Qualitätsstandards. Eine der größten Herausforderungen stellt diesbezüglich die ungesicherte Herkunft der Garnelen dar. So stellt sich zum Beispiel die Frage, ob die Garnelen aus Larven gezüchtet oder in freier Wildbahn gefangen wurden, da durch letztere Methode weitreichende Probleme für die Nachhaltigkeit der Bestände entstehen können. Darüber hinaus ist es wichtig, ob die Brutbestände (ausgewachsene, eierlegende Muttertiere) unter gesundheitlich unbedenklichen und nachhaltigen Bedingungen gehalten wurden und welches Futter über den gesamten Lebenszyklus der Garnelen hinweg verwendet wurde.

Das zweite Ziel von Hofer ist es, wie bei jedem gewerblichen Unternehmen, die Effizienz zu erhöhen und zugleich die Kosten zu reduzieren. Dabei geht es zum einen um eine erhöhte Produktivität der Farmer bei gleichzeitiger Einhaltung der für eine Bio-Zertifizierung

¹<https://www.hofer.at>

notwendigen Qualität, und zum anderen um eine Verlegung der Endverarbeitung von Europa nach Indien, um von den niedrigeren Lohnkosten zu profitieren. Verglichen mit diesen Themen sieht die Managerin von Hofer die technologischen Vorteile der Blockchain, wie z.B. die manipulationssichere Speicherung von Transaktionsdaten der Supply Chain, als nachrangig an.

Forschungsfrage: Wie kann die Blockchain-Technologie genutzt werden, um eine Rückverfolgung der Lebensmittel in der Supply Chain zuverlässig zu gewährleisten?

Wie kann eine solche Rückverfolgbarkeit umgesetzt werden? Erstens empfehlen wir, dass die Implementierung eines Blockchain-basierten Systems zur Rückverfolgung auf einem Netzwerk mit beschränkter Zugriffserlaubnis (also geschlossen/privat) basieren sollte. Dies ermöglicht die sichere Verwendung eines effizienten Konsensusmechanismus (wie z.B. Byzantine Fault Tolerance (BFT)), welcher den Anforderungen an Transaktionsrate und Latenz einer Supply Chain-Anwendung gerecht wird.

Zweitens setzt die Implementierung einer IT-basierten Rückverfolgbarkeit die Identifizierbarkeit aller Akteure durch jeweils zugewiesene, eindeutige Identifier voraus. In einer Blockchain wird diese Anforderung dadurch erfüllt, dass jeder Akteur ein Schlüsselpaar mittels eines asymmetrischen Kryptosystems erzeugt (bestehend aus einem privaten und einem öffentlichen Schlüssel), und dann mittels des öffentlichen Schlüssels eine eindeutige ID generiert (auch als Adresse bezeichnet). Allerdings müssen nicht nur die Akteure, sondern auch die jeweiligen Waren, entweder durch eine Seriennummer oder eine Chargennummer, eindeutig identifiziert werden können, wobei letzteres für landwirtschaftliche Produkte sinnvoller ist. Dies erfordert die Zuweisung von IDs zu Warenbehältern oder Containern, und nicht zu einzelnen Produkten. Im Fall der Garnelen-Produktion würden Larven von den Brut- zu den Aufzuchtstationen und von dort zu den verarbeitenden Betrieben in versiegelten, entsprechend (meist durch Barcodes oder QR-Codes) gekennzeichneten Containern transportiert werden. Machbar wäre es auch, die oben erwähnten 20kg Eisblöcke mit einem Identifier zu versehen, beispielsweise durch die Einschließung eines RFID Chips. Was jedoch nicht möglich ist, ist die Identifizierung von einzelnen Garnelen über die gesamte Supply Chain hinweg.

Drittens muss sichergestellt werden, dass jegliche Methode zur Rückverfolgung auch tatsächlich effektiv ist, das heißt, es muss es einen Kontroll- und Vertrauensmechanismus geben. In einer Blockchain wird dies dadurch bewirkt, dass Akteure ihre Transaktionen mit den entsprechenden Schlüsseln kodieren. Hier ist es besonders wichtig, welche Akteure dies für welche Transaktionen vornehmen. Dieser Aspekt hat nicht nur Auswirkungen auf die erforderliche Transaktionsrate des Systems, sondern auch auf die Akzeptanz der Akteure selbst (siehe dazu Sektion 3.2.2).

Letzten Endes benötigt ein abgeschlossenes Blockchain-Netzwerk ein Verwaltungsmodell, das die Gründungsmitglieder eines Netzwerkes festlegt und die Modalität für das Hinzufügen neuer Mitglieder bestimmt. Dies stellt eine zusätzliche Herausforderung für Supply Chain-Netzwerke dar. Eigentlich sind Blockchain-Netzwerke auf ein Peer-to-Peer Modell ausgelegt, in dem jeder Teilnehmer gleiche Rechte und Pflichten hat. Supply Chain Netzwerke hingegen sind im prinzipiell hierarchisch aufgebaut. Zum Beispiel gibt es deutlich mehr Farmer als Sammelpunkte. Andererseits gibt es, wie auch im Use Case des Garnelen-Handels, deutlich

mehr Brut- als Aufzuchtstationen; das Netzwerk ist also asymmetrisch. Es ist nicht sofort klar, welche Akteure eigentlich tatsächlich Blockchain-Knoten in einem solchen Netzwerk bereitstellen, und welche Akteure lediglich als Clients für solche Knoten fungieren sollten; zur Beantwortung dieser Frage wäre eine genauere Betrachtung der spezifischen Anforderungen erforderlich. In jedem Fall lässt sich anmerken, dass Hyperledger Fabric eine Blockchain Implementierung ist, die genau für diese Art von Anforderungen – nämlich geschlossene, asymmetrische Netzwerke – geschaffen wurde.

