

Mittelstand-Digital
**Zentrum
Hamburg**

LEITFADEN



BLOCKCHAIN VERSTEHEN UND RICHTIG EINSETZEN

EIN ANWENDUNGSLEITFADEN FÜR KMU

Mittelstand-
Digital 

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

BLOCKCHAIN VERSTEHEN UND RICHTIG EINSETZEN

EIN ANWENDUNGSLEITFADEN FÜR KMU

Die Verheißungen sind vielfältig: neue Geschäftsfelder erschließen, Vertrauen schaffen, Transparenz erhöhen. Blockchain kann offenbar für verschiedenste Herausforderungen in Ihrem Unternehmen die perfekte Lösung sein – das versprechen zumindest zahlreiche Dienstleister. Und Sie? Stehen mit Ihrem Unternehmen schon in den Startlöchern, ohne genau zu wissen, wo Sie anfangen sollen?

Blockchain ist viel mehr als Bitcoin und viel mehr als ein Hype, deswegen sollten Sie alles eingehend betrachten. Auch kleine und mittelständische Unternehmen können durchaus davon profitieren. Aber Achtung, tappen Sie nicht in die Technologiefalle! Denn nicht jede Technologie ist für Ihr Unternehmen in jeder Situation sinnvoll.

Dieser Leitfaden möchte Ihnen helfen, sich kritisch zum Einsatz von Blockchain zu positionieren. Wo stehen Sie aktuell, was kann die Technologie für Ihr Unternehmen leisten? Starten Sie mit einer grundlegenden Analyse, ob sich Blockchain für Sie lohnt oder ob beispielsweise eine klassische Datenbank mit weniger Aufwand dasselbe Ergebnis erzielt. Nutzen Sie diesen Leitfaden als Nachschlagewerk, wenn in einem Prozess die Frage aufkommt, ob Blockchain eine Lösung für Ihr Unternehmen sein kann. Und entscheiden Sie bewusst, ob und wann Sie diese Technologie einsetzen möchten.

Prof. Dr. Dr. h. c. Wolfgang Kersten, Prof. Dr.-Ing. Alexander Fay,
Henning Schöpfer, M. Sc. & Aron Schnakenbeck, M. Sc.

INHALTSVERZEICHNIS

EINS	Einleitung	04
ZWEI	WAS – ist die Blockchain?	06
	2.1 Grundeigenschaften der Blockchain	06
	2.2 Strukturen der Blockchain	08
	2.3 Informationssicherheit im Rahmen der Blockchain	10
DREI	WIE – lässt sich die Blockchain umsetzen?	13
	3.1 Der Anwendungsfall: Verleih von Smartphones	14
	3.2 Technologieauswahl: Blockchain oder Datenbank – welche Lösung ist besser geeignet?	15
	3.3 Blockchain für das Beispiel Smartphone-Verleih umsetzen	19
	3.4 Zwischenfazit	22
VIER	WELCHE – Strategien gibt es?	23
FÜNF	Fazit	26
SECHS	Literatur	27
SIEBEN	Mittelstand-Digital Zentrum Hamburg	30
ACHT	Impressum	31

EINS

EINLEITUNG

SHARING ECONOMY

Kernbereich der Sharing Economy ist das Teilen von Produkten und Services. Die Beispiele sind vielfältig: Carsharing (Share Now, Flinkster, Miles), Bikesharing (StadtRAD, Next Bike, Call a Bike), E-Scooter (Lime, Tier, Voi), Wohnungen (Airbnb, Wimdu, 9flats), Baumaschinen (klickrent), Smartphones (grover, smartphoneonly, fonlos). Sharing-Angebote decken eine große Spannbreite an Produkten ab. Und auch Unternehmen können freie Kapazitäten nutzen oder anbieten (manushare, v-industry, creatize). Darüber hinaus zählen Wiederverkäufe (z. B. eBay) und kollaborative Lebensweisen ebenfalls zur Sharing Economy.

Die digitale Transformation führt zu tiefgreifenden Veränderungen in Wirtschaft und Gesellschaft. Neben mehr Produktivität und Effizienz entstehen in diesem Zusammenhang nicht zuletzt neue Geschäftsmodelle. Besonders interessant ist dabei die Sharing Economy. Die sogenannte Wirtschaft des Teilens steht für einen Paradigmenwechsel: Der Zugang zu Ressourcen ist heute oftmals entscheidender als der Besitz [1]. Denn werden Ressourcen geteilt, ergeben sich viele Potenziale: geringerer Platzbedarf und geringere Kosten, verbesserte Auslastung, häufig auch schnellere Verfügbarkeit. Ein prominentes Beispiel für diese Effekte ist das Carsharing. In Metropolen ist die Auslastung von Carsharing-Fahrzeugen mehr als dreimal so hoch wie von Autos im Privatbesitz, wodurch Platzbedarf und CO₂-Ausstoß effektiv reduzieren werden [2]. Es überrascht also nicht, dass die Sharing Economy einen zentralen Beitrag zu einer nachhaltigen Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft leisten kann [3].

Der Sharing Economy sind Grenzen gesetzt, was vor allem auf mangelndes Vertrauen zurückzuführen ist. Einer Studie des Bundeswirtschaftsministeriums zufolge bieten beispielsweise viele Menschen ihre Wohnungen nicht an, aus Sorge, diese nicht in einem ordentlichen Zustand wiederzuerhalten [4]. Zusätzlich stehen einige Plattformen aufgrund fragwürdiger Nutzung von Daten sowie Problemen der Datensicherheit in der Kritik [5]. Bei Geschäften zwischen Unternehmen (B2B-Bereich) werden die

Potenziale noch nicht ausgeschöpft, da in Wertschöpfungsnetzwerken traditionell nur wenig Vertrauen herrscht. So fürchten Unternehmen bei der Weitergabe wichtiger Geschäftsdaten, wie etwa freier Produktionskapazitäten, um ihre Wettbewerbsposition und betrachten zentrale Plattformen daher misstrauisch [6]. Viele Sharing-Angebote gehen zudem auf die Initiative großer Unternehmen zurück. Doch die meisten Betriebe favorisieren nur ungern den Standard der Konkurrenz. Alles in allem werden somit die Potenziale der Sharing Economy wie Nachhaltigkeit, Kosteneinsparungs- und Wachstumspotenziale nicht vollständig ausgeschöpft.

Die **Blockchain-Technologie** hat sich als Gegenentwurf zu zentralen Lösungen in den letzten Jahren als dezentrale Alternative etabliert, mit der komplexe Geschäftsprozesse und deren Daten abgebildet werden können. Sie ist aktuell in einer frühen Entwicklungsphase, wird aber kontinuierlich weiterentwickelt. Bereits heute lassen sich vertragliche Konstellationen über die Blockchain darstellen und so Vertrauensprobleme lösen [7]. Vor allem Unternehmen profitieren davon, dass eine vertrauenswürdige dritte Instanz bei Blockchain-Lösungen häufig nicht nötig ist. So besteht ein geringeres Risiko, die Wettbewerbsposition zu verlieren.

Technisch betrachtet ist die Blockchain kompliziert. Vielen Unternehmen fehlt das nötige Hintergrundwissen, um eine ausgewogene Technologiebewertung durchzuführen. Dies ist besonders für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) problematisch, die nur über begrenzte Ressourcen verfügen. Als Unternehmen benötigen Sie Know-how, um die vielfältigen Lösungen zu sichten, deren Potenzial situativ zu bewerten und dann die richtige Technologie auszuwählen. Das kann die Blockchain sein, muss es aber nicht.

Dieser Leitfaden gibt anhand eines praktischen Beispiels – ein vereinfachter Verleihprozess von Smartphones – einen Einblick in die Auswahl und Funktionsweise der Blockchain. So können Sie die Technologie besser verstehen, um sie anschließend im Hinblick auf mögliche Potenziale für Ihr Unternehmen zu bewerten. Darüber hinaus zeigt der Leitfaden mögliche Strategien im Umgang mit der Blockchain auf, die Sie auf Ihr KMU übertragen können. Das Ziel ist, dass Sie kompetente und fundierte Entscheidungen treffen können, ob und wann der Einsatz von Blockchain in Ihrem Unternehmen sinnvoll ist.

ZWEI

WAS – IST DIE BLOCKCHAIN?

