

Distributed-Ledger-Technologien im Zahlungsverkehr und in der Wertpapier- abwicklung: Potenziale und Risiken

Die Distributed-Ledger-Technologie (DLT) avancierte in den letzten Jahren zu einem prominenten Experimentierfeld, dem sich unter anderem Finanzdienstleister, Finanzmarktinfrastrukturen und Zentralbanken widmen. Für die Bundesbank ist dabei die mögliche Rolle der DLT im Zahlungsverkehr und in den Abwicklungssystemen interessant. Als Distributed Ledger (DL) oder Verteiltes Kontenbuch wird im Allgemeinen eine verteilte Datenbank bezeichnet, die Teilnehmern eines Netzwerks eine gemeinsame Schreib-, Lese- und Speicherberechtigung erlaubt. Potenziell bietet die DLT einige Vorteile durch die gemeinsame Datenhaltung, die Abstimmungsprozesse bei komplexen arbeitsteiligen Wertschöpfungsketten erleichtern kann. Da die DLT grundsätzlich direkte Transaktionen ohne Intermediäre ermöglicht, wird ihr disruptives Potenzial beigemessen. Die ursprünglich für die virtuelle Währung Bitcoin entwickelte DLT muss jedoch erheblich modifiziert werden, um sie an die Bedürfnisse des Finanzsektors anzupassen. So sind im bestehenden Rechtsrahmen zum Beispiel Identifizierbarkeit der Teilnehmer, Vertraulichkeit der Transaktionen gegenüber Dritten und absolute Finalität der Transaktionen unabdingbar. Darüber hinaus ist ein hoher Transaktionsdurchsatz notwendig. Eine Anwendung der DLT im Individual- oder Massenzahlungsverkehr erscheint beim gegenwärtigen Stand der Technik als eher unwahrscheinlich. In der Wertpapierabwicklung könnten gleichwohl die sinkenden Prozesszeiten und Abstimmungskosten von größerer Bedeutung sein und für einen Einsatz in diesem Bereich sprechen. Die Bundesbank analysiert die Vor- und Nachteile der DLT in einem Projekt zusammen mit der Deutschen Börse. Funktional erscheint die DLT danach durchaus geeignet, es ist jedoch derzeit unklar, inwieweit die DLT auch im Hinblick auf Sicherheit, Effizienz, Kosten und Geschwindigkeit Vorteile gegenüber der heutigen Technik bietet. Weitergehend wird auch die Möglichkeit der Emission digitalen Zentralbankgeldes erörtert. Die voraussichtlich wichtigste Gestaltungsfrage dabei ist, ob auch Nichtbanken Zugang zu digitalem Zentralbankgeld erhalten sollten. Die Implikationen digitalen Zentralbankgeldes für Geldpolitik, Finanzstabilität, Bankenstruktur und Geschäftsmodelle sind schwer abzuschätzen, weshalb eine Einführung digitalen Zentralbankgeldes für Nichtbanken auf absehbare Zeit unrealistisch erscheint. Die Bundesbank analysiert als Betreiber, Überwacher und in ihrer Katalysatorrolle die Technik weiter, um am laufenden fachlichen Diskurs mit eigenen Erkenntnissen aktiv teilnehmen zu können.

*DLT ist
prominentes
Experimentier-
feld im
Finanzsektor*

■ Einleitung

Die Distributed-Ledger-Technologie (DLT) avancierte in den letzten Jahren zu einem prominenten Experimentierfeld, dem sich unter anderem Finanzdienstleister, Finanzmarktinfrastrukturen und Zentralbanken widmen. Vielen gilt die Technik als disruptiv, das heißt als geeignet, in den betroffenen Branchen grundlegende Veränderungen oder gar Brüche auszulösen, etwa im Finanzsektor die Substitution von Intermediären oder die Schaffung von neuen, effizienteren Prozessen unter anderem in Zahlungsverkehr und Wertpapierabwicklung. Der Auslöser dieser Entwicklung war ursprünglich das wachsende Interesse an sogenannten virtuellen Währungen, allen voran Bitcoin, dem noch immer prominentesten Anwendungsfall der DLT. Mittlerweile hat sich das Interesse verstärkt der zugrunde liegenden Technik zugewandt.

*Rolle der DLT im
Zahlungsverkehr
und in der Wert-
papierabwick-
lung für Bundes-
bank interessant*

In diesem Aufsatz geht es schwerpunktmäßig um die Rolle der DLT im Zahlungsverkehr und in der Wertpapierabwicklung. Beide Bereiche haben für die Bundesbank einen hohen Stellenwert. Dies geht auch aus § 3 des Gesetzes über die Deutsche Bundesbank hervor: „Sie [...] sorgt für die bankmäßige Abwicklung des Zahlungsverkehrs im Inland und mit dem Ausland und trägt zur Stabilität der Zahlungs- und Verrechnungssysteme bei.“

Diesem gesetzlichen Sorgeauftrag kommt die Bundesbank in drei Rollen nach. Sie entwickelt und betreibt, erstens, oft zusammen mit anderen Zentralbanken, wichtige Zahlungs- und Abwicklungssysteme und prüft innovative technische Möglichkeiten, die zu deren Stabilität und Effizienz beitragen können. Zweitens hat die Bundesbank eine Katalysatorrolle für die Weiterentwicklung des Zahlungsverkehrs und der Abwicklungsstrukturen. Je besser die Bundesbank praktische Implikationen von Techniken oder Verfahren versteht, desto mehr Gewicht haben ihre Argumente, die im Kern immer auf die Stabilität und Effizienz der Zahlungs- und Abwicklungssysteme zielen. Und drittens überwacht die Bundesbank, zusätzlich

zu ihrer Rolle in der Bankenaufsicht, welche auf die Beaufsichtigung einzelner Institute (Marktakteure) abzielt, die Stabilität von Systemen und Instrumenten im Zahlungsverkehr und in den Abwicklungssystemen. Hier ist die Fähigkeit, moderne Technik einzuschätzen, eine wichtige Schlüsselqualifikation. Daher beschäftigt sich die Bundesbank – ähnlich wie andere Zentralbanken weltweit – intensiv mit der DLT, obwohl sich die Technik noch in einem frühen Stadium ihrer Entwicklungsreife befindet.

Der Aufsatz führt in das Thema DLT ein, beleuchtet Chancen und Herausforderungen der DLT, zeigt Potenziale für Marktveränderungen auf und untersucht mögliche Auswirkungen auf die Rolle der Bundesbank im Zahlungsverkehr und der Wertpapierabwicklung.

■ Funktionale Analyse der DLT

Das technische Verständnis der Funktionsweise der DLT und ihrer Besonderheiten im Vergleich zu traditionellen Verfahren in Zahlungs- und Abwicklungssystemen ist die Grundlage für eine Abschätzung von Chancen und Risiken.

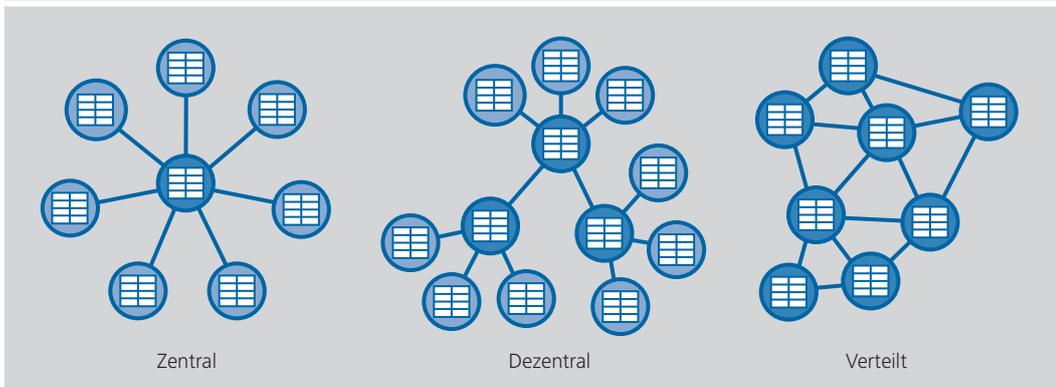
Funktionsweise der DLT

Bei der DLT handelt es sich um eine besondere Form der elektronischen Datenverarbeitung und -speicherung. Als Distributed Ledger (DL) oder Verteiltes Kontenbuch wird im Allgemeinen eine verteilte Datenbank bezeichnet, die Teilnehmern eines Netzwerks eine gemeinsame Schreib-, Lese- und Speicherberechtigung erlaubt. Bei traditionellen verteilten Datenbanken werden Daten zwar ebenso im gesamten Netzwerk verteilt und gespeichert, jedoch liegt die Schreibberechtigung bei einer zentralen Instanz.¹⁾ Im Gegensatz zu traditionellen Datenbanken bedarf es in einem DL-Netzwerk keiner

*Verteiltes
Kontenbuch mit
gemeinsamer
Schreib-, Lese-
und Speicher-
berechtigung*

¹⁾ Vgl.: E. Benos, R. Garratt und P. Gurrola-Perez (2017), The economics of distributed ledger technology for securities settlement, Bank of England Staff Working Paper No. 670.

