

## Digitales Geld: Optionen für den Zahlungsverkehr

*Seit Längerem vollzieht sich im Zahlungsverkehr ein dynamischer Strukturwandel. Die digitale Transformation hat dabei zur Herausbildung neuer Zahlungslösungen geführt. FinTech-Unternehmen bieten digitale Lösungen für einzelne Teile der Wertschöpfungskette. Neuere Techniken, darunter speziell die Distributed-Ledger-Technologie (DLT), ermöglichen neue Formen digitalen Geldes, das tokenisiert über innovative und dezentrale Netzwerke übertragen werden kann. BigTech-Unternehmen, also technologie- oder datengestützte Plattformanbieter mit großer Kundenbasis, bieten eigene Zahlungslösungen an und planen teilweise den Einsatz eigener Stablecoins. Vor diesem Hintergrund wird der Zahlungsverkehr inzwischen als Branche mit strategischer Bedeutung für die künftige Entwicklung der europäischen Finanzwirtschaft und zugleich für die europäische Souveränität in einer zunehmend globaler ausgerichteten, digitalen Welt gesehen. Auch das Eurosystem sieht die Entwicklung von gemeinsamen europäischen Zahlungslösungen als unerlässlich an.*

*Ausgangspunkt der diesbezüglichen Überlegungen sollten die angestrebten Funktionen des neuen Geldes sein. Um die Grundanforderungen an ein Zahlungsmittel zu erfüllen, sollten auch neue Geldformen wertstabil, universell einsetzbar und möglichst friktionslos in andere Geldformen tauschbar sein. Mit Blick auf die Sicherheit des Zahlungsverkehrs gelten für Transaktionen in Zentralbankgeld verstärkte Anforderungen. Dezentrale Netzwerke können voraussichtlich die Effizienz des Zahlungsverkehrs selbst nicht verbessern. Allerdings können durch den Einsatz der DLT unternehmensübergreifende Abwicklungs- und Zahlungsprozesse integriert werden, sodass automatisierte synchrone Leistungs- und Geldflüsse möglich werden. Dafür sind programmierbare Zahlungen erforderlich, die entweder als tokenisiertes Geld oder durch eine technische Brücke zwischen privatwirtschaftlichen DLT-Systemen und dem konventionellen Zahlungsverkehr („Trigger-Lösung“) ermöglicht werden. In der Gesamtbetrachtung könnte Geld, wenn es in programmierbaren Anwendungen nutzbar ist, effizienzsteigernd wirken.*

*Weltweit intensivieren sich die Arbeiten zur Entwicklung von digitalem Zentralbankgeld (Central Bank Digital Currency: CBDC), einer dritten Variante von Zentralbankgeld neben Bargeld und Guthaben bei der Zentralbank. Die meisten Projekte von Zentralbanken zielen auf CBDC, das für jedermann zur Verfügung stehen soll.*

*Digitales Zentralbankgeld bietet Chancen, birgt jedoch auch Risiken. Grundsätzlich könnte eine weitgehende Substitution von Geschäftsbankengeld durch CBDC Auswirkungen auf die Geldpolitik und die Finanzstabilität haben und zu einem Bedeutungsverlust von Banken als Intermediäre im Finanzsystem führen. Nicht zuletzt könnten sich die Anteile der privaten und öffentlichen Zahlungsverkehrsaktivität stark zulasten des Privatsektors verschieben, mit negativen Konsequenzen für Innovationen und erhöhten finanziellen Risiken infolge einer verlängerten Zentralbankbilanz.*

*Das Eurosystem hat im Oktober 2020 einen Bericht über die mögliche Ausgabe von digitalem Zentralbankgeld für den Euroraum veröffentlicht. Dieser Digitale Euro würde Bargeld ergänzen, ohne es zu ersetzen. Derzeit werden im Eurosystem verschiedene Möglichkeiten einer potenziellen Implementierung und eine Vielfalt von möglichen Ausgestaltungsvarianten analysiert. Der EZB-Rat wird voraussichtlich im Sommer über die weiteren Arbeiten entscheiden.*

## Digitale Transformation im Zahlungsverkehr

*Beschleunigte Digitalisierung im Zahlungsverkehr ermöglicht neue Zahlungslösungen*

Neue Technologien, darunter insbesondere die Distributed-Ledger-Technologie (DLT)<sup>1)</sup>, und neue Marktakteure haben den Prozess der Digitalisierung im Zahlungsverkehr in den letzten zehn Jahren beschleunigt und intensiviert. Insbesondere die Veröffentlichung des Bitcoin Whitepapers im Jahr 2008 brachte dabei erstmals eine neue Form des dezentralen Zahlungsverkehrs ohne Banken oder zentrale Intermediäre ins Spiel.<sup>2)</sup> Der heutige Zahlungsverkehr ist neben dem von Zentralbanken herausgegebenen Bargeld vor allem durch das bei Kreditinstituten hinterlegte Giralgeld gekennzeichnet, das mittels Überweisung, Lastschrift oder Kartenzahlung übertragen werden kann. Darüber hinaus ist in letzter Zeit zunehmend von „digitalem Geld“ die Rede. Allerdings sind verschiedene Vorstellungen damit verbunden. Sehr häufig ist damit Geld gemeint, welches in Form von digitalen Werteinheiten (Token<sup>3)</sup>) in DLT-Systemen verwendet werden kann. Reine Krypto-Token, wie Bitcoin oder Ether, haben sich bisher aber nicht als Zahlungsmittel etablieren können. Entsprechend konzentriert sich die Diskussion auf digitale Zahlungsmittel, die an bestehende Geldformen anknüpfen, aber entweder in technisch veränderter Form verfügbar gemacht werden oder bestehende Geldformen als Wertunterlegung verwenden.

*Zahlungsverkehr im Wandel, ...*

Schon seit Jahrzehnten konnten die steigenden Volumina im unbaren Zahlungsverkehr mit über 20 Milliarden Transaktionen pro Jahr alleine in Deutschland nur mit kontinuierlicher Standardisierung, Harmonisierung und Automatisierung bewerkstelligt werden. In den letzten Jahren wurde der unbare Zahlungsverkehr von einer neuen Dynamik der digitalen Transformation erfasst, vor allem getrieben durch verändertes Zahlungsverhalten, regulative Änderungen und technische Neuerungen. Nicht zuletzt hat zum Beispiel das bargeldlose Bezahlen im Zuge der Covid-19-Pandemie zugenommen. Eine umfassende Erhebung der Bundesbank zum Zahlungsverhalten in Deutschland im Herbst 2020

zeigt, dass insbesondere Kartenzahlungen deutlich an Bedeutung gewonnen und nunmehr einen Anteil von etwa 30 % an allen erfassten Zahlungen erreicht haben.<sup>4)</sup> Diese Entwicklung wurde im Wesentlichen durch den Anstieg kontaktloser Zahlungen geprägt. Ein wichtiger Treiber der Digitalisierung im Zahlungsverkehr ist neben dem kontaktlosen Bezahlen an der Ladenkasse die wachsende Verbreitung digitaler Bezahlösungen für den Onlinehandel, insbesondere durch die internationalen Kartensysteme sowie durch entsprechende Angebote neuer Anbieter, etwa FinTechs und BigTechs.

FinTechs nutzen neue technische Lösungen wie offene, teilweise standardisierte Schnittstellen (Application Programming Interface: API) zu den Kontoführungssystemen der Banken und App-Technologien für Smartphones zur Bereitstellung einzelner Prozesse der Wertschöpfungskette oder ersetzen diese durch neue Prozesse. Zudem treten kapitalstarke Technologieunternehmen mit bestehenden Plattformen und großer Kundenbasis in den Zahlungsverkehrsmarkt ein. Diese sogenannten BigTechs sind anders als die meisten FinTechs weniger auf die Kooperation mit bestehenden Anbietern angewiesen. Über ihre breite Kundenbasis können sie große Netzwerkeffekte generieren, sodass

*... getrieben von digitalen Ökosystemen ...*

1 Vgl.: Deutsche Bundesbank (2019). Zu den hier verwendeten Fachbegriffen finden sich Erklärungen im Glossar unter: <https://www.bundesbank.de/de/startseite/glossar>.

2 Vgl.: Nakamoto (2008).

3 Bei Token handelt es sich um digitale Wertmarken, die innerhalb einer DLT-Umgebung übertragbar sind und eine Vielzahl von Funktionen in einem Netzwerk übernehmen können, bspw. die digitale Repräsentation eines physischen Vermögenswertes.

4 Vgl.: Deutsche Bundesbank (2021a). In der Zahlungsverhaltensstudie der Bundesbank von 2017 lag der Wert noch 9 Prozentpunkte niedriger. Gleichzeitig lag der Anteil der Barzahlungen 2020 bei 60 %, nach 74 % im Jahr 2017.

schnell eine ausreichende Marktdurchdringung erreicht werden kann.<sup>5)</sup>

Zahlungsdienstleistungen – sowie darüber hinausgehende finanzielle Dienstleistungen – können für die Ökosysteme der großen Plattformen eine wesentliche Ergänzung darstellen. Zum einen können damit sämtliche Aktivitäten auf einer Plattform – von der ersten Information über den Kaufabschluss bis hin zur Bezahlung – integriert werden. Zum anderen bilden Zahlungsdaten und Käufe eine verlässlichere Datengrundlage für das Verständnis des Kundenverhaltens. Dabei stehen über Drittdienstleister potenziell auch außerhalb der jeweiligen Plattform anfallende Transaktionsdaten der Kunden für die Datenauswertung zur Verfügung.

die Integration der Zahlungsvorgänge in die Prozesse der Buchhaltung. Im komplexeren Fall geht es um die unternehmensübergreifende Integration von Zahlungs- und Abwicklungsprozessen, was nicht zuletzt durch den Einsatz von DLT ermöglicht werden kann.<sup>7)</sup> Mithilfe von DLT lassen sich digitale Werte in Form von Token zwischen voneinander unabhängigen Entitäten übertragen. Mehr noch, durch Nutzung von DLT und insbesondere sogenannter Smart Contracts<sup>8)</sup> können komplexe Verträge vollständig automatisiert abgewickelt werden. Die Voraussetzung dafür ist, dass Leistung und Geld entweder selbst tokenisiert<sup>9)</sup> und programmierbar vorliegen oder in programmierbaren Anwendungen verwendbar sind (siehe die Erläuterungen auf S. 66).

