



Blockchain-Technologie in Lieferketten – welche Chancen bietet sie für nachhaltige Entwicklung?

Zusammenfassung

Neben der Aufmerksamkeit, die der Blockchain-Technologie (BT) durch ihren Einsatz in Kryptowährungen zuteil wurde, hat sich für die BT einigermaßen unbemerkt von der Öffentlichkeit ein weiteres Einsatzfeld entwickelt: das in der Lieferkette. Lieferketten sind in den vergangenen Jahren immer fragmentierter und globaler geworden, sodass Produkte von der Rohstoffgewinnung häufig bis zum Verkauf unzählige Produktionsschritte durchlaufen, die von Firmen in unterschiedlichen Ländern durchgeführt werden. Die Sicherung der Qualität und Nachhaltigkeit der Produktion in vorangehenden Schritten stellt für viele folgende Produktionsschritte – und so letztlich auch für die Endverbraucher – eine große Herausforderung dar. Die BT verspricht in diesem Zusammenhang große Fortschritte. Einfach gesagt ermöglicht die Blockchain, Daten in einem Netzwerk zu verifizieren, fälschungssicher und rückverfolgbar abzuspeichern und für alle Teilnehmer*innen des Netzwerkes einsehbar zu machen.

Die möglichen Vorteile der BT liegen zum einen auf der Seite der Konsument*innen, die die Herkunft von Produkten nachvollziehen können. Das erleichtert nachhaltigen Konsum. Sie liegen zweitens auf der Seite der Produzent*innen, wenn Teile ihrer Lieferketten automatisiert werden und sie ihre Produktqualität und -herkunft kostengünstig nachweisen können. Drittens wird mit der BT die Hoffnung verbunden, dass Lieferketten durch sie inklusiver für kleine und mittelgroße Zulieferer*innen werden können, besonders in Entwicklungsländern. Die BT kann einfacher Vertrauen auch in die von Ihnen gelieferten Zwischengüter schaffen und so Eintrittsbarrieren abbauen. Zusammengenommen könnte die BT daher dazu beitragen, Konsum und Produktion ökologischer, sozial gerechter

und inklusiver zu gestalten und so nachhaltige Entwicklung voranzubringen.

Bisher haben vor allem sehr große Unternehmen in Pilotprojekte investiert. Einige Produkte können inzwischen sowohl von Firmen als auch von Endverbrauchern in Echtzeit auf ihre Produktionsweise und Herkunft überprüft werden. Während die BT jedoch eingetragene Daten sicher speichert und miteinander „verkettet“, kann die Technologie als solche noch nicht die Korrektheit der eingetragenen Daten sichern. Diese verbleibende Unsicherheit im Digital-Analog-Link kann durch die Verbindung mit anderen Technologien, wie etwa dem Internet der Dinge (*Internet of Things*, IoT), gestärkt werden. Die Einhaltung etwa von Arbeits-, Umwelt- oder Tierwohlstandards kann aber nach wie vor weitestgehend nur durch unabhängige analoge Audits überprüft werden. Ein Einsatz der BT bringt daher besonders in solchen Sektoren potenziell umfassende Vorteile, in denen der Digital-Analog-Link erfolgreich überbrückt werden kann, wie etwa im Lebensmittelsektor oder bei besonders hochwertigen Rohstoffen.

Für den Einsatz der BT auch von kleinen Zuliefer*innen in Entwicklungsländern sind oftmals die nötigen Bedingungen von digitaler Bildung, Ausstattung, und Infrastruktur nicht gegeben. Hier müssten nationale und internationale Entwicklungspolitiken ansetzen, damit BT-Lösungen ihre Vorteile für inklusive Produktion entfalten können. Auch allgemeine technologische Standards können helfen, Monopolbildungen in der Technologieentwicklung durch multinationale Konzerne entgegenzuwirken. Damit könnte die Politik dazu beitragen, das Interesse der Konsument*innen und Produzent*innen mit dem der kleinen und mittleren Unternehmen (KMUs) in der Lieferkette in Einklang zu bringen.