Erfahren Sie mehr über die Grundlagen der Blockchain, ihre zentralen Eigenschaften und die wichtigsten Blockchain-Strukturen. Ein Entscheidungsbaum hilft Ihnen, die passende technologische Lösung für die Anwendungsfälle in Ihrem Unternehmen auszuwählen. Außerdem lernen Sie die Aspekte der Informationssicherheit im Kontext der Blockchain kennen.

2.1 Grundeigenschaften der Blockchain

Die Blockchain kann als spezielle Form eines **verteilten Datenspeichers** verstanden werden. Eintragungen sowie Veränderungen der Datenbank erfolgen über **Transaktionen**. Im Vergleich mit zentral verwalteten, klassischen Datenbanken zeichnen sich Blockchains durch drei Grundeigenschaften aus: **Dezentralität**, **Verifizierbarkeit** und **Unveränderbarkeit** [8].



Abb. 1: Die drei wesentlichen Grundeigenschaften der Blockchain (modifiziert nach [8])

DEZENTRALITÄT

Es liegen an vielen verschiedenen örtlich getrennten Punkten vollständige Kopien der Blockchain (und somit der Daten) vor. Eine zentrale Stelle, der alle Beteiligten vertrauen müssen, ist daher nicht erforderlich. Das System Blockchain ist als Peer-to-Peer-Netzwerk strukturiert, bei dem alle Akteure gleichberechtigt teilnehmen können. Dass die Daten dezentral gespeichert werden, begünstigt einerseits deren **Verfügbarkeit**, andererseits wirkt sich dies negativ auf die **Performance** und somit den Durchsatz aus.

VERIFIZIERBARKEIT

Sämtliche Transaktionen (und somit Veränderungen in der Datenbank) lassen sich eindeutig ihren Urhebern zuordnen, da jede Transaktion eine Art **digitale Unterschrift** erhält. Diese Unterschrift basiert auf einem **öffentlichen** und einem **privaten Schlüssel** (engl. public/private key) [14]. Der Ablauf ist bei jeder Blockchain individuell, das Grundprinzip aber identisch. Innerhalb der Blockchain ist der öffentliche Schlüssel allgemein bekannt. Wird eine Transaktion mit dem privaten Schlüssel unterschrieben und verschickt, lässt sich der Absender anhand des bekannten öffentlichen Schlüssels eindeutig verifizieren. Allerdings bezieht sich dies nur auf die Adresse im Netzwerk, nicht auf die reale Identität der Person, die die Transaktion ausgelöst hat. Darüber hinaus verlangt diese Blockchain-Eigenschaft ein hohes Maß an **Transparenz**, wodurch pauschal Abstriche bei der Ablage **vertraulicher Daten** gemacht werden müssen.

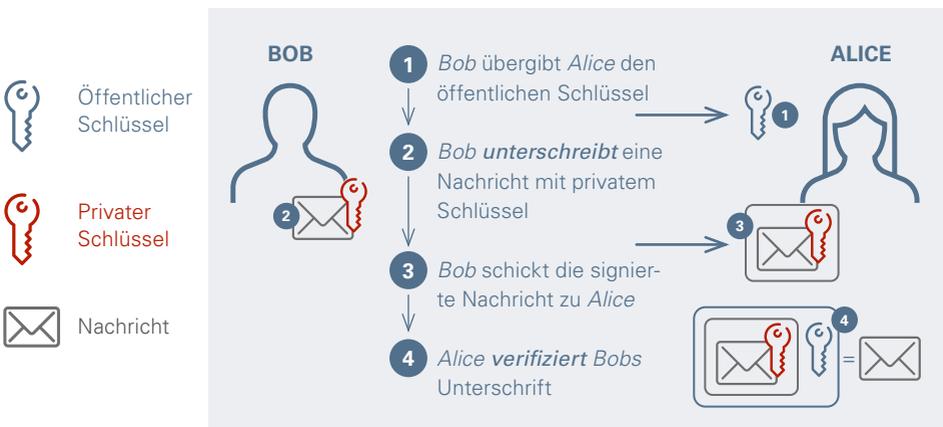


Abb. 2: Digitale Signaturen nach dem Zwei-Schlüssel-Prinzip (eigene Darstellung in Anlehnung an [9])

UNVERÄNDERBARKEIT

Die Daten der Blockchain sind praktisch nicht manipulierbar, was über einen sogenannten **Konsens-Algorithmus** sichergestellt wird. Ziel ist, im dezentralen Netzwerk Einigkeit (Konsens) über den aktuellen und richtigen Zustand der Blockchain herzustellen. Hierfür wird eine bestimmte Anzahl an Transaktionen zu einem **Block** zusammengefasst und anschließend dessen Richtigkeit geprüft. Im Fall der Kryptowährung Bitcoin wird das über die Lösung einer Rechenaufgabe realisiert [10]. Da dieses Vorgehen sehr energieintensiv ist, existieren mittlerweile auch alternative Ansätze. Ist der durch den Konsens-Algorithmus geprüfte Block valide, wird dieser mit den älteren Blöcken kryptografisch verbunden, wodurch eine **Kette** (engl. chain) entsteht. Diese Kette ist so gestaltet, dass bei Manipulation eines älteren Blocks zugleich auch alle späteren Blöcke verändert werden müssen. Um die Blockchain effektiv zu manipulieren, müsste ein Angreifer daher substantielle Teile des gesamten Netzwerks übernehmen, was in der Praxis jedoch äußerst unwahrscheinlich ist. Eine Folge dieser Eigenschaft ist, dass die Historie der Daten, die einmal in der Blockchain abgelegt wurden, nicht wieder gelöscht werden kann.

2.2 Strukturen der Blockchain

Obwohl weitere Zwischenformen existieren, lassen sich aufgrund unterschiedlicher Anforderungen pauschal zwei Blockchain-Strukturen benennen:

Öffentliche genehmigungsfreie Blockchains

Bei diesen Blockchains verfügt grundsätzlich jeder über öffentliche Leserechte und genehmigungsfreie Schreibrechte. Beispiele sind die Kryptowährung Bitcoin [10] und Ethereum [11].

Private genehmigungsbasierte Blockchains

Das Leserecht ist bei privaten Blockchains nur einem bestimmten Nutzerkreis vorbehalten, ebenso basiert das Schreibrecht auf einer Genehmigung. Private Blockchains werden primär im B2B-Bereich eingesetzt. Prominente Beispiele sind die Handelsplattform TradeLens, bei der es um die Nachverfolgung von Containern in der Schifffahrt geht [12], und das Unternehmen Walmart, das sich mit der Rückverfolgung von Nahrungsmitteln befasst [13], wobei beide Projekte die Blockchain Hyperledger Fabric nutzen.

BLOCKCHAIN VS. DATENBANK

Sie möchten tiefer einsteigen? Empfehlenswert ist der englischsprachige Artikel mit dem plakativen Titel „Do you Need a Blockchain?“ der Wissenschaftler Wüst und Gervais: <https://eprint.iacr.org/2017/375.pdf>



Privat oder öffentlich – welche Blockchain setzen Sie am besten in bestimmten Bereichen Ihres Unternehmens ein? Hier hilft ein Entscheidungsbaum (siehe Abb. 3) der Wissenschaftler Wüst und Gervais [14], der für diesen Leitfaden leicht modifiziert wurde. Mithilfe einfacher Abfragen können Sie feststellen, ob und welche Struktur der Blockchain für einen bestimmten Anwendungsfall als Lösung prinzipiell geeignet erscheint.

Grundsätzlich sollten Sie kritisch hinterfragen, ob die Blockchain überhaupt eine sinnvolle Option für Ihren Fall ist. Sofern Daten gespeichert werden sollen, entscheiden Sie als Nächstes, ob die Ablage nur innerhalb einer Organisation erfolgt, ob eine vertrauenswürdige dritte Instanz vorhanden ist und ob alle Beteiligten vertrauenswürdig sind. Das Resultat: Mit hoher Wahrscheinlichkeit ist anstatt einer Blockchain eine klassische Datenbank vorzuziehen. Sind vorab nicht alle potenziellen Beteiligten bekannt, kann dennoch eine öffentliche Blockchain sinnvoll sein. Sofern zwar alle bekannt sind, aber nicht zu allen ein Vertrauensverhältnis besteht, kann hingegen die Wahl einer private Blockchain vorteilhaft sein.