*... als potenzieller Treiber der „Plattformisierung“*

Die Erweiterung des Informations- und Kaufprozesses um möglichst nahtlos in diese neuen Ökosysteme eingepasste Zahlungsdienste dürfte zu einer vergrößerten Marktmacht der Plattformen führen.<sup>6)</sup> Banken und Bankkonten werden dabei zunächst zwar weiterhin eine wichtige Rolle spielen. Vermutlich werden aber für die Kunden die neuen Akteure – BigTechs- und internationale Kartensysteme – sowie die dazugehörigen Apps als digitale Kundenschnittstelle immer bedeutsamer.

Die Nutzung von DLT für die Abwicklung komplexer Prozesse, bei denen die Transaktionsdaten unter Umständen noch für Folgeprozesse benötigt werden, kann Transaktionskosten senken. Es entfallen zahlreiche Abstimmungsprozesse, da bei einer verteilten Datenhaltung alle Beteiligten auf dieselbe Datenbasis zugreifen können. Darüber hinaus können wiederkehrende Prozesse automatisiert ablaufen. Im Idealfall können Smart Contracts die vollständige Steuerung synchroner und automatisierter Leistungs- und Geldflüsse zu vorher festgelegten Bedingungen übernehmen. Die Nutzung von DLT könnte somit ein wichtiger Baustein für die digitale Transformation einer Volkswirtschaft sein.

*... und im Idealfall zu vollständig synchronen und automatisierten Leistungs- und Geldflüssen führen*

*Strategische Bedeutung des Zahlungsverkehrs steigt*

Die wachsende Abhängigkeit von nichteuropäischen Infrastrukturen im europäischen Markt für Zahlungsdienste hat auch dazu geführt, dass der Zahlungsverkehr in der politischen Diskussion zunehmend als eine Branche mit strategischer Bedeutung für die europäische Souveränität gesehen wird. Im Ergebnis haben sich eine Reihe von Initiativen und politische Aktivitäten mit dem Ziel entwickelt, Verbesserungen und Effizienzgewinne im Zahlungsverkehr zu erzielen (siehe Erläuterungen auf S. 64 f.).

*DLT kann Digitalisierung deutlich intensivieren ...*

Neue Technologien ermöglichen nicht zuletzt die automatische Verzahnung des Zahlungsverkehrs mit anderen Prozessen. Im einfachen Fall geht es um unternehmensinterne Prozesse, also zum Beispiel die Nutzung der Zahlungsdaten für Analysezwecke in der Produktentwicklung oder

<sup>5</sup> Netzwerkeffekte oder Netzwerkexternalitäten liegen vor, wenn der Nutzen eines Gutes für einen Nutzer von der Anzahl der anderen Nutzer des Gutes abhängt. Bei positiven Netzwerkexternalitäten steigt mit zunehmender Nutzeranzahl der Anreiz zur Verwendung eines Gutes oder einer Technologie. Ein klassisches Beispiel sind Telefonanschlüsse: Für den einzelnen Anschlussinhaber sind sie umso nützlicher, je mehr andere Anschlussinhaber es gibt, die erreichen kann. Damit nützt ein weiterer Anschluss nicht nur dem neuen Anschlussinhaber, sondern erhöht den Nutzwert des Telefonnetzes für alle bisherigen und künftigen Anschlussinhaber.

<sup>6</sup> Vgl.: Brunnermeier (2021).

<sup>7</sup> Vgl.: Deutsche Bundesbank (2017a).

<sup>8</sup> Smart Contracts sind programmierte Algorithmen, die die Erfüllung von vertraglichen Ansprüchen durch Prüfung und die anschließende eigenständige Ausführung in der DLT automatisieren. Vgl.: Lin (2019).

<sup>9</sup> Vgl.: Deutsche Bundesbank (2019).

## Initiativen und politische Aktivitäten im Zahlungsverkehr

Die Europäische Kommission hat im Herbst 2020 eine Retail Payments Strategy verabschiedet.<sup>1)</sup> Darin fordert sie die Einführung von Instant Payments, die innerhalb weniger Sekunden auf dem Empfängerkonto gutgeschrieben werden, als „New Normal“ und ermutigt privatwirtschaftliche Initiativen zum Aufbau einer gemeinsamen europäischen Lösung im Zahlungsverkehr.

Auch das Eurosystem sieht die Entwicklung von europaweit verfügbaren Zahlungslösungen für das digitale Zeitalter als unerlässlich an, um die Effizienz, Wettbewerbsfähigkeit und europäische Verankerung des Zahlungsverkehrs für die Zukunft gewährleisten zu können.<sup>2)</sup> Solche Anwendungen sollten

- online, an der Ladenkasse und zwischen Privatpersonen funktionieren;
- mit der Karte und digitalen Geräten wie dem Smartphone europaweit einsetzbar sein;
- europäischer Unternehmensführung unterliegen;
- im Idealfall alle Services in einer Marke bündeln.

Eine Reihe europäischer Zahlungsdienstleister hat sich zur European Payments Initiative (EPI) zusammengefunden, um eine solche europäische Lösung auf Basis von SEPA Instant Payments zu entwickeln. Derzeit unterstützen allerdings nur rund 70 % der relevanten Zahlungsdienstleister im Euroraum SEPA Instant Payments, die aktuell einen Anteil am gesamten Überweisungsverkehr von nur knapp 8 % erreichen. Im Ergebnis müssen weitere Anstrengungen unternommen werden, um den europäischen Binnenmarkt

im Zahlungsverkehr weiter auszubauen und durch Innovation, Effizienz und Wettbewerb zukunftsfähig zu machen. Mit der Möglichkeit, solche Transaktionen zwischen verschiedenen europäischen Infrastrukturen über TARGET Instant Payments System (TIPS) abzuwickeln, wird das Eurosystem im November 2021 die entscheidende technische Voraussetzung für die gesamteuropäische Reichweite von Instant Payments schaffen.

Unter der Schirmherrschaft des Euro Retail Payments Board (ERPB)<sup>3)</sup> arbeiten die Marktteilnehmer auch daran, die Anwendungsmöglichkeiten von Instant Payments zu erweitern. So sollen Privatpersonen künftig auch an der Kasse damit zahlen und Unternehmen eine Zahlungsaufforderung, einen sogenannten Request-to-Pay, darauf aufsetzen können.<sup>4)</sup>

Angesichts der möglichen Integration von Zahlungsdiensten in weltweit nutzbare privatwirtschaftliche Ökosysteme ist aber nicht nur der eurobasierte, sondern auch der währungsraumübergreifende Zahlungsverkehr ins Zentrum der politischen Debatte gerückt. Im Vergleich zum europäischen oder nationalen Zahlungsverkehr ist dieser weiterhin relativ langsam, intransparent

<sup>1</sup> Vgl.: Europäische Kommission (2020).

<sup>2</sup> Vgl.: Cœuré (2019).

<sup>3</sup> Das Euro Retail Payments Board ist ein europäisches Gremium unter dem Vorsitz der EZB, mit dem das Ziel eines integrierten, innovativen und wettbewerbsfähigen Marktes für Massenzahlungen in der Europäischen Union verfolgt wird.

<sup>4</sup> Bei einem Request-to-Pay versendet der Zahlungsempfänger, z. B. ein Onlinehändler, über seine Bank eine elektronische Zahlungsaufforderung (Request-to-Pay) an die Bank des Zahlers. Die Zahlungsaufforderung beinhaltet sämtliche für die Transaktion relevanten Informationen. Sofern der Zahler den Request-to-Pay bspw. im Onlinebanking oder in der Banking-App bestätigt, löst er damit eine Zahlung per Überweisung aus.

– hinsichtlich Kosten und Status der Abwicklung – und teuer.<sup>5)</sup>

Die G20 beschäftigen sich seit Ende 2019 verstärkt mit dem internationalen Zahlungsverkehr einschließlich Remittance-Zahlungen<sup>6)</sup> und treiben konkrete Verbesserungen voran. Ein effizienterer internationaler Zahlungsverkehr brächte konkrete Vorteile für Bürgerinnen und Bürger weltweit mit sich und würde gleichermaßen Wirtschaftswachstum, internationalen Handel, globale Entwicklung und finanzielle Inklusion fördern. Vor diesem Hintergrund hat das Financial Stability Board im Oktober 2020 der G20 eine Roadmap mit konkreten Maßnahmen zur Verbesserung des internationalen Zahlungsverkehrs vorgelegt, an deren Entwicklung sich die Bundesbank intensiv beteiligt hat.<sup>7)</sup>

Diese Aktivitäten der G20 finden die Unterstützung der Europäischen Kommission ebenso wie privatwirtschaftliche Initiativen (z. B. von SWIFT), die den währungsraumübergreifenden Zahlungsverkehr effizienter und transparenter machen sollen. In dieses Gesamtbild einer zunehmend strategischen Wahrnehmung des Zahlungsverkehrs durch die Politik passt auch die in der Retail Payments Strategy der Europäischen Kommission hervorgehobene Unterstützung der Entwicklung eines Digitalen Euro.

---

5 Vgl.: Bank für Internationalen Zahlungsausgleich (2018a).

6 Rücküberweisungen von Emigranten in ihre Heimat.

7 Vgl.: Financial Stability Board (2020).

*Programmierbarkeit ist die entscheidende neue Eigenschaft*

Insgesamt erweist sich die Programmierbarkeit als die entscheidende neue Eigenschaft, die Zahlungen haben sollten, um die Möglichkeiten der digitalen Transformation auszuschöpfen und mögliche Vorteile und Effizienzgewinne der DLT zu erschließen. Dennoch gibt es neben der Programmierbarkeit einige weitere Aspekte neuerer, dezentraler Zahlungssysteme und der dort verwendeten Formen von Geld:

– Direkte Übertragbarkeit vom Zahler an den Empfänger ohne Einschaltung von Intermediären: Physisches Geld (Bargeld) wird sachenrechtlich übertragen und ist intermediationsfrei, weil dabei kein Dritter mitwirken muss. Deshalb lässt sich eine vollständige Anonymität von Zahlungen ohne jegliche digitale Spuren mit digitalem Geld nicht darstellen.<sup>10)</sup>

– Uneingeschränkte zeitliche Nutzbarkeit (24/7): Diese Eigenschaft wird in vielen Staaten

bereits durch neuere Sofortzahlungssysteme („real time payments“) angeboten.

– Globale Erreichbarkeit: Derzeit sind die Vorteile konventioneller Zahlungssysteme in der Regel auf einzelne Währungsräume beschränkt. Währungsraumüberschreitende Zahlungen sind oftmals noch relativ teuer, aber die Konkurrenz auf der Angebotsseite nimmt zu, und die Transaktionskosten sinken.<sup>11)</sup> Wie die Aktivitäten der G20 zeigen, besteht jedoch dringender Handlungsbedarf, um derartige Schwächen im internationalen Zahlungsverkehr durchgreifend anzugehen.