Welche Vorbedingungen müssen erfüllt sein, um Blockchains sinnvoll zu nutzen? Die Machbarkeit einer jeden IT-basierten Lösung für Rückverfolgbarkeit erfordert das Vorhandensein einer verlässlichen technischen Infrastruktur einschließlich erforderlicher Geräte für die Endnutzer, und noch viel grundlegender: Elektrizität und Netzwerkverbindungen (Internet). Während letzteres in Europa als selbstverständlich gilt, gibt es immer noch viele Gebiete, vor allem ländliche und vorwiegend landwirtschaftlich genutzte, mit unzuverlässigem Stromnetz und wenig zuverlässigen (sofern überhaupt verfügbaren) Informationsnetzwerken. Das Fehlen der Infrastruktur in diesen Ländern, für die eine solche Lösung in Erwägung gezogen wird, bedeutet dass viele Akteure der Supply Chain (vor allem die Farmer) keine Möglichkeit haben, unmittelbar an einem solchen Blockchain-Netzwerk teilzunehmen. Für viele gegenwärtig vorgesehene Anwendungen könnte dies bereits ein K.O.-Kriterium sein.

Weiterhin setzen sinnvolle Anwendungen der Blockchain Folgendes voraus: (a) einen Bedarf für einen elektronischen Transaktionsdatensatz (eine Datenbank); (b) verschiedene Akteure, die Lese- und Schreibzugriff auf diesen Datensatz benötigen; (c) fehlendes Vertrauen der Akteure untereinander; und (d), das Fehlen einer Drittpartei, die als vertrauenswürdiger Vermittler zwischen allen Akteuren dienen kann. Darüber hinaus sind die Daten für alle Beteiligten offen, transparent und zugänglich, was eine Verständigung und Zustimmung aller Parteien erfordert.

Für diesen Supply Chain Use Case sind die Bedingungen (a) und (b) eindeutig erfüllt. Bedingung (c) gilt ebenfalls als erfüllt, denn während alle Beteiligten an einer Supply Chain einander ein gewisses Maß an Vertrauen entgegen bringen müssen, gibt es doch auch immer Anreize für Betrug. Deshalb gilt auch hier die Maxime „Vertrauen ist gut, Kontrolle ist besser“. Es ist jedoch alles andere als eindeutig, ob Bedingung (d) zutrifft; im Gegenteil: wie im nächsten Abschnitt gezeigt wird, gibt es bereits auf dem Markt verfügbare, zentralisierte Lösungen. In diesem Fall wäre es für Hofer angeraten eine zentrale Datenbanklösung ebenfalls in Betracht zu ziehen, vor allem da Hofer bereits über das nötige Vertrauen der Akteure in der Supply Chain zum Garnelen-Handel verfügt.

Gibt es einen Nutzen für Käufer und Verkäufer? Im Falle von Hofer sind Transparenz und Rückverfolgbarkeit ein Nutzen, der die Erlangung von Bio-Zertifikaten und somit das Erzielen höherer Verkaufspreise ermöglicht. Am anderen Ende der Supply Chain profitieren auch die Farmer, indem sie an diese Zertifikate geknüpfte Prämien erhalten. Sie können ebenfalls indirekt, zum Beispiel durch verbesserte Versicherungs- und Kreditkonditionen auf Basis ihrer öffentlichen und zertifizierten Daten, profitieren.

Andererseits kann es auch Widerstand gegen die vollständige Transparenz geben. Wir haben einen Berater der Verpackungsindustrie befragt, der angegeben hat, dass eine vollständige Rückverfolgbarkeit zu höheren Belastungen für alle Beteiligten führen kann. Im gegenwärtigen

System ist es beispielsweise nicht möglich zu bestimmen, ob eine verfaulte Mango auf schlechte Qualitätskontrollen der Farmer bzw. Sammler, oder auf schlechte Transportbedingungen zurückzuführen ist, weshalb solche Risiken eher auf mehrere Parteien verteilt werden und insgesamt niedriger ausfallen. Wäre aber die Transportkette vollständig überprüfbar, z.B. anhand von Aufzeichnungen zu Transportbedingungen in jedem Container, wäre es möglich den exakten Zeitpunkt des Versagens des Kühlsystems als Ursache des Verderbs der Ware auszumachen. Das könnte wiederum dazu führen, dass etwaige Schadenersatzforderungen höher und präziser ausfallen. Dieses Beispiel sollte aufzeigen, dass bei der Implementierung von Blockchain-Technologien Schwierigkeiten auftreten können, die über technische Herausforderungen hinausgehen.

Technische Evaluierung und Analyse

Stärken Blockchains können im Bereich der Supply Chains eine verbesserte Rückverfolgbarkeit und unveränderliche Aufzeichnung aller Transaktionen und somit eine gute Grundlage für Zertifizierungsprozesse bieten. Insbesondere Bio-Zertifikate öffnen sowohl Lieferanten als auch Händlern den Zugang zu einem lukrativen Wachstumsmarkt.

Schwächen Blockchains können nicht in der gesamten Supply Chain eingesetzt werden, wenn in Entwicklungsregionen die dafür notwendige Infrastruktur fehlt. Blockchains können außerdem nicht dabei helfen, die Produktivität von Farmern zu steigern oder Produktionskosten zu senken, was als eine der Hauptanforderungen formuliert wurde.

Außerdem ist eine wesentliche Anforderung für Zertifizierung die Vollständigkeit der Dokumentation jedes einzelnen Schritts im Produktionsprozess. Unveränderbarkeit der Aufzeichnungen ist zurzeit nicht das Hauptproblem. Dies kann sich jedoch in der Zukunft ändern, wenn steigende Umsätze und Gewinne beim Handel mit Bio-Lebensmitteln die Fälschung solcher Aufzeichnungen lukrativer erscheinen lassen. Jedoch sind auch Blockchains nicht in der Lage, System-externe Vertrauensprobleme zu lösen; trägt ein Lieferant falsche Informationen ein, sind auch diese unveränderbar gespeichert.

Opportunitätskosten Zunächst einmal sind die Marktvorteile im Sinne einer erhöhten Sichtbarkeit bei den Endverbrauchern durch den Einsatz von Blockchains eher kurz- als langfristig gegeben.