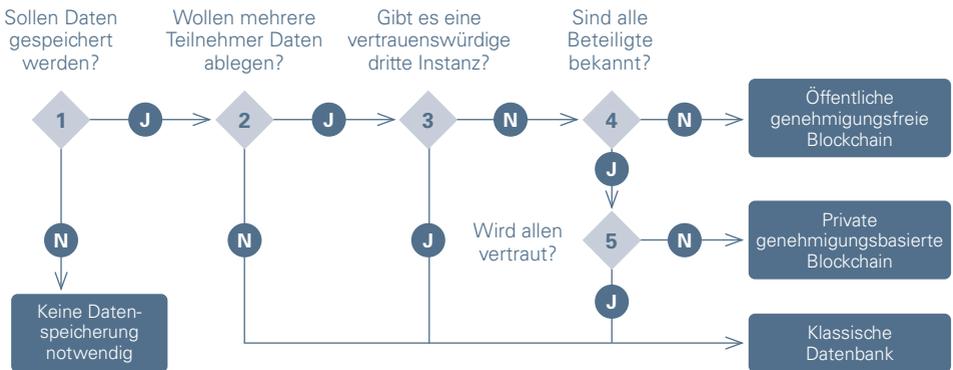


Abb. 3: Entscheidungsbaum zur Auswahl einer Blockchain-Struktur (modifiziert nach [14])

2.3 Informationssicherheit im Rahmen der Blockchain

Die zentralen Grundeigenschaften der Blockchain (Dezentralität, Verifizierbarkeit und Unveränderbarkeit) können Zielkonflikte verursachen. Ergänzend zu den Blockchain-Strukturen (öffentlich oder privat) sollten Sie daher bei der Entscheidung für eine Blockchain-Lösung die Informationssicherheit berücksichtigen. Das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik hebt für die Blockchain folgende wichtige Schutzziele hervor: Integrität, Authentizität, Verfügbarkeit, Vertraulichkeit und Anonymität von Daten [15].



Integrität bedeutet, dass die Daten sowohl **vollständig** als auch **unversehrt** sind. Datenintegrität umfasst ebenfalls, dass Daten nicht ohne Berechtigung verändert werden dürfen. Im Fall der Blockchain ist dies generell durch die Grundeigenschaft der Unveränderbarkeit (bezogen auf Manipulation) weitestgehend sichergestellt und wird über die kryptografische Verkettung der Blöcke zu einer Blockchain erreicht.

Authentizität heißt, dass Daten tatsächlich von der angegebenen Quelle erstellt worden sind. Darüber hinaus schließt Authentizität mit ein, dass die Herkunft von Daten eines entsprechenden Kommunikationspartners überprüfbar ist. Das wird bei der Blockchain durch die Grundeigenschaft der Verifizierbarkeit in Form digitaler Unterschriften sichergestellt. Allerdings kann in der Regel nur die Adresse **innerhalb** des Netzwerks sichergestellt werden, nicht jedoch die reale Identität. Hierzu würden zusätzliche Systeme benötigt, die sich meist leichter in privaten Blockchains implementieren lassen.

Verfügbarkeit bedeutet, dass Daten wie gewünscht abgerufen werden können. Darüber hinaus schließt Verfügbarkeit den ständigen Zugriff auf die Daten ein. Das ist gleichermaßen bei öffentlichen wie privaten Blockchains durch die Grundeigenschaft der Dezentralität gegeben. Die Dezentralität führt bei Blockchains im Gegensatz zu klassischen Datenbanken dazu, dass es keinen Bereich gibt, der automatisch zum kompletten Versagen des gesamten Systems führen kann, wie beispielsweise beim Ausfall eines zentralen Servers.

Vertraulichkeit beschreibt den beschränkten Zugang der Daten für einen bestimmten gewünschten Personenkreis. Dieses Schutzziel ist bei öffentlichen Blockchains problematisch, da die Transaktionsdaten in der Regel unverschlüsselt in der Blockchain vorliegen. Vertraulichkeit ist aufgrund der notwendigen Transparenz daher konzeptionell grundsätzlich nicht vorgesehen. In privaten Blockchains ist Vertraulichkeit zumindest nach außen gewährleistet, da nur ein begrenzter Personenkreis Zugang besitzt. Im Ergebnis sollte Vertraulichkeit beim Einsatz einer Blockchain daher keine Anforderung sein [15].

Anonymität bedeutet, dass unterschiedliche Daten nicht derselben Person zugeordnet werden können. Darüber hinaus bedeutet **Pseudoanonymität**, dass Daten oder Handlungen nicht den entsprechenden realen Identitäten und Personen zugeordnet werden können. Grundsätzlich ist für Blockchains nicht die Anonymität, sondern höchstens Pseudoanonymität erfüllt, da alle Beteiligten zwar eine eindeutige Adresse besitzen, diese aber zunächst keiner realen Person zuzuordnen ist. Es ist jedoch möglich, die Identität von Personen oder Organisationen über weitere Kontextdaten zu identifizieren (Triangulation).

Bei öffentlichen Blockchains ist dieser Aspekt durch die größere Anzahl an Beteiligten weniger problematisch, aber dennoch umsetzbar. Vertiefender Lesetipp für den Anwendungskontext: Hackius et al. [16].

Neben diesen Schutzziele sollten Sie weitere Ziele wie Ressourcenbedarf, Reaktionszeit und den möglichen Durchsatz der Daten beachten. So ist generell festzuhalten, dass öffentliche Blockchains in diesen Kategorien am schlechtesten abschneiden und eine klassische Datenbank die besten Performance-Eigenschaften aufweist. Private Blockchains können aus diesem Blickwinkel als Kompromiss verstanden werden. Das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik hat eine Bewertung der hier vorgestellten Schutzziele vorgenommen. Diese und die weiteren Ziele können neben den prinzipiellen Blockchain-Strukturen als weitere Kriterien in die Bewertung mit einbezogen werden.

	Blockchain (öffentlich, genehmigungsfrei)	Blockchain (privat, genehmigungsbasiert)	Klassische Datenbank
Integrität	●	●	●
Authentizität	◐	◐	●
Verfügbarkeit	●	●	◐
Vertraulichkeit	○	◐	◐
Pseudoanonymität	◐	○	○
Robust gegen Missbrauch	●	◐	◐
Ressourcenbedarf	○	◐	●
Reaktionszeit	◐	◐	◐
Durchsatz	◐	◐	●

Abb. 4: Schutzziele der Informationssicherheit bezogen auf Strukturen der Blockchain (modifiziert nach [15])

DREI

WIE – LÄSST SICH DIE BLOCKCHAIN UMSETZEN?

Wie können Sie die Blockchain in Ihrem Unternehmen konkret einsetzen? Ein Anwendungsfall aus der Sharing Economy verdeutlicht die Vorgehensweise. Hier wird beispielhaft ein Smartphone-Verleih abgebildet, der per Blockchain abgesichert werden soll. Als Erstes vergleichen Sie verschiedene technische Lösungen mithilfe eines Entscheidungsbaums. Im nächsten Schritt folgt die technische Umsetzung. Dabei erfahren Sie, wie über die Blockchain mehr Vertrauen in die Daten geschaffen wird und Sie die Herausforderungen gezielt angehen können.

**BLOCKCHAIN-DEMONSTRATOR**

Eine Video-Präsentation des Anwendungsfalls können Sie hier anschauen:

<https://www.youtube.com/watch?v=L0OylyPSrxU>



3.1 Der Anwendungsfall: Verleih von Smartphones

Das Mittelstand-Digital Zentrum Hamburg hat zur Veranschaulichung einen Blockchain-Demonstrator entwickelt: ein exemplarischer Ausleihprozess von Smartphones, da diese allgegenwärtig sind und einen vergleichsweise hohen Wert besitzen. Im fiktiven Szenario vermietet ein Unternehmen Smartphones an seine Kundschaft, wobei beide Parteien einen Vertrag aushandeln, in dem die Konditionen des Verleihs fixiert sind.