---

10 Vgl.: Armelius et al. (2021).

11 Vgl.: Bank für Internationalen Zahlungsausgleich (2018a); speziell zur Entwicklung der Preise für Remittance-Zahlungen siehe: <https://remittanceprices.worldbank.org/en>.

## Geld in programmierbaren Anwendungen

Leistungen und Geld können innerhalb von DLT-Netzwerken (Distributed-Ledger-Technologie) nur in tokenisierter Form transferiert werden. Giralgeld bei den Geschäftsbanken oder Guthaben auf einem Zentralbankkonto sind zwar auch digital im klassischen Sinne des Wortes, aber nicht tokenisiert und somit nicht unmittelbar durch DLT in automatisierten Verfahren nutzbar. Dafür müsste Geld als digitaler Token programmierbar vorliegen. Die Abwicklung idealtypischer Anwendungsfälle der DLT, bei denen Smart Contracts die Prozesssteuerung und Abwicklung übernehmen, etwa Machine-to-Machine-, Internet-of-Things- oder Pay-per-Use-Dienstleistungen erfordert den Einsatz programmierbarer Geldformen.<sup>1)</sup> Dabei kann zwischen programmierbaren Zahlungen und programmierbarem Geld unterschieden werden.<sup>2)</sup>

Programmierbare Zahlungen werden als Überträge von Geld definiert, bei denen Zeitpunkt, Betragshöhe und/oder Art des Übertrags durch vorher, also nicht erst ad hoc beim Zahlungsvorgang, vorgegebene Bedingungen bestimmt werden. Im einfachsten Fall können dies regelmäßige Zahlungen sein, die beispielsweise per Dauerauftrag ausgeführt werden. Nunmehr kann damit aber auch die geldseitige Abwicklung von komplizierten Geschäftsprozessen unter Berücksichtigung der Erfüllung vorgegebener Bedingungen erfolgen.

Programmierbares Geld dagegen wird als eine digitale Ausprägung von Geld definiert, bei welcher der Nutzer auf der Basis der Eigenschaften des digitalen Geldes selbst inhärente Logiken für bedingte Verwendungen programmieren kann. Um wirklich von programmierbarem Geld sprechen zu können, müsste das Programm in dem jewei-

ligen „digitalen Geldstück“ hinterlegt werden. Der aktuelle Bedarf nach Geld in programmierbaren Anwendungen kann in vielen Fällen hinreichend durch eine programmierbare Zahlung erfüllt werden, die nicht zwingend programmierbares Geld erfordert.

---

**1** Denkbare Anwendungsfälle: Vollautomatische Abrechnung zwischen Maschinen, bspw. ein elektronisches Fahrzeug bezahlt selbstständig die Ladesäule im Parkhaus; Zahlungen im Internet of Things, die durch Interaktion mit dem Endkunden ausgelöst werden, etwa für den partiellen Konsum aus einem Energienetzwerk; unmittelbare Begleichung eines Betrages in Abhängigkeit des Verbrauchs oder der Nutzung, z. B. wenn eine geleaste Maschine die Kosten für individuelle Nutzungseinheiten in Rechnung stellt und anschließend die dazugehörige Zahlung selbstständig abwickelt. Vgl.: Deutsche Bundesbank (2020).

**2** Auf Initiative des Bundesministeriums der Finanzen und der Bundesbank hat im Vorjahr eine Arbeitsgruppe von 19 Vertretern der Real- und Finanzwirtschaft ein Positionspapier zum Thema „Geld in programmierbaren Anwendungen“ erarbeitet und publiziert. Vgl.: Deutsche Bundesbank (2020).

## Anforderungen an digitales Geld

### Universalität des Geldes

*Digitales Geld sollte universell einsetzbar ...*

Wenige Geldformen dienen heute der Abwicklung vieler verschiedener Geschäftsfälle: Zentralbankgeld in Form von Bargeld und in Form von Guthaben bei der Zentralbank<sup>12)</sup> sowie Geschäftsbankengeld in Form von Sichteinlagen (einschl. E-Geld). Die große Spanne der Geschäftsfälle der Real- sowie der Finanzwirtschaft, der privaten Haushalte und des Staates, von Kleinstbeträgen an der Ladenkasse bis hin zu Transaktionen in Milliardenhöhe auf dem Interbankengeldmarkt, wird heute mit diesen drei Formen von Geld erfüllt. Alle drei Formen sind in Euro denominiert und können zum Nennwert ineinander getauscht werden: Geschäftsbanken können beispielsweise Guthaben bei der Zentralbank als Bargeld abheben und damit Geschäftsbankengeld ihrer Einleger als Bargeld auszahlen. Die Gleichwertigkeit der drei Formen aus Sicht der Nutzer wird durch den allgemeinen rechtlichen Rahmen, der eine jederzeitige Eins-zu-eins-Umtauschbarkeit von Bar- und Buchgeld gewährleistet, und daran anknüpfend durch die Aufsicht über die Geschäftsbanken und die Einlagensicherung gestützt. Umgangssprachlich wird daher nicht unterschieden zwischen 1 € Geschäftsbankengeld und 1 € Zentralbankgeld. Allerdings bevorzugen Kreditinstitute, denen dies möglich ist, eine unbare Abwicklung für Finanzmarkttransaktionen und sonstige Großbetragszahlungen in ausfallsicherem Zentralbankgeld.

*... und friktionslos in andere Geldformen tauschbar sein*

Die vorbeschriebene Äquivalenz erhöht die universelle Verwendbarkeit von Geld und senkt die Transaktionskosten der Wirtschaft. Neue Zahlungslösungen sollten sich idealerweise so einfügen, dass sie nicht nur formal in der gleichen Währung denominiert sind, sondern auch de facto möglichst friktionslos, das heißt ohne Wertverlust oder -gewinn, in andere Formen getauscht werden können.

Die Gestaltung neuer Geldformen sollte sich primär nach der angestrebten Funktionalität richten („form follows function“)<sup>13)</sup>. In dieser Hinsicht sind vor allem grundsätzliche Anforderungen zu beachten, die sich aus der allgemeinen Funktionalität von Geld als Tauschmittel, als Recheneinheit und als Wertaufbewahrungsmittel ergeben. Die unterschiedlichsten Güter werden gegen dasselbe Medium getauscht und wieder mit ihm erworben. Wenn die Funktionalität einzelner Geldformen als Tausch- oder Wertaufbewahrungsmittel stark unterschiedlich ausgeprägt ist, dürften funktional eingeschränkte Geldformen von anderen Geldformen substituiert werden. Es gilt sicherzustellen, dass ein Euro ein Euro ist. Der Wert des Euro muss gleich sein unabhängig von der Form, dem Ort oder dem Zweck seiner Verwendung. Diese Grundbedingung für einen erfolgreichen Währungsraum setzt effiziente und sichere Zahlungssysteme voraus.<sup>14)</sup>

*Ausgestaltung des digitalen Geldes richtet sich nach der Funktionalität*

### Effizienz im Zahlungsverkehr

Der Sorgeauftrag<sup>15)</sup> der Bundesbank im unbaren Zahlungsverkehr lässt sich auf die Einhaltung der Grundprinzipien Sicherheit und Effizienz verdichten. Damit Geld friktionslos als Tauschmittel verwendet werden kann, muss es so effizient wie möglich im gesamten Währungsraum transferiert werden können, und zwar in Systemen, deren Sicherheit jederzeit gegeben ist.

*Zahlungsverkehr basiert auf den Grundprinzipien Sicherheit und Effizienz*

<sup>12</sup> Die Möglichkeit zur Haltung von Einlagen bei der Zentralbank steht im Eurosystem nur einem beschränkten Kundenkreis, vor allem Geschäftsbanken, offen.

<sup>13</sup> Der 1896 vom amerikanischen Architekten Louis Sullivan geprägte Ausspruch gilt als Leitsatz für Anwendungen der Architektur und der Designgestaltung. Der Grundgedanke, dass die Form der Funktion folgen sollte, stellt die Funktionalität und die Zweckbestimmung des zu gestaltenden Objekts in das Zentrum aller Designüberlegungen.

<sup>14</sup> Vgl.: Deutsche Bundesbank (2009a).

<sup>15</sup> § 3 S. 2 BBankG: „Die Deutsche Bundesbank (...) sorgt für die bankmäßige Abwicklung des Zahlungsverkehrs im Inland und mit dem Ausland und trägt zur Stabilität der Zahlungs- und Verrechnungssysteme bei.“ Dieser Auftrag findet seine Entsprechung auf europäischer Ebene (Art. 127(2) Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union (AEUV) EU-Vertrag, Art. 22 der Satzung des EZB und der EZB).

*Neue Abwicklungstechnologien könnten Effizienzgewinne erzielen, ...*

Neue Geldformen können effizienzsteigernd im Zahlungsverkehr wirken, wenn bisher vorhandene Funktionalitäten verbessert oder neue ermöglicht werden beziehungsweise schlicht neuer Wettbewerbsdruck entsteht. So bestehen beispielsweise hohe Erwartungen, dass dadurch grenzüberschreitende Zahlungen und finanzielle Inklusion verbessert werden können. Die Erwartungen richten sich aber auch allgemeiner auf die Verwendung von Geld in dezentralen Netzwerken. Die reine Transaktion von Geld über dezentrale Netzwerke erweist sich technisch allerdings aufgrund der notwendigen Konsensverfahren im Vergleich zu zentralen Lösungen als langsamer und teurer.<sup>16)</sup> Demgegenüber könnte digitales Geld zu vereinfachten Prozessketten im Zahlungsverkehr führen. Zudem ermöglicht digitales Geld im Sinne von tokenisiertem Geld auch die geldseitige Abwicklung von DLT-basierten Verfahren, die ihrerseits die Kosten in der Abwicklung komplexer Transaktionen verringern können. Daher könnte in der Gesamtbetrachtung die Emission digitalen Geldes besonders effizienzsteigernd wirken, wenn es in programmierbaren Anwendungen nutzbar ist.

