ECONSTOR
Make Your Publications Visible.

A Service of

ZBW Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
Leibniz Information Centre for Economics

Klein, Manuel; Groß, Jonas; Sandner, Philipp

Article

Der digitale Blockchain-Euro: Sind Central Bank Digital Currencies die Zukunft?

ifo Schnelldienst

Provided in Cooperation with:
Ifo Institute – Leibniz Institute for Economic Research at the University of Munich

Suggested Citation: Klein, Manuel; Groß, Jonas; Sandner, Philipp (2020) : Der digitale Blockchain-Euro: Sind Central Bank Digital Currencies die Zukunft?, ifo Schnelldienst, ISSN 0018-974X, ifo Institut – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung an der Universität München, München, Vol. 73, Iss. 03, pp. 39-47

This Version is available at:
https://hdl.handle.net/10419/216140

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

WWW.ECONSTOR.EU

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

Manuel Klein, Jonas Groß*** und *Philipp Sandner****

Der digitale Blockchain-Euro: Sind Central Bank Digital Currencies die Zukunft?

IN KÜRZE

Die fortschreitende Digitalisierung hat nun auch das Geldsystem erreicht. Das Aufkommen von Kryptowerten hat zahlreiche Vorteile aufgezeigt, die »*Digital Assets*«, die mit Distributed-Ledger-Technologien (DLT) verwaltet werden, mit sich bringen: Die Nutzung von DLT kann die Sicherheit von sensiblen Finanztransaktionen erhöhen, die Transaktionsgeschwindigkeit durch schnellere Abwicklung steigern und durch *Smart Contracts* zahlreiche Geschäftsprozesse automatisieren. Diese Vorteile sollen nun auch in das konventionelle Geldsystem übertragen werden und nicht nur in der Szene der »Kryptowährungen« Anwendung finden. DLT kann sowohl dafür genutzt werden, Giralgeld der Banken digital abzubilden, als auch Zentralbankgeld über digitale Zentralbankwährungen (Central Bank Digital Currencies – CBDCs) zu tokenisieren. Die aktuellen DLT-basierten CBDC-Projekte und Prototypen der chinesischen und schwedischen Zentralbank, aber auch der EZB zeigen, dass DLT für die Digitalisierung des Geldsystems im Speziellen und des Finanzsystems im Allgemeinen zukünftig eine wichtige Säule darstellen wird.

Das Aufkommen von digitalen Kryptowerten, wie Bitcoin im Jahr 2008, und der zugrunde liegenden Distributed-Ledger-Technologie (DLT) führen seit einigen Jahren dazu, dass Zentralbanken weltweit intensiv über die Digitalisierung des Geldsystems und die Einführung von digitalen Zentralbankwährungen (Central Bank Digital Currencies – CBDCs) nachdenken. Vorreiter war hier die Bank of England, die bereits seit 2014 die Einführung einer eigenen CBDC analysiert. Das Thema hat inzwischen eine globale Bedeutung erreicht – spätestens durch die Ankündigung von Facebook im Sommer 2019, einen digitalen Kryptowert namens »Libra« über eine DLT lancieren zu wollen, der durch mehrere nationale Währungen gedeckt sein soll.