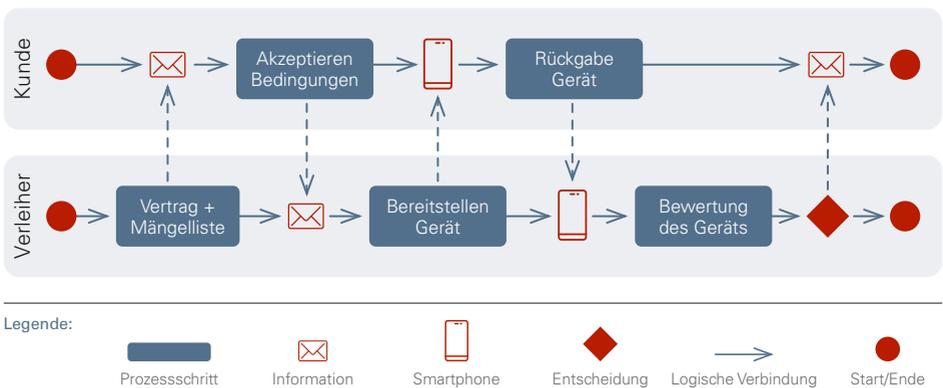


Abb. 5: Klassischer Verleihprozess am Beispiel von Smartphones

Abb. 5 zeigt den klassischen papierbasierten Verleihprozess. Der Verleiher legt zu Beginn die Konditionen des Vertrags fest und fügt eine Mängelliste bei, die den Zustand des Geräts beschreibt. Der Kunde willigt ein und bezahlt eine Kautions für das Gerät, anschließend wird ihm das Smartphone zur vereinbarten Nutzung übergeben. Nach Ende des Verleihs gibt der Kunde das Gerät zurück. Der Verleiher prüft, ob Schäden am Smartphone entstanden sind, bewertet diese und entscheidet, ob der Kunde seine Kautions zurückerhält.

Der klassische Prozess besitzt jedoch einige Schwächen (vgl. Abb. 6). Es können Konflikte entstehen, wenn der Verleiher die Mängelliste nicht vollständig ausfüllt (1a) oder der Kunde nicht alle Fehler meldet (1b). Weiteres Konfliktpotenzial birgt die Frage, ob ein Schaden vor oder nach der Rückgabe verursacht worden ist und wer somit die Verantwortung trägt (2). Auch bei der Bewertung der Schäden durch den Verleiher und der damit verbundenen gegebenenfalls nicht vollständigen Rückzahlung der Kautions kann es Unstimmigkeiten geben (3).

Um die Konflikte zu adressieren, soll der Prozess technologisch unterstützt werden. Ziel ist eine einheitliche Datenlage, der alle vertrauen und anhand derer Konflikte zwischen den Beteiligten gelöst werden können. Daher wurden spezielle Use Cases definiert (s. Abb. 6). Mithilfe von Sensoren können entsprechende Daten, die die Schäden beschreiben, erfasst werden (1). Damit nachvollziehbar ist, wer für etwaige Schäden verantwortlich ist, bestätigen Verleiher und Kunde die Geräteübergabe (2), wobei die Daten gespeichert werden. Darauf aufbauend kann der Gerätezustand anschließend regelbasiert und objektiv bewertet werden (3).

Nr.	Problem	Use Case
1a)	Ist die Mängelliste vollständig?	Kunde und Verleiher sollen die Möglichkeit haben, die erfassten Sensordaten einzusehen
1b)	Hat der Kunde bei der Rückgabe alle Schäden angezeigt?	
2)	In wessen Verantwortungsbereich liegt der Schaden?	Der Gefahrenübergang wird mithilfe einer Bestätigung durch die Akteure nachvollziehbar gemacht
3)	Hat der Verleiher die Schäden fair bewertet?	Die Kautionsbewertung wird automatisiert auf Basis der Sensordaten abgewickelt

Abb. 6: Probleme des klassischen Verleihprozesses und daraus resultierende Use Cases

3.2 Technologieauswahl: Blockchain oder Datenbank – welche Lösung ist besser geeignet?

Die Anforderungen an den Demonstrator, die in Form von Use Cases definiert sind, müssen technisch umgesetzt werden. Neben einer privaten oder öffentlichen Blockchain-Struktur kommt zur Erfassung der Sensordaten und Gefahrenübergänge eine zentral verwaltete klassische Datenbank infrage. Um die passende Technologie zu bestimmen, wird zunächst ein Entscheidungsbaum genutzt.

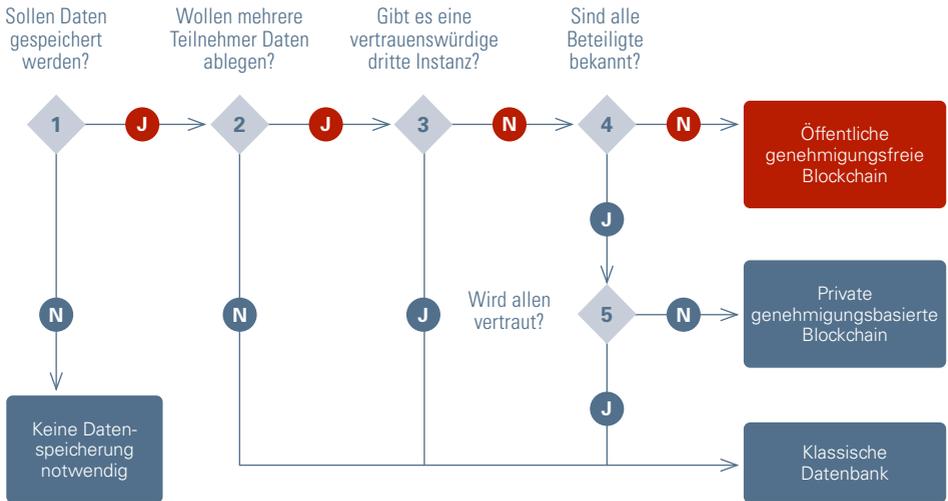


Abb. 7: Entscheidungsbaum für den Blockchain-Demonstrator „Verleih von Smartphones“

Für die Bewertung über den Entscheidungsbaum wird angenommen, dass folgende Voraussetzungen gelten:

- 1 Es ist notwendig, Daten zu speichern. Sowohl die Sensordaten des Geräts als auch die Einwilligungen der Akteure in die Übergabe des Geräts werden erfasst, sodass die erste Frage des Entscheidungsbaums mit Ja beantwortet wird.
- 2 Verschiedene Akteure benötigen Schreibberechtigungen. Verleiher, Kunden und die Geräte selbst müssen Daten schreiben können, daher ist diese Frage mit Ja zu beantworten.
- 3 Aufgrund von mangelndem Vertrauen kann keiner der beteiligten Verleiher eine klassische Datenbank verwalten. Es gibt keinen Dritten, der diese Rolle übernehmen könnte. Somit wird die dritte Frage mit Nein beantwortet.
- 4 Anschließend ist zu entscheiden, ob alle schreibberechtigten Akteure bekannt sind. Dies ist nicht der Fall, da die Kunden wechseln und auch der Verleiher das Gerät weiterverkaufen könnte. Damit muss die vierte Frage mit Nein beantwortet werden.

Das vorläufige Ergebnis: Eine öffentliche Blockchain ist möglicherweise eine sinnvolle Lösung zur Umsetzung der Use Cases.



Im nächsten Schritt soll mithilfe der Schutzziele (vgl. Abb. 4, Seite 12) geprüft werden, ob die gespeicherten Daten ausreichend geschützt sind. Der Schutz der Daten ist wichtig, um Vertrauen zu schaffen – in die Daten selbst und somit in den Ausleihprozess der Smartphones.

Authentizität ist erforderlich, damit nur diejenigen mit dem Prozess interagieren können, die über die entsprechenden Berechtigungen verfügen. So sollte nur das ausgeliehene Gerät Sensordaten senden und nur Verleiher und Kunde die Bestätigung zur Geräteübergabe geben können. **Datenintegrität** ist gefordert, weil die gesamte Historie der Sensordaten erhalten bleiben soll und diese durch keine Partei manipuliert oder gelöscht werden darf. Auch die **Verfügbarkeit** der Daten ist notwendig, da alle Daten, die von den Akteuren erfasst werden (also die Sensordaten und die Bestätigung des Gefahrenübergangs) ständig abrufbar sein sollen und ein Datenverlust so gut wie ausgeschlossen sein sollte. Zumindest **Pseudoanonymität** sollte beim Smartphone-Verleih gelten, da anzunehmen ist, dass sowohl die Kundschaft, als auch die Unternehmen ihre realen Identitäten geschützt sehen wollen. **Vertraulichkeit** der Daten ist erforderlich, denn es handelt sich aus Kundenperspektive möglicherweise um personenbezogene Daten. Aus Sicht des Verleihers sollten die Daten ebenfalls vertraulich behandelt werden, weil sonst möglicherweise Informationen über Geschäftsinterna an die Konkurrenz preisgegeben werden.