## Gewährleistung der Sicherheit

*... müssen aber gleichzeitig den Sicherheitsanforderungen im Zahlungsverkehr gerecht werden*

Potenzielle Wohlfahrtsgewinne durch verbesserte Effizienz dürfen nicht zulasten der Sicherheit gehen. Dies gilt sowohl für die Herausgabe neuer Geldformen wie auch für den Umlauf und umso mehr, wenn neuartige, noch nicht erprobte Technologien zum Einsatz kommen. Anwendungen der digitalen Transformation müssen ein umfassendes Schutzniveau hinsichtlich Informationssicherheit und IT-System-Resilienz garantieren können. Bei der Nutzung von dezentralen Netzwerken müssen die Sicherheitsstandards von allen Akteuren eingehalten werden. Zur Sicherstellung einer verantwortlichen Governance des Betriebs von Zahlungssystemen und zur Einhaltung von Regeln zur Verhinderung von Geldwäsche und Terrorismusfinanzierung sind nur administrierte und zulassungsbeschränkte Netzwerke sinnvoll, bei denen alle Beteiligten für den Betreiber klar identifizierbar sind.

## Innovativer Mehrwert

Angesichts der aufgezeigten technologischen Treiber der Entwicklungen im Zahlungsverkehr kann der Funktionsumfang von digitalem Geld über den des Bargeldes und des kontobasierten Geschäftsbankengeldes hinausgehen und dieses so sinnvoll ergänzen. Um einen innovativen Mehrwert zu erreichen, könnte eine neue digitale Geldform auf die Einsetzbarkeit in programmierbaren Anwendungen abzielen.<sup>17)</sup>

*Eigentliche Innovation digitalen Geldes liegt in seiner Programmierbarkeit*

Die konzeptionelle Ausgestaltung der Infrastruktur für digitales Geld sollte grundsätzlich technologieagnostisch und innovationsfreundlich sein. Dieser Ansatz sichert die technische Anpassungsfähigkeit. Vor diesem Hintergrund sind interoperable Standardlösungen gegenüber Insellösungen zu bevorzugen. Letztere können innerhalb ihres beschränkten Ökosystems zwar kurzfristig für Verbesserungen sorgen, für den europäischen Zahlungsverkehr in seiner Gesamtheit wären damit jedoch keine Wohlfahrtsgewinne zu erwarten.

## Kontrollierbare Implikationen

Neue Geldformen dürfen ihrerseits die Funktionalität bestehender Geldformen nicht gefährden. Ihre Nutzung als Tauschmittel, als Recheneinheit und zur Wertaufbewahrung erfordert ein hohes Maß an Wertstabilität, welches durch eine stabilitätsorientierte Geldpolitik der Zentralbanken erreicht und durch eine begleitende Stabilisierung des Finanzsystems flankiert wird. Unabhängig von den sonstigen Eigenschaften neuer Geldformen ist es deshalb erforderlich, dass die geldpolitische Transmission weiterhin effektiv erfolgen kann.

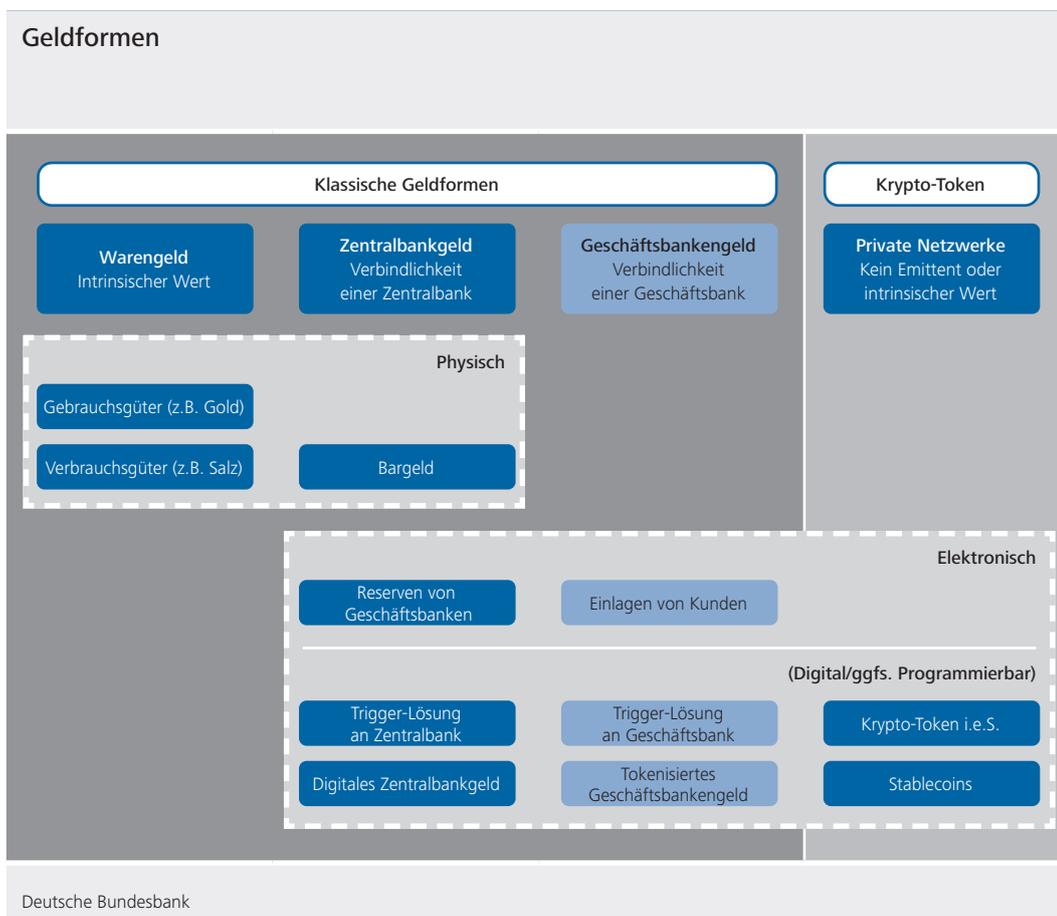
*Implikationen digitalen Geldes müssen hinreichend analysiert werden. Dieses gilt nicht nur für Geldpolitik und Finanzstabilität, ...*

Nicht zuletzt müssen bei der Emission neuer Geldformen auch ordnungspolitische Implikationen bedacht werden. Das gegenwärtige

*... sondern auch aus ordnungspolitischer Sicht*

<sup>16</sup> Vgl.: Deutsche Bundesbank (2017a, 2018) sowie Ludwin (2017).

<sup>17</sup> Vgl.: Deutsche Bundesbank (2020).



Geld- und Zahlungssystem besteht aus einem zweistufigen System, in dem Zentralbanken die Kontrolle über Zentralbankgeld und Geschäftsbanken die Kontrolle über Giralgeld obliegt.<sup>18)</sup> Diese Aufteilung senkt Risiken und sichert gleichzeitig Innovationskraft, Kundenorientierung sowie eine effiziente Kapitalallokation. Beides dürfte im Falle einer rein öffentlichen Bereitstellung digitalen Geldes nicht in gleichem Maße erreichbar sein.

nach dem „Wie“, die Frage nach dem „Warum“ gestellt werden muss. Trotz ausgeprägter Netzwerk- und Skaleneffekte im Zahlungsverkehr sind aufgrund der Diversität der Geschäftsfälle auch künftig mehrere parallel bestehende Zahlungslösungen in einem von Konkurrenz gekennzeichneten Markt wahrscheinlich. Die Implementierung solcher Lösungen dürfte auf verschiedenen technischen Infrastrukturen aufsetzen, die möglichst standardisiert und interoperabel sein sollten.

## Denkbare Ansätze für digitales Geld

*Pluralität von Lösungen aufgrund unterschiedlicher Anforderungen zu erwarten*

Basierend auf den neuen technischen Möglichkeiten und den Anforderungen an moderne Bezahlverfahren sind verschiedene neue Lösungen für die Entwicklung von digitalem Geld denkbar.<sup>19)</sup> Die verschiedenen Ansätze sind dabei mit unterschiedlich stark ausgeprägten ökonomischen Implikationen verbunden. Grundsätzlich gilt für Neuerungen, dass vor der Frage

## Trigger-Lösungen

Für Geschäftsfälle, die eine Programmierbarkeit von Zahlungen erfordern, ist ein Abwicklungsmedium nötig, das in digitalen Netzwerken verwendet werden kann. Nicht zwingend ist dabei die Bereitstellung eines solchen Abwicklungs-

*Trigger-Lösungen könnten technische Brücken für geldseitige Abwicklung schaffen, ...*

<sup>18</sup> Vgl.: Deutsche Bundesbank (2017b).

<sup>19</sup> Siehe: Balz et al. (2020).

mediums direkt im Netzwerk. Technische „Brückenlösungen“ können eine Interaktion digitaler Netzwerke mit bestehenden Infrastrukturen ermöglichen. Über eine entsprechende Anbindung können Zahlungen automatisiert angestoßen werden (Trigger), die Bestätigung der Abwicklung erfolgt ebenfalls automatisiert. Ein großer Vorteil einer solchen Lösung ist, dass bereits bestehende Zahlungsverkehrssysteme genutzt werden können, obwohl diese selbst keine programmierbaren Anwendungen vorsehen. Deshalb wäre die geldseitige Abwicklung gleichsam von Beginn an konform mit allen regulatorischen Erfordernissen, und die Kontenführung und das Liquiditätsmanagement der Nutzer blieben unverändert. Systemseitig müssen für die Implementierung von Trigger-Lösungen keine oder nur geringfügige technische Anpassungen vorgenommen werden. Gleichzeitig müssen die Zugangsvoraussetzungen zu Systemen nicht ausgeweitet werden. Zudem sind Trigger-Ansätze relativ schnell umsetzbar und für vielfältige Anwendungen nutzbar. Von Vorteil wäre allerdings, wenn zudem die bestehenden Zahlungssysteme für Trigger-Lösungen an allen Wochentagen rund um die Uhr (24/7) geöffnet sind.

*... weshalb sich Bundesbank und andere Anbieter mit deren Umsetzung beschäftigen*

Neben anderen Akteuren<sup>20)</sup> beschäftigt sich auch die Bundesbank aktiv mit einer Trigger-Lösung (siehe Erläuterungen auf S. 71). Bei Trigger-Lösungen kann das digitale Netzwerk sowohl an die Systeme von Zentralbanken angebunden werden, was eine Abwicklung der Transaktionen in Zentralbankgeld ermöglicht, aber auch an privat betriebene Clearingsysteme oder direkt an die Kontoführungssysteme von Geschäftsbanken.