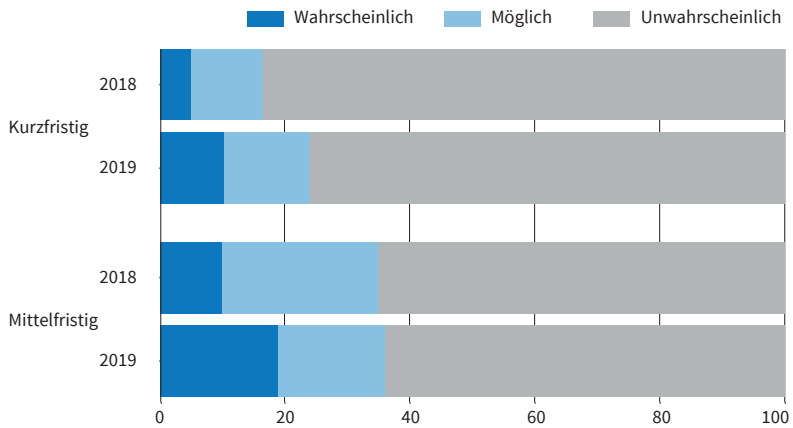
PLÄNE ZUR AUSGABE EIGENER CBDCS

Eine kürzlich veröffentlichte Studie der Bank für Internationalen Zahlungsausgleich (BIZ) zeigt, dass aktuell 70% aller weltweiten Zentralbanken die Ausgabe einer eigenen digitalen Zentralbankwährung analysieren. 10% der teilnehmenden Zentralbanken planen in der kurzen Frist (bis zu drei Jahre) eine solche digitale Geldart einzuführen – 20% in der mittleren Frist (bis zu sechs Jahre) (vgl. Abb. 1). Weitere 15% der Zentralbanken halten die Einführung einer eigenen CBDC in den nächsten drei Jahren *für möglich* (in den nächsten sechs Jahren zusätzliche 18%). Somit ist die Richtung klar: Immer mehr Zentralbanken beschäftigen sich mit CBDCs und planen eine Einführung. Es ist folglich nur eine Frage der Zeit, bis die ersten CBDCs eingeführt werden.

Häufig wird in der öffentlichen Debatte eine DLT, z.B. die Blockchain-Technologie als eine Unterart der DLTs, als technologische Grundlage der Digitalisierung des Geldsystems und der Einführung einer CBDC angenommen. Diese technologische Wahl ist zwar nicht zwingend notwendig. Allerdings bringt die durch die neue Technologie getriebene Diskussion wieder alte ökonomische Ideen, das Geldsystem zu verändern, ins Zentrum der wissenschaftlichen Debatte.[1] Denn die Technologie ermöglicht es, alle unterschiedlichen Geldarten des heutigen Geldsystems neu zu denken und die Vorzüge der Technologie auf unterschiedliche Weise zu nutzen. Für den Einsatz von DLT spricht vor allem, dass Leistung und Gegenleistung (z.B. die Bezahlung) auf integrierten Plattformen organisiert werden können. Nur eine DLT

Abb. 1

Wahrscheinlichkeit einer CBDC-Einführung laut Zentralbanken



Kurzfristig: Ein bis drei Jahre und mittelfristig: ein bis sechs Jahre, »wahrscheinlich« kombiniert »sehr wahrscheinlich« und »eher wahrscheinlich«, »unwahrscheinlich« kombiniert »sehr unwahrscheinlich« und »eher unwahrscheinlich«.
Quelle: Boar, Holden und Wadsworth (2020). © ifo Institut

* Manuel Klein ist Consultant bei FactSet und Vorstandsmitglied im Verein Monetative.
** Jonas Groß ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Frankfurt School Blockchain Center und an der Universität Bayreuth.
*** Prof. Dr. Philipp Sandner leitet das Frankfurt School Blockchain Center an der Frankfurt School of Finance & Management.

[1] Dazu zählen Tobin's Deposited Currency Accounts in Tobin (1985) und der Chicago Plan in Fisher (1936).

ermöglicht diesen Vorzug, was etwa im Bereich der Wertpapierabwicklung zu Real-Time-Settlement führen würde. Mit derzeitigen Technologien kann die Zeit der Wertpapierabwicklung nur auf ein Minimum von zwei Tagen gesenkt werden.

Um die aktuellen Entwicklungen einzuordnen, wird in diesem Artikel zunächst das bestehende Geldsystem erläutert und die Ausgestaltungsformen und Vorteile eines DLT-basierten Euro diskutiert. Der Fokus liegt anschließend auf den Digitalisierungsmöglichkeiten der unterschiedlichen Geldarten und insbesondere auf CBDC. Wir analysieren aktuelle CBDC-Projekte und erklären die Intentionen hinter einer Einführung. Zudem werden konkrete Probleme für das Finanzsystem durch eine CBDC-Einführung, wie Gefahren für die Finanzmarktstabilität und den Datenschutz, diskutiert und mögliche Lösungsansätze skizziert. Zum Schluss stellen wir den aktuellen Stand in der Praxis der Digitalisierung des Geldes dar.