Blockchain-Technologie in der Lieferkette

Blockchain Technologie kann dort eingesetzt werden, wo Akteure Daten miteinander austauschen, zum Beispiel beim Transfer von Waren und Informationen zwischen Produzent*innen und Konsumenten entlang von Lieferketten. So ist es möglich, Produkte entlang der Lieferkette zu verfolgen, über die Art und Weise der Produktion zu informieren, Schritte zwischen Lieferanteneingängen und -ausgängen agiler zu gestalten sowie die Herkunft der Produkte zu verifizieren. Multinationale Unternehmen überprüfen diese Informationen bisher entweder stichprobenartig selbst oder verlassen sich auf Zertifizierungsorganisationen. Beides ist kosten- und arbeitsintensiv und daher für KMUs oft nicht zu leisten. Die BT ermöglicht größere Transparenz auch ohne eine zentrale Instanz, die kostenintensiver und anfälliger für nachträgliche Fälschungen ist. Stattdessen werden Datenblöcke von Informationen dezentral, beruhend auf einem gemeinsamen Konsensmechanismus aller Akteure, verwaltet. Diese Analyse und Stellungnahme beleuchtet die Chancen der BT für eine gemeinwohlorientierte Gestaltung von Lieferketten.

Der Einsatz der BT kann auf vielfältige Weise zu Nachhaltigkeit im Sinne der Ziele für Nachhaltige Entwicklung (*Sustainable Development Goals*, SDGs) der Agenda 2030 der Vereinten Nationen beitragen: Eine sichere Überprüfung der Herkunft von Gütern ist für nachhaltigen Konsum und Produktion (SDG 12) essenziell. Die entstehenden Kostensenkungen können Produzenten besonders internationalen Handel erleichtern und so zu Wirtschaftswachstum beitragen (SDG 8). Außerdem kann der Einsatz der BT es besonders KMUs in Entwicklungsländern ermöglichen, kostengünstig ihre Produktionsweisen zu dokumentieren und so als Zulieferer in globalen Wertschöpfungsketten integriert zu werden (SDG 9). Sie könnte so zu nachhaltigeren, effizienteren und inklusiveren globalen Lieferketten beitragen.

Insbesondere bei sensiblen Rohstoffen wie Diamanten, bei Produktionsprozessen mit oft sozial kritischen Bedingungen wie der Textilherstellung oder bei verderblichen Produkten sind Kontrolle und Transparenz der Lieferkette für ein nachhaltiges, effizientes Wirtschaften relevant. Jedoch sind nicht alle Lieferketten gleichermaßen für einen effizienten Einsatz der BT geeignet. Im Folgenden werden einige Beispiele des Einsatzes vorgestellt, um zu illustrieren, welche Möglichkeiten im Einsatz bestehen und wo die BT an ihre Grenzen stößt.

Wie funktioniert BT in der Praxis?

Bereits Ende 2008 begann das Textilunternehmen Kik, Zertifikate der einzelnen Lieferanten durch unabhängige Audits in Produktionsstätten zu digitalisieren, mit einer digitalen Identität eindeutig zu kennzeichnen und manipulationssicher auf der entsprechenden Blockchain abzulegen. Gefälschte Zertifikate werden aufgedeckt und sofort blockiert. Der Produktionsweg kann in Echtzeit anonym per QR-Code am T-Shirt abgerufen werden. Die Konsument*innen können also selbst sehen, in welchen Ländern und unter welchen Bedingungen das Produkt hergestellt wurde; es bedarf es lediglich eines QR-Scanners auf einem mobilen Endgerät. Entscheidend für die

Richtigkeit der in der Blockchain gespeicherten Informationen ist aber immer noch die unabhängige Überprüfung der Produktionsweise.