Zweitens gibt es zurzeit keine Lösung oder Standards für die Interoperabilität zwischen verschiedenen Blockchains, was das Risiko einer Monopolbildung birgt. Dies ist dadurch gegeben, dass es für einen Akteur zu kostspielig ist, mehrere Blockchains einzusetzen, und so wird es eine Tendenz zu dem Produkt geben, das von den meisten anderen Akteuren bereits verwendet wird. Dies impliziert einen klaren Erstanbietervorteil für denjenigen, der zuerst eine Anwendung für ein bestimmtes Marktsegment bereitstellt.

Potenzialanalyse Es gibt bereits mehrere Projekte die jeweils für sich in Anspruch nehmen, allgemeine Supply Chain Anwendungen auf der Basis von Blockchains anzubieten. Für ein Geschäftsmodell stellt sich die Frage, ob eine Lösung, die speziell auf landwirtschaftliche Supply Chains abzielt, einen Vorteil gegenüber allgemeineren Lösungen bietet. Dies wiederum hängt vom jeweiligen Markt und von den Konkurrenten ab, sowie von etablierten Lieferanten welche möglicherweise auf traditionelle Datenbanksysteme setzen. Abgesehen von Gewinnmotiven gibt es jedoch noch andere Anreize für den Einsatz von Blockchains. Zum

Beispiel, wenn Bestimmungen zur Lebensmittelsicherheit den Anreiz zur fälschungssicheren Überwachung der Supply Chain bieten. Die EU Verordnung 178/2002 beschreibt ein gesetzlich vorgeschriebenes Minimalsystem, in dem Nahrungsmittelbetriebe dokumentieren müssen, welche Inhaltsstoffe/Lebensmittel sie von wem geliefert bekommen, zusammen mit Informationen darüber, welches Produkt an wen verkauft wird (jeweils inklusive der Kontaktdaten). Besonders vielversprechend ist der Use Case des Herkunftsnachweises für Lebensmittel (Solanki und Brewster [2014]), wobei Hashwerte und Verknüpfungen in einer Blockchain als permanente Aufzeichnung über den Herstellungsort und Transport-Historie von Lebensmitteln verwendet werden .

2. Use Case: Rückverfolgbarkeit der Exporte im Sinne der Förderung von Entwicklungsländern

Use Case Beschreibung: Akteure und Maßnahmen

Koltiva and der Kakao Handel Wir haben einen Vertreter von Koltiva, einer IT und Software Consulting Firma, die maßgeschneiderte IT Lösungen und Technologien für den Agrarbereich entwickelt, befragt. Koltiva wurde in Indonesien gegründet um die Nachhaltigkeit der Aktivitäten durch das Sustainable Cocoa Production Program (SCPP) zu gewährleisten, welches von Swisscontact, einer schweizerischen Stiftung für technische Kooperation, ins Leben gerufen wurde. Ein wichtiges Motto von Koltiva ist: „es gibt keine Nachhaltigkeit ohne Rückverfolgbarkeit.“ Es sagt allerdings auch aus, dass Rückverfolgbarkeit eine notwendige, jedoch nicht hinreichende Voraussetzung für Nachhaltigkeit ist.

Laut Koltiva gibt es vier Hauptakteure in einer landwirtschaftlichen Supply Chain: der Farmer (Produkthersteller), der Agent (Abnehmer oder Händler von Produkten mehrerer Farmer), der Lieferauftragnehmer (zuständig für den Transport von den Agenten), und die Fabriken (die Anlagen, welche die Produkte für die endgültige Verteilung verarbeiten). In Koltivas *CommodityTrace* Software wird jedem Akteur ein eindeutiger Identifier zugewiesen und jede Transaktion wird mit dem Identifier des Teilnehmers dieser Transaktion kodiert. Koltiva verwendet *CommodityTrace* bereits bei Supply Chains für Kakao, Palmöl, Patchouli und Seetang. Das bei weitem größte Segment ist das für Kakao (das *CocoaTrace* Tool), das fast 140.000 „Smallholders“ (Bauern) mit über 120.000 Hektar in zwei Ländern zurückverfolgt.

Eine wichtige Rolle im Koltiva-System, die nicht direkt an der Supply Chain beteiligt, jedoch essentiell für die Rückverfolgbarkeit ist, nimmt der Feldagent ein (nicht zu verwechseln mit dem Agenten, der den Farmern die Produkte abnimmt). Koltiva beschäftigt über 250 Feldagenten, die sowohl als Coaches, als auch als Gutachter für die Bauern im *CocoaTrace* Netzwerk agieren. Feldagenten sind dafür verantwortlich alle Informationen über die Smallholders zu sammeln. Dies schließt persönliche Profile der Bauern selbst (die Bauern stimmen schriftlich zu, dass diese Daten mit dem Netzwerk geteilt werden) sowie Informationen über ihren landwirtschaftlichen Betrieb mit ein. Letztere beinhalten Betriebsmittel, Ernte, Witterungsverlauf, Preise und Entwicklungspläne. Feldagenten sind mit batteriebetriebenen, elektronischen Notepads ausgestattet, die es ihnen ermöglichen die Daten lokal aufzuzeichnen und zu speichern (d.h. es ist keine Anbindung an ein Netzwerk oder Stromnetz notwendig). Diese Geräte ermöglichen es den Feldagenten die Landwirtschaften zu überschauen, indem sie den Farmgrenzen entlanggehen und die GPS Koordinaten speichern.

Forschungsfrage: Wie können Blockchain-Technologien und die Rückverfolgbarkeit von Produkten helfen, das Misstrauen zwischen Exporteuren aus Entwicklungsländern und Importeuren aus Industriestaaten zu beseitigen?