UNSER BESTEHENDES GELDSYSTEM

Der Anker unseres Geldsystems ist das Bargeld. Es ist das einzige gesetzliche Zahlungsmittel und darf nur von Zentralbanken gedruckt werden. Seit der Aufhebung des Goldstandards Anfang der 1970er Jahre ist Bargeld nicht mehr durch Gold gedeckt, sondern wird per Kreditvergabe oder durch Ankäufe von Vermögenswerten wie Staatsanleihen von den Zentralbanken wie aus dem Nichts erzeugt. Die Bezeichnung *Fiatgeld* – abgeleitet aus dem Lateinischen für »*Es werde Geld*« – beschreibt insofern zutreffend die »Ungedecktheit« und die heutige Entstehung des Bargeldes. Die Zentralbank erzeugt Bargeld jedoch nicht aktiv, sondern reaktiv – als Reaktion auf die Ausweitung des Geschäftsbankengeldes.

Physisches Bargeld stellt im bestehenden Geldsystem nur einen kleinen Teil der Geldmenge dar. Der Großteil der umlaufenden Geldmenge – im Euroraum laut des *Statistical Data Warehouses* der Europäischen Zentralbank (EZB) rund 87% – ist Geschäftsbankengeld, das zum Zahlen per Überweisung, per Lastschrift oder Kreditkarte genutzt wird. Dieses sogenannte Giralgeld wird auf den Girokonten der Bürger bei Banken verzeichnet. Giralgeld entsteht immer dann, wenn Banken Kredite vergeben oder Vermögenswerte wie Aktien, Anleihen etc. ankaufen (vgl. Deutsche Bundesbank 2017). Banken benötigen im Vorfeld der Kreditvergabe kein Zentralbankgeld oder Spareinlagen, wie es die Theorie des Geldschöpfungsmultiplikators oder die Banken-Intermediations-Theorie vorsieht. Vielmehr besorgen sie sich die benötigte Liquidität im Nachhinein auf den Geldmärkten oder bei der Zentralbank (vgl. McLeay, Radia und Thomas 2014). Die aktive Gelderzeugung liegt im bestehenden Geldsystem somit bei den Geschäftsbanken.

Für die Übertragung von Giralgeld zwischen Banken und den Geldtransfer zwischen Banken und der Zentralbank wird eine unbare Form von Zentralbankgeld genutzt, die sogenannten Zentralbankreserven. In den meisten Ländern haben nur Banken und wenige ausgewählte (Finanz-)Institute Zugang zu diesem Zahlungsmittel und somit Zugang zur Bilanz der Zentralbank. Zentralbanken reagieren (normalerweise) nur reaktiv und in Abhängigkeit der Giralgeldschöpfung der Banken mit einer Ausweitung an Bargeld und Zentralbankreserven (vgl. EZB 2012). Seit der Krise 2007/2008 haben Zentralbanken jedoch zunehmend von einem rein reaktiven Vorgehen Abstand genommen: Im Rahmen unkonventioneller geldpolitischer Instrumente wie *Quantitative Easing* haben Zentralbanken im großen Stil aktiv Zentralbankreserven durch Wertpapierankäufe erzeugt.

Die drei bestehenden Geldarten lassen sich wie folgt unterscheiden:

- **Bargeld** ist das einzige gesetzliche Zahlungsmittel und wird von der Zentralbank emittiert. Es ist Peer-to-Peer, also ohne Intermediär, übertragbar, ist nicht digital und der breiten Öffentlichkeit zugänglich. Zudem ermöglicht es anonyme Transaktionen. Bargeld ist nicht verzinst, was dazu führt, dass Bargeld bei der Geldpolitik eine effektive Grenze eines Nullzinses (*effective lower bound*) schafft. Da Giralgeld in Bargeld umgetauscht werden kann, würden rationale Bankkunden ihr Geld in bar halten, wenn die Zinsen auf Girokonten (stark) negativ werden würden. Bargeld wird reaktiv von der Zentralbank erzeugt, und die Menge richtet sich nach der Bargeldnachfrage der Bankkunden.
- **Giralgeld** wird von Geschäftsbanken aktiv emittiert und stellt einen Anspruch an die Geschäftsbank auf Auszahlung von Bargeld dar. Der Kontostand eines Bankkunden bedeutet insofern, dass Bargeld in Höhe des dargestellten Betrags vom Kunden von der Bank abgehoben werden kann. Das Giralgeld im Euroraum ist laut EZB jedoch nur durch rund 13% Bargeld und sonst vor allem durch Forderungen an Kreditnehmer und andere Vermögenswerte gedeckt. Dies macht das Halten von Giralgeld risikobehaftet: Bankkunden sind Liquiditätsrisiken, Marktrisiken und Gläubigerrisiken ausgesetzt. Trotzdem ist Giralgeld 1:1 an den Wert von Bargeld gebunden und kann zum selben Nennwert in bar abgehoben werden. Der Zinssatz auf Giralgeldeinlagen wird von der Bank festgelegt, liegt jedoch normalerweise unter dem Refinanzierungszins der Zentralbank.
- **Zentralbankreserven** (Reserven) werden von der Zentralbank emittiert, sind jedoch nicht der breiten Öffentlichkeit zugänglich. Da es sich bei diesen Reserven um ein Zahlungsmittel der Zentralbank handelt, ist der Halter des Geldes keinem Liquiditäts- oder Gläubigerrisiko ausgesetzt, wie es beim Giralgeld der Banken der Fall ist. Zentralbanken können im Gegensatz zu privaten

