

# Blockchains in der Logistik

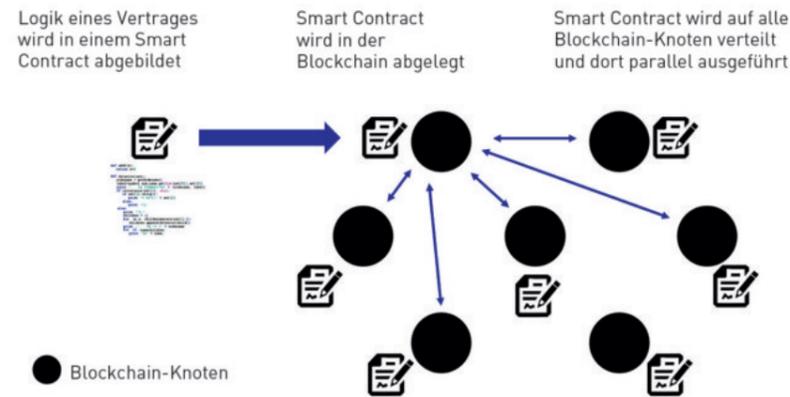
## Anwendungsfälle einer neuen Technologie

Der Bitcoin macht auch die ihm zugrundeliegende Blockchain-Technologie immer populärer. Es handelt sich dabei um ein verteiltes System, mit dem das manipulationssichere Abspeichern von Daten möglich ist. Auf diese Weise entsteht eine vertrauenssichere Datenbank, von der weitreichende Anwendungen in der Logistik erwartet werden.

Gleichzeitig mit dem Kursanstieg des Bitcoins in 2017 wuchs auch die Bekanntheit der Blockchain-Technologie. Im Dezember 2017 erreichte der Kurs des Bitcoins fast 20.000 \$. Der Grund für den Erfolg des Bitcoins ist die zugrundeliegende Blockchain-Technologie.

### Grundlagen der Blockchain-Technologie

Bei der Blockchain handelt es sich um eine verteilte und manipulationssichere Datenstruktur. Das Konzept dafür wurde im Jahr 2008 von Satoshi Nakamoto, einer bis heute unbekannt Person, veröffentlicht [1]. In einer Blockchain werden Transaktionen zwischen anonymen Konten manipulationssicher abgespeichert. Aus der Menge von Transaktionen wird ein sog. Block gebildet (Bild 1). Dabei kommt starke Kryptographie zum Einsatz. Jede Transaktion wird mit einem sog. Hashwert verschlüsselt, der mit einer Prüfsumme vergleichbar ist. Die Hashwerte der einzelnen Transaktionen werden solange addiert, bis alle Transaktionen in



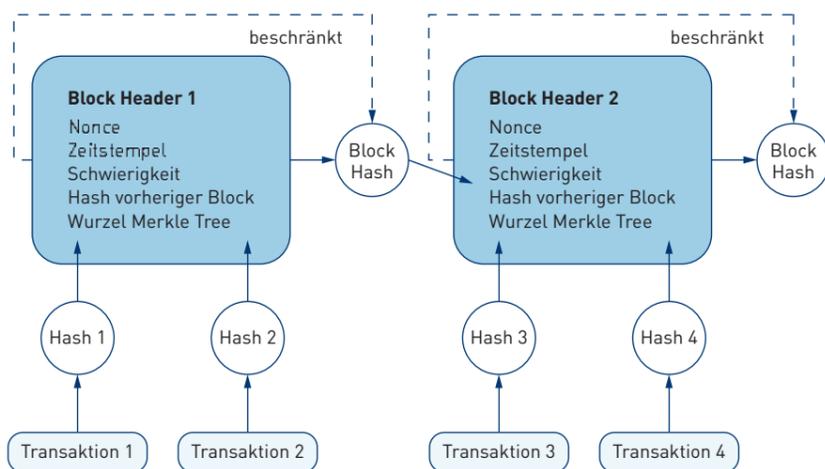
2 Verteilte Ausführung von Smart Contracts in der Blockchain

einem einzigen Hashwert aufgehen, der Wurzel des Merkle-Baums. Zusammen mit dem aktuellen Zeitstempel, einem Schwierigkeitswert, dem Hashwert des vorherigen Blocks und einer Zufallszahl wird der Hashwert des neuen Blocks gebildet. Durch die Aneinanderreihung der verschiedenen Blöcke entsteht so eine Kette – die Blockchain. Würde eine Transaktion nachträglich verändert werden, so würde dies eine Änderung aller Hashwerte bis zum aktuellen Block nach sich ziehen und auffallen. Das Errechnen der Hashwerte und die Verifikation der Blöcke wird dabei von sog. Minern im energieaufwändigen „Proof of Work“-Verfahren übernommen. Die Miner bilden dabei ein Netzwerk, in dem die Blöcke redundant verteilt und gespeichert werden. Wenn ein Miner eine Transaktion verändern und alle Hashwerte neu