Wie können Firmen aus Entwicklungsländern ihre Güter besser anbieten? Das Geschäftsmodell von Koltiva hat gezeigt, dass viele Akteure der Supply Chain, insbesondere Bauern, davon profitieren können, so viele Daten wie möglich über ihre Aktivitäten zu sammeln und zur Verfügung zu stellen. Das erhöht ihre Sichtbarkeit, fördert das Vertrauen der Lieferanten, und verbessert ihre Position gegenüber Banken und Versicherungen. Darüber hinaus bietet es eine Möglichkeit zum Einstieg in die Biozertifizierung.

Können Blockchains/Distributed Ledgers Lieferanten bei der Markteinführung helfen?

Ein Bauer oder ein Lieferant, der versucht in den internationalen Markt einzutreten, steht vor erheblichen Herausforderungen. Sie müssen nicht nur kommunizieren, was sie liefern können, sondern auch unter welchen Bedingungen, also zum Beispiel über Volumen, Preis und Qualität. Diese Informationen müssen zudem für potenzielle Kunden vertrauenswürdig sein. Traditionell startet dieser Prozess mit persönlichen Beziehungen und Mundpropaganda, jedoch ist dieser Ansatz nicht gut skalierbar und besonders für internationale Märkte schwierig umzusetzen. Ein Distributed Ledger System könnte Bauern unterstützen, indem es offenen und transparenten Zugang zu solchen Informationen für eine internationale Zielgruppe bietet. Ein privates Unternehmen könnte eine kommerzielle Lösung bieten, was jedoch zu Anbieterabhängigkeit für den Lieferanten führen kann. Und eine behördliche Organisation könnte eine solche Lösung mit dem Ziel anbieten, die ökonomische Entwicklung einer Region zu verbessern. In diesem Fall wären Offenheit und Dezentralisierung, als zwei der wesentlichen Eigenschaften der Blockchain, von Vorteil. In beiden Fällen ist die grundlegende Frage, ob ein solches Blockchain-basiertes System im Vergleich zu zentralen Datenbank-Lösungen effizienter wäre.

Wie kann man so eine Nachverfolgbarkeitslösung umsetzen? Das Koltiva **Commodity-trace** System ist solch eine Lösung. Commodity-trace (und speziell CocoaTrace31) ist eine Kombination intensiver Feldkontrollen und einer Cloud-basierten Datenbanklösung, die Bedarfsträger und Kunden Zugang zu einer breiten Palette an Daten und individuellen Berichten gewährt. Als solche muss sich Koltiva nach eigenen Angaben nicht auf eine Blockchain-basierte Lösung verlassen. Derzeit überprüft Koltiva 150.000 Landwirtschaften mit 250 Feldmitarbeitern und 100 Betreuungsmitarbeitern, die Informationen zum Landwirtschaftsbetrieb vor Ort sammeln. Inspektionen vor Ort sind in vielen Fällen die einzige Lösung: eine Kakaofarm sieht aus der Luft im Prinzip wie jedes andere Stück Urwald aus; Reife und Zustand der Kakaobäume können anhand von Luftfotografien oder Satellitenbildern nicht ermittelt werden. Alle Daten werden von Feldagenten mit Hilfe von Offline-Systemen (batteriebetriebenen Tablets) gesammelt. Wenn die Feldagenten in ein urbanes Umfeld zurückkommen, wo eine Internetverbindung zur Verfügung steht, werden die im Notepad gesammelten Daten in das Cloud-basierte Informationssystem von Koltiva hochgeladen. Die aggregierte Information wird dann einer Vielzahl von Bedarfsträgern, wie z.B. Banken, Versicherungsanbietern, NGOs und Projektumsetzern, zugänglich gemacht. Diese kann mittels individueller Ansichten und Berichten über ein Webinterface angezeigt werden.

Blockchain Alternative Um das Potenzial von Blockchain-Lösungen zu evaluieren führt Koltiva derzeit auf Anfrage eines ihrer Importkunden aus den USA einen Blockchain-Piloten für die Kakao Supply Chain durch. Der Koltiva Pilot beginnt das Produktionstracking erst bei den Sammlungscentren, wo die Farmer ihre Produkte zur Inspektion, zum Wiegen und zur Bezahlung hinbringen. Dies wird wie zuvor beschrieben durchgeführt, da nur Sammlungscentren in größeren urbanen Gegenden über die nötige Stromnetzanbindung und Internet-Infrastruktur verfügen, um Blockchain-Transaktionen durchführen zu können. Nur 10% der operativen Sammlungscentren haben die dafür nötige Infrastruktur.

Dieser Pilot ist Ethereum-basiert und weist daher die typischen Problemstellungen von Blockchain-Lösungen auf, die einen Proof-of-Work-Algorithmus für die Konsensfindung einsetzen: geringer Transaktionsdurchsatz mit hoher Transaktionslatenz. Die User dieser Testlösung berichten von mehreren Schwierigkeiten. Zunächst ist die verzögerte Transaktionsverifikation inakzeptabel für die Farmer. „Während ich hier warte ist der Fisch, den ich fürs Abendessen möchte am Markt ausverkauft,“ berichtete ein verärgelter User. Zweitens beruht die Transaktionsverifikation auf an die Farmer gesendete und von ihnen beantwortete SMS. Es besteht große Sorge über die Menge dieser Transaktionen (Hunderte pro User pro Jahr) und die damit verbundenen Kosten. Wenn das Einkommen nur zwei Dollar pro Tag beträgt, kann jede einzelne SMS Auswirkungen auf das verfügbare Budget haben.

Zusammenfassend hat Koltiva große Zweifel an der Umsetzbarkeit und Skalierbarkeit einer Blockchain-Lösung in diesem Markt geäußert. Jedoch liegt dies wahrscheinlich an der Wahl der Grundlage für die Implementierung, die Proof-of-Work als Konsensmechanismus verwendet. Die Wahl einer Technologie, die für private/geschlossene Blockchains konzipiert ist, würde höhere Transaktionsraten mit geringerer Latenz ermöglichen und die beschriebenen Probleme vermeiden.