Banken systembedingt und per Definition nicht insolvent gehen, da sie die einzigen Institutionen sind, die gesetzliche Zahlungsmittel erzeugen und im Notfall auch mit negativem Eigenkapital arbeiten können (vgl. Bunea et al. 2016). Somit stellen Zentralbankreserven (wie auch Bargeld) ein risikofreies Geld dar – sie sind allerdings im Gegensatz zu Bargeld unbar und über digitale Zahlungssysteme übertragbar. Reserven sind zinstragend und werden gemäß dem Einlagezinssatz der Zentralbank verzinst.

Schwindet das Vertrauen in das Giralgeld der Geschäftsbanken, kann es zu sogenannten *Bank Runs* kommen, bei denen Bankkunden in großem Maße ihr Giralgeld bar abheben. Solche Bank Runs führen zu massiven Liquiditätsproblemen bei Banken, da Banken große Bestände ihrer digitalen Reserven in Bargeld umtauschen müssen und je nach Umfang und Dauer des Bank Runs auf Notkredite der Zentralbank angewiesen sind, um die Bargeldnachfrage bedienen zu können.

Das Beispiel Zypern zeigt, dass es sich bei Bank Runs nicht nur um ein theoretisches Konstrukt handelt, sondern dass ein solches Misstrauen in das Bankensystem nicht auszuschließen ist. Bankkunden befürchteten 2013, dass ihre Einlagen nicht mehr sicher seien und zogen innerhalb eines Jahres mehr als 40% ihrer Gelder ab. In der Finanzkrise 2007/2008 waren auch zahlreiche Banken im Euroraum von Bank Runs betroffen (am stärksten Northern Rock in Irland).

Nachdem wir das bestehende Geldsystem beleuchtet haben, diskutieren wir nun die Digitalisierung des Euro. Die Debatte um die Digitalisierung des Geldsystems umfasst vor allem die Diskussion ob DLTs, wie etwa die Blockchain-Technologie, für die Ausgabe von digitalem Geld genutzt werden könnten oder gar sollten.

VORTEILE EINES »BLOCKCHAIN-EURO«

Die Emission eines digitalen Euro über ein DLT-System würde erhebliche Vorteile mit sich bringen:

1. **Sicherheit:** Im klassischen Finanzsystem werden Daten typischerweise zentral auf den Servern einer Partei, beispielsweise den Servern einer (Zentral-)Bank, gespeichert. Durch die Nutzung der DLT werden hingegen Transaktionsdaten gleichzeitig auf einer Vielzahl von Computern gespeichert. Somit wäre das System widerstandsfähiger gegen Hackerangriffe, da es keinen Single-Point-of-Failure mehr gäbe. Die in der Vergangenheit bekannt gewordenen Hacks von Kryptowerten wie Bitcoin und Ether waren ausschließlich Hacker-Angriffe auf Kryptobörsen und somit nicht der DLT als solcher zuzuschreiben.
2. **Manipulationsresistenz:** Da Transaktionen auf mehreren Computern simultan gespeichert sind, ist es nicht möglich, Transaktionsdaten zu manipulieren oder im Nachhinein zu verändern. Gerade bei Anwendungen, bei denen alle Beteiligten denselben Wissensstand haben müssen, sich aber nicht unbedingt kennen und vertrauen, bietet eine solche Manipulationsresistenz erhebliche Vorteile.
3. **Automatisierung:** Technologische Neuheiten wie *Smart Contracts* und Peer-to-Peer-(Mikro-)Zahlungen, z.B. zwischen Maschinen, können in Euro realisiert werden und müssten nicht, wie bisher üblich, in volatilen und/oder nicht regulierten Kryptowerten abgewickelt werden. *Smart Contracts* würden es ermöglichen, dass an die DLT angeschlossene Geräte, wie etwa Maschinen, Autos und Sensoren, Dienstleistungen auf Pay-Per-Use-Basis oder auch Leasing oder Factoring anbieten können. Die Auswirkungen eines DLT-basierten Zahlungsmittels sind daher im Kontext der *Machine Economy* besonders vielversprechend. IoT Analytics schätzt, dass im Jahr 2025 mehr als 20 Mrd. Geräte an das Internet angeschlossen sein werden – dreimal so viele Geräte, wie es derzeit Menschen auf der Erde gibt. Viele dieser Geräte werden auch in ein Zahlungsnetzwerk integriert sein, so dass dieses Netzwerk in einigen Jahren Hunderte Millionen Geräte umfassen wird. Die DLT eignet sich am besten dafür, Millionen von Geräten mit einem Computerchip und damit auch mit einer eigenen digitalen Brieftasche (Wallet) auszustatten und den digitalen Euro direkt von Wallet zu Wallet zu transferieren. Dann wird ein Gerät in der Lage sein, autonom Zahlungen zu empfangen und Geld zu überweisen.
4. **Effizienzgewinne:** Zudem könnten im Falle eines Peer-to-Peer-DLT-Euro-Systems erhebliche Effizienzgewinne erzielt werden. Das Zahlungssystem könnte enorm vereinfacht werden, und viele Mittelsmänner würden nicht mehr benötigt werden (z.B. Clearing-Stellen). Dies würde die Kosten des Zahlungssystems erheblich reduzieren und Transaktionen schneller abwickeln. Vor allem bei grenzüberschreitenden Zahlungen sind hier erhebliche Effizienzgewinne möglich. Heutzutage dauern Auslandsüberweisungen beispielsweise von Deutschland nach Argentinien bis zu zehn Tagen und kosten häufig bis zu 10% des Überweisungsbetrags an Gebühren. Durch die Nutzung von DLT-Systemen könnte eine sofortige Abwicklung bei sehr niedrigen Transaktionskosten auch zwischen unterschiedlichen Währungsräumen ermöglicht werden.

AUFBAU EINES DLT-SYSTEMS FÜR ZENTRALBANKEN

Das für Zentralbanken gestaltete DLT-System wäre deutlich anders aufgebaut als die meisten bestehenden DLT-Netzwerke, wie z.B. die Bitcoin-Blockchain. Da die Zentralbank auf ein relativ hohes Vertrauen

bauen kann, muss sie kein gänzlich dezentralisiertes DLT-System nutzen, das komplett ohne gegenseitiges Vertrauen und durch einen verteilten Konsensmechanismus funktioniert.[2]

Das Bitcoin-Netzwerk hat es durch seinen »Proof-of-Work«-Konsensmechanismus geschafft, einen globalen, dezentralen Konsens über die getätigten Transaktionen zu erzeugen. Beim »Proof-of-Work«-Konsensmechanismus müssen die Teilnehmer des Netzwerks ein kryptografisches Problem lösen. Derjenige, der als erstes dieses Rätsel korrekt gelöst hat, bekommt als Entlohnung eine bestimmte Anzahl von Bitcoins vom Netzwerk zugeteilt und erwirbt das Recht, die aufgegebenen Transaktionen zu bestätigen. Durch diesen Mechanismus sind die Teilnehmer des Netzwerks nicht darauf angewiesen, einer dritten Partei – im aktuellen Finanzsystem z.B. einer Bank – vertrauen zu müssen, die über die Validität der getätigten Transaktionen entscheidet. Dieser bis heute sicherste und weitverbreitete Konsensmechanismus ist jedoch sehr energieintensiv und führt beim Bitcoin-Netzwerk zu einem sehr geringen Transaktionsdurchsatz: Aktuell sind nur sieben Bitcoin-Transaktionen pro Sekunde möglich. Andere Kryptowerte nutzen alternative Konsensmechanismen wie »Proof-of-Stake« oder »Proof-of-Authority«, um die Skalierungsprobleme des Bitcoin-Protokolls zu überwinden. Jedoch hat sich bisher keine der Mechanismen als so sicher herausgestellt wie »Proof-of-Work«.