Gerade im Lebensmittelsektor wachsen die Netzwerke zur lückenlosen Nachverfolgung durch BT. Dienstleister*innen von Blockchain-Plattformen wie IBM Food Trust oder Provenance integrieren immer mehr Akteure. Bei Provenance versenden lokale Fischer*innen eine SMS mit Fanginformationen in die Blockchain. Indem diese Informationen von anderen Teilnehmer*innen in der Lieferkette verifiziert werden, entsteht neben der analogen Lieferkette des physischen Produkts eine manipulationssichere digitale „Lieferkette“ auf der Blockchain. Einzelne Akteure werden durch die Informationsverbreitung sichtbar und erhalten eine eigene „Stimme“ im Lieferkettenablauf. Teilweise sind Zwischenhändler, die bisher für die Preis- und Warenabwicklung von kleineren Akteuren verantwortlich waren, nicht mehr notwendig.

Obgleich es ein wichtiger Mehrwert der BT ist, Daten und Informationen zu managen, zeigen diese Beispiele, dass die BT nicht per se die Aufgabe der Datensammlung löst, die bislang von den Zulieferer*innen selbst übernommen und durch Audits überprüft wird und somit fehler- und manipulationsanfällig ist. Oftmals werden BT-Lösungen daher durch die Funktionen des Internets der Dinge (IoT) unterstützt, welches physische Produkte mit smarten Services von Informations- und Kommunikationstechnologien vernetzt. Mit dem IoT können analoge Daten mittels Seriennummern, Barcodes und digitalen Tags (z.B. *Radio Frequency Identity*, RFID), die als elektronisches Identifikationsobjekt am physischen Produkt angebracht sind, in die Blockchain eingetragen werden. Das IoT kann so eine zentrale Instanz ersetzen. Gerade diese Verknüpfung zwischen digitaler und analoger Welt könnte ein möglicher Lösungsweg für die Überwindung des problembehafteten Digital-Analog-Links sein.

Walmart trackt bereits über 25 der Produkte mithilfe der Technologie und profitiert dadurch von einer erhöhten Lebensmittelsicherheit und einem effizienteren Lieferkettenmanagement. Das Tracking von Schweinefleisch aus China und Mangos aus den USA sind Vorzeigeprojekte, die das Interesse anderer Global Player wie Nestlé und Unilever geweckt haben. Beispielsweise wurde die Rückverfolgbarkeit der Mango vom Endkonsumenten bis zur Ernte von ursprünglich sieben Tagen auf 2,2 Sekunden mittels der Blockchain-Lösung reduziert. Bei Schweinefleisch beginnt der Prozess mit einem gelaserten Barcode, mit dem jedes Schwein markiert wird und mit dessen Hilfe fortan alle relevanten Informationen wie Herkunft, Haltung und Verarbeitung in der Blockchain gespeichert werden. Hinzu kommt, dass RFID-Tags die Temperatur und die Feuchtigkeit innerhalb des Kühlcontainers messen und bei der Überschreitung eines kritischen Schwellenwerts einen Alarm auslösen.

Mittels vorprogrammierter Aktionen auf der Blockchain, sogenannten *Smart Contracts*, sind darüber hinaus Prozessoptimierungen möglich. *Smart Contracts* automatisieren Prozesse, indem im Vorhinein festgelegte Algorithmen spezifizieren, welche Folgetransaktionen automatisch zu initiieren sind.

Beispielsweise nutzt Trade Lens, eine blockchainbasierte Lieferkette der Logistikgruppe Maersk und des IT-Unternehmens IBM mit über 100 Teilnehmern, eine Kombination aus IoT-Sensoren an Containern sowie GPS-Tracking und eine manuelle Dateneingabe mittels einer mobilen App. Das System automatisiert die Überwachung der Schifffahrtsfracht. Im Warenhandel können auf diese Weise Bestellprozesse automatisch ausgelöst und Lieferungen bezahlt werden. Lieferkettenabläufe werden dadurch schneller und können agil auf Veränderungen reagieren.