Vorteile eines Distributed Ledger Ansatzes verglichen mit existierenden Data Tracing Systemen? Grundsätzlich ist die Nachverfolgbarkeit von Produkten eine Methode um Misstrauen zu beseitigen. Allerdings haben die Beschreibungen der Use Cases von Hofer und Kultiva bereits dargelegt, dass das Erfassung von Daten im Sinne der Nachverfolgbarkeit auf vertrauenswürdige Schnittstellen angewiesen ist, und Blockchains diese Schnittstellen nicht ersetzen können. Es sind Feldagenten nötig, die Daten sammeln und in das Data Tracing-System einpflegen. Wenn diese Feldagenten vertrauenswürdige sind, sind auch ihre Dateneinträge vertrauenswürdige, unabhängig davon ob eine kryptographisch unterzeichnete Transaktion mit den Dateneinträgen assoziiert ist oder nicht. Wären diese Feldagenten nicht vertrauenswürdige, könnte ihren Dateneinträgen auch unter Verwendung von Blockchain-Technologien nicht vertraut werden.

Blockchain-Lösungen haben den Vorteil, dass sie manipulationssicher sind: die Daten, die von einer vertrauenswürdigen Partei, z.B. von einem Feldagenten eingetragen werden, können danach nicht von einem dritten, nicht vertrauenswürdigen bzw. böswilligen Akteur verändert werden. Jedoch ist die Möglichkeit der Datenmanipulation zweitrangig verglichen mit dem primären Problem der Vertrauenswürdigkeit der eingegebenen Daten.

Technische Evaluierung und Analyse

Stärken Blockchains ermöglichen das unveränderbare Erfassen von Land, Materialien, Methoden und Prozessen in landwirtschaftlichen Betrieben. Es stellt grundsätzlich Vertrauen her, wenn diese Aufzeichnungen transparent verfügbar gemacht werden, und dieses Vertrauen ist sowohl für Vertriebspartner und Einzelhandelskunden als auch für Banken und Versicherungen von Vorteil.

Schwächen Wie zuvor erwähnt, können Blockchains nicht entlang der gesamten Supply Chain in Entwicklungsländern, in welchen die nötige Infrastruktur fehlt oder diesen ungenügend stabil ist, eingesetzt werden. Die Blockchain löst keine Vertrauensprobleme außerhalb des Systems: wenn ein Farmer oder ein Feldagent ungenaue Informationen übermittelt, wird diese ungenaue Information unveränderbar im System erfasst.

Zudem zeigt das in diesem Absatz beschriebene Beispiel, dass Blockchains, die Proof-of-Work als Konsensmechanismen verwenden, wie z.B. Ethereum, für Supply Chain Anwendungen aufgrund ihres limitierten Transaktionsdurchsatzes und der hohen Latenz nicht geeignet sind. Anders gesprochen: die Farmer wollen nicht für zehn Minuten bei einer Sammelstation darauf warten müssen, dass ihre Transaktionen validiert werden. Wir empfehlen daher Blockchain-Anwendungen auf der Grundlage von geschlossenen/privaten Blockchain-Plattformen aufzubauen, in denen alle Teilnehmer bekannt sind und in welchen effizientere Konsens-Algorithmen eingesetzt werden können.

Opportunitätskosten Wie zuvor bereits angemerkt werden Marketing-Vorteile durch die allgemeine Akzeptanz von Blockchain-Lösungen aus heutiger Sicht höher sein als später.

Potentialanalyse Bestehende kommerzielle Lösungen demonstrieren, dass zentralisierte Systeme erfolgreich diesen Marktbedarf decken. Bezüglich einer Geschäftsgelegenheit stellt sich die Frage, ob (a) die derzeitige öffentliche Wahrnehmung von Blockchains genügt, um etablierte Marktplayer zu verdrängen, und (b) ob die Wahrnehmung von Vertrauen, das Blockchains liefern können, ausreicht, um ihre Ineffizienzen im Vergleich zu zentralisierten Systemen auszugleichen. Da es bereits Marktanbieter gibt, die diese Nische mit zentralisierten Lösungen besetzen, und da diese Anbieter bereits mit Blockchain-Lösungen experimentieren, scheint dieser Use Case begrenztes ökonomisches Potenzial zu haben. Blockchain-Lösungen könnten jedoch globale Vorteile eröffnen, beispielweise um mehrere Bedarfsträger einer Region abzudecken anstatt nur einzelne Lieferanten oder Service Provider. Auf diese Weise kann die Interoperabilität verbessert, Abhängigkeiten von bestimmten Anbietern für die verschiedenen Bedarfsträger verringert, sowie die Entwicklung lokaler Wirtschaft durch transparente Bereitstellung von Daten an potenzielle Kunden weltweit stimuliert werden.

3. Use Case: Verbesserung der Kreditwürdigkeit und Abbau von Handelsbarrieren

Bestehende Handelsbarrieren

Informationsbarrieren Die kulturellen und sozialen Kräfte eines Landes können den internationalen Handel behindern. Kultur beinhaltet dabei Werte, Sprache und lokale Ressourcen. Politische Barrieren, wie z.B. Embargos, Quoten oder Zölle können das Handelsvolumen pro Partner begrenzen. Bestehende (oder fehlende) lokale Standards zum Schutz der Gesundheit und Sicherheit von Arbeitnehmern, oder zur Produktqualität können

entweder Zertifizierungen erfordern, die für Handelspartner zu teuer sind, oder Zertifikate ausschließen die vom Handelspartner benötigt werden (z.B. für Bio-Zertifizierung). Informationsbarrieren sind ein Bereich in dem Blockchains signifikante Beiträge leisten können, indem sie transparenten, grenzüberschreitenden Zugang zu Transaktionsprotokollen ermöglichen.