## Tokenisiertes Geschäftsbankengeld

*Tokenisiertes Geschäftsbankengeld könnte die bestehende Rollenverteilung im Finanzsystem abbilden*

Tokenisiertes Geschäftsbankengeld wäre eine weitere Option, die eng an der bestehenden Rollenverteilung im Zahlungsverkehr ansetzen würde. Die Transaktionen privater Haushalte und Unternehmen werden heute überwiegend

in Geschäftsbankengeld abgewickelt. Geschäftsbanken könnten künftig ihr Giralgeld in tokenisierter Form anbieten, um so die Anforderungen an moderne Bezahlvorgänge zu erfüllen. Ein Vorteil wäre, dass die Privatwirtschaft wie bisher effiziente Zahlungslösungen für Kunden entwickeln könnte und die Aufgabenteilung zwischen öffentlicher und privater Hand nicht wesentlich verändert würde. Denkbar sind Lösungen einzelner oder mehrerer Banken, die für abgegrenzte Anwendungsfälle eine Effizienzsteigerung erzielen könnten. Bei solchen Anwendungen könnte es sich etwa um interne Zahlungsverkehrssysteme oder Anwendungen für bestimmte Kundensegmente handeln.<sup>21)</sup>

Um Anwendungsfälle zwischen verschiedenen Banken zu ermöglichen, müssten Geschäftsbanken-Token untereinander konvertierbar sein. Dies stellt eine Herausforderung dar, denn dadurch würden sich bei Übertragungen zwischen Banken bilaterale Forderungen und Verbindlichkeiten und folglich Risikopositionen bilden. Es bestünde die Notwendigkeit eines konzertierten und einheitlichen Vorgehens der Privatwirtschaft, um Risiken zu minimieren – etwa durch untertägliches Clearing aufgelaufener Positionen. Im Falle eines von einer Bankengruppe gemeinschaftlich emittierten Geschäftsbanken-Tokens müsste für den Halter eindeutig definiert sein, gegenüber wem er seine Ansprüche und Forderungen geltend machen könnte. Eine denkbare Lösung bestünde in der Gründung einer rechtlich selbständigen Entität, welche die Herausgabe übernehme und gegen die sich die Forderungen aller Halter dieses tokenisierten Giralgeldes richten könnten. Eine Absicherung der For-

*Einheitliche Vorgehensweise des Bankensektors würde Anwendungsbereich des Tokens erhöhen*

<sup>20</sup> Beispiele sind u. a. DLT2Pay von Targens ([https://targens.de/engine/wp-content/uploads/2021/03/Factsheet\\_DLT2Pay\\_DE.pdf](https://targens.de/engine/wp-content/uploads/2021/03/Factsheet_DLT2Pay_DE.pdf)), ein Proof of Concept von Iberpay (<https://www.europeanpaymentscouncil.eu/news-insights/insight/programmable-instant-payments-dlt-networks-and-distribution-digital-money>) und Untersuchungen der Bank für Internationalen Zahlungsausgleich, SIX und der Schweizerischen Nationalbank im Rahmen des Projekts Helvetia (Vgl.: Bank für Internationalen Zahlungsausgleich (2020b)).  
<sup>21</sup> Beispiele sind der JP Morgan Coin, der für den Zahlungsverkehr der Bankkunden verwendet werden kann und ein Projekt von Wells Fargo für die Abwicklung von gruppeninternem Zahlungsverkehr.

## Trigger-Lösung der Bundesbank

Zusammen mit der Deutschen Börse hat die Bundesbank im Rahmen des Projekts Blockbuster (Blockchain Based Settlement Technology Research) eine Trigger-Lösung zu Testzwecken entwickelt.<sup>1)</sup> Dabei wurde mithilfe einer Triggerchain eine technische Brücke (Schnittstelle) zwischen einer privaten DLT<sup>2)</sup>-Umgebung für Wertpapiere (Assetchain) und dem Echtzeit-Bruttoabwicklungssystem (RTGS-System)<sup>3)</sup> TARGET2 des Eurosystems entwickelt. Transaktionen auf der Assetchain sind in der Lage, über diese Schnittstelle automatisiert Zahlungen in TARGET2 auszulösen.

Im konkreten Testfall wurde von der Deutschen Finanzagentur eine Bundesanleihe digital auf einem DLT-System emittiert. Über die Trigger-Lösung konnten damit Primär- und Sekundärmarkttransaktionen zwischen mehreren Marktteilnehmern mithilfe von Smart Contracts Zugum-Zug in TARGET2 abgewickelt werden.<sup>4)</sup>

Mit dem Proof-of-Concept konnte die grundsätzliche Funktionsfähigkeit einer Trigger-Lösung zur geldseitigen Abwicklung DLT-basierter Anwendungsfälle im konventionellen Zahlungsverkehr nachgewiesen werden. Die Trigger-Lösung ist geldpolitisch neutral, da der Zugang zu Zentral-

bankgeld unverändert bleibt und sie auf die bestehende Zahlungsverkehrsinfrastruktur zurückgreift. Aufgrund des technologieneutralen Ansatzes wäre die Trigger-Lösung der Bundesbank für beliebige Assetchains nutzbar.

Im Projekt wurde eine Schnittstelle zwischen dem konventionellen Zahlungsverkehr und einem DLT-basierten Wertpapiersystem geschaffen. Zwei Softwaremodule, eine Triggerchain der Bundesbank und ein Transaktionskoordinator der Deutschen Börse, verbinden TARGET2 und ein DLT-Wertpapiersystem. Wertpapiere und Zentralbankgeld wechseln erst bei erfolgreicher Bestätigung aller Parteien den Besitzer. Diese Zugum-Zug-Abwicklung minimiert das Ausfallrisiko für Käufer und Verkäufer.

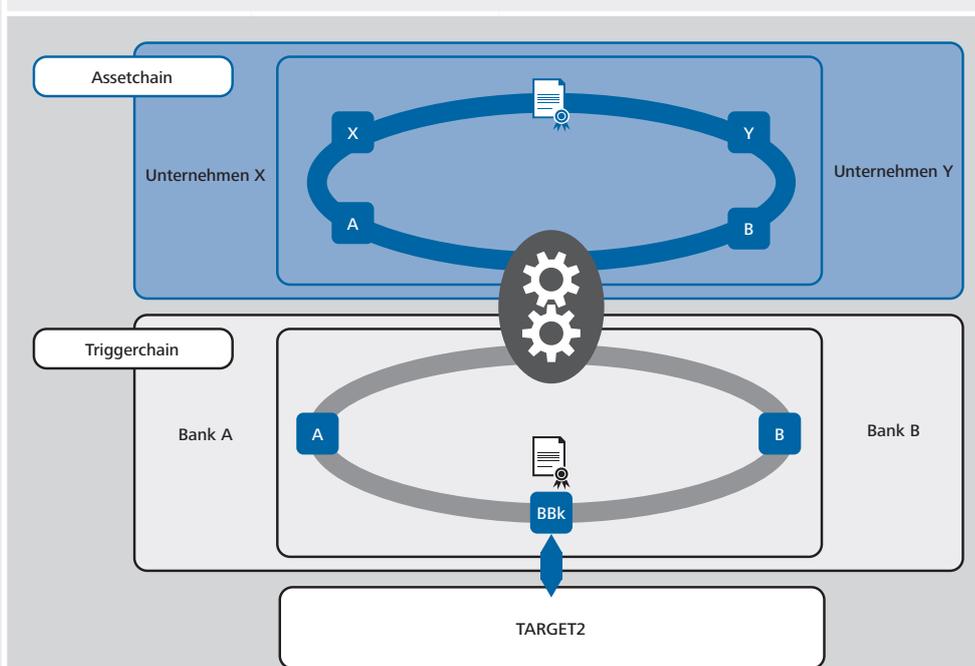
1 Vgl.: Deutsche Bundesbank (2021b).

2 Distributed-Ledger-Technologie.

3 Real-Time Gross Settlement.

4 Das Projekt, welches sich innerhalb der gegebenen regulatorischen und organisatorischen Rahmenbedingungen bewegte, war als Proof-of-Concept ausgestaltet und sah lediglich funktionale und technische Testtransaktionen vor.

### Trigger-Lösung der Deutschen Bundesbank



derungen könnte durch Hinterlegung von Sicherheiten oder Zentralbankgeld erfolgen.

## Stablecoin-Anwendungen

*Stablecoins umfassen unterschiedliche Ausgestaltungen*

Unter dem Begriff Stablecoin<sup>22)</sup> werden unterschiedliche Ausgestaltungen subsumiert. Mit Stablecoins wird das Ziel verfolgt, Krypto-Token ohne starke Wertschwankungen zu schaffen. Stablecoins sind daher im Vergleich zu anderen Krypto-Token potenziell attraktiver für Wertaufbewahrung und Zahlungszwecke und vor allem zur Nutzung in DLT-Netzwerken geeignet. Die Anwendungen können sich hinsichtlich der dahinterstehenden Unternehmensstruktur (Governance), des Geschäftsmodells, des Absicherungsmechanismus und der technologischen Grundlage stark unterscheiden, weshalb die ökonomischen Implikationen sehr heterogen wären. Insbesondere variieren zugesicherte Rechte auf Rücktausch der Krypto-Token in bestehenden Währungen. Stablecoins können für Nutzer unter anderem mit Kredit-, Liquiditäts- und Wechselkursrisiken verbunden sein. Für den Zahlungsverkehr kommen vor allem solche Stablecoin-Konzepte infrage, die ein festes Austauschverhältnis zu einer bestehenden Währung anstreben und zum Beispiel durch Bankguthaben oder Wertpapiere in entsprechender Währung gedeckt sind. Allerdings sind auch Konzepte denkbar, die auf einem Korb international gebräuchlicher Währungen aufsetzen.

*Stablecoins erfordern Auseinandersetzung mit Risiken und regulatorischen Fragen*

Derzeit spielen Stablecoins im Zahlungsverkehr praktisch noch keine Rolle, da sich die Konzepte noch in einem verhältnismäßig frühen Stadium befinden. Sie könnten aber grundsätzlich eine größere Verbreitung im Zahlungsverkehr erlangen. Voraussetzung dafür wäre, dass sie eine entsprechende Wertstabilität bieten und gegenüber herkömmlichen Zahlungsverfahren deutliche Vorteile aus Sicht der Nutzer bieten, etwa in Bezug auf einfache Verwendbarkeit oder Kosten. Für Anbieter von im europäischen Zahlungsverkehr breit verwendeten Anwendungen muss sichergestellt werden, dass diese einer Regulierung unterstehen, die einen hinreichenden

Schutz vor potenziellen Risiken im Zusammenhang mit der Verwendung von Stablecoins gewährleistet. Während ein entsprechender Rechtsrahmen für das Giroeinlagengeschäft und den Zahlungsverkehr bereits umgesetzt ist, wird in der Europäischen Union derzeit mit der MiCA-Verordnung<sup>23)</sup> ein regulatorisches Rahmenwerk für Krypto-Token einschließlich Stablecoins diskutiert.