Diese Beispiele zeigen, dass die BT bereits praxistauglich ist. Insbesondere in Kombination mit IoT-Lösungen können effizient Lieferketten rückverfolgbar gemacht und so je nach erfüllten Bedingungen durch *Smart Contracts* automatisiert werden. So kann die Technologie genutzt werden um Konsumgüter im Hinblick auf die Nachhaltigkeit in Lieferketten kostengünstig zu überprüfen, was in Zeiten gesteigerten Konsumenteninteresses an der Produktionsweise von besonderer Bedeutung ist. Tabelle 1 fasst die Möglichkeiten zusammen, die in der Anwendung der BT in der Lieferkette liegen. Das volle Potenzial der BT in der Lieferkette kann sich bisher nur in Sektoren entfalten, in denen IoT-Lösungen gleichzeitig die Richtigkeit der Dateneintragungen in die Blockchain absichern.

Um zu nachhaltiger Entwicklung beizutragen und breitenwirksam zu sein, muss eine vielversprechende Innovation wie die BT für alle Akteure entlang der gesamten Lieferkette umsetzbar sein (Zambrano et al. 2017; Kshetri, 2017). Die BT wäre in dieser Hinsicht besonders wirkungsvoll, wenn sie die Position kleinerer Zulieferer*innen in der globalen Lieferkette stärkt.

Potenziale und Herausforderungen

In Interviews von Krings (2019), die die Zukunftsaussichten des Einsatzes der BT in der Lieferkette ausführlich analysieren, heben Lieferkettenakteure immer wieder hervor, dass die BT ein möglicher Digitalisierungskatalysator sein kann,

der herkömmlichen Digitalisierungselementen, etwa elektronischen Frachtbriefen, zu breiterer Anwendung verhilft. Diese erleichtern den Handel zusätzlich.

Aber es gibt auch Herausforderungen beim Einsatz von BT. Hierzu zählen Einschränkungen in der Privatsphäre, ein erhöhter Energieverbrauch, sowie fortwährende Macht- und Informationsasymmetrien zwischen den Lieferkettenakteuren und eine Verstärkung der digitalen Kluft. Letztere werden im Folgenden genauer beleuchtet.

Ein grundlegendes Problem der Blockchain-Implementierung ist die mangelnde Digitalisierung in Entwicklungsländern, in denen typischerweise die frühen Schritte der Wertschöpfungskette angesiedelt sind. Zwar haben Erfahrungen gezeigt, dass für einzelne Transaktionen eine geringere Bandbreite oder ein punktueller Zugang ausreicht, doch bleiben Macht- und Informationsasymmetrien innerhalb des Blockchain-Netzwerkes bestehen, wenn nicht alle Kettenglieder teilnehmen können. Naturgemäß ist es schwierig, eine BT in Ländern zu etablieren, in denen schon die digitale Infrastruktur eine Herausforderung darstellt. Ein Beispiel ist ein global operierender Kaffeeproduzent, bei dem der erste Abschnitt der Lieferkette in Äthiopien (noch) nicht dokumentiert ist, da Kaffeebauern der Zugang zur BT fehlt (Krings, 2019).

Um eine breite Umsetzung zu ermöglichen, sollte auf die eingesetzte Technologie einfach und kostengünstig zuzugreifen sein. Damit BT-Lösungen angewendet werden können, muss aber nicht nur entsprechende Infrastruktur und die Bereitschaft vorhanden sein, die Technologie zu nutzen, es bedarf auch technologischer Fähigkeiten. Da es an Know-how und Kapital in vielen Entwicklungsländern mangelt, gehen Innovationsprozesse noch nicht von ihnen aus und ist ihre Teilhabe an den Prozessen der Entwicklung der digitalen Lösungen eingeschränkt.