Harte Barrieren Harte Barrieren sind unter anderem das Fehlen technischer Infrastruktur, wie z.B. Stromversorgungsnetz oder Kommunikationsinfrastruktur und Internet. Diese wurden bereits umfassend in diesem Kapitel diskutiert. Weiters beinhalten sie das Fehlen von Transportinfrastruktur, z.B. Straßen- oder Schienenverbindungen für Landtransport, oder Zugang zu Häfen, Schifffahrtswegen oder Schiffscontainern für Überseetransport; sowie finanzieller Infrastruktur, in der die Akteure einer Supply Chain mangelnden Zugang zu Krediten oder Versicherungen haben, oder gänzlich ohne Bankzugang („unbanked“) sind, d.h. keinen Zugang zu finanziellen Netzwerken haben. In diesem Bereich bieten Blockchain-basierte Währungen ein gewisses Potential, das jedoch nicht im Fokus dieses Berichts liegt. Abseits davon ist es unwahrscheinlich, dass Blockchain-Technologien zur Reduktion der harten Handelsbarrieren beitragen werden.

Vertrauen Viele kleine Zulieferer scheitern am Kundenvertrauen. Wenn ein Unternehmer zusagt eine bestimmte Quantität an Gütern innerhalb einer bestimmten Zeit zu garantieren, und seine Zusage bricht, erleidet er einen Vertrauensverlust. Umgekehrt stehen Unternehmer, die in der Lage sind gute Qualität in vereinbarter Zeit zu liefern, vor der Herausforderung, dies überzeugend an Neukunden zu kommunizieren. Dies gilt insbesondere angesichts expandierender Märkte für freien Handel und Bio-Produkte. Typischerweise wird Vertrauen durch Mundpropaganda aufgebaut. Neue Anbieter stehen daher vor einer Einstiegshürde beim Aufbau ihrer Reputation. Blockchain-Technologien können das Vertrauen im gesamten Supply Chain-Ökosystem verbessern, indem sowohl Händler also auch Kunden alle Informationen einsehen können, die sie als Entscheidungsgrundlage brauchen.

Use Case Beschreibung: Akteure und Maßnahmen

Kreditwürdigkeit ist die Einschätzung eines Kreditgebers zur aktuellen und zukünftigen Fähigkeit eines Kreditnehmers, seinen vertraglichen Schuldverpflichtungen nachzukommen. Zum einen handelt es sich dabei um ein objektives Maß, basierend auf Kreditgeschichte und Kreditbewertungen. Zum anderen existieren aber auch subjektive Aspekte, je nachdem wie der Charakter des Kreditnehmers wahrgenommen wird. Banken verlassen sich primär auf ersteres, und haben auch entsprechenden Zugang zu den nötigen Informationen und Finanzunterlagen ihrer Kunden. Sie sind daher in der Lage die Kreditwürdigkeit durch einen **Letter of Credit** (LOC) anderen zu belegen. Ein LOC, auch als „Documentary Credit“ bezeichnet, ist ein spezifisches Instrument, dass einer Bank (speziell einer im Ausland) von einer anderen Bank ausgestellt wird, und als Garantie für Zahlungen an eine bestimmte Person unter bestimmten Bedingungen gilt. Der Lieferant hat Interesse an der Kreditwürdigkeit des Empfängers seiner Waren. Der LOC fungiert als eine Art Versicherung, durch die eine Bank bestätigt, die Bezahlung zu sichern, falls der Schuldner dies nicht tut. Der LOC Prozess betrifft vier Akteure: den Importeur (Käufer), den Exporteur (Verkäufer), die Bank des Importeurs, und die Bank des Exporteurs. Am Anfang steht die Entscheidung des Importeurs und des Exporteurs über das gemeinsame Geschäft. Sie einigen sich auf Preis, Quantität und andere Bedingungen, und legen fest, wie und wann die Ware geliefert wird. Dieser Prozess ist oft komplex. Der Verkäufer wird seine Bank beauftragen, mit der ausländischen Bank

Verbindung aufzunehmen. Da es sich dabei um ein grenzüberschreitendes Unterfangen handelt, mit potentiell unterschiedlichen rechtlichen Regelungen, benötigt der Informationsaustausch zwischen den Banken Zeit. Theoretisch können Blockchains helfen, diesen Prozess schneller und sicherer zu machen. Insbesondere im Fall von Entwicklungsländern kann, wie bereits 2016 festgestellt, eine Steigerung der Effizienz bei der weltweiten und vertrauenswürdigen Übermittlung von LOC die Exportposition verbessern.

Typischerweise fordert der Exporteur vom Importeur einen LOC als eine Form von Zahlungsgarantie. In Entwicklungsländern ist die Situation aber oft umgekehrt. Anstatt dass der Exporteur eine Zahlungsgarantie verlangt, fordert der Importeur eine Garantie, dass der Exporteur seine Waren in entsprechender Qualität liefert. Die Frage ist nun, wie Lieferanten in Entwicklungsländern Blockchain-Technologie nutzen können, um ein höheres Kreditrating zu erzielen; bzw. wie ein höheres Maß an Vertrauen zwischen Kunden und Lieferanten hergestellt werden kann, insbesondere wenn beide bisher noch keinen Kontakt miteinander hatten. Akteure in diesem Use Case sind sowohl Lieferant als auch Kunde: der Kunde kauft, wenn er darauf vertraut, dass der Lieferant liefern wird; und der Lieferant liefert, wenn er darauf vertraut, dass der Kunde bezahlen wird. Anders ausgedrückt: der Importeur sucht einen Exporteur der ihm seine Verlässlichkeit in der Vergangenheit bereits bewiesen hat, und der Exporteur sucht eine Möglichkeit, seine Verlässlichkeit zu belegen.

Dabei handelt es sich um ein Problem aus der Domäne der Reputationssysteme. „Unter Fremden ist Vertrauen verständlicherweise sehr viel schwieriger aufzubauen. Fremden fehlt das Wissen über vergangene bzw. die Aussicht auf zukünftige Interaktionen, und sie sind nicht Teil eines Netzwerks informierter Individuen, die schlechtes Verhalten bestrafen oder gutes belohnen würden.“² (Resnick et al. [2000]) Reputationssysteme wurden zu einem kritischen Aspekt von online Auktionsseiten wie eBay, und letztendlich auch zu einem fixen Bestandteil einer der größten Supply Chains überhaupt, nämlich Amazon. Beide Systeme, sowie noch unzählige andere (z.B. Yelp, TripAdvisor, booking.com, Trustpilot, etc.) werden von einer zentralen – als vertrauenswürdig akzeptierten – Instanz verwaltet. Das Sicherstellen ehrlicher Bewertungen gestaltet sich jedoch schwierig. Eine koordinierte Gruppe von unehrlichen Bewertern kann in solch einem System einen unverhältnismäßig hohen Einfluss auf die Bewertungen haben (Mukherjee et al. [2012]).