Ein DLT-System der Zentralbank könnte im Gegensatz zum Bitcoin-Netzwerk eine Vielzahl von identifizierten und rechenschaftspflichtigen Netzwerkknoten beauftragen, die nach bestimmten Regeln Konsens über die anfallenden Transaktionen herstellen (vgl. Danezis und Meiklejohn 2016). Dies entspricht zwar nicht den Vorstellungen der Anhänger von »Kryptowährungen«, die ein offenes Geldsystem propagieren, das nicht auf dem Vertrauen in Finanzinstitute, der Zentralbank oder dem Staat basiert. Jedoch wären zahlreiche Nachteile von »Kryptowährungen«, wie der enorme Energieverbrauch, die Skalierungsprobleme und die starken Preisschwankungen überwunden, und die Vorteile der Technologie würden in einem stabilen Geldsystem Anwendung finden.

Im Folgenden werden mögliche Wege skizziert, wie die DLT zur Digitalisierung des Geldwesens beitragen kann.

EURO-GEDECKTE STABLECOINS

Die erste Möglichkeit, Fiatwährungen über ein DLT-System abzubilden, besteht in der Tokenisierung von Giralgeld, das bei Banken oder Zahlungsinstituten deponiert wurde. DLTs nutzen sogenannte Tokens, um Werte von A nach B zu transferieren. Jedem dieser Token muss entsprechend einer deponierten Währungseinheit auf dem Konto des kooperierenden Zahlungsinstituts entgegenstehen. Hierbei handelt es sich um eine 1:1 Deckung, weshalb ein solcher Token auch als (fiat-gedeckter) Stablecoin bezeichnet wird. Halter von Stablecoins müssen den Emittenten vertrauen, dass alle Token komplett durch Giralgeldeinlagen gedeckt sind und dass sie auch im Ernstfall tatsächlich ihren Anspruch auf Fiatgeld in gleicher Höhe »ausgezahlt« bekommen würden (vgl. Sodhi 2018).

Stablecoin-Projekte gibt es bereits seit einigen Jahren. Die bekanntesten Beispiele hierfür sind etwa Tether, TrueUSD, USDCoin und Stasis. Die Projekte halten relativ erfolgreich die 1:1-Kopplung zu den zugrunde liegenden Fiat-Währungen – die Kurse schwanken meist nur mit einem Auf- oder Abschlag von 0 bis 5% um die Referenzwährung

Primär werden Stablecoins heutzutage jedoch in den sehr volatilen Kryptomärkten als Vehicle-Currencies für den Kauf oder Verkauf von anderen Kryptowerten genutzt und kaum als Zahlungsmittel in »Nicht-Kryptomärkten«. Dies liegt vor allem daran, dass Stablecoins bisher kaum reguliert sind und auch nicht von gesetzlichen Einlagensicherungssystem abgesichert sind. Konkret bedeutet dies, dass Stablecoins zwar an existierende Währungen gekoppelt sind, aufgrund fehlender Regulatorik (z.B. einer E-Geld-Lizenz) jedoch nicht als Zahlungsmittel verwendet werden können. Somit sind Kunden Emittenten- und Liquiditätsrisiken ausgesetzt, beispielsweise wenn ein solcher Stablecoin tatsächlich ausfallen sollte. Weiterhin besteht bei vielen Stablecoins keine Auszahlungsgarantie. Seit 2019 gibt es jedoch erste Unternehmen, die ihre E-Geld-Lizenz dafür nutzen, um einen fiat-basierten regulierten Stablecoin zu emittieren und somit den »Blockchain-Euro« in die Realwirtschaft zu bringen. Hierzu zählen beispielsweise das deutsche Startup