Daher werden innovative BT-Anwendungen derzeit maßgeblich von multinationalen Konzernen umgesetzt, die am Ende der Lieferkette stehen. Sie verfügen über die ökonomischen und politischen Ressourcen und können Innovationen

Tabelle 1: Potenziale der BT in der Lieferkette

Tabelle 1: Potenziale der BT in der Lieferkette			
Funktionale Vorteile der BT		Ergebnisse der BT in der Lieferkette	Mögliche gesellschaftliche Auswirkungen
UNVERÄNDERBARKEIT	Transparenz der Daten	Rückverfolgbarkeit	Nachhaltiger Konsum Faire Arbeitsbedingungen
	Vertrauen	Ausschalten von Zwischenschritten	
	Kompatibilität und Interoperabilität möglich	Verbesserte Koordinierung, z.B. im Stakeholder-Management, der Produktionsabläufe	
DEZENTRALITÄT	Echtzeitzugriff auf Daten durch zunehmende Dynamik und Flexibilität	Aufhebung von Informationsasymmetrien und dadurch z.B. schnelles Aufdecken von Problemen in der Lieferkette	Vermeidung ökologischer Risiken
	Auditierbarkeit der Daten durch alle Akteure im Netzwerk	Verbesserte Kontrolle	Inklusion und Stärkung von KMUs in der Lieferkette
	Öffentlich zugänglich für alle Akteure im Netzwerk	Aufhebung von Machtasymmetrien	Effizientes Wirtschaften
	Automatisierung durch <i>Smart Contracts</i> und IoT	<ul style="list-style-type: none"> • Erleichterte Zertifizierungen • Kosteneffizienz 	

Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf Krings, 2019, S.46

nach ihren Ansprüchen vorantreiben. Die unterschiedlichen Interessen der Lieferkettenakteure können eine weitere Hürde auf dem Weg zu einer gemeinsamen Blockchain-Lösung darstellen.

Bestimmte Situationen können eine Durchsetzung von BT-Lösungen außerdem grundsätzlich erschweren, sodass sich deren Potenziale gar nicht erst entfalten können. Wenn Unternehmen und Zertifizierer*innen bereits über herkömmliche Trackingsysteme verfügen, werden sie möglicherweise nicht von den vermeintlichen Verbesserungen einer BT profitieren und in die nötige Technik investieren wollen. Außerdem können einige Lieferkettenakteure befürchten, dass durch rasche technologische Fortschritte in Entwicklungsländern Konkurrenz entstehen könnte. Dies kann etwa auf Zwischenhändler zutreffen, deren Geschäftsmodell oder Preispolitik durch den möglichen Autonomiezuwachs kleinerer Zulieferer*innen eingeschränkt werden könnte. BT soll aus Sicht dieser Akteure daher insbesondere in Entwicklungsländern nicht eingesetzt werden (Krings, 2019).

Insgesamt können Entwicklungsländer (wahrscheinlich) nur begrenzt profitieren. Unternehmen mit finanziellen Ressourcen sowie Länder mit ausreichenden technologischen Kapazitäten haben dagegen Vorteile als Entwicklungsstandorte; allerdings werden die dort ansässigen Firmen vor allem eigene Lösungen vorantreiben. Die gewünschten Entwicklungseffekte durch die BT im Sinne der SDGs können aber nur entstehen, wenn Infrastruktur und technologisches Wissen gleichzeitig gefördert und Lösungen von allen Akteuren gemeinsam vorangetrieben werden.

Wie kann das Potenzial der BT in der Lieferkette ausgeschöpft werden?

Die Einführung der BT kann ökologische und soziale Nachhaltigkeit in Konsum und Produktion sowie inklusivere Pro-

duktion fördern. Sie kann grundlegend verändern, wie Unternehmen zukünftig arbeiten, welche Technologien sie einsetzen, wie Organisations- und Regulierungsmechanismen innerhalb der Lieferkette aussehen. Besonders großes Potenzial, Produktionsweisen transparent zu machen und so Nachhaltigkeit in Produktion und Konsum zu unterstützen, hat der Einsatz der BT in Sektoren, in denen Produktionsweisen einfach überprüft oder sogar elektronisch durch IoT-Lösungen erfasst werden können.