Forschungsfrage: Wie können Blockchain Technologien genutzt werden, um die Kreditwürdigkeit von Lieferanten in Entwicklungsländern zu belegen?

Reputationssysteme, die auf Blockchain Technologie basieren, wurden in der Literatur bereits vorgeschlagen (Dennis und Owen [2015], Sharples und Domingue [2016]). Spezifische Implementierungsdetails bleiben bisher aber vage. Dabei bietet eine Blockchain-Reputationslösung einige Vorteile. Erstens ist sie dezentral. Sie benötigt keine vertrauenswürdige Instanz. Zweitens verknüpft sie Bewertungen und Reviews mit einer offenen und transparenten Herkunftsgeschichte. Drittens sichert sie die Identifikation von Reviewern und die Nichtabstreitbarkeit von Reviews durch das zugrundeliegende System von Hashing und Verschlüsselung aller dazugehörigen Transaktionen.

² “Among strangers, trust is understandably much more difficult to build. Strangers lack known past histories or the prospect of future interaction, and they are not subject to a network of informed individuals who would punish bad and reward good behavior.”

Zertifizierung der Reputation eines Verkäufers durch mehrere Käufer In dem von uns skizzierten System haben sowohl Exporteure als auch Importeure einen Anreiz teilzunehmen. Blockchain-Knoten könnten daher bei beiderlei Akteuren gehostet werden, obwohl aller Voraussicht nach die Importeure Zugang zu besserer Infrastruktur haben werden. Exporteure würden ihre Kunden (die Importeure) einladen, Bewertungen über sie abzugeben. Beide Akteure hätten dann den Anreiz einander zu bewerten, da sie damit ihrerseits ihre Partner motivieren, im Gegenzug positive Bewertungen zu schreiben. Bewertungen können nicht nur durch schriftliche Rezensionen gestärkt werden, sondern auch durch das Anfügen der eigentlichen Rechnung. Ein Verkäufer kann die Qualität seiner Lieferungen lauthals bewerben, aber warum sollte man ihm glauben? Wenn aber ein Kunde eine erfüllte Bestellung glaubhaft belegt und positiv kommentiert, erhält die Bewertung neues Gewicht – und umso mehr, je mehr Kunden das tun. Wenn eine Vielzahl von Importeuren in verschiedenen Ländern solch abgesicherte Bewertungen abgeben, stärkt das letztendlich die „Kreditwürdigkeit“ des Exporteurs, und das ganz ohne die Beteiligung von Banken.

Alle Reputationssysteme haben auch gewisse fundamentale Schwachstellen. Die Möglichkeit, eine Identität mit einem einzelnen Benutzer zu verknüpfen, und diesen Benutzer daran zu hindern mehr als eine Identität anzunehmen, ist der Schlüssel dazu, dass ein Benutzer (oder eine Benutzergruppe) das System nicht hintergehen kann indem er Transaktionen zwischen gefälschten Identitäten erzeugt (Dennis und Owen [2015]). Die Blockchain stellt sicher, dass ein Akteur mit einer bestimmten Identifikation (oder Adresse) eine bestimmte Bewertung abgegeben hat. Um eine eindeutige Identifikation in der Blockchain mit einer realen Person bzw. einem Unternehmen zu verknüpfen, ist eine unabhängige, vertrauenswürdige Drittinanz nötig – ein *Identity Broker*. In einem zugangsgesicherten Blockchain-Netzwerk würden Teilnehmer vorab durch den Identity Broker identifiziert und geprüft. Der Identity Broker kann eine weitere wichtige Rolle spielen, indem er vertrauenswürdige öffentliche Informationen über beteiligte Akteure bereitstellt; d.h., dass er als *Oracle* für das System fungiert, eine Funktion die, wie bereits an mehreren Stellen festgehalten, von der Blockchain alleine nicht erfüllt werden kann. CRIF, ein globales Unternehmen, gegründet in Bologna, Italien, 1988, das sich auf Kreditbüro- und Geschäftsinformationen spezialisiert hat, wäre ein Beispiel für die Art von Unternehmen, die gut für die Rolle eines Identity Broker positioniert wäre. Es ist anzumerken, dass die Beteiligung von CRIF (oder einem vergleichbaren Unternehmen) als Identity Broker keine Auswirkung auf die Vertrauenswürdigkeit des Review Prozesses an sich hat.

Die meisten Blockchain Implementierungen sind nicht dafür konzipiert, große Datenmengen – wie z.B. Geschäftsinformationen – in der Blockchain direkt zu speichern. Der Standardansatz wäre, diese Daten in einer externen Quelle zu belassen, und sie über einen Hashwert im Distributed Ledger zu referenzieren. Einen Datenspeicher für diese Geschäftsinformationen bereitzustellen ist eine weitere Rolle, die CRIF oder ein ähnliches Unternehmen erfüllen könnte. Darüber hinaus ist dieser zentralisierte Ansatz auch im Licht der EU DSGVO nötig: da Transaktionen nicht aus der Blockchain gelöscht werden können, würde das Speichern von Geschäftsdaten in einer Blockchain grundsätzlich gegen die DSGVO verstoßen. Was hingegen möglich ist, ist das Löschen der Datensätze auf die IDs in der Blockchain verweisen. Dieser Ansatz kommt im Wesentlichen einer Daten-Anonymisierung gleich, und ist nur dann möglich, wenn die vollen Metadatenätze zentral von einem Identity Broker verwaltet werden.