Diskutiert werden insbesondere Stablecoins, die mit dem Markteintritt großer Plattformanbieter im Zusammenhang stehen. Eines der bekanntesten Beispiele für ein global orientiertes Stablecoin-System ist das von Facebook initiierte Diem (ehemals Libra). Stablecoins von globaler Reichweite könnten tendenziell weitreichende Auswirkungen auf die Finanzmärkte haben – mit noch unklaren Folgen für die Implementierung und Transmission der Geldpolitik und die Finanzstabilität.<sup>24)</sup> Insbesondere könnten Stablecoin-Systeme anfällig für Run-Risiken sein. So ist vorstellbar, dass in einer Stressphase Stablecoins in großem Umfang und abrupt nachgefragt oder zurückgegeben werden. Als Reaktion müssten die zur Deckung der Stablecoins gehaltenen Aktiva, beispielsweise Staatsanleihen oder Einlagen bei Banken, gekauft, verkauft oder abgezogen werden. Je nach Umfang des Runs könnte dies signifikante Auswirkungen auf die betroffenen Märkte haben. Aber auch im normalen Geschäftsbetrieb ist es möglich, dass durch diese Systeme Marktpreise

*Während Stablecoins mit globaler Reichweite Risiken für Geldpolitik und Finanzstabilität bergen, ...*

<sup>22</sup> Als Stablecoin werden generell Krypto-Token bezeichnet, die einen stabilen Wert im Verhältnis zu einer anderen Werteinheit aufweisen sollen. Damit ist aber nicht in jedem Fall eine Garantie oder ein rechtlicher Anspruch auf Wertstabilität verbunden. Wertstabilität soll etwa durch eine Besicherung mit Vermögenswerten oder Fiat-Währungen erreicht werden. Denkbar wäre auch eine algorithmische Angebotssteigerung. Vgl.: Deutsche Bundesbank (2019).

<sup>23</sup> Das Inkrafttreten der von der Europäischen Kommission vorgeschlagenen, noch nicht verabschiedeten EU-Verordnung zu „Markets in Crypto-Assets“ (MiCA-Verordnung) ist für 2022 avisiert. Die MiCA soll in der Europäischen Union eine einheitliche regulatorische Behandlung von Krypto-Assets über alle Mitgliedstaaten hinweg erreichen. Neben Rechtssicherheit soll die MiCA Finanzstabilität sicherstellen, Innovationen auf dem Gebiet der Krypto-Assets fördern und ein ausreichendes Maß an Verbraucher- und Anlegerschutz sicherstellen.

<sup>24</sup> Siehe: G7 Working Group on Stablecoins (2019) sowie Balz und Paulick (2019).

beeinflusst werden. Beispielsweise könnte der Betreiber eines Stablecoin-Systems den Deckungsstock des Stablecoins anpassen, das heißt in größerem Umfang Vermögenswerte kaufen oder verkaufen. Auch die Erwartung einer solchen Reaktion könnte schon zu Anpassungen von Marktpreisen führen, woraus sich das Potenzial für spekulative Preisbewegungen ergibt. Wenn Stablecoins beispielsweise als Wertaufbewahrungsmittel oder für Großbetragszahlungen zwischen Kreditinstituten genutzt werden, wäre auf eine rechtlich verankerte Eins-zu-eins-Umtauschbarkeit in Euro-Buchgeld zu achten, damit es nicht zu separaten Geldkreisläufen kommt. Hierbei könnte das Emittentenausfallrisiko ebenfalls Auswirkungen auf die Finanzstabilität implizieren. Um mögliche Finanzstabilitätsrisiken im Zusammenhang mit Stablecoins zu reduzieren, werden derzeit noch Änderungen und Ergänzungen des MiCA-Verordnungsentwurfs diskutiert. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf die Regulierung des hinter den Stablecoins stehenden Reservefonds. Eine enge Zusammenarbeit der relevanten Regulatoren und Zentralbanken auf internationaler Ebene, flankiert von einer engmaschigen Überwachung solcher Systeme, ist darüber hinaus unverzichtbar.<sup>25)</sup> Weiterhin müssten im Kontext des Absicherungsmechanismus noch offene regulatorische Fragen und Implikationen betrachtet werden.<sup>26)</sup>

... ergeben sich aus Stablecoins mit Zentralbankgeldhinterlegung Reputationsrisiken für die Zentralbank

Für Anwendungen, die Zahlungsverkehr mit hohen Beträgen zwischen Kreditinstituten ermöglichen sollen, ist eine sehr hohe Ausfallsicherheit nötig. Durch eine Hinterlegung eines Stablecoins in Zentralbankgeld ließe sich ein nahes, aber nicht perfektes Substitut zu bestehendem Zentralbankgeld schaffen. Sofern die Zentralbank keine Garantien übernimmt, handelt es sich jedoch weiterhin um Geschäftsbankengeld. Gleichwohl könnten Marktteilnehmer den Stablecoin, der in Zentralbankgeld gedeckt sein soll, quasi als Zentralbankgeldsubstitut wahrnehmen. Dies bringt Risiken mit sich, da die Zentralbank, anders als in den von ihr betriebenen RTGS-Systemen, Störungen im Ablauf nicht direkt adressieren kann, etwa durch Liqui-

ditätsmaßnahmen. Zudem könnte ein Reputationsrisiko für die Zentralbank entstehen, wenn Störungen der privaten Systeme das Vertrauen in das Zentralbankgeld beeinträchtigen würden. Es wäre weiterhin ein hohes Maß an Transparenz notwendig sowie eine Regelung, um den Zugang zu Zentralbankgeld nicht durch den Zugang zu einem privaten mit Zentralbankgeld gedeckten System ungewollt auszuweiten. Aus einer solchen Ausweitung des Zugangs könnten sich schwer absehbare Implikationen für das Finanzsystem ergeben.

## ■ Digitales Zentralbankgeld

Als Antwort auf die Herausforderungen und Anforderungen an digitales Geld wird zunehmend auch über digitales Zentralbankgeld diskutiert. Aktuell wird in einer Reihe von Ländern an diesem Thema gearbeitet (siehe Erläuterungen auf S. 74).

### Digitales Zentralbankgeld als Wholesale-Token

Sofern die Nutzung von digitalem Zentralbankgeld weitestgehend auf den Kreis der Banken und heutigen Geschäftspartner beschränkt bleiben (Wholesale-CBDC), würde die Struktur des Finanzsystems mutmaßlich keine grundlegenden Veränderungen erfahren. Negative Implikationen für die geldpolitische Implementierung und die Finanzstabilität, wie sie sich etwa aus einem unten beschriebenen Retail-CBDC ergeben könnten, wären daher potenziell überschaubar. Vorteil einer solchen Lösung wäre, dass neben einer 24/7 verfügbaren Abwicklung auch Programmierbarkeit in Wholesale-Zahlungsverkehrssystemen möglich wird. Insbesondere in der Wertpapierabwicklung könnte so eine höhere Automatisierung und Prozessoptimierung ermöglicht werden, insbesondere auch mit der Tokenisierung von Wertpapieren, wie

*Wholesale-Variante von digitalem Zentralbankgeld könnte Effizienzvorteile bringen*

<sup>25</sup> Siehe: G7 Working Group on Stablecoins (2019).

<sup>26</sup> Siehe z. B.: Kahn et al. (2020) sowie Diehl (2020).

## Weltweite Trends bei digitalem Zentralbankgeld

Die Möglichkeit der Ausgabe von digitalem Zentralbankgeld wurde unter Zentralbanken erstmals in größerem Rahmen im Committee on Payments and Market Infrastructures (CPMI) 2017/2018 diskutiert.<sup>1)</sup> Dabei ging es um eine erste Analyse der denkbaren Varianten und die Auswirkungen auf die Aufgabenfelder von Zentralbanken. Parallel dazu haben einige Zentralbanken begonnen, erste Projekte dazu aufzusetzen.

Als ein Katalysator für die einschlägigen Aktivitäten der Zentralbanken erwiesen sich die im Juni 2019 veröffentlichten Pläne privater Marktakteure zur Emission globaler Stablecoins. Seitdem steigt die Zahl der Zentralbanken, die sich mit dem Thema beschäftigen. Waren es nach Umfragen der Bank für Internationalen Zahlungsausgleich 2017 noch 64 % der an der Umfrage teilnehmenden Zentralbanken, die sich mit Central Bank Digital Currency (CBDC) beschäftigten, stieg der Anteil 2020 auf 86 %.<sup>2)</sup> In den meisten Fällen ging es um den Aufbau technischer Experimente.

Die größte Beachtung findet digitales Zentralbankgeld für jedermann (Retail-CBDC). In Europa ist Schweden mit den Arbeiten der Riksbank seit 2017 am weitesten fortgeschritten.<sup>3)</sup> Außerhalb Europas plant die People's Bank of China seit 2014 die Einführung eines Digitalen Yuan. Erste Feldversuche haben in einigen chinesischen Städten bereits stattgefunden und werden kontinuierlich ausgeweitet.<sup>4)</sup>

Neben den Konzeptstudien zu Retail-CBDC werden in einigen Zentralbanken Überlegungen zu digitalem Zentralbankgeld für einen begrenzten Nutzerkreis (Wholesale-CBDC) angestellt. Im Vordergrund steht dabei die Entwicklung eines Mediums, das der

Finanzsektor für die Abwicklung von Wertpapiergeschäften nutzen kann. Dies analysieren unter anderem die Monetary Authority of Singapore (MAS) sowie die Schweizerische Nationalbank (SNB). Die MAS verfolgt mit dem Projekt Ubin das Ziel, ein Verrechnungssystem zu entwickeln, um die Wirtschaft und Wettbewerbsfähigkeit Singapurs zu stärken und den Finanzplatz Singapur als zukunftsfähigen Blockchain-Standort zu positionieren.<sup>5)</sup> Die SNB konzentriert sich in Zusammenarbeit mit dem Clearinghaus SIX und der Bank für Internationalen Zahlungsausgleich unter dem Stichwort Helvetia auf Machbarkeitsstudien mit produktionsnahen Systemen zur Abwicklung von Geschäften mit tokenisierten Vermögenswerten in Zentralbankgeld auf DLT-Netzwerken (Distributed-Ledger-Technologie).<sup>6)</sup>

1 Vgl.: Bank für Internationalen Zahlungsausgleich (2018b).

2 Vgl.: Bank für Internationalen Zahlungsausgleich (2021).

3 Siehe: Sveriges Riksbank (2018).

4 Vgl.: Phillips (2021).

5 Vgl.: Monetary Authority of Singapore (2017).

6 Vgl.: Bank für Internationalen Zahlungsausgleich (2020a).

sie zum Beispiel mit dem Gesetz über digitale Wertpapiere in Deutschland oder dem geplanten DLT-Pilotregime für Marktinfrastrukturen in der Europäischen Union erreicht werden soll. Ferner sollte ein solcher Wholesale-Token in das Liquiditätsmanagement der Institute integrierbar sein, wenngleich neben dem Guthaben auf dem Zentralbankkonto ein weiterer Teil des unbaren Zentralbankgeldes in Wholesale-Token gebunden wäre und damit Implikationen für die geldpolitische Implementierung haben könnte.