Allerdings bleibt unklar, ob der Einsatz von BT auch KMUs als Zulieferer*innen stärken und somit auch auf diese Weise zur Umsetzung der Agenda 2030 beitragen kann. Bisher wurden von der Wirtschafts- und Entwicklungspolitik größtenteils Pilotprojekte großer Firmen gefördert. Dadurch wird aber die Tendenz zur technischen Monopolbildung verstärkt und einem gemeinwohlorientierten Einsatz entgegen gewirkt, da sich die Interessen mächtiger Konzerne und ihrer Zulieferer*innen unterscheiden können. Wirtschafts- und Entwicklungspolitik sollte daher Firmen vor allem bei der Entwicklung und dem Einsatz von leicht anwendbaren Blockchain-Systemen unterstützen. Sie könnte auch beitragen, adaptier- und skalierbare Technologiestandards zu entwickeln, sodass eine Interoperabilität der Systeme, auch über Ländergrenzen hinweg, gewährleistet ist.

Damit BT nachhaltige und inklusive Entwicklung vorantreiben kann, muss die Politik in Entwicklungsländern sowie die internationale Entwicklungszusammenarbeit die entsprechenden Rahmenbedingungen fördern. Dazu gehören neben der Infrastruktur auch die technischen und bildungsabhängigen Zugangsmöglichkeiten kleiner Produzenten in der Lieferkette sowie ein rechtlicher Rahmen. Dafür wäre es hilfreich bei der Entwicklung von BT von Anfang an die verschiedenen Stakeholder einzubinden.

Literatur

Krings, K. (2019). *Blockchain für Entwicklung? Potenziale und Herausforderungen am Beispiel der Lieferkette* (Masterarbeit). Bonn: Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität.

Kshetri, N. (2017). Will Blockchain emerge as a tool to break the poverty chain in the Global South? *Third World Quarterly*, 38(8), 1710–1732.

Zambrano, R., Seward, R. K., & Sayo, P. (2017). *Blockchain: Unpacking the disruptive potential of Blockchain technology for human development*. Ottawa, Kanada: International Development Research Centre.

Mit finanzieller Unterstützung des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ)

Katharina Krings

Projektmanagerin

„Entwicklungspolitische Zusammenarbeit Hessen“

HA Hessen Agentur GmbH Innovations- und Nachhaltigkeitsprojekte

Dr. Jakob Schwab

Wissenschaftlicher Mitarbeiter

„Transformation der Wirtschafts- und Sozialsysteme“

Deutsches Institut für Entwicklungspolitik (DIE)

DOI: 10.23661/as19.2020



Dies ist eine Open-Access-Publikation, die kostenfrei gelesen und unter www.die-gdi.de/publikationen/analysen-und-stellungnahmen/ heruntergeladen werden kann. Gemäß den Bedingungen der CC BY 4.0 Lizenz darf sie frei vervielfältigt, verbreitet und öffentlich zugänglich gemacht werden.

© Deutsches Institut für Entwicklungspolitik (DIE)

Tulpenfeld 6 · 53113 Bonn · Tel.: +49 (0)228 94927-0 · Fax: +49 (0)228 94927-130

die@die-gdi.de · www.die-gdi.de · twitter.com/DIE_GDI · www.facebook.com/DIE.Bonn · www.youtube.com/DIEnewsflash

ISSN (Online) 2512-9325



Das DIE ist ein multidisziplinäres Forschungs-, Beratungs- und Ausbildungsinstitut für die deutsche und die multilaterale Entwicklungspolitik. Es berät auf der Grundlage unabhängiger Forschung öffentliche Institutionen in Deutschland und weltweit zu aktuellen Fragen der Kooperation zwischen Industrie- und Entwicklungsländern.