Die Rolle des Identity Broker hat in diesem Szenario noch weitere wichtige Aspekte. Wie oben erwähnt, benötigen zugangsgesicherte Blockchain-Netzwerke ein Verwaltungsmodell welches einerseits die Gründungsmitglieder festlegt, und andererseits bestimmt, nach welchen Regeln neue Mitglieder aufgenommen werden. Auch wenn im Verwaltungsmodell festgeschrieben sein sollte, dass alle Teilnehmer stimmberechtigt bei der Aufnahme (oder Ablehnung) neuer Mitglieder sind, kann der Identity Broker als initiale Anlaufstelle für potentielle neue Mitglieder fungieren.

In einem Interview betreffend diesen Use Case hat CRIF berichtet, dass bereits mit einem Blockchain-basierten Rechnungssystem experimentiert wurde. Dieses wäre in diesem Rahmen anwendbar, da Rechnungen dazu benutzt werden könnten, um Bewertungen mehr Glaubwürdigkeit zu geben – vorausgesetzt, die Akteure stimmen der Veröffentlichung dieser Information zu. CRIF, oder ein ähnliches Unternehmen, könnten daher die nötige Consulting Expertise bereitstellen, um Teilnehmer beim Etablieren von Blockchain Knoten oder deren Langzeit-Betrieb bzw. Hardware/Software-Wartung zu unterstützen.

Technische Evaluierung und Analyse

Stärken Das skizzierte Blockchain-basierte Reputationssystem ist nicht von einer zentralen Infrastruktur abhängig, sondern baut auf einer Peer-to-Peer Infrastruktur auf. Diese wird von den Akteuren bereitgestellt wird, die selbst direkt davon profitieren. Es gibt bei diesem Ansatz weniger Anreiz für falsche Angaben, da jeder Teilnehmer nur Bewertungen für andere Teilnehmer abgibt, jedoch nie für sich selbst. Die der Blockchain zugrundeliegende Eigenschaft der Nichtabstreitbarkeit macht die Bewertungen vertrauenswürdig. Der Einsatz eines Identity Broker schließt das Erstellen von gefälschten („Sock Puppet“) Accounts aus, die benutzt werden könnten um das System zu unterwandern.

Ein vergleichbares System könnte auch in einer zentralisierten Architektur realisiert werden. Allerdings führt dieses Modell auch zu Ineffizienzen. Zentrale Anbieter wie Amazon oder eBay haben ein Interesse am Verkaufen durch bewertete Anbieter, weil sie einen Anteil am Verkauf erhalten. Ein Blockchain-basiertes System vermeidet diesen Einkommensverlust für die Anbieter.

Schwächen Das skizzierte System verlässt sich immer noch auf eine zentrale vertrauenswürdige Drittinstantz für die Identifikation und Verifikation der Teilnehmer. Dies wäre aber in keinem System vermeidbar. Überdies ist nicht klar, wie ausreichend Return on Investment aus der Entwicklung eines solchen Systems generiert werden kann, wenn die Gebühren des Identity Broker nicht hoch genug gesetzt werden können.

Opportunitätskosten Blockchain-basierte Reputationssysteme wurden bisher in der Theorie diskutiert. Uns ist aber kein existierendes System bekannt, dass in diesem Segment – oder irgendeinem anderen – im Produktivbetrieb befindlich wäre. Das kann eine Chance bedeuten, hier als erster einen neuen Markt zu besetzen. Das Konzept ist überdies keinesfalls auf Entwicklungsländer, noch auf landwirtschaftliche Supply Chains beschränkt.

Potentialanalyse Von den drei diskutierten Use Cases weist dieser das höchste Potential auf. Verweisend auf die ursprünglichen Anforderungen: (a) elektronisches Protokoll; (b) mehrere Akteure benötigen Lese- und Schreibzugriff; (c) die Akteure vertrauen einander nicht; und (d)

es gibt keine Drittinanz die als vertrauenswürdige Mittelsperson für alle dienen kann; (e) Übereinkunft, dass Daten offen, transparent, und zugänglich für alle Beteiligten sind. Die ersten zwei Kriterien sind klar erfüllt. Das dritte Kriterium ist unter der Annahme erfüllt, dass immer neue Akteure auf der Suche nach Anbietern in das System eintreten, die anfangs keiner Instanz vertrauen. Wie beschrieben könnte es eine vertrauenswürdige Instanz geben. Das würde aber zu Zusatzkosten für die primären Akteure im System führen, die ein dezentraler Ansatz vermeidet. Alle Akteure haben außerdem klare Anreize, dass Daten offen und für alle verfügbar sind.

Darüber hinaus sind wir – obwohl dies außerhalb des Umfangs dieses Reports liegt – der Meinung, dass der Letter of Credit Use Case ebenfalls ein hohes Potential aufweist. Internationale Banken wären gute Kandidaten um Blockchain Knoten zu hosten, und haben ebenfalls klare Anreize sowie das nötige Kapital, um ihre Prozesse zu verbessern.

Referenzen

Monika Solanki and Christopher Brewster. Enhancing visibility in epcis governing agri-food supply chains via linked pedigrees. International Journal on Semantic Web and Information Systems (IJSWIS), 10(3):45–73, 2014.

Paul Resnick, Ko Kuwabara, Richard Zeckhauser, and Eric Friedman. Reputation systems. Communications of the ACM, 43(12):45–48, 2000.

Arjun Mukherjee, Bing Liu, and Natalie Glance. Spotting fake reviewer groups in consumer reviews. In Proceedings of the 21st international conference on World Wide Web, pages 191–200. ACM, 2012.

Richard Dennis and Gareth Owen. Rep on the block: A next generation reputation system based on the blockchain. In Internet Technology and Secured Transactions (ICITST), 2015 10th International Conference for, pages 131–138. IEEE, 2015.

Mike Sharples and John Domingue. The blockchain and kudos: A distributed system for educational record, reputation and reward. In European Conference on Technology Enhanced Learning, pages 490–496. Springer, 2016.