SMART CONTRACT

Ein Smart Contract ist ein Computerprogramm auf der Blockchain. Der Name Contract, zu Deutsch Vertrag, leitet sich von der Vorstellung ab, dass diese Programme vertragliche Vereinbarungen über die Blockchain absichern [17]. Trotz der Vorsilbe Smart verbirgt sich dahinter jedoch nicht mehr als ein programmiertes Regelwerk. Wichtig ist, dass aufgrund der Blockchain-Grund-eigenschaft Unveränderlichkeit das Verhalten eines Smart Contract nach der Erstellung nicht mehr verändert werden kann.

Die über den Entscheidungsbaum gewählte Form der öffentlichen Blockchain erfüllt die Schutzziele Authentizität, Integrität und Verfügbarkeit vollständig, Pseudoanonymität teilweise, Vertraulichkeit hingegen nicht (vgl. Abb. 4, Seite 12). Authentizität, Datenintegrität und Verfügbarkeit sind wichtig für den Anwendungsfall, da sie das Vertrauen in die entsprechenden Daten stärken und somit auch das Vertrauen in das Produkt, den Smartphone-Verleih. Zwar besitzt innerhalb der betrachteten technischen Lösungen Pseudoanonymität bei öffentlichen Blockchains (verglichen mit privaten Blockchains und klassischen Datenbanken) die höchste Ausprägung, was also für eine öffentliche Blockchain als Lösung spricht. Dass jedoch das Kriterium der Vertraulichkeit nicht erfüllt ist, ist hingegen kritisch zu bewerten. Es existieren im Rahmen des aktuellen Stands der Technik einige Ansätze, um diesem Problem zu begegnen (einen Überblick bietet Berghoff et al. [15]). Allerdings ist bei der Nutzung eines Smart Contract festzustellen, dass Vertraulichkeit nicht oder nur mit zusätzlichen Mechanismen erreicht werden kann, die einen sehr hohen Aufwand erfordern [15]. **Der grundlegende Zielkonflikt zwischen der vom System benötigten Transparenz und der von den miteinander agierenden Parteien geforderten Vertraulichkeit kann ab einem gewissen Grad nicht mehr überwunden werden.** So haben all diese Ansätze wiederum Vor- und Nachteile, die bei ihrem Einsatz mit den Anforderungen verglichen werden müssen.

Nach der hier durchgeführten Technologiebewertung lässt sich durchaus nachvollziehbar argumentieren, dass eine Blockchain keine geeignete technische Lösung für den Anwendungsfall Smart-

phone-Verleih ist. Dennoch soll der Anwendungsfall weiterhin als Beispiel dienen. Um eine mögliche Umsetzung per Blockchain-Technologie zu illustrieren, wird davon ausgegangen, dass Vertraulichkeit in diesem Fall kein kritisches Schutzziel ist.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass eine öffentliche Blockchain als technische Lösung für das Beispiel Smartphone-Verleih durchaus Vorteile bringt, was Vertrauen in die Daten schaffen kann. Doch es gibt auch Nachteile, wie etwa die fehlende Vertraulichkeit. Diese Zielkonflikte müssen in jedem Anwendungsfall individuell abgewogen und bewertet werden.

3.3 Blockchain für das Beispiel Smartphone-Verleih umsetzen

Bei dem Verleih des Smartphones werden exemplarisch Temperaturabweichungen und Stürze am Gerät mit Temperatur- und Beschleunigungssensoren erfasst und an einen Smart Contract gesendet, über den der Verleihprozess abgebildet ist. Um die Sensordaten auszulesen, wurde eine Android-basierte App entwickelt und auf dem verliehenen Smartphone installiert, das die Daten automatisiert an den Smart Contract sendet. Verleiher und Kunde interagieren über eine browserbasierte Anwendung mit der Blockchain. Als Technologie wurde die öffentliche Blockchain Ethereum gewählt, der Smart Contract wurde in Solidity [18] programmiert.

ETHEREUM

Das öffentliche, genehmigungsfreie Blockchain-System Ethereum ist insbesondere im Zusammenhang mit Smart Contracts bekannt. Zahlungsmittel in diesem System ist Kryptowährung Ether, die neben Bitcoin am verbreitetsten ist.



Mehr zu Ethereum:

<https://ethereum.org/en/whitepaper/>

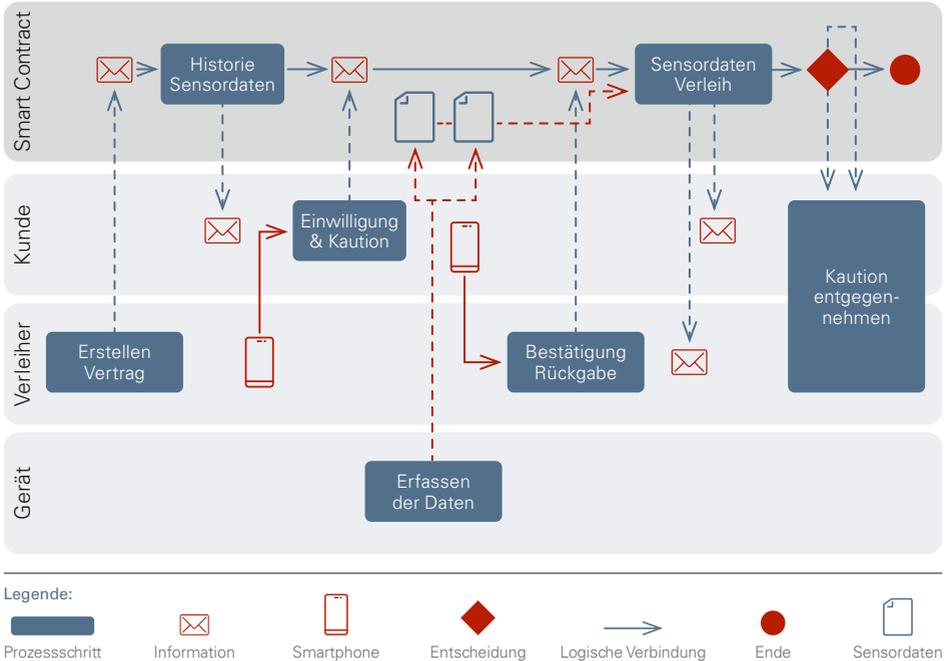


Abb. 8: Der Verleihprozess von Smartphones unter Nutzung einer Blockchain

Der neue Verleihprozess basierend auf einer Blockchain ist in Abb. 8 dargestellt. Verglichen mit dem ursprünglichen Prozess (s. Abb. 5, Seite 14) erscheint er zunächst komplizierter. Die einzelnen Prozessschritte, an denen Kunde und Verleiher beteiligt sind, haben sich jedoch stark vereinfacht, da viele Schritte nun vom Smart Contract übernommen werden.

Der Prozess beginnt damit, dass der Verleiher den gesamten Vorgang in digitaler Form anlegt. Der Kunde hat zunächst die Möglichkeit, die Historie der Sensordaten einzusehen und sie mit den Verleihbedingungen zu vergleichen. Willigt der Kunde ein und sendet die Kautions an den Smart Contract, erhält er das Gerät und der Verleihprozess beginnt. Das Gerät zeichnet nun Daten auf, die von der Blockchain erfasst werden. Gibt der Kunde bei Ende des Verleihs das Smartphone zurück, bestätigt der Verleiher den Vorgang im Smart Contract. Nun können beide die Sensordaten des Verleihprozesses einsehen. Parallel dazu wertet der Smart Contract die Bedingungen für die Rückgabe der Kautions aus, indem geprüft wird, ob definierte Grenzwerte überschritten wurden.