Netzwerkstrukturen im Vergleich^{*)}



* In Anlehnung an Baran, 1964.

Deutsche Bundesbank

zentralen Instanz, welche die Datenbank oder das Kontenbuch verwaltet. Neue Informationen können von Teilnehmern jederzeit bereitgestellt und über einen Validierungsprozess in die Datenbank aufgenommen werden. Die neu erstellten Daten werden jeder Teilnehmerkopie des DL hinzugefügt, sodass alle Teilnehmer die jeweils aktuelle Version der gesamten Datenbank halten.²⁾ Das oben stehende Schaubild zeigt verschiedene Netzwerkarchitekturen. Maßgeblich für die Einordnung ist nach dieser Definition die Schreibberechtigung, also das Entscheidungsrecht der Datenfortschreibung, die im Fall einer zentralen Struktur bei einem Administrator, im Fall einer dezentralen Struktur bei mehreren und im Fall einer verteilten Architektur im engeren Sinne bei allen Teilnehmern liegt.

Um das Verteilte Kontenbuch bei allen Teilnehmern identisch zu erweitern, bedarf es eines Abstimmungs- und Validierungsprozesses unter den Teilnehmern.⁵⁾ Hierfür werden in der Regel sogenannte Konsensmechanismen wie Proof-of-Work, Proof-of-Stake oder Practical Byzantine Fault Tolerance (PBFT) verwendet. Über den Konsensmechanismus wird definiert, welche Voraussetzung erfüllt sein muss, um dem Kontenbuch neue gültige Transaktionen hinzuzu-

Konsensmechanismen zur Validierung erforderlich

Blockchain als Sonderform der DLT zur Abbildung einer Transaktionshistorie

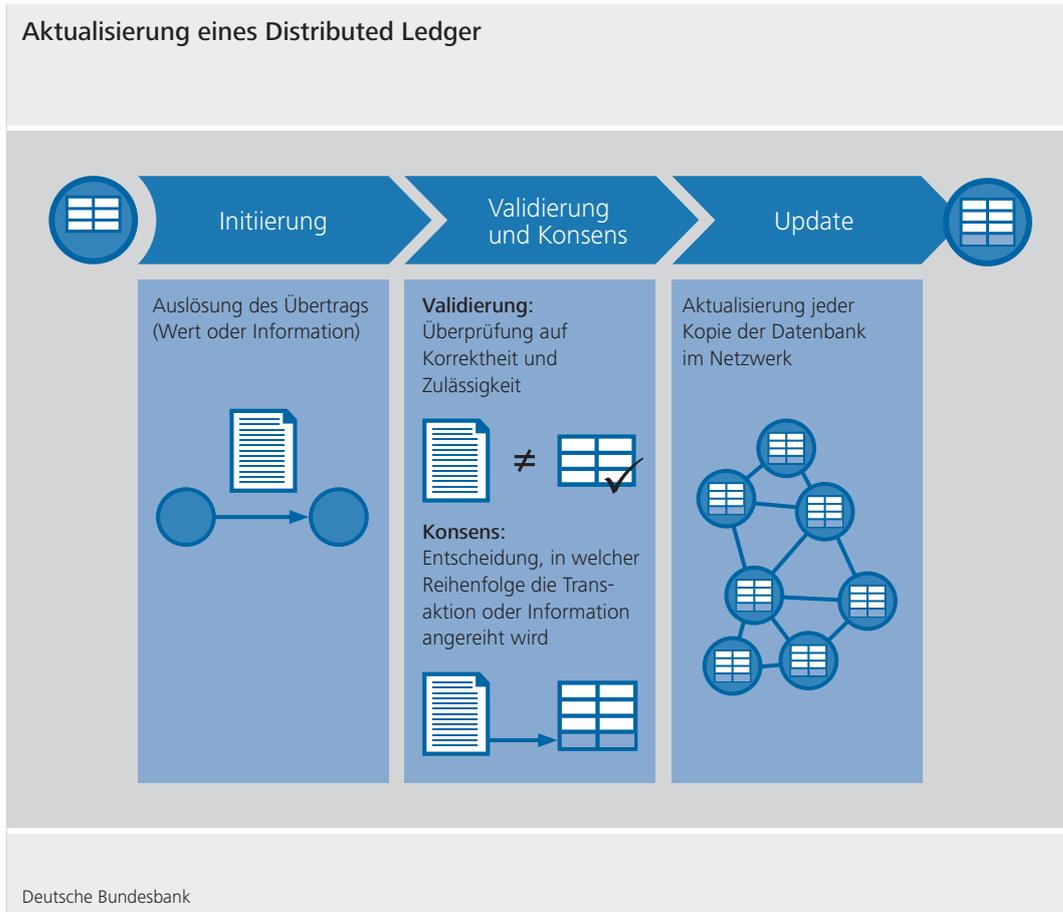
Die gängigsten DLT-Anwendungen basieren auf der Blockchain-Technologie, die sich besonders gut zur Abbildung einer Transaktionshistorie eignet und im Folgenden als Grundlage zur Erläuterung herangezogen wird.³⁾ Das Verteilte Kontenbuch besteht in diesem Fall aus einer Kette von chronologisch gereihten Blöcken, die eine oder mehrere Transaktionen beinhalten.⁴⁾ Das Kontenbuch wird aktualisiert, indem ein neuer Transaktionsblock generiert und an die vorhandene Kette von Transaktionsblöcken angehängt wird.

2 Für weitere Grundlagen zu DLT und Blockchain siehe: Bank für Internationalen Zahlungsausgleich (BIZ) (2017), Distributed ledger technology in payment, clearing and settlement – An analytical framework, Bericht des Committee on Payments and Market Infrastructures; P. Roßbach (2016), Blockchain-Technologien und ihre Implikationen, Banking and Information Technology, 17(1), S. 54–69; V. Brühl (2017), Bitcoins, Blockchain und Distributed Ledgers – Funktionsweise, Marktentwicklungen und Zukunftsperspektiven, Wirtschaftsdienst, 97(2), S. 135–142; sowie L. Geiling (2016), Distributed Ledger: Die Technologie hinter den virtuellen Währungen am Beispiel der Blockchain, BaFin Fachartikel.

3 Grundsätzlich ist auch die Implementierung von DLT-Anwendungen ohne Blockchain möglich. Dabei kann die Datenbank entweder die komplette Historie (nicht in Blockform), den Nettostatus der verteilten Werte oder Informationen im Netzwerk oder individuelle Einträge eines Teilnehmers mit Referenz auf den vorangegangenen Eintrag enthalten (vgl. z. B.: Deloitte, (2016), Bitcoin, Blockchain & Distributed ledgers: Caught between promise and reality).

4 Informationen, die in einem Transaktionsblock enthalten sind, werden in einer Blockchain nicht direkt gespeichert, sondern über kryptografische Verfahren auf sog. Hash-Werte reduziert. Jeder neue Datenblock enthält den Hash-Wert des vorausgegangenen Datenblocks. Dadurch entsteht die Kettenstruktur, über die Transaktionen eindeutig zurückverfolgt werden können.

5 Siehe Schaubild auf S. 38.



fügen. Voraussetzungen sind zum Beispiel ein Arbeitsnachweis durch den Einsatz von Rechenkapazität von einem Teilnehmer (Proof-of-Work), ein Anteilsnachweis an den im Netzwerk übertragenen Werteinheiten durch einen Teilnehmer (Proof-of-Stake) oder eine Mindestanzahl von Teilnehmern, die sich auf die Gültigkeit einer Transaktion einigen (PBFT). Diese Verfahren dienen einerseits der Einigung auf Transaktionen, die in die Kette aufgenommen werden (Konsens) und andererseits der Validierung von Transaktionen zur Verhinderung von Missbrauch oder Fälschung, zum Beispiel einer erneuten Ausgabe bereits verwendeter Werteinheiten durch denselben Zahler (sog. Double Spending Problem).

Kryptografie zur sicheren Authentifikation

Für die Authentifikation von Teilnehmern und den Nachweis ihrer Rechte werden kryptografische Verfahren eingesetzt. So müssen sich zum Beispiel Teilnehmer, die dem DL neue Transaktionen hinzufügen möchten, über ihre digitale Signatur authentifizieren lassen. Zusätz-

lich können kryptografische Verfahren eingesetzt werden, um die Integrität des DL sicherzustellen.

Die DLT ermöglicht grundsätzlich das Speichern und Verbreiten beliebiger digitaler Informationen. So können auch komplexere, an Bedingungen geknüpfte Vorgänge abgebildet werden. Ein von den Teilnehmern gewollter Wertübertrag kann an die Erfüllung bestimmter vordefinierter Kriterien gekoppelt sein. Die automatische Prüfung solcher Bedingungen und die anschließende eigenständige Ausführung der Transfers durch einen Algorithmus werden häufig als Smart Contract bezeichnet. Es handelt sich dabei nicht um besondere Arten von Verträgen, sondern um bedingt automatisch ablaufende Programmcodes, die bei der Erfüllung von Verträgen eine Rolle spielen können.

Smart Contracts ermöglichen bedingte Übertragungen

Grundsätzlich kann das Netzwerk von Teilnehmern, in dem das Verteilte Kontenbuch eingesetzt wird, offen (public oder permissionless)

Offene oder geschlossene Netzwerke möglich

oder geschlossen (private oder permissioned) eingerichtet werden. Im ersten Fall wäre das Netzwerk unter den technischen Grundvoraussetzungen für jedermann zugänglich; im zweiten Fall hätten nur bestimmte Personen oder Institutionen Zugriffsrechte auf den Datenbestand. Die Beschränkung auf einen bestimmten Personenkreis kann aus verschiedenen Gründen sinnvoll sein, etwa bei einem beschränkten Geschäftspartnerkreis oder bei Mindestanforderungen an Teilnehmer. Zudem bietet eine Zulassungsbeschränkung Schutz vor dem Einblick unbefugter Dritter. Beispielsweise könnte bei Abwicklung der Handelsfinanzierung über DLT der Kreis der in einer Blockchain Berechtigten auf die beteiligten Geschäftspartner (Exporteur und Importeur) sowie ihre jeweiligen Hausbanken begrenzt sein.

Funktionaler Vergleich zu existierenden Systemen

DLT ermöglicht direkten Austausch ohne Intermediäre

Der wesentliche Unterschied zwischen der DLT und traditionellen Finanzmarktinfrastrukturen liegt darin, dass DLT konzeptionell einen direkten elektronischen Werttransfer zwischen den Teilnehmern des Netzwerks ermöglicht, ohne dass eine kontoführende Stelle involviert werden müsste. Finanzmarktinfrastrukturen fungieren hingegen als Intermediäre im Sinne eines Naben-Speichen-Systems: Die Nutzer leiten Wertüberträge über eine Zentrale (Nabe) an andere Nutzer. Die zentrale Institution unterhält Konten mit allen Nutzern und betreibt das System. Finanzmarktinfrastrukturen, also Zahlungsverkehrssysteme, Wertpapierabwicklungssysteme, Zentralverwahrer und Zentrale Kontrahenten, sind zentrale Elemente des heutigen Finanzsystems und verbinden verschiedene Märkte und Teilnehmer.

Zahlungsverkehr

Zahlungsverkehr benötigt unter Umständen mehrere Intermediäre

Das bestehende Finanzsystem zeichnet sich im Bereich des Zahlungsverkehrs durch eine Vielzahl an Intermediären aus. Deren Anzahl und Vielfalt hängt unter anderem von der institutio-

nellen Distanz zwischen Sender und Empfänger ab.⁶⁾ Sind beide Kunden derselben Bank, so stellt diese den einzigen Intermediär dar. Wenn sie Kunden verschiedener Banken sind, dann gibt es mindestens zwei Intermediäre, eventuell noch ein Clearinghaus, falls die beiden Banken keine direkte Kontoverbindung haben. Bei größeren Beträgen wird üblicherweise ein Individualzahlungssystem verwendet, zum Beispiel TARGET2. Im währungsraumübergreifenden Zahlungsverkehr kommen ausländische Zahlungsverkehrssysteme oder Korrespondenzbanken und gegebenenfalls noch die zentrale Infrastruktur Continuous Linked Settlement (CLS) hinzu.

In der DLT erfolgt die Zahlung über die Initiierung derselben durch den Sender gefolgt von einem Konsensverfahren, nach dessen Abschluss die Zahlung dem DL hinzugefügt wird. Das Hinzufügen ersetzt gleichsam Clearing (= Feststellen gegenseitiger Forderungen oder Verbindlichkeiten), Settlement (= Ausgleich der bestehenden Forderungen oder Verbindlichkeiten) und gegebenenfalls auch die interne Buchhaltung, sofern sich die Beteiligten einig sind, dass der von ihnen veranlasste Eintrag im Verteilten Kontenbuch einen Rechtserwerb nach sich ziehen soll.

DLT ersetzt potenziell Clearing, Settlement und Buchhaltung

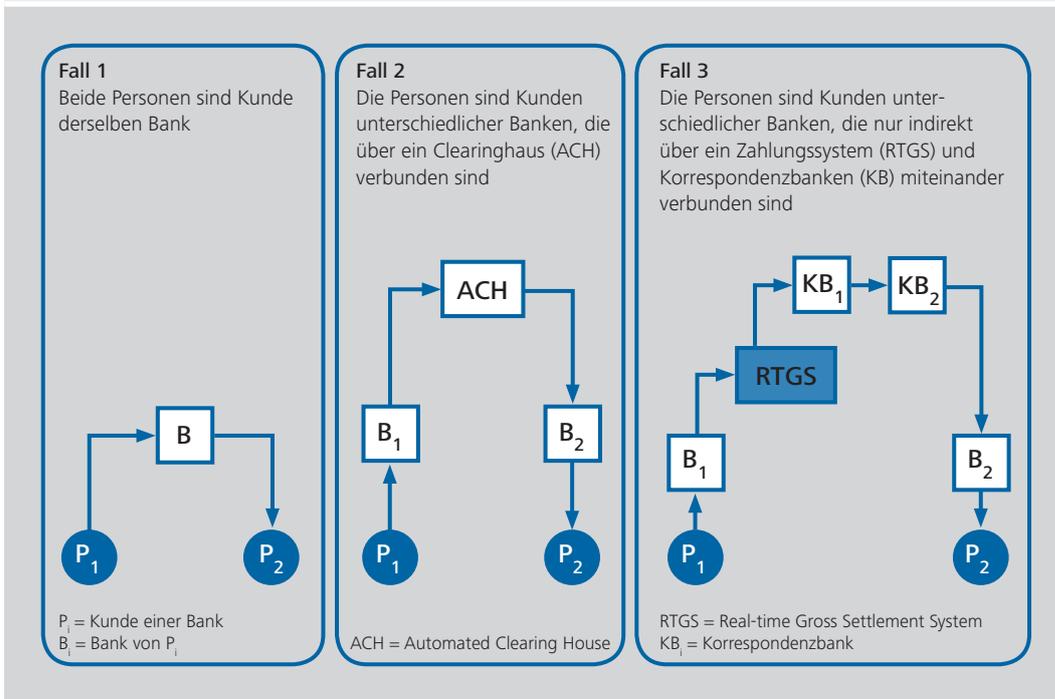
Wertpapierabwicklung

Die Zahl der Intermediäre im gegenwärtigen Wertpapierhandel und Nachhandel ist im Vergleich zum Zahlungsverkehr ungleich größer und diverser: Wertpapierhändler, Börsen, Clearinghäuser oder Zentrale Kontrahenten, Zentralverwahrer, Registrare, Custodians und gegebenenfalls Subcustodians sind am Lebenszyklus eines Wertpapiers beteiligt. Einige dieser Funktionen sind unter Umständen teilweise institutionell zusammengelegt. Die Komplexität ist hoch, die Prozesse sind fehleranfällig und verursachen eine Fülle an Abstimmungsbedarf. Technisch ermöglicht die DLT, die Wertpapierabwicklung in wenigen Schritten zusammenzufassen: Bei über-

Wertpapierabwicklung benötigt mehr und diversere Intermediäre

⁶ Siehe Schaubild auf S. 40.

Beispiele zur Zahlungsabwicklung: Person 1 zahlt an Person 2



Deutsche Bundesbank

einstimmender Erklärung zweier Beteiligten auf dem DL könnte der Eintrag in das Verteilte Kontenbuch als Handelsabschluss, Clearing, Abwicklung und Buchhaltung zugleich interpretiert werden.⁷⁾ Alle Beteiligten können auf dieselbe Datenbasis zurückgreifen.

Erwartete Vorteile

Durch ihre Netzwerkstruktur und den simultanen Zugriff auf eine gemeinsame Datenbank verspricht die DLT zu einem höheren Grad an Transparenz, operativer Effizienz, Sicherheit und Resilienz, Unabhängigkeit von Intermediären und Automatisierung in der Abwicklung zu führen.

Transparenz und Unveränderbarkeit

Das Verteilte Kontenbuch in einem DL ermöglicht den Teilnehmern am DLT-Netzwerk (sofern nicht anders definiert) das Einsehen der gesam-

ten Datenhistorie.⁸⁾ Dadurch wird der Übertrag von Werten oder der Austausch von Informationen im gesamten Netzwerk nachvollziehbar. Informationen können fälschungssicher aufbewahrt werden. Dies ermöglicht das manipulationssichere Speichern von Transaktionen, ohne dass Vertrauen zwischen den Netzwerkteilnehmern erforderlich ist.

Operative Effizienz

Zusätzlicher Nutzen im Vergleich zu traditionellen Finanzmarktinfrastrukturen könnte sich durch eine weniger komplexe Abwicklung von Finanzmarktgeschäften mit hohem Abstimmungsbedarf ergeben. Insbesondere bei arbeitsteiligen Prozessen, wie zum Beispiel der

Abstimmungsbedarf könnte zurückgehen

DLT bietet grundsätzlich große Transparenz

⁷ Vgl.: Bericht der European Securities and Markets Authority (ESMA) (2017), The Distributed Ledger Technology Applied to Securities Markets.

⁸ Neuere Entwicklungen differenzieren allerdings zunehmend zwischen den Teilnehmern, sodass einzelne Teilnehmer nicht mehr die gesamte Datenhistorie einsehen können.

Handelsfinanzierung, könnten durch den direkten Abstimmungsprozess zwischen Teilnehmern und die begleitende Dokumentation mehrere prozessaufwendige Zwischenschritte automatisiert und die Transferzeit verkürzt werden. Darüber hinaus könnte der Einsatz von DLT die Abwicklungskosten senken. Dies dürfte weniger für die eigentliche Transaktionsabwicklung gelten, möglicherweise aber für alle Anschlussprozesse. Das Vorhalten der Daten erfordert zwar höheren Speicherbedarf bei allen Teilnehmern, das Einsehen der Daten dürfte jedoch wesentlich einfacher sein.

Sicherheit und Resilienz

Kein unverzichtbarer Knoten im Netzwerk

Durch die dezentrale Struktur könnte die Sicherheit der im Netzwerk transferierten Werte oder Informationen erhöht werden. Anders als bei einer zentralen Abwicklungsplattform existiert kein Single Point of Failure, das heißt kein einzelner kritischer, für das Funktionieren des Netzes unverzichtbarer Knoten.⁹ Die Möglichkeit, den Ausfall eines Knotens durch andere Knoten zu kompensieren, wird häufig als erhöhte Ausfallsicherheit interpretiert. Wird eine Kopie des DL durch einen Angreifer verfälscht, kann dies durch weitere Kopien, welche die originalen Daten beinhalten, korrigiert werden. Allerdings bieten zahlreiche gleichberechtigte Knoten auch multiple Einfallstore für Angriffe (Points of Attack), sodass sich der Schutzaufwand gegenüber Cyberrisiken vervielfältigen dürfte.

Unabhängigkeit von Intermediären

Direkte Transaktion von Teilnehmer zu Teilnehmer

Die DLT ermöglicht grundsätzlich, Transaktionen oder Informationen intermediationsfrei zwischen Teilnehmern (P2P) auszutauschen. Das ist ansonsten im Zahlungsverkehr nur mit Barzahlung möglich. Theoretisch könnte bei der DLT die Notwendigkeit für spezielle Systeme, die von Intermediären betrieben werden, entfallen. Zwischengeschaltete Instanzen, die bei Finanztransaktionen klassischerweise die Validierung vornehmen, wären aus rein technischer Sicht nicht mehr erforderlich.

Automatisierte Vertragsabwicklung

Die automatisierte Erfüllung von vertraglichen Ansprüchen in der DLT durch Smart Contracts verspricht hohes Potenzial zur Prozessoptimierung. Insbesondere bei Geschäften, die Rückbestätigungen oder Garantien von Geschäftspartnern erfordern, verspricht der automatisierte Vertragsabschluss Effizienzpotenziale. DLT könnte zum Beispiel zur automatisierten Auszahlung von Zinsen oder Dividenden im Wertpapiergeschäft genutzt werden. Die genannten Vorteile hängen aber von der konkreten Ausgestaltung der DLT-Anwendung ab.

Automatisierte Abwicklung von komplexen Prozessen

Bestehende Herausforderungen

Die Ursprungsblockchain für Bitcoin wurde für eine virtuelle Währung geschaffen. Ihre Kerneigenschaften sind: intermediationsfreie direkte Übertragung der Bitcoin von Person an Person, offener Zugang für alle Teilnehmer (auch mehrfach) ohne Identifizierung über Klarnamen, vollständige Transparenz über alle Transaktionen für alle Teilnehmer, Proof-of-Work als Konsensverfahren, Geltung der jeweils längsten Blockchain unabhängig von der Entstehungszeit der Blöcke und Beschränkung der Übertragung auf Bitcoin. Die Nutzung der Bitcoin-Blockchain bei einer Übertragung in das reale Finanzsystem erfordert an vielen Stellen Anpassungen. Einzelne Weiterentwicklungen der DLT haben die realen Herausforderungen bereits teilweise gelöst,¹⁰

DLT aus der Bitcoin-Blockchain erfordert Anpassungen

⁹ Die Teilnehmer eines Netzwerks werden auch als Knoten bezeichnet.

¹⁰ Siehe u. a.: G. Danezis und S. Meiklejohn (2015), Centrally Banked Cryptocurrencies, <https://arxiv.org/pdf/1505.06895.pdf>; V. Buterin (2016), Ethereum: Platform Review – Opportunities and Challenges for Private and Consortium Blockchains, <http://www.r3cev.com/blog/2016/6/2/ethereum-platform-review/>; J. Poon und T. Dryja (2016), The Bitcoin Lightning Network: Scalable Off-Chain Instant Payments, <https://lightning.network/lightning-network-paper.pdf>; Hyperledger Fabric Model, https://hyperledger-fabric.readthedocs.io/en/latest/fabric_model.html; R. Brown, J. Carlyle, I. Grigg und M. Hearn (2016), Corda: An Introduction, https://docs.corda.net/_static/corda-introductory-whitepaper.pdf. Aufgrund der Vielzahl von Weiterentwicklungen werden hier nur einige Anwendungen beispielhaft erwähnt.

was jedoch auch zu Einschränkungen der potenziellen Vorteile führen kann. Um dieses System aber im Finanzsektor nutzen zu können, müssen bestimmte Regeln eingehalten werden.

Identifizierbarkeit

Geldwäscherechtfordert Identifizierbarkeit

Eine anonyme Übertragung von Werteinheiten, wie sie über öffentliche DLT-Plattformen (Public Ledger) stattfindet, lässt eine Identifikation von Teilnehmern nicht zu. Die Einhaltung des Geldwäscherechts erfordert jedoch eine eindeutige Identifizierung von natürlichen und juristischen Personen. Diese auch als Know-Your-Customer bekannte Anforderung macht eine Überprüfung der Teilnehmer im Netzwerk nötig. Deshalb scheidet eine Anwendung wie Bitcoin – bei der Transaktionen anonym erfolgen – hierbei aus. Eine Übertragung als P2P-Transaktion wäre dann nur unter Einhaltung der Regelungen möglich, die Anonymität nicht mehr gewährleisten würden. Daher dürften für Anwendungen der DLT im Finanzsektor keine Public Ledger, sondern nur Private Ledger infrage kommen.

Vertraulichkeit

Teilnehmer wollen Transaktionen vertraulich abwickeln

Durch die DLT wird jedem Teilnehmer grundsätzlich die Möglichkeit zugestanden, Einblick in die Transaktionshistorie zu erhalten. Die Vertraulichkeit von Finanztransaktionen ist folglich ohne Verschlüsselung nicht einzuhalten. Selbst eine verschlüsselte Speicherung der Daten bei allen Netzwerkteilnehmern bietet noch keine hinreichende Sicherheit. Würden die Daten durch künftige Verbesserung der Hard- oder Softwarekomponenten entschlüsselt, wäre die Transaktionshistorie wieder sichtbar für alle Netzwerkteilnehmer, bei denen die Daten gespeichert wurden. Diese Einschränkung der Vertraulichkeit in der Zukunft (Forward Secrecy) ließe sich dadurch lösen, dass nicht alle Daten bei allen Teilnehmern gespeichert werden, sondern in einer Art von Unternetzwerken ausgetauscht werden. Dieser Schutzmechanismus führte gleichwohl zu einer signifikanten Abweichung von den Grundprinzipien der vollständigen

Transparenz und Nachvollziehbarkeit einer verteilten Datenbank und minderte die Manipulationsicherheit der DLT.

Skalierbarkeit und Performanz

Für die Anwendung bei Infrastrukturen mit hohem Transaktionsdurchsatz und/oder hohen Transaktionsspitzen zu bestimmten Zeiten sind Skalierbarkeit und Performanz, zum Beispiel gemessen an der Latenzzeit des Systems, entscheidende Kriterien. Die Skalierbarkeit von DLT-Lösungen hängt davon ab, welche technischen Spezifikationen gewählt werden, insbesondere hängt sie vom Konsensmechanismus ab. Je nach Konsensverfahren benötigen DLT-Lösungen ungleich mehr Datenspeicher, Dateninstruktionen und Zeit zur Abwicklung einer einzelnen Transaktion als eine zentrale Finanzmarktinfrastruktur. Sofern DLT-Systeme den von heutigen Finanzmarktinfrastrukturen geleisteten Transaktionsdurchsatz nicht erreichen, bliebe ihre sinnvolle Anwendbarkeit auf Systeme mit hoher Komplexität, aber relativ geringem Transaktionsvolumen, beschränkt. Zum Vergleich: Das Bitcoin-Netzwerk wickelt in der Spitze weltweit rund 350 000 Transaktionen pro Tag ab und gilt vor dem Hintergrund der derzeitigen Spezifikationen als weitgehend ausgelastet. Allein im deutschen Zahlungsverkehr werden dagegen im Durchschnitt arbeitstäglich mehr als 75 Millionen Transaktionen abgewickelt.¹¹

Derzeitige DLT sind für großvolumige Anwendungen zu langsam

Eingeschränkte Resilienz

Teilweise führen DLT-Entwickler zur Steigerung der Performanz hierarchische Rollenkonzepte ein, die zwischen den Teilnehmern im Netzwerk hinsichtlich ihrer Rechte differenzieren. Einige erhalten umfangreichere Lese-, Schreib- und Validierungsrechte, während anderen zum Beispiel nur Vorschlagsrechte für Transaktionen zugestanden werden. Dies könnte in der Konsequenz die operationelle Resilienz einschränken, die durch den Wegfall eines Single Point of

Neue Entwicklungen von hierarchischen Strukturen in der DLT senken Resilienz

¹¹ Siehe: <https://blockchain.info> und Deutsche Bundesbank, Zahlungsverkehrsstatistik für 2016.

Failure erzielt werden soll. Bei Angriff auf einen der Knoten mit erweiterten Rechten könnte ein Angreifer einen potenziell größeren Schaden auslösen, und er könnte sich überdies auf denjenigen Knoten mit den niedrigsten Sicherheitsvorkehrungen (Weakest Link) konzentrieren. Die Datensicherheit ist daher unter Umständen deutlich schwieriger zu gewährleisten als bei einem zentralisierten System. Diese Weakest-Link-Problematik wäre jedoch nicht auf lesenden Zugriff beschränkt. Je nach verwendetem Konsensmechanismus könnte ein Angreifer fehlerhafte Daten in das Netzwerk einbringen. Beim derzeit in hierarchischen DLT-Netzwerken beliebten Konsensmechanismus PBFT wäre für einen solchen unbefugten Schreibzugriff jedoch der erfolgreiche Angriff auf die Mehrheit der validierenden Knoten notwendig.

Finalität

Finanztransaktionen erfordern eine rechtlich und faktisch klar definierte Finalität, also einen bestimmbareren Zeitpunkt, ab dem eine Transaktion als gültig angesehen werden kann. In modernen RTGS-Systemen werden erhaltene Gelder sofort weiterverwendet, im Wertpapierbereich verkaufen, verleihen oder beleihen Finanzinstitute mitunter Wertpapiere unmittelbar nach der finalen Abwicklung. Einige Konsensmechanismen der DLT, wie beispielsweise Proof-of-Work, stellen jedoch nur relative Finalität her. So gilt bei diesem Konsensverfahren die jeweils längste Kette an Blöcken. Mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit werden jedoch von verschiedenen Teilnehmern unterschiedliche neue Blöcke an die geltende Kette angehängt, sodass Abzweigungen (Forks) entstehen und die gültige Kette zunächst nicht zweifelsfrei bestimmt werden kann. Erst durch schnelleres Wachstum eines Zweiges kann sich dieser gleichsam durchsetzen. Die Transaktionen im kürzeren Zweig ab der Gabelung gelten nachträglich als annulliert. Deshalb kann bei solchen Konsensverfahren nur von relativer Finalität gesprochen werden.

Einige Konsensverfahren bieten nur relative Finalität

Bezug zu realen Werten

Die im derzeit bekanntesten DL-Netzwerk umlaufenden Bitcoins sind immer nur virtuell, das heißt, sie haben keine Existenz außerhalb der Blockchain. Bitcoins können ausschließlich auf der Blockchain transferiert werden und können die Blockchain nicht verlassen. Ein Wertpapier dagegen repräsentiert Ansprüche in der realen Welt. Es kann via DLT übertragen werden, bedarf aber zur Verfügbarmachung auf der Blockchain eines Bindeglieds zwischen realer und digitaler Welt, zum Beispiel in Form eines Zentralverwahrers. Das heißt, es bedarf zumindest an der Schnittstelle zwischen realer Welt und DLT einer vertrauenswürdigen Instanz.¹²⁾ Das ist in der Bitcoin-Blockchain nicht der Fall. Allgemeiner: Der Verkauf eines Gutes kann zwar in der DLT dokumentiert werden, aber die schiere Existenz des Gutes, seine Eigenschaften und möglicherweise auch die vorherigen Eigentumsverhältnisse wären damit noch nicht bestätigt. Der Anspruch der DLT, eine Übertragung ohne Vertrauen zu leisten, bliebe folglich auf den rein virtuellen Bereich ohne realen Bezug beschränkt.

Übertragung ohne Vertrauen durch Dritte nur im virtuellen Raum möglich

Mögliche Marktveränderungen

Bei der DLT handelt es sich um ein technisches Konzept, welches parallel in einer Reihe von Branchen und Anwendungsbereichen erprobt wird. Im Folgenden soll auf mögliche Marktveränderungen durch die DLT im Zahlungsverkehr und in der Wertpapierabwicklung eingegangen werden. Ausgehend von den beschriebenen Funktionalitäten der DLT scheint ihre tatsächliche Nutzung im Finanzsektor grundsätzlich dann vorteilhaft, wenn hoher Abstimmungsbedarf zwischen mehreren unabhängigen Teilnehmern und/oder wiederholter Rückgriff auf die Datenbank erforderlich ist sowie wenn es sich um eine komplexe Wertschöpfungskette

Einige Branchen experimentieren mit DLT

¹² Vgl.: G. Neyer (2017), The Future of Blockchain, Journal of Digital Banking, 2,(1), S. 74–94.

handelt. Selbstredend müssen Werte zur Nutzung in der DLT digitalisierbar sein.

Zahlungsverkehr

Der DLT wird teilweise hohes disruptives Potenzial im Zahlungsverkehr zugeschrieben. Besonders die P2P-Netzwerkstruktur wird von einigen Marktteilnehmern als Schlüssel für eine effiziente, weltweit zugängliche Möglichkeit zur Wertübertragung gesehen. Eine differenzierte Betrachtung zeigt jedoch, dass die besonderen strukturellen Ausprägungen der DLT nicht per se eine revolutionäre Umwälzung für den Zahlungsverkehr bedeuten.

Zahlungsverkehr im Euroraum

Der Trend im europäischen Zahlungsverkehr führt zu immer schnelleren Systemen, die eine möglichst sofortige Abwicklung von Zahlungen ermöglichen. Im Individualzahlungsverkehr werden Zahlungen standardmäßig direkt zwischen zwei Banken über RTGS-Systeme final in Zentralbankgeld abgewickelt. Zukünftig soll über den TARGET Instant Payment Settlement Service (TIPS) der direkte Transfer von Geldern in Echtzeit auch für den Massenzahlungsverkehr möglich sein. RTGS-Systeme, wie TARGET2, verarbeiten Zahlungen effizient und sind für den schnellen Übertrag von Geldern optimiert und verursachen praktisch keinen Abstimmungsbedarf. Bislang ist nicht erkennbar, dass der Einsatz der DLT im Zahlungsverkehr in einem einheitlichen Währungsraum im Vergleich zu etablierten Abwicklungssystemen Effizienzgewinne erzielen kann. Abhängig von der Ausprägung des Konsensmechanismus und der gewählten Datenbankstruktur dürfte die Zahlungsabwicklung bei DLT sogar eher verlangsamt und verteuert werden. Eine breite Anwendung der DLT im europäischen Individual- und Massenzahlungsverkehr ist unter heutigen technischen Gesichtspunkten eher unwahrscheinlich.

Anwendung der DLT im europäischen Individual- oder Massenzahlungsverkehr eher unwahrscheinlich

Währungsraumübergreifender Zahlungsverkehr / Handelsfinanzierung

Anders sieht es im währungsraumübergreifenden Zahlungsverkehr aus. Um Teilnehmer an RTGS-Systemen zu werden, muss eine Bank in der Regel einen Sitz, ein Tochterunternehmen oder eine Zweigstelle in dem entsprechenden Währungsraum vorweisen. Ist dies nicht der Fall, hat sie die Möglichkeit, sogenannte Korrespondenzbankbeziehungen zu einem Kreditinstitut zu unterhalten, das dem jeweiligen Währungsraum angehört. Das Korrespondenzbankgeschäft ist weniger standardisiert als zentrale Zahlungssysteme und erfordert häufig umfangreiche Abstimmungsprozesse zwischen den Beteiligten. Die Abwicklung dauert lange (i. d. R. mehrere Tage) und verursacht relativ hohe Transaktionskosten. Die DLT und der Einsatz von Smart Contracts könnten einige Prozessschritte im Korrespondenzbankgeschäft vereinfachen oder sogar entbehrlich machen und Endnutzern eine schnellere und günstigere Abwicklung ermöglichen. Die Entwicklung von einigen DLT-basierten Pilotprojekten für Korrespondenzbankbeziehungen hat dazu geführt, dass die derzeit dort tätigen Finanzdienstleister ihre eigenen Verfahren auf Effizienzsteigerungen überprüfen.

Korrespondenzbankgeschäft sowie Handelsfinanzierung erscheinen eher für DLT geeignet

Es ist weiterhin denkbar, dass DLT-Lösungen die finanzielle Inklusion in einigen Ländern mit schlecht ausgebauter Finanzinfrastruktur verbessern helfen.

Überdies scheint die Nutzung der DLT in der Handelsfinanzierung Vorteile zu versprechen, bei der mehrere Prozessschritte sukzessive ausgeführt und bestätigt werden müssen. Die DLT könnte vor allem die Abstimmung zwischen den Beteiligten erleichtern und durch die Automatisierung von heute manuell abgewickelten Prozessen beschleunigen.

Wertpapierabwicklung

In der Wertpapierabwicklung und anderen dem Handel nachgelagerten Bereichen wird der DLT von vielen Beobachtern großes Potenzial zugeschrieben. Auch dort werden Einsatzmöglichkeiten in solchen Bereichen vermutet, wo komplexe Transaktionsketten existieren und ein relativ hoher manueller Abstimmungsbedarf zwischen den beteiligten Transaktionspartnern besteht.

Geringerer Abstimmungsaufwand

Verteilter, aber einheitlicher Datenbestand könnte Abstimmungskosten senken

Im Lebenszyklus eines Wertpapiers kommt es nach der eigentlichen Abwicklung des Handels an vielen Stellen zu Abstimmungsbedarf über die Bestände, etwa im Falle von Kapitalmaßnahmen wie Zinszahlungen. Dieser Abstimmungsprozess wird Reconciliation genannt. DLT könnte an dieser Stelle Vorteile bieten. Aufgrund des verteilten, aber einheitlichen Datenbestandes sollten zumindest innerhalb eines DL keine Differenzen auftreten. Alle Beteiligten greifen auf dieselbe Datengrundlage zurück. Die Abstimmungen zwischen Zentralverwahren und Custodians sowie zwischen Custodians und depotführenden Banken könnten durch Rückgriff auf die DLT vereinfacht werden.¹³⁾

Prozesskettenverkürzung

Smart Contracts könnten Prozessketten verkürzen

Der wichtigste potenzielle Vorteil von DLT in der Wertpapierabwicklung liegt in der Möglichkeit, Prozessschritte zusammenzufassen oder stark zu vereinfachen.¹⁴⁾ Ein wichtiges Instrument dazu sind Smart Contracts, welche es ermöglichen, komplexe Abfolgen von Transaktionen wie eine einzige Transaktion durchzuführen. Dabei können auch mehr als zwei Parteien involviert sein sowie mehrere Währungen und Wertpapiere. Dies könnte Zeit sparen und wäre insbesondere dann vorteilhaft, wenn das gleichzeitige Durchführen verschiedener Teile einer Transaktion Risiken vermindert.

Corporate Actions und Custody

Die verteilte Speicherung der Daten beim Einsatz von DLT verspricht die Bestimmung der aktuellen und historischen Wertpapierhalter zu vereinfachen, da die entsprechenden Informationen im System automatisch verteilt und direkt verfügbar sind. Diese würde die Ausführung von Corporate Actions (z. B. Zinszahlungen, Rückzahlung bei Fälligkeit, Aktiensplits) vereinfachen. Darüber hinaus würden verschiedene Corporate Actions durch Smart Contracts (teil-)automatisiert werden, indem beispielsweise automatisch die Transaktionen für die Kuponzahlung generiert und durchgeführt werden.¹⁵⁾ Im Extremfall würde dann der komplette Lebenszyklus eines Wertpapiers in einem Smart Contract dargestellt. Ein solches Wertpapier benötigte nach der Begebung keinerlei zusätzliche Aktion, um abgewickelt zu werden.

Maßnahmen im Lebenszyklus eines Wertpapiers könnten via DLT einfacher ausgeführt werden

Referenzdaten und Identifikationslösungen

Viele DL-Anwendungen setzen die Unveränderlichkeit der einmal geschriebenen Daten und die verteilte Struktur ein, um eindeutige Referenzdaten und Zuordnungen darauf zu speichern und mit Smart Contracts zu verwalten. Wengleich diese Lösungen nicht auf den Transfer von Geld oder Wertpapieren ausgelegt sind, so bieten sie eine Reihe von Anwendungen, die für die Abwicklung von Finanztransaktionen unentbehrlich sind, wie zum Beispiel die Verwaltung von Identitäten.¹⁶⁾ Dabei kann es zum Beispiel um die Stammdatenaktualisierung von Teilnehmern an einer Finanzmarktinfrastruktur gehen. Die DLT zeichnet sich bei derartigen Aufgaben durch eine weitgehend

Dezentrale Stammdatenpflege mit DLT

¹³ Vgl.: BIZ (2017), a. a. O.; sowie D. Mills et al. (2016), Distributed ledger technology in payments, clearing and settlement, Federal Reserve Board, Finance and Economics Discussion Series 2016-095.

¹⁴ Vgl.: Bericht der ESMA (2017), a. a. O.

¹⁵ Vgl.: Bericht von Euroclear und Slaughter and May (2016), Blockchain settlement – Regulation, innovation and application.

¹⁶ Vgl.: BIZ (2017), a. a. O.

automatisierte Verarbeitung der Informationen aus. Dies geschieht, indem die zugelassenen Teilnehmer eines Netzwerkes Änderungen ihrer Daten direkt in das Netzwerk zur Validierung geben können. Im Anschluss an die Validierung findet eine sofortige Aktualisierung der Daten bei allen Teilnehmern statt. Solche Lösungen könnten gerade im Korrespondenzgeschäft von Vorteil sein, wo es wichtig ist, die Beteiligten an einer Transaktion eindeutig zu identifizieren, um länderübergreifend und sicher die Umsetzung des Know-Your-Customer-Prinzips zu ermöglichen.¹⁷⁾ Für die meisten Anwendungen im Finanzbereich dürfte freilich die Änderung von Referenzdaten ohne extern autorisierte Verifikation nicht akzeptabel sein.

Digitales Zentralbankgeld

Digitales Zentralbankgeld in der Diskussion

In den gegenwärtigen Zahlungssystemen bestehen die Marktteilnehmer bei großen Beträgen auf Abwicklung in Zentralbankgeld. Zukünftig könnte sich die Frage bei der Nutzung von DLT stellen, ob zur sicheren Abwicklung entsprechend größerer Transaktionen digitales Zentralbankgeld bereitgestellt werden könnte. Digitales Zentralbankgeld träte als weitere Ausprägung des Zentralbankgeldes neben Bargeld und – im Wesentlichen Geschäftsbanken und staatlichen Stellen vorbehaltenen – Guthaben bei der Zentralbank und wäre ebenso in der Bilanz als Verbindlichkeit der Zentralbank zu verbuchen. Es bestehen mehrere technische Optionen in seiner Ausgestaltung. So könnte es wertbasiert (wie Bargeld) oder kontentbasiert (wie Einlagen) sowie anonym oder mit Registerführung übertragen werden, die Nutzung könnte beschränkt werden, beispielsweise im Betrag oder im Verwendungszweck und es könnte verzinst oder aber wie Bargeld unverzinst sein.

Die konkrete Ausgestaltung bestimmt letztlich die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen, und gerade diese sind bei einer umfassenden Würdigung zu berücksichtigen.

Die dabei wohl wichtigste Frage ist die des zugelassenen Nutzerkreises, genauer, ob digitales Zentralbankgeld auch für Nichtbanken ausgegeben werden sollte. Denn in diesem Fall müsste mit Substitutionseffekten der verschiedenen Geldformen gerechnet werden. Insbesondere könnten Nichtbanken ihre Sichtguthaben bei Banken in digitales Zentralbankgeld umwandeln, sofern die Verwahrung als Eintrag auf dem DL sicherer und bequemer als die bare Hortung erscheint. Wenn aber signifikante Teile der Sichtguthaben der Nichtbanken in eine Blockchain verlagert würden und nicht mehr als praktisch unverzinsliche Refinanzierung den Kreditinstituten zur Verfügung stünden, dann könnte dies erhebliche Auswirkungen auf die Zinsmarge, das Ausmaß der Kreditgewährung, sowie die Geschäftsmodelle im Bankensystem und dessen Struktur haben. Zudem erfordert die einfache Ausweitung der Geldbasis, die mit einer Umschichtung von Sichteinlagen in digitales Zentralbankgeld und damit einer Zunahme der Notenbankverbindlichkeiten einherginge, eine korrespondierende Zunahme an Bilanzaktiva, etwa in Form zusätzlicher, entsprechend zu besichernder Refinanzierungsgeschäfte. Die Auswirkungen auf die Struktur und das Risikoprofil der Notenbankbilanzen wären erheblich.

Die möglichen geld- und stabilitätspolitischen Implikationen, die das Einführen digitalen Zentralbankgeldes etwa auf DLT-Basis hätte, sind insofern vielfältig und, auch wenn sie von einigen Zentralbanken derzeit erforscht werden, nur schwer abzuschätzen.¹⁸⁾ Dies lässt, selbst wenn man von der auch hier einschlägigen derzeitigen Unsicherheit über das technische Potenzial der DLT absieht, eine Anwendung für digitales Zentralbankgeld als eine derzeit unrealistische Option erscheinen.

Sollen auch Nichtbanken über digitales Zentralbankgeld verfügen?

Implikationen derzeit nur schwer abzuschätzen, daher ist digitales Zentralbankgeld derzeit unrealistisch

¹⁷ Vgl.: Bericht der ESMA (2017), a. a. O.

¹⁸ Vgl. u. a.: B. Broadbent (2016), Central banks and digital currencies, Rede bei der London School of Economics, 2. März 2016; J. Powell (2017), Innovation, Technology, and the Payments System, Rede am Yale Law School Center for the Study of Corporate Law, 3. März 2017; C. Skingsley (2016), Should the Riksbank issue e-krona?, Rede bei FinTech Stockholm, 16. November 2016.

■ Auswirkungen und Ausblick

Mögliche Auswirkungen auf die Rollen der Bundesbank

Betreiberrolle

Bundesbank erforscht Eignung und Effizienz der DLT in eigenem Projekt

Durch den Betrieb von Zahlungs- und Abwicklungssystemen vor allem für die Abwicklung zwischen Banken unterstützt die Bundesbank – auch zusammen mit anderen Zentralbanken – die stabile Abwicklung des Zahlungsverkehrs im Eurosystem. Im Fall von DLT bietet sich aus Sicht der Bundesbank nur der Einsatz von zugangsbeschränkten Systemen, das heißt Private Ledger, an, die das Identifizieren der Teilnehmer ermöglichen. Um das Potenzial der DLT genauer einschätzen zu können, führt die Bundesbank aktuell gemeinsam mit der Deutschen Börse eine Konzeptstudie durch. In dieser Studie wird erforscht, ob sich die DLT zum Einsatz im Bereich digital übertragbarer Geldeinheiten und Wertpapiere eignet und wie effizient und stabil sie ist. Erste Ergebnisse bestätigen die grundsätzlich funktionale Eignung der DLT. Die technische Leistungsfähigkeit (Performanz) und die Skalierbarkeit eines solchen Systems müssen jedoch in weiteren Phasen untersucht werden, um Aussagen über die Praxistauglichkeit der DLT treffen zu können.

Katalysatorrolle

In ihrer Katalysatorrolle setzt sich die Bundesbank für die Weiterentwicklung in Zahlungsverkehr und Wertpapierabwicklung mit dem Ziel der Steigerung von Stabilität oder Effizienz ein. Neue Verfahren und Techniken müssen einen Mehrwert versprechen und sich in das bestehende regulatorische System einfügen. Um dies bewerten zu können, ist es notwendig, die Verfahren zu verstehen. Ein Weg dazu ist es, diese auch selbst anzuwenden und zu analysieren.

Es gilt, die verschiedenen Teilnehmer mit divergierenden Interessen zusammenzubringen, da die Branche ausgeprägte Netzwerkeigenschaften hat. Zugleich gilt es, dabei Marktentwick-

lungen und den Wettbewerb konkurrierender Systeme nicht zu verzerren. Änderungen der Verfahren und Abläufe erfordern die Akzeptanz durch eine Mehrzahl von Teilnehmern, damit potenzielle Vorteile tatsächlich erzielt werden. Partielle Änderungen können, speziell bei nicht vollständiger Interoperabilität zu bestehenden Systemen, sogar volkswirtschaftlich nachteilig sein. Die üblicherweise hohen Investitionskosten beim Systemwechsel gepaart mit niedrigen variablen Kosten in der Produktion begünstigen zudem technologische Pfadabhängigkeiten. Ohne überzeugende Aussichten auf signifikante Effizienzgewinne ist es schwer, die Marktteilnehmer von neuen Verfahren zu überzeugen.

Um anwendungsübergreifend zur Harmonisierung der DLT beizutragen, engagiert sich die Bundesbank unter anderem im Rahmen einer Initiative zur Normierung von „Blockchain and Distributed Ledger Technologies“ der International Organization for Standardization. Ziel der Initiative ist, die Interoperabilität und den Datenaustausch zwischen Nutzern, Anwendungen und Systemen, die diese Technologie verwenden, durch einen einheitlichen Referenzrahmen zu fördern.

Rolle als Überwacher

In ihrer Rolle als Überwacher des Zahlungsverkehrs und der Abwicklungssysteme analysiert die Bundesbank alle einschlägigen Entwicklungen hinsichtlich ihres Einflusses auf Sicherheit und Effizienz des Finanzsektors. Zum jetzigen Zeitpunkt beschränkt die Überwachung sich bei DLT auf die Beobachtung des Marktes. Sollten große Systeme auf DLT-Basis den Betrieb in Deutschland aufnehmen wollen, würden diese anhand der gleichen Kriterien geprüft wie die gegenwärtigen Systeme.

Ausblick

Die DLT ist weiter Gegenstand intensiver Forschung und Entwicklung in der Erwartung, dass ihr Einsatz Transaktionskosten zu senken ver-

Netzwerk-externalitäten und Pfadabhängigkeit machen Katalysatorrolle im öffentlichen Interesse erforderlich

Betrieb auf DLT-Basis wird anhand der gleichen Kriterien wie Altsysteme geprüft

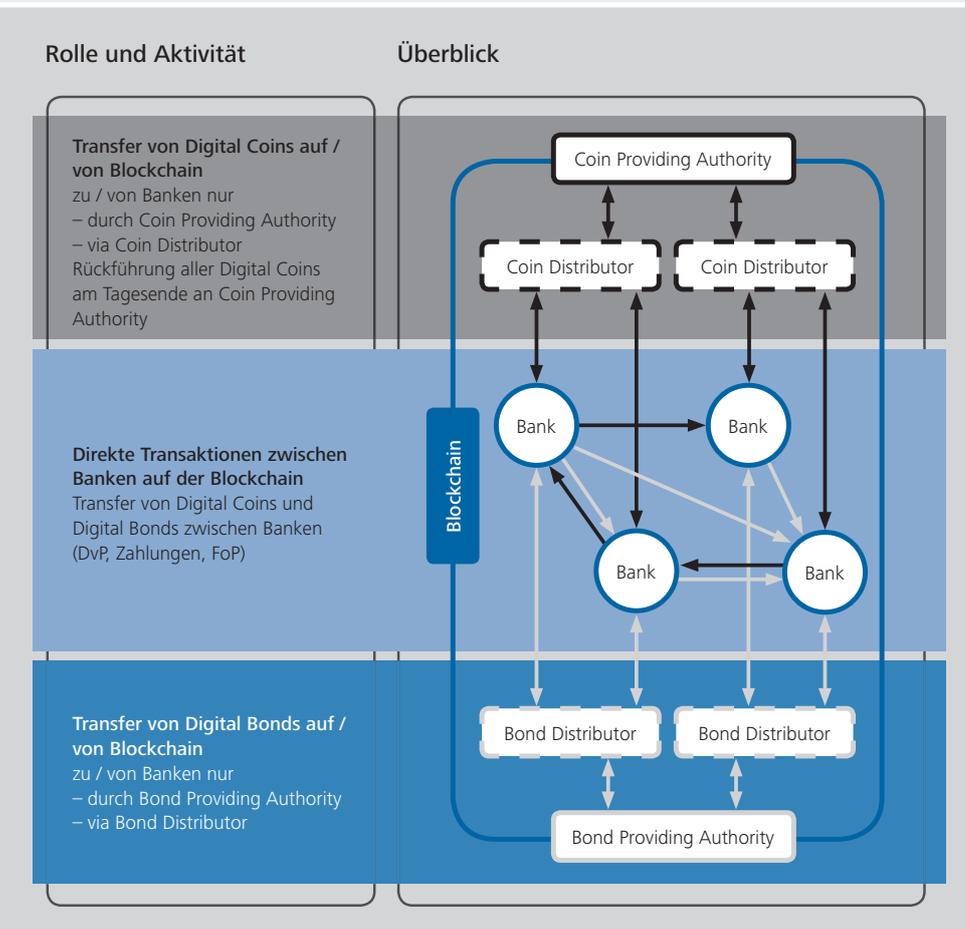
Forschungsprojekt Blockchain

Zusammen mit der Deutschen Börse führt die Deutsche Bundesbank ein Forschungsprojekt zum Einsatz der Blockchain-Technologie in der Zahlungs- und Wertpapierabwicklung zwischen Banken durch. Der gemeinsam entwickelte Prototyp ermöglicht die Abwicklung von Wertpapierkäufen Zug um Zug gegen zentral ausgegebene digitale Werteinheiten (Delivery versus Payment) sowie reine Transfers von digitalen Werteinheiten oder Wertpapieren. Zudem kann er einfache Kapitalmaßnahmen abwickeln, wie die Zahlung von Zinsen oder die Rückzah-

lung bei Fälligkeit eines Wertpapiers. Technisch verwendet er eine zugangsbeschränkte (permissioned) Blockchain basierend auf Hyperledger Fabric.¹⁾ Grundsätzlich könnte der Prototyp auch auf anderen DLT-Varianten aufbauen.

¹ Siehe Hyperledger Fabric Model unter https://hyperledger-fabric.readthedocs.io/en/latest/fabric_model.html

Schematische Darstellung der blockchainbasierten Abwicklung im Prototyp von Deutscher Bundesbank und Deutscher Börse



Quelle: Deutsche Börse und eigene Darstellung.

Deutsche Bundesbank

Prototyp ist geldpolitisch neutral

Für die Abwicklungsprozesse auf Blockchain-Basis werden zu Beginn jedes Geschäftstages digitale Werteinheiten aus einem externen Geldkreislauf von der Coin Providing Authority auf die Blockchain übertragen. Sie stehen während des Handelstages für die Netzwerkteilnehmer zur Verfügung. Die Werteinheiten werden am Tagesende wieder in den externen Geldkreislauf zurückgegeben. Wertpapiere werden innerhalb des Blockchain-Netzwerkes über eine Bond Providing Authority zum Handel zur Verfügung gestellt. Die Wertpapiere verbleiben durchgehend auf der Blockchain und verlassen das Netzwerk erst nach Auftrag des Teilnehmers oder bei Fälligkeit.

Regulatorische Vorgaben prinzipiell erfüllt

Der Prototyp gewährleistet die Wahrung der Vertraulichkeit von Transaktionsinhalten auf Basis eines anpassbaren Rechtekonzeptes, berücksichtigt die bestehenden regulatorischen Vorgaben und erfasst alle geschäftsrelevanten Vorgänge für das in- und externe Rechnungswesen sowie für die regulatorische Berichterstattung. Damit bietet der Prototyp grundsätzlich die Basis für einen praxistauglichen Einsatz. Er ist jedoch als Konzeptstudie weit von der Marktreife entfernt. In einer weiteren Projektstufe wird der Prototyp so ausgebaut, dass technische Leistungsfähigkeit und Skalierbarkeit genauer analysiert werden können.

mag. Die Übertragung von ihrer ursprünglichen Rolle als Technik hinter der virtuellen Währung Bitcoin auf Anwendungen im Zahlungsverkehr und in der Wertpapierabwicklung erweist sich als veritable Herausforderung. Es zeigt sich, dass vielfältige Anpassungen des ursprünglichen Bitcoin-Verfahrens notwendig sind. Eine reine P2P-Übertragung ohne Intermediäre dürfte im Finanzsektor kaum umsetzbar sein. Hinzu kommen nichtfunktionale Kriterien: Noch wirken Skalierbarkeit und Performanz der DLT eher beschränkt, als dass ein Einsatz für volumenstarke Anwendungen infrage käme.

Derzeit wird sowohl an den Grundlagen – technische Gestaltung der DLT an sich – als auch an den anwendungsorientierten Schnittstellen und an den möglichen rechtlichen Ausgestaltungen geforscht. Die Gleichzeitigkeit dieser Entwicklungen macht Vorhersagen besonders schwierig. Die eigentlichen Vorteile der DLT dürften sich weniger in ihrer Nutzung in herkömmlichen Strukturen und Prozessen zeigen, sondern viel-

mehr stärker in veränderten Strukturen und Abläufen zum Tragen kommen. Demgegenüber stehen aber nicht nur das Beharrungspotenzial der bisherigen Dienstleister, sondern auch die technisch bedingte Trägheit der Entwicklungen im Zahlungsverkehr und in der Wertpapierabwicklung (Stichworte: Pfadabhängigkeit/Netzwerkeffekte). Sicherlich kann es einige isolierte schnelle Anwendungen der DLT geben, die nicht gleich zu einem Systemwechsel führen. Allerdings erfordert ihre breite Einführung eine kooperative zeitlich parallele Anstrengung praktisch aller Beteiligten. Immerhin hat die DLT bereits bewirkt, dass an einigen herkömmlichen Verfahren weiter gearbeitet wird, um ihre Effizienz zu verbessern.

Je nach Perspektive erlebt die DLT derzeit eine Phase der Ernüchterung angesichts der keineswegs trivialen Anwendung in der Finanzwirtschaft oder eine zunehmend breite Aufmerksamkeit durch Ausweitung der Machbarkeitsstudien nicht zuletzt durch Zentralbanken. Der

Ausgang dieser Experimente ist ungewiss. Einerseits sind wichtige Herausforderungen noch nicht gelöst. Andererseits war der eigentliche Vorteil einer Innovation häufig am Anfang ihrer Entwicklung noch nicht klar erkennbar. Aus

Sicht der Bundesbank bestehen einstweilen gute Gründe, die praktische Anwendbarkeit der DLT im Zahlungsverkehr und in der Wertpapierabwicklung weiter zu erforschen.