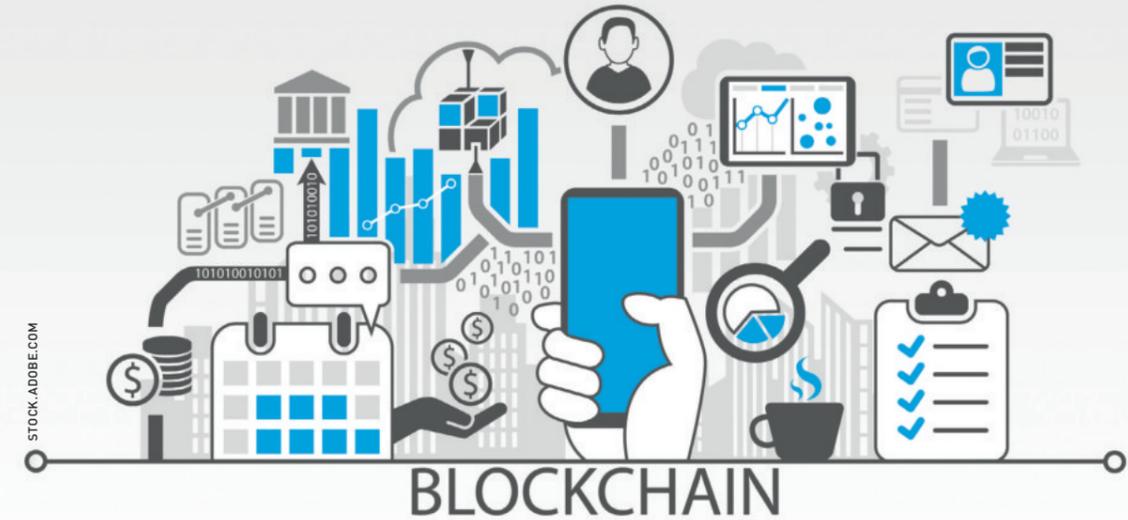
berechnen würde, so müsste er diese neue Blockchain gegen noch alle anderen Miner durchsetzen. Dies wird umso schwieriger, je mehr Miner am Netzwerk beteiligt sind. Zusammen mit dem Einsatz starker Kryptographie ergibt sich so ein verteiltes, manipulations-sicheres Speichersystem.

### Smart Contracts als Erweiterung der Blockchain

Neben Transaktionen kann auch ausführbarer Software-Code in der Blockchain gespeichert werden. Während die Bitcoin-Blockchain hauptsächlich Transaktionen speichert, können in anderen Blockchains auch sog. Smart Contracts abgelegt werden. Bei Smart Contracts handelt es sich um automatisierbare Verträge, die in ausführbaren Software-Codes programmiert werden. Ein Beispiel ist ein Kaufvertrag, der bei Feststellung der Lieferung automatisch die Bezahlung auslöst. Dabei kann dieser Kaufvertrag automatisch auch andere Parameter, wie eine Vertragsstrafe bei verspäteter Lieferung, berücksichtigen. Wird ein solcher Smart Contract in der Blockchain abgespeichert, wird er nicht nur auf einem Computer, sondern vom gesamten Blockchain-Netzwerk parallel ausgeführt (Bild 2). Dies bedeutet, dass Smart Contracts automatisch ausgeführt und nicht manipuliert oder gefälscht werden können. Darin werden zwei Vorteile für die Logistik gesehen. Erstens reduziert die Automatisierbarkeit von Geschäftsbeziehungen den bürokratischen Aufwand. Zweitens wird Vertrauen zwischen Kunde und Lieferant geschaffen, da der Smart Contract und seine Ergebnisse in einer manipulationssicheren Datenstruktur abgelegt werden können. Nicht alle Block-



1 Prinzipieller Aufbau der Blockchain



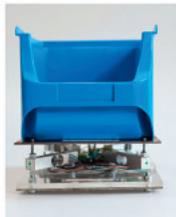
chains kommen für die Ausführung von Smart Contracts in Frage. Zwar ist die Bitcoin-Blockchain in der Lage, Smart Contracts auszuführen, allerdings nicht sehr komfortabel, da die Bitcoin-Blockchain primär als Zahlungssystem fungiert. Als bessere Alternativen dazu werden die Ethereum-Blockchain und die verschiedenen Hyperledger-Blockchains von IBM und der Linux Foundation angesehen. Dort lassen sich Smart Contracts vergleichsweise einfach programmieren und einsetzen.

### Blockchain-Anwendungen in der Logistik

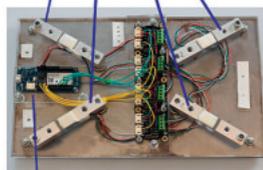
Die Anwendung der Blockchain-Technologie verspricht Verbesserungen in vielen Branchen. Im aktuellen BITKOM-Branchenbarometer wird die Blockchain-Technologie als eines der zehn wichtigsten digitalen Trendthemen für 2018 angesehen [2]. Die möglichen Anwendungen der Blockchain-Technologie in der Logistik sind vielfältig:

- Tracking von Gütern: Das sichere Ablegen von Lokalisierungsinformationen von Gütern ermöglicht die Steigerung von Transparenz in der Lieferkette.
- Schutz vor Produktfälschungen: Durch die manipulationssichere Aufzeichnung von Herstellerinformationen kann die Echtheit von Produkten, z.B. von Ersatzteilen für Flugzeuge, nachgewiesen werden.
- Abbau bürokratischer Aufwendungen im Export: Beim grenzüberschreitenden

**Üblicher Sichtlagerbehälter**  
ergänzt um Sensorik und Bauteile zur Vernetzung und Datenverarbeitung



**Sensorik zur Feststellung des enthaltenen Gewichts**  
Waage mit Dehnungsmessstreifen



**Mikrocontroller zur Datenverarbeitung und Vernetzung**  
Verarbeitung von Gewichtsinformationen  
WLAN zur Vernetzung über MQTT  
(Betrieb eines Ethereum Light Client)

**3 Prototyp eines Smart Contracts für den Einsatz in der Blockchain**

ITL

Handel können Zolldokumente und Zahlungsinformationen, z. B. Akkreditive, in der Blockchain gespeichert werden. So können Zollbehörden, Exporteure und Transportunternehmen schneller auf notwendige Informationen zugreifen und der Exportprozess beschleunigt werden.

**I Management von Frachtcontainern:**  
Die Registrierung von Frachtcontainern in einer Blockchain ermöglicht das Tracken der Behälter und ihrer Zustände. So besteht immer Sicherheit über den Ort und den Inhalt des Containers.

**I Schaffung dezentraler Marktplätze:**  
Smart Contracts ermöglichen den Austausch und die Bezahlung von Gütern ohne einen Mittelsmann. Dadurch sind dezentrale Marktplätze möglich, auf denen Lieferant und Kunden miteinander Geschäftsbeziehungen eingehen können, ohne Transaktionskosten für einen Plattformbetreiber aufwenden zu müssen.

Diese fünf Beispiele stellen nur eine Auswahl möglicher Anwendungen der Blockchain dar, die momentan diskutiert werden.

**Fallbeispiel eines Smart Containers**

Zur Untersuchung des möglichen Einsatzes der Blockchain in der Logistik wurde vom Institut für Technische Logistik (ITL) der TU Hamburg eine Anwendung auf der Basis smarterer Behälter entwickelt (Bild 3). Ziel war es, Behälter in die Lage zu versetzen, selbstständig Bestellungen, Lieferungen und Zahlungen auszuführen. Die entsprechenden Transaktionen werden in der Ethereum-Blockchain gespeichert (Bild 4). Dazu wurden Sichtlagerbehälter mit Gewichtssensor, Mikrocontroller und Netzwerktechnik (WLAN) ausgestattet. Durch wiederholtes Wiegen überwacht der Sichtlagerbehälter seinen Inhalt. Wenn dieser unter einen bestimmten Schwellwert fällt, wird eine Bestellanfrage ausgelöst und an einen oder mehrere Lieferanten gesendet. Dort ist ebenfalls ein smarterer Behälter verfügbar, der Bestellungen prüfen und auf Basis seines Inhalts entgegennehmen kann. Wird eine Bestellung angenommen, so wird die Auftragsbestätigung in der Blockchain gespeichert. Ebenso werden die Lieferung und die Annahme der Ware in der Blockchain dokumentiert. Wird vom Behälter eine Lieferung registriert, so kann dieser auch selbstständig die Bezahlung der Bestellung auslösen. Alle entsprechenden Transaktionen werden in der Blockchain gespeichert. Der Vorteil einer Blockchain-basierten Lösung ist hier die Möglichkeit zur Automatisierung des Materialversorgungsprozesses. Da alle Transaktionen manipulationssicher in der Blockchain gespeichert werden, können Lieferant und Kunde jederzeit auf verifizierte Bestelldaten zurückgreifen.

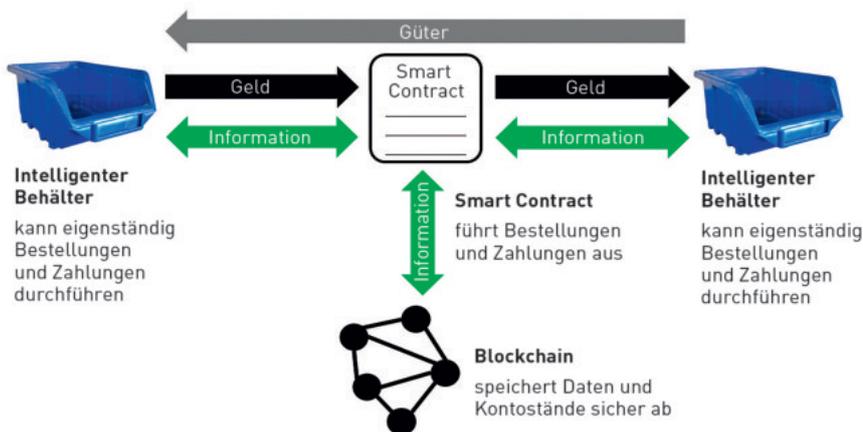
Der entwickelte Prototyp eines Smart Containers zeigt das Potenzial der Blockchain-Technologie für die Logistik. Hierbei stehen die Prozessautomatisierung zur Effizienzsteigerung und die Erhöhung der Transparenz im Vordergrund. Allerdings befindet sich das vorgestellte Konzept wie auch andere Demonstratoren von z. B. IBM [4] oder Walmart [5] bisher nur im Status eines Prototyps. Viele Fragen hinsichtlich Software, Hardware, rechtlichem Status oder IT-Sicherheit sind bisher ungeklärt. Um mit der Entwicklung Schritt zu halten und auch künftig von möglichen Vorteilen der Blockchain-Technologie profitieren zu können, sollten Unternehmen ebenfalls eigene Experimente und Versuche mit der Blockchain-Technologie beginnen. Der Open-Source-Gedanke der Blockchain-Entwickler ermöglicht dabei einen relativ einfachen Einstieg.

**Handlungsempfehlungen für Unternehmen**

Der entwickelte Prototyp eines Smart Containers zeigt das Potenzial der Blockchain-Technologie für die Logistik. Hierbei stehen die Prozessautomatisierung zur Effizienzsteigerung und die Erhöhung der Transparenz im Vordergrund. Allerdings befindet sich das vorgestellte Konzept wie auch andere Demonstratoren von z. B. IBM [4] oder Walmart [5] bisher nur im Status eines Prototyps. Viele Fragen hinsichtlich Software, Hardware, rechtlichem Status oder IT-Sicherheit sind bisher ungeklärt. Um mit der Entwicklung Schritt zu halten und auch künftig von möglichen Vorteilen der Blockchain-Technologie profitieren zu können, sollten Unternehmen ebenfalls eigene Experimente und Versuche mit der Blockchain-Technologie beginnen. Der Open-Source-Gedanke der Blockchain-Entwickler ermöglicht dabei einen relativ einfachen Einstieg.

**Literatur**

[1] Nakamoto, S.: Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System, 2008. Online verfügbar unter <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.  
 [2] Streim, A.: Blockchain wird zu einem Top-Thema in der Digitalwirtschaft. Online verfügbar unter <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Blockchain-wird-zu-einem-Top-Thema-in-der-Digitalwirtschaft.html>.  
 [3] Schnelle, J.: Entwicklung eines intelligenten Lagerbehälters zur automatischen Gewichtsermittlung von Schüttgütern. Technische Universität Hamburg, Institut für Technische Logistik, Bachelor-Thesis 2017.  
 [4] Maersk, IBM to launch blockchain-based platform for global trade | Reuters, 17.01.2018.  
 [5] Del Castillo, M.: Walmart, Kroger & Nestle Team with IBM Blockchain to Fight Food Poisoning. Online verfügbar unter <https://www.coindesk.com/walmart-kroger-nestle-team-with-ibm-blockchain-to-fight-food-poisoning>; zuletzt geprüft am 25.08.2017.



**4 Konzeptueller Einsatz eines Smart Contracts zur Materialversorgung**

ITL

**Dr. Johannes Hinckeldeyn,**  
Oberingenieur  
am Institut für Technische Logistik  
der Technischen Universität Hamburg



**Prof. Dr.-Ing. Jochen Kreuzfeldt,**  
Leiter des Instituts  
für Technische Logistik  
der Technischen Universität Hamburg