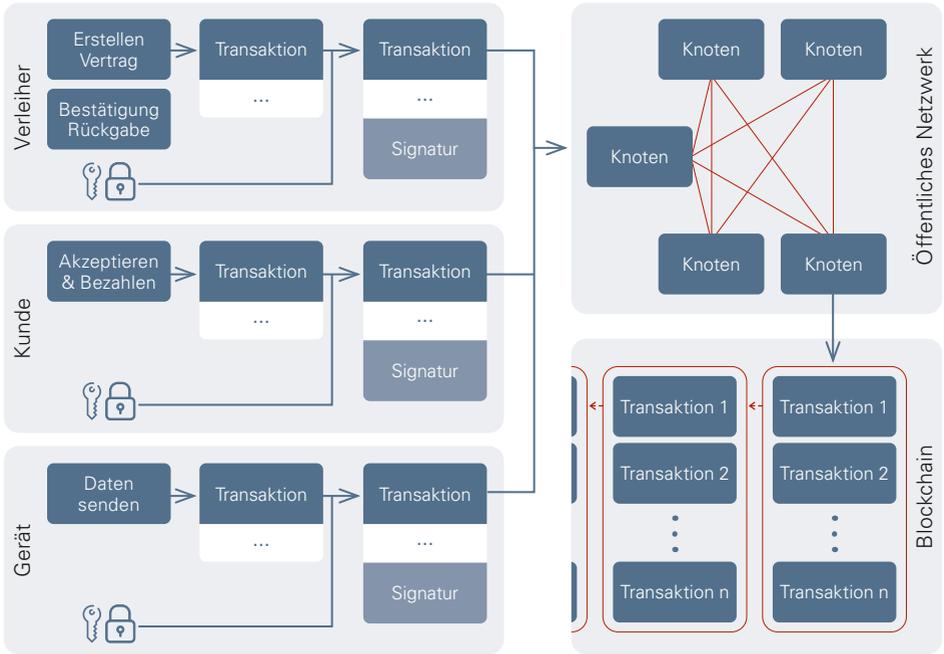


Abb. 9: Architektur der Blockchain-Anwendung (modifiziert für den Smartphone-Verleih nach [19])

Abb. 9 zeigt die Architektur des Demonstrators mit Nutzung einer Blockchain. Links sind die Akteure dargestellt, die mit der Blockchain interagieren. Die rechte Seite zeigt die Blockchain selbst sowie das Netzwerk, das sie verwaltet. Das Netzwerk besteht aus einzelnen Knoten, die jeweils über eine Kopie der Blockchain verfügen. Der Smart Contract ist bezüglich des Netzwerks kein Akteur, sondern Teil der Blockchain. Die einzelnen Prozessschritte (von der Vertragserstellung bis zur Rückgabe der Kautions), die in Abb. 8 als rote Kästchen dargestellt wurden, finden sich im Smart Contract als Funktionen wieder und können von den Akteuren aufgerufen werden, indem sie als Transaktion an das Netzwerk gesendet werden.

Jede Transaktion enthält verschiedene Datenwerte und wird vom Absender signiert. Dafür verfügt jeder Akteur über ein Schlüsselpaar (privat und öffentlich, Schlüssel-Schloss-Symbol in Abb. 9). Kunde und Verleiher müssen für jede Funktion, die sie im Smart Contract aufrufen – beispielsweise die Bestätigung der Übergabe des Smartphones – ihren

entsprechenden privaten Schlüssel nutzen, vergleichbar mit einem Passwort. So sind die gesendeten Daten für andere Akteure später **verifizierbar** und es wird sichergestellt, dass nur die berechtigten Parteien mit dem Prozess interagieren. Die signierten Transaktionen werden an das Netzwerk gesendet, wo sich mithilfe des Konsens-Algorithmus auf eine einheitliche Datenlage geeinigt wird. Durch diesen Algorithmus ist eine **dezentrale** Verwaltung der Daten ermöglicht, sodass eine Gleichberechtigung zwischen den Beteiligten entsteht. Einzelne Akteure – wie etwa zuvor der Verleiher – können nicht mehr entscheiden, welche Daten gespeichert werden oder wie die Kautionsauswertung erfolgt. Sobald genügend Transaktionen im Netzwerk eingegangen sind, erstellt ein Knoten einen neuen Block, der die Daten des Verleihprozesses in Form von Transaktionen enthält, und fügt ihn der Blockchain hinzu. Über die kryptografische Verkettung der Blöcke sind die Daten nun **unveränderbar** in der Blockchain enthalten. Manipulationen von Daten oder dem Smart Contract sind praktisch nicht möglich und die Daten – beispielsweise die Sensordaten, die den Gerätezustand beschreiben – können zukünftig abgerufen werden.

3.4 Zwischenfazit

Anhand des Beispiels Smartphone-Verleih wurde der Auswahlprozess einer Blockchain-Lösung gezeigt. Dafür wurde ein Entscheidungsbaum genutzt. Anschließend wurden die Schutzziele identifiziert, wodurch sich weitere wichtige Anforderungen an die Datensicherheit ergeben haben. Eine exemplarische Umsetzung des Prozesses mithilfe von Ethereum zeigt, dass reale Geschäftsprozesse grundsätzlich mit der Blockchain abgebildet und Vertrauensprobleme gelöst werden können.

VIER

WELCHE – STRATEGIEN GIBT ES?

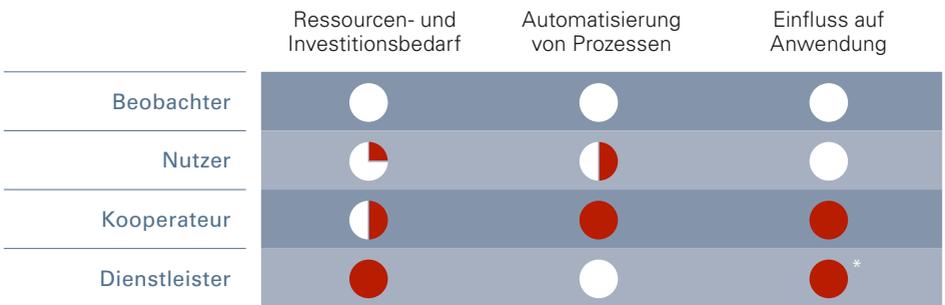
Was denken Sie – wie wird Blockchain die Geschäftswelt verändern? Wollen Sie und Ihr Unternehmen direkt auf die neue Technologie setzen oder erst einmal die Entwicklungen beobachten?

Es ist schwierig zu bewerten, wie umfassend und wie schnell sich die Technologie in der Praxis durchsetzen wird. Doch es ist davon auszugehen, dass sich Blockchain-Lösungen speziell in vernetzten Industrien etablieren werden, in denen Vertrauensprobleme zwischen Organisationen eine große Rolle spielen [20]. Vor allem für kleine und mittlere Unternehmen, die nur begrenzte Ressourcen haben, ist daher eine vorausschauende Strategie zum Umgang mit dieser neuen Technologie bedeutend. Daher verrät Ihnen dieser Leitfaden, wie Sie und Ihr Unternehmen sich zu Blockchain positionieren können [basierend auf 20, 21].

Das Entwickeln und Betreiben einer Plattform, wie in diesem Leitfaden exemplarisch vorgestellt, birgt in der Praxis einige weitere Herausforderungen: Zum einen ist ein Netzwerkeffekt zu beobachten. Je mehr Parteien auf der Plattform vertreten sind, desto höher ist der Nutzen für die einzelnen Akteure. Gleichzeitig ist die Integration beispielsweise in die IT-Infrastruktur mit Kosten verbunden. Dies erschwert das Aufsetzen einer solchen Plattform. Die Plattform und ihr(e) Betreiber müssen die zukünftig Beteiligten daher überzeugen – und das in doppelter Weise: Denn beim Austausch von Informationen zwischen Unternehmen bestehen Vertrauensprobleme. Angst vor der Preisgabe vertraulicher Geschäftsdaten oder vor einer verbesserten gegnerischen Wettbewerbsposition schränken den Austausch ein. Mit der Blockchain-Technologie besteht die Möglichkeit, eine unabhängige dezentrale Plattform zu schaffen, die das Vertrauen in die entsprechenden Daten stärkt und sämtlichen Beteiligten zur Verfügung steht [22]. Dazu ist eine offene, betreiberunabhängige Implementierung der Plattform notwendig. Das alleinige Vertrauen in die Daten ist nicht ausreichend. Der Initiator muss einen Teil der Kontrolle aufgeben, um einen gleichberechtigten Wettbewerb über die Plattform zu ermöglichen [12]. Bezogen auf das Smartphone-Beispiel könnte der Initiator im Zweifelsfall eben nicht bestimmen, welche Daten gespeichert werden, oder diese verändern. Die Grundeigenschaft der Dezentralität von Blockchain bietet hier einen technologischen Ansatz. Allerdings gilt es, die

potenziell Beteiligten ebenfalls zu überzeugen, dass die Plattform in der Lage ist, auf sich ändernde Herausforderungen und Anforderungen zu reagieren sowie erforderliche Partnerschaften (z. B. mit Behörden) einzugehen [12]. Dieser zweite Punkt ist nicht zuletzt für KMU relevant, da hierfür Marktmacht und Ressourcenstärke eine besondere Rolle spielen.

Für Unternehmen lassen sich im Umgang mit der Blockchain-Technologie folgende Rollen unterschieden: Beobachter, Nutzer, Kooperationspartner und Dienstleister (s. Abb. 10 [21]).



*setzt Kundenanforderungen um

Abb. 10: Vergleich der Rollen von Akteuren (modifiziert nach [20])

Der **Beobachter** nutzt in seiner Rolle selbst keine Blockchain-Anwendung, sondern betrachtet die Entwicklung der Technologie und ihre Auswirkungen auf das eigene Geschäftsfeld [21]. In dieser Rolle erfolgt ein Mindestmaß an Beschäftigung mit Blockchains, da davon auszugehen ist, dass die Blockchain in Zukunft eine bedeutende Technologie sein wird. Hier ist jedoch das Risiko hoch, zu spät in den Markt einzutreten, sodass die Generierung neuer Geschäftsmodelle nicht mehr möglich ist.

Der **Nutzer** bindet bestehende Anwendungen in die eigene IT-Infrastruktur ein, ohne selbst an der Entwicklung von Blockchains beteiligt zu sein. Dafür ist ein geringer Ressourcenbedarf notwendig, da sich das Risiko auf die Kosten der Integration der IT-Systeme beschränkt. Auch der Einfluss auf die Anwendung selbst und deren Rahmenbedingungen ist sehr gering [21]. Der Teilnehmerkreis sowie die Art der Blockchain selbst werden von anderen Akteuren vorgegeben. Der Einfluss auf diese Rahmenbedingungen ist notwendig, um neue Dienstleistungen und Lösungen zu kreieren. Für KMU besteht zudem die Gefahr, durch Großkonzerne oder Kundenanforderungen in die Rolle des Nutzers gezwungen zu werden. [20]

Der **Kooperateur** ist aktiv an dem Betrieb einer Blockchain-Plattform und der Entwicklung der darauf laufenden Anwendungen beteiligt. Er hat daher einen höheren Einfluss auf den Kreis der Beteiligten und die Art der Blockchain. Das ist eine gute Grundlage, um neue Geschäftsmodelle zu entwickeln, allerdings erfordert diese Rolle einen erhöhten Ressourcen- und Investitionsbedarf. Natürlich lässt sich die Entwicklung an Dienstleister auslagern [21]. Dabei ist für eine erfolgreiche Blockchain-Plattform wichtig, die künftig Beteiligten davon zu überzeugen, dass die Plattform erfolgreich sein wird. Der Kooperateur geht diese Herausforderung an, indem er die Blockchain-Anwendung zusammen mit seinen Partnern und gegebenenfalls sogar der Konkurrenz entwickelt und nutzt. Dies schafft Netzwerkeffekte und stärkt so das Vertrauen in die Plattform. [20]

Der **Dienstleister** nutzt selbst keine Blockchain-Anwendungen, sondern bietet als Dienstleistung Blockchain-basierte Lösungen an. Es ist also kein Unternehmen, das sein bisheriges Geschäftsfeld um Blockchain-Anwendungen erweitert, sondern sein Geschäftsfeld auf die Blockchain selbst als Produkt ausrichtet. Diese Rolle erfordert einen hohen Grad an Technologieaffinität und einen sehr hohen Einsatz an Ressourcen und Investitionen. [20]

BLOCKCHAIN-ANWENDUNGEN AUS DER LOGISTIK-PRAXIS

Reale Blockchain-Anwendungsfälle aus Logistik und dem Supply Chain Management finden Sie in der ChainLog-Datenbank unter:
<https://chainlog.de/datenbank>



Wenn Sie für Ihr Unternehmen eine der strategischen Rollen wählen, sollten Sie erörtern, welche Rolle zum Erhalt oder zur Verbesserung Ihrer gewünschten Wettbewerbsposition passt und den eigenen Kompetenzen entspricht. Zudem sollten Sie berücksichtigen, ob der Digitalisierungsgrad in Ihrem Unternehmen dem Maß entspricht, das für Blockchain-Anwendungen erforderlich ist. Vergessen Sie auch nicht die Kosten, die aus der Integration der Blockchain resultieren können. Außerdem sollten Sie bei der Abbildung konkreter Geschäftsprozesse im Blick haben, wie viele Beteiligte involviert sind und wie umfassend deren Bereitschaft zur Zusammenarbeit ist [20].

FÜNF

FAZIT

Mit der Blockchain-Technologie und ihren zentralen Grundeigenschaften Dezentralität, Verifizierbarkeit und Unveränderbarkeit besteht das Potenzial für Unternehmen, das Vertrauen in die Daten zu stärken, ohne wie bei traditionellen Datenbanken auf eine zentrale Verwaltung angewiesen zu sein.

Allerdings ist die Blockchain als technische Lösung für viele Anwendungsfälle in kleinen und mittleren Unternehmen nicht geeignet. Vor dem jeweiligen Einsatz in Ihrem Unternehmen ist daher eine Technologiebewertung unumgänglich. Ein Entscheidungsbaum und weitere zu bewertende Ziele helfen, die Unterscheidungsmerkmale zwischen traditionellen Datenbanken und den beiden Strukturen der Blockchain – öffentlich und privat – genauer zu beleuchten. Die exemplarische Technologiebewertung anhand eines Verleihs von Smartphones verdeutlicht das Vorgehen, wie eine Blockchain-Umsetzung aussehen kann, sodass Vertrauensprobleme durch die Eigenschaften der Blockchain-Technologie gelöst werden können.

Vor allem als KMU sollten Sie in Bezug auf neuartige Technologien wie Blockchain eine möglichst genaue Bewertung vornehmen, um Nutzen und Risiko gegeneinander abwägen zu können und so einer Verschwendung von Ressourcen vorzubeugen. Zusätzlich lassen sich für KMU gangbare Strategien identifizieren, um die Herausforderungen der Technologie Blockchain anzugehen. Aufgrund des Potenzials, Prozesse zwischen Organisationen neu zu gestalten, empfiehlt sich in jedem Fall, dass Sie die weitere Entwicklung von Blockchains aufmerksam beobachten. Da es zudem gilt, rechtzeitig neue Geschäftsmodelle zu erschließen, sollten Sie auch andere Rollen für Ihr Unternehmen prüfen. Dennoch sollten Sie jeden Anwendungsfall genau untersuchen! Haben Sie für Ihr Unternehmen stets eines im Blick: Bei Blockchain gibt es keine One-fits-all-Lösung, Sie entscheiden jeweils im Einzelfall darüber, ob eine Blockchain in Ihrem Unternehmen wirklich sinnvoll eingesetzt werden kann oder beispielsweise der Gebrauch einer klassischen Datenbank die richtige Wahl ist. Vielleicht kommen Sie bei Ihren ersten Prüfungen zum Ergebnis, dass Blockchain nicht die beste Option ist. Das kann beim nächsten Einzelfall, den Sie betrachten, allerdings anders sein. Deswegen verlieren Sie diese Technologie nicht aus den Augen und analysieren Sie Ihre Prozesse regelmäßig neu. Ziehen Sie dabei immer wieder gern diesen Leitfaden zurate. **Gutes Gelingen!**

SECHS

LITERATUR

WEITERE LEITFÄDEN

- **Leitfaden zu Datensicherheit in Blockchains**
C. Berghoff, U. Gebhardt, M. Lochter und S. Maßberg, „Blockchain sicher gestalten“, 2019. Download unter:
https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Krypto/Blockchain_Analyse.html.
 - **Leitfaden zur Einführung von Blockchain in Unternehmen**
Bitkom e. V., „Evaluierung und Implementierung von Blockchain-Use-Cases“, 2019. Download unter:
https://www.bitkom.org/sites/default/files/2019-09/leitfaden_evaluierungundimplementierungvonblockchainusecases_190917.pdf.
 - **Leitfaden zu Blockchain in der Praxis**
Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Augsburg, „Blockchain in der Praxis. Funktionsweise und Anwendungsfälle“, 2019. Download unter:
https://kompetenzzentrum-augsburg-digital.de/wp-content/uploads/2021/02/Kompaktwissen_Finzen40_Blockchain.pdf.
-

QUELLEN

- [1] J. Conrad, „The Next New Economy: How the commons amplifies the sharing economy“ in Sharing Revolution: The essential economics of the commons, J. Conrad, Hg., S. 3. [Online]. Verfügbar unter: <http://www.onthecommons.org/ebook/sharing-revolution.pdf> (Zugriff am: 6. September 2021).
- [2] WiMobil, „Wirkung von E-Car Sharing Systemen auf Mobilität und Umwelt in urbanen Räumen: Abschlussbericht“, 2016. [Online]. Verfügbar unter: https://www.erneuerbar-mobil.de/sites/default/files/2016-10/Abschlussbericht_WiMobil.pdf (Zugriff am: 6. September 2021).
- [3] H. Heinrichs, „Sharing Economy: A Potential New Pathway to Sustainability“, GAIA, Jg. 22, Nr. 4, S. 228–231, 2013.
- [4] C. Busch, V. Demary, B. Engels und J. Haucap, „Sharing Economy im Wirtschaftsraum Deutschland“, 2018.

- [5] V. Chebyshev, A Study of Car Sharing Apps. [Online]. Verfügbar unter: <https://securelist.com/a-study-of-car-sharing-apps/86948/> (Zugriff am: 6. September 2021).
- [6] J. Nagy, J. Oláh, E. Erdei, D. Máté und J. Popp, „The Role and Impact of Industry 4.0 and the Internet of Things on the Business Strategy of the Value Chain – The Case of Hungary“, *Sustainability*, Jg. 10, Nr. 10, S. 3491, 2018, doi: 10.3390/su10103491.
- [7] P. Bottoni, N. Gessa, G. Massa, R. Pareschi, H. Selim und E. Arcuri, „Intelligent Smart Contracts for Innovative Supply Chain Management“, *Front. Blockchain*, Jg. 3, 2020, Art. no. 535787, doi: 10.3389/fbloc.2020.535787.
- [8] N. Hackius und M. Petersen, „Blockchain in Logistics and Supply Chain: Trick or Treat?“ in *Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics (HICL)*, 2017, doi: 10.15480/882.1444.
- [9] D. L. Chaum, „Untraceable Electronic Mail, Return Addresses, and Digital Pseudonyms“, *Programming Techniques and Data Structures*, S. 84–88, 1981.
- [10] S. Nakamoto, Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. [Online]. Verfügbar unter: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> (Zugriff am: 30. März 2021).
- [11] V. Buterin, Ethereum Whitepaper: A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform. [Online]. Verfügbar unter: <https://ethereum.org/en/whitepaper/> (Zugriff am: 26. Juli 2021).
- [12] T. Jensen, J. Hedman und S. Henningsson, „How TradeLens Delivers Business Value With Blockchain Technology“, *MISQE*, Jg. 18, Nr. 4, S. 221–243, 2019, doi: 10.17705/2msqe.00018.
- [13] R. Kamath, „Food Traceability on Blockchain: Walmart’s Pork and Mango Pilots with IBM“, *The JBBA*, Jg. 1, Nr. 1, S. 1–12, 2018, doi: 10.31585/jbba-1-1-(10)2018.
- [14] K. Wüst und A. Gervais, „Do you Need a Blockchain?“ in *2018 Crypto Valley Conference on Blockchain Technology: CVCBT 2018 : 20-22 June 2018*, Zug, Switzerland: Proceedings, 2018, doi: 10.1109/cvcbt.2018.00011.
- [15] C. Berghoff, U. Gebhardt, M. Lochter und S. Maßberg, „Blockchain sicher gestalten“, 2019.
- [16] N. Hackius, S. Reimers und W. Kersten, „The Privacy Barrier for Blockchain in Logistics: First Lessons from the Port of Hamburg“ in *Lecture Notes in Logistics, Logistics Management*, C. Bierwirth, T. Kirschstein und D. Sackmann, Hg., Cham: Springer International Publishing, 2019, S. 45–61, doi: 10.1007/978-3-030-29821-0_4.

- [17] N. Szabo, The Idea of Smart Contracts. [Online]. Verfügbar unter: <https://nakamotoinstitute.org/the-idea-of-smart-contracts/> (Zugriff am: 23. Juli 2021).
- [18] Solidity Team, Solidity Programming Language. [Online]. Verfügbar unter: <https://soliditylang.org/> (Zugriff am: 6. September 2021).
- [19] Web3 Labs, Ethereum Transactions – Web3j. [Online]. Verfügbar unter: <http://docs.web3j.io/4.8.7/transactions/transactions/> (Zugriff am: 6. September 2021).
- [20] S. Reimers, N. Hackius, M. Petersen und W. Kersten, „Blockchain für KMU“ (116), Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 116(3), S. 157–160, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/zwf-2021-0031/html> (Zugriff am: 25. Februar 2022).
- [21] K. Paardenkooper, „Creating value for Small and Medium Enterprises with the logistic applications of blockchain“ in Proceedings of the International Conference on Digital Technologies in Logistics and Infrastructure (ICDTLI 2019), St. Petersburg, Russia, 2019, doi: 10.2991/icdtli-19.2019.48.
- [22] N. Hackius und M. Petersen, „Translating High Hopes Into Tangible Benefits: How Incumbents in Supply Chain and Logistics Approach Blockchain“, IEEE Access, Jg. 8, S. 34993–35003, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2974622.

SIEBEN

MITTELSTAND-DIGITAL ZENTRUM HAMBURG

Für kleine und mittlere Unternehmen bei Fragen und Herausforderungen der digitalen Transformation.

KONTAKT:

Mittelstand-Digital
Zentrum Hamburg
Handelskammer Hamburg

Adolphsplatz 1
20457 Hamburg
Tel.: +49 40 36138-443
kompetenzzentrum@hk24.de

PROJEKTPARTNER:

Konsortialführer des Mittelstand-Digital
Zentrum Hamburg und zentraler
Ansprechpartner für Unternehmen ist
die Handelskammer Hamburg.

WEITERE LEITFÄDEN
FINDEN SIE HIER:

QR-Code mit dem
Smartphone
abscannen



...und viele mehr!

Weitere Projektpartner im Mittelstand-Digital
Zentrum Hamburg sind:

- Technische Universität Hamburg
- Helmut-Schmidt-Universität Hamburg
- Hochschule für Angewandte
Wissenschaften Hamburg
- Handwerkskammer Hamburg



www.digitalzentrum-hamburg.de
https://twitter.com/DigiZentrum_HH



ACHT

IMPRESSUM

HERAUSGEBER:

Prof. Dr. Dr. h. c. Wolfgang Kersten
Technische Universität Hamburg
Prof. Dr.-Ing. Alexander Fay
Helmut-Schmidt-Universität/Universität der Bundeswehr Hamburg
Für das Mittelstand-Digital Zentrum Hamburg

AUTOREN:

Henning Schöpfer, M. Sc., Aron Schnakenbeck, M. Sc.
Für das Mittelstand-Digital Zentrum Hamburg

LEKTORAT:

Katrin Meyer

GESTALTUNG:

www.lockvogel-hamburg.de

DRUCK:

Beisner Druck GmbH & Co. KG

BILDNACHWEIS:

Siarhei/stock.adobe.com (1), Funtap/stock.adobe.com (10),
blacksalmon/stock.adobe.com (13), Quality Stock Arts/stock.adobe.com (17)

AUFLAGE:

1. Auflage, 04/2022

DANKSAGUNG:

Der in dieser Arbeit vorgestellte Verleihprozess wurde nur durch die Mitwirkung weiterer Personen möglich. Wir bedanken uns besonders bei Jan Fischer für den Beitrag zum User Interface sowie Sven Dierfeld, Johannes Schnelle und Sven Reimers für ihren substanziellen Beitrag zum Smart Contract.

Was ist Mittelstand-Digital?

Mittelstand-Digital informiert kleine und mittlere Unternehmen über die Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung. Regionale Kompetenzzentren helfen vor Ort dem kleinen Einzelhändler genauso wie dem größeren Produktionsbetrieb mit Expertenwissen, Demonstrationen, Netzwerken zum Erfahrungsaustausch und praktischen Beispielen. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz ermöglicht die kostenlose Nutzung aller Angebote von Mittelstand-Digital. Weitere Informationen finden Sie unter www.mittelstand-digital.de

www.digitalzentrum-hamburg.de



MITTELSTAND-DIGITAL ZENTRUM HAMBURG

Adolphsplatz 1, 20457 Hamburg
Tel.: +49 40 36138-443, kompetenzzentrum@hk24.de