## Digitales Zentralbankgeld für jedermann

*Retail-Variante birgt höhere Risiken*

Im Unterschied zur Wholesale-Variante sähe eine Retail-Variante von digitalem Zentralbankgeld eine Ausgabe an einen breiten Nutzerkreis, etwa private Haushalte, vor. Die Herausgabe von Retail-CBDC ist mit einer Vielzahl ungeklärter Fragen und Risiken verbunden und könnte allein aufgrund des erweiterten Nutzerkreises weitreichende Folgen für das Finanzsystem und die Geldpolitik haben.<sup>27)</sup> Daher sollte eine Retail-Variante als Komplement zu anderen Geldformen so ausgestaltet werden, dass sie es erlaubt, mögliche Wohlfahrtsgewinne zu realisieren – etwa durch Effizienzsteigerungen im Zahlungsverkehr, in der Produktion und auf den Finanzmärkten – und gleichzeitig die Risiken möglichst gering zu halten.<sup>28)</sup>

## Überlegungen zu einem Digitalen Euro

*Eurosystem startet Untersuchung eines Digitalen Euro*

Im Oktober 2020 veröffentlichte die EZB einen ausführlichen Bericht über die mögliche Ausgabe eines Digitalen Euro, der von einer hochrangigen Arbeitsgruppe des Eurosystems erarbeitet wurde.<sup>29)</sup> Die dort angestellten Überlegungen beziehen sich auf ein Retail-CBDC für den Euroraum. Als Szenarien, die eine Einführung eines Digitalen Euro rechtfertigen könnten, werden neben der Förderung der Digitalisierung der europäischen Wirtschaft eine sinkende Bargeldnutzung und die weite Verbrei-

terung von Stablecoins oder ausländischem digitalem Geld genannt. Der Bericht macht deutlich, dass der darin skizzierte Digitale Euro Bargeld gegebenenfalls ergänzen, es aber nicht ersetzen soll. Des Weiteren wurde eine öffentliche Konsultation zum Digitalen Euro eingeleitet. Parallel dazu startete das Eurosystem eine Experimentierphase, in der verschiedene Möglichkeiten einer potenziellen Implementierung analysiert werden. Die grundsätzliche Entscheidung des EZB-Rats über eine mögliche Projektphase und die anschließende Einführung des Digitalen Euro steht noch aus.

## Digitales Zentralbankgeld kann Bargeld nicht ersetzen

Obwohl der mengenmäßige Großteil des Zentralbankgeldes in unbarer Form vorliegt, ist Bargeld in Form von Banknoten gegenwärtig das einzige unbeschränkte gesetzliche Zahlungsmittel im Euroraum,<sup>30)</sup> und das Eurosystem hat sich dazu bekannt, Bargeld als Zahlungsmittel zu erhalten.<sup>31)</sup> Digitales Geld soll und kann Bargeld mit all seinen Funktionalitäten und Vorzügen nicht vollständig ersetzen. Einfache Nutzung, universelle Einsetzbarkeit und Barrierefreiheit werden als Vorteile des Bargeldes angesehen.<sup>32)</sup> Es kann praktisch von allen Bevölkerungsgruppen sicher verwendet werden, bedarf keinerlei technischer Vorkenntnisse oder Voraussetzungen und ist unabhängig von der elektronischen Infrastruktur verwendbar. Hinzu kommt, dass

*Eigenschaften von Bargeld sind digital nicht vollständig replizierbar*

27 Dazu können bei der Einführung von digitalem Zentralbankgeld Zielkonflikte bestehen. Schilling et al. (2020) zeigen in einem modelltheoretischen Rahmen ein Trilemma zwischen Preisstabilität, Effizienz und Finanzstabilität bei der Ausgabe von digitalem Zentralbankgeld auf. Verschiedene Studien beschäftigen sich mit dem möglichen Zielkonflikt zwischen Disintermediation und Effizienzgewinnen durch eine bessere Erfüllung der Geldfunktionen. Siehe hierzu u. a.: Andolfatto (2021), Chiu et al. (2019) sowie Keister und Sanches (2019).

28 Eine Literaturübersicht zu Implikationen und Risiken findet sich in Carapella und Flemming (2020).

29 Vgl.: Europäische Zentralbank (2020).

30 Art. 128 Abs. 1 AEUV und Art. 16 der Satzung des ESZB und der EZB, siehe auch: §14 Abs. 1 Satz 2 BbankG.

31 Vgl.: Europäische Zentralbank (2020) sowie Weidmann (2020).

32 Vgl.: Deutsche Bundesbank (2009b).

weitere bargeldtypische Eigenschaften wie vollständige Anonymität der Transaktionsparteien und Provenienzlosigkeit<sup>33)</sup> – unbeschadet regulatorischer Anforderungen etwa zur Verhinderung von Geldwäsche und Terrorismusfinanzierung – ebenfalls nicht vollumfänglich durch digitales Geld darstellbar sind. Übertragungen von digitalem Geld – ob personalisiert, anonym oder pseudoanonym – werden immer in einem elektronischen Register erfasst, damit digitales Geld nicht kopiert und mehrfach verwendet werden kann. Der Betrieb und die Überwachung des Registers können entweder zentral durch einen Betreiber oder dezentral durch das Netzwerk erfolgen.<sup>34)</sup>

*Schutz der Privatsphäre als Nutzerbedürfnis und regulatorische Vorgaben insbesondere zur Prävention von Geldwäsche und Terrorismusfinanzierung*

Die öffentliche Konsultation des Eurosystems hat ergeben, dass Privatsphäre ein wichtiges Bedürfnis der Nutzer ist.<sup>35)</sup> Daher sollte der Schutz persönlicher Daten bei der Gestaltung eines Digitalen Euro eine wichtige Rolle spielen. Im Unterschied zu privaten Anbietern mit kommerziellem Interesse an den Daten könnte der Digitale Euro bewusst so ausgestaltet werden, dass die Verfügungsgewalt über die persönlichen Daten grundsätzlich beim Nutzer verbleibt. Die Frage, ob Daten kommerziell genutzt werden können, darf aber nicht mit der Frage, ob die Zahlungsabwicklung vollständig anonym erfolgen kann, verwechselt werden. Ein wie Bargeld vollständig anonymes elektronisches Zahlungsinstrument ließe sich kaum mit bestehenden regulatorischen Anforderungen vereinbaren. Bei der Ausgestaltung muss daher neben dem Recht des Einzelnen auf Privatsphäre und dem Datenschutz auch dem öffentlichen Interesse Rechnung getragen werden, Geldwäsche und Terrorismusfinanzierung zu verhindern und die entsprechenden regulatorischen Vorgaben einzuhalten.

## Hohe Sicherheitsanforderungen an digitales Zentralbankgeld

Für Zentralbankgeld gelten besondere Sicherheitsanforderungen. Im Barzahlungsverkehr sichert die Zentralbank ein hohes Qualitäts-

niveau der umlaufenden Noten und Münzen. Das quantitativ bedeutsamere unbare Zentralbankgeld wird im Eurosystem ausschließlich in einem vom Eurosystem entwickelten, betriebenen und überwachten System transferiert: TARGET2. Dieses RTGS-System, welches Transaktionen in Echtzeit zwischen den beteiligten Banken abwickelt, ist nicht zuletzt angesichts der abgewickelten Volumina in hohem Maße systemrelevant für die Stabilität des europäischen Finanzsystems. Über das System werden alle geldpolitischen Operationen des Eurosystems abgewickelt. Die Zentralbank ist für das System verantwortlich und kann jederzeit systemstabilisierend eingreifen. Dadurch sollen Störungen oder Verzögerungen in der Abwicklung nicht auf das gesamte System und die angeschlossenen Nebensysteme destabilisierend durchschlagen. Aufgrund der hohen Bedeutung der RTGS-Systeme zur Abwicklung von Individualzahlungen in Zentralbankgeld für die Stabilität des gesamten Finanzsystems obliegt den Zentralbanken deren Entwicklung, Betrieb und Überwachung. Letztlich gefährden Probleme in der Abwicklung von Zentralbankgeld auch die Reputation der Zentralbank und damit das Vertrauen in Zentralbankgeld.

*Notenbanken sorgen für die Einhaltung der Sicherheitsstandards von Zentralbankgeld*

## Prinzipien für die Einführung von digitalem Zentralbankgeld

CBDC könnte maßgeblichen Einfluss auf die geldpolitische Implementierung und Transmission haben. Zudem könnte es die Bilanz des Eurosystems substanziell verlängern und damit dessen finanzielle Risiken erhöhen. Strukturelle Veränderungen im Zuge der Einführung von CBDC könnten auch Implikationen für die Finanzstabilität haben. Diese Implikationen könnten unter anderem aus einer möglichen Substitution von Geschäftsbankeninlagen durch CBDC und einer damit verbundenen Einschränkung der Intermediationsfunktion des Banken-

*Risiken für Geldpolitik und Finanzstabilität müssen minimiert werden*

<sup>33</sup> Die Transaktionshistorie von Bargeld ist nicht nachvollziehbar.

<sup>34</sup> Vgl.: Armelius et al. (2021).

<sup>35</sup> Vgl.: Europäische Zentralbank (2021).

systems resultieren oder aus abrupten Einlagenverschiebungen, zum Beispiel im Falle einer systemweiten Vertrauenskrise, wenn der Sicherheitsaspekt von Zentralbankgeld das Verhalten der Marktteilnehmer leitet. Die Fragen, wie relevant diese Risiken sind und ob und wie sie vermieden werden können, erfordern weitere Analysen.<sup>36)</sup> Die verstärkte Befassung mit CBDC hat bereits dazu geführt, dass sieben Zentralbanken und die Bank für Internationalen Zahlungsausgleich gemeinsame Prinzipien aufgestellt haben, die sie bei einer möglichen Einführung von CBDC einhalten möchten: Koexistenz mit Bargeld, keine Störung der Geldpolitik und der Finanzstabilität sowie die Förderung von Innovation und Effizienz.<sup>37)</sup>

## ■ Fazit

*Breite Akzeptanz und Verfügbarkeit sicherstellen*

Da sich die Diskussion um digitales Geld im Euroraum immer stärker auf die mögliche Entwicklung eines Digitalen Euro konzentriert, stellt sich die Frage, wie es gelingen kann, hierbei die genannten generellen Anforderungen an digitales Geld zu erfüllen. An erster Stelle muss es um eine vernünftige Balance zwischen den Vorteilen einer breiten Einsetzbarkeit dieser möglichen neuen Form des Euro und seinen Risiken gehen. Aus Nutzersicht ist ein schnelles und unkompliziertes Zahlungsmittel wichtig, um eine hohe Akzeptanz zu erreichen.

*Programmierbarkeit und einfache Verwendung wären wünschenswert*

Eine besondere Rolle kommt in diesem Zusammenhang der Programmierbarkeit zu. Zwar soll der Digitale Euro in klassischen Zahlungssituationen verwendbar sein, etwa an der Handkasse, im E-Commerce und idealerweise offline mithilfe von Trägermedien, die auch für die nicht digitalaffinen Teile der Bevölkerung nutzbar sind. Einen innovativen Nutzen könnte er aber insbesondere generieren, wenn er sich

friktionslos in DLT-basierte Prozesse einbinden ließe. Es ist aber auch unerlässlich, mögliche Risiken und deren Wirkungsmechanismen grundlegend zu verstehen und diesen durch eine entsprechende Ausgestaltung Rechnung zu tragen.

Nicht zu vernachlässigen ist auch der Bedarf nach digitalem Geld zur Abwicklung großvolumiger Transaktionen im Wertpapiergeschäft. Diese Nachfrage gilt es ebenfalls im Blick zu halten, und dazu Lösungen zu entwickeln, die entweder direkt an Zentralbanksysteme angebunden (getriggert) werden oder eine Wholesale-Anwendung eines Digitalen Euro ermöglichen.

Um die Vorteile aus der bestehenden Aufgabenteilung zwischen Geschäftsbanken und Zentralbanken nicht zu gefährden, sind in die Diskussion um eine mögliche Ausgestaltung des Digitalen Euro die betroffenen Akteure, vor allem die Kreditwirtschaft, von Beginn an einzubeziehen. Zu berücksichtigen wäre dabei auch eine Zusammenführung der Diskussion um die mögliche Ausgabe eines Digitalen Euro durch das Eurosystem und die politische Unterstützung privatwirtschaftlicher paneuropäischer Zahlungslösungen wie EPI.

Es wird dabei darauf ankommen, zu gut durchdachten, sicheren und komfortablen Lösungen zu kommen. Anders lassen sich weder die hochgesteckten politischen Erwartungen an einen Digitalen Euro als Alternative zu privatwirtschaftlichen Stablecoins noch die gleichzeitige Verantwortung der Zentralbank für die Stabilität und Erhaltung einer marktbasierenden Funktionsweise des Finanzsystems nicht erfüllen.

<sup>36</sup> Vgl.: Panetta (2021) sowie Weidmann (2020b).

<sup>37</sup> Vgl.: Bank für Internationalen Zahlungsausgleich (2020b).

## ■ Literaturverzeichnis

Andolfatto, D. (2018), Assessing the Impact of Central Bank Digital Currency on Private Banks, Federal Reserve Bank of St. Louis, Working Paper, 2018–026.

Armelius, H., C. A. Claussen und I. Hull (2021), On the possibility of a cash-like CBDC, Sveriges Riksbank, Staff memo, February 2021.

Balz, B., M. Diehl und H. Winter (2020), Digitales Geld: Welche Optionen hat Europa?, Zeitschrift für das gesamte Kreditwesen, Nr. 24/2020, S. 1200–1204.

Balz, B. und J. Paulick (2019), Parallelwährungen jenseits der Finanzaufsicht: Haben Bitcoin und Libra eine Zukunft?, ifo Schnelldienst, Nr. 17/2019, S. 13–16.

Bank für Internationalen Zahlungsausgleich (2021), Ready, steady, go? – Results of the third BIS survey on central bank digital currency, BIS Papers, No 114.

Bank für Internationalen Zahlungsausgleich (2020a), Project Helvetia: Settling tokenised assets in central bank money, Dezember 2020.

Bank für Internationalen Zahlungsausgleich (2020b), Central Bank Digital Currencies: Foundational Principles and Core Features: Report No. 1 in a series of collaborations from a group of central banks.

Bank für Internationalen Zahlungsausgleich (2018a), Cross-border retail payments, CPMI Papers, No 173.

Bank für Internationalen Zahlungsausgleich (2018b), Central bank digital currencies, CPMI Papers, No 174.

Brunnermeier, M. (2021), Die Plattformisierung des Geldes, Frankfurter Allgemeine Zeitung, 15. Februar 2021.

Carapella, F. und J. Flemming (2020), Central Bank Digital Currency: A Literature Review, FEDS Notes, Washington: Board of Governors of the Federal Reserve System.

Chiu, J., M. Davoodalhosseini, J. H. Jiang und Y. Zhu (2019), Bank Market Power and Central Bank Digital Currency: Theory and Quantitative Assessment, Bank of Canada Staff Working Paper 2019–20.

Cœuré, B. (2019), Towards the retail payments of tomorrow: a European strategy, speech at the Joint Conference of the ECB and the National Bank of Belgium on “Crossing the chasm to the retail payments of tomorrow”, 26. November 2019.

Deutsche Bundesbank (2021a), Zahlungsverhalten in Deutschland 2020 – Bezahlen im Jahr der Corona-Pandemie.

Deutsche Bundesbank (2021b), Abwicklung von DLT-basierten Wertpapieren in Zentralbankgeld erfolgreich getestet, Pressenotiz, 24. März 2021.

Deutsche Bundesbank (2020), Geld in programmierbaren Anwendungen, 21. Dezember 2020, abrufbar unter: <https://www.bundesbank.de/resource/blob/855080/941264701eb3f1a67ef6815831c9e40a/mL/2020-12-21-programmierbare-zahlung-anlage-data.pdf>.

Deutsche Bundesbank (2019), Krypto-Token im Zahlungsverkehr und in der Wertpapierabwicklung, Monatsbericht, Juli 2019, S. 39–60.

Deutsche Bundesbank (2017a), Distributed-Ledger-Technologien im Zahlungsverkehr und in der Wertpapierabwicklung: Potenziale und Risiken, Monatsbericht, September 2017, S. 35–50.

Deutsche Bundesbank (2017b), Die Rolle von Banken, Nichtbanken und Zentralbanken im Geldschöpfungsprozess, Monatsbericht, April 2017, S. 15–50.

Deutsche Bundesbank (2009a), Der unbare Zahlungsverkehr in Deutschland und die Rolle der Deutschen Bundesbank, Monatsbericht, März 2009, S. 51–67.

Deutsche Bundesbank (2009b), Zahlungsverhalten in Deutschland – Eine empirische Studie über die Auswahl und Verwendung von Zahlungsinstrumenten in der Bundesrepublik Deutschland.

Deutsche Bundesbank und Deutsche Börse AG (2018), BLOCKBASTER – final report.

Diehl, M., Digitale Token als Zahlungsmittel, in: P. Sandner, A. Tumasjan und I. Welp (Hrsg., 2020.), Die Zukunft ist dezentral, BoD – books on demand, S. 109–115.

Europäische Kommission (2020), EU-Strategie für den Massenzahlungsverkehr, Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen, COM (2020) 592 final, abrufbar unter: [https://ec.europa.eu/info/consultations/finance-2020-retail-payments-strategy\\_en](https://ec.europa.eu/info/consultations/finance-2020-retail-payments-strategy_en).

Europäische Zentralbank (2021), Eurosystem report on the public consultation on a digital euro, April 2021, abrufbar unter: [https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/Eurosystem\\_report\\_on\\_the\\_public\\_consultation\\_on\\_a\\_digital\\_euro~539fa8cd8d.en.pdf](https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/Eurosystem_report_on_the_public_consultation_on_a_digital_euro~539fa8cd8d.en.pdf).

Europäische Zentralbank (2020), Report on a digital Euro, Oktober 2020.

Financial Stability Board (2020), Enhancing Cross-border Payments, Stage 3 roadmap, 13. Oktober 2020.

G7 Working Group on Stablecoins (2019), Investigating the impact of global stablecoins, BIS, Oktober 2019.

Kahn, C. M., F. Rivadeneyra und T.-N. Wong, (2020), Should the central bank issue e-money? Journal of Financial Market Infrastructures, Vol. 8 (4), S. 1–22.

Keister, T. und D. Sanches (2019), Should central banks issue digital currency?, Federal Reserve Bank of Philadelphia Working Paper 2019–26.

Lin, L. (2019), Deconstructing Decentralized Exchanges, Stanford Journal of Blockchain Law & Policy Vol. 2, Nr. 1.

Ludwin, A. (2017), A Letter to Jamie Dimon – and anyone else still struggling to understand cryptocurrencies, Blogbeitrag auf Chain, 16. Oktober 2017.

Nakamoto, S. (2008), Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System, abrufbar unter: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.

Monetary Authority of Singapore (2017), The future is here – Project Ubin: SGD on Distributed Ledger.

Panetta, F. (2021), Evolution or revolution? The impact of a digital euro on the financial system, Rede vom 10. Februar 2021.

Phillips, T. (2021), PBOC pilots contactless cards and wearables that let consumers make payments with China's digital currency, What's new in Payments, NFCW, 8. Januar 2021.

Schilling, L., J. Fernández-Villaverde und H. Uhlig (2020), Central Bank Digital Currency: When Price and Bank Stability Collide, NBER Working Paper, Nr. 28237.

Sveriges Riksbank (2018), The Riksbank's e-krona project, Report 2, Oktober 2018.

Weidmann, J. (2020a), Die Zukunft von Geld und Zahlungsverkehr, Rede vom 11. September 2020.

Weidmann, J. (2020b), Die Zukunft gestalten – Herausforderungen am europäischen Zahlungsverkehrsmarkt, Rede vom 27. November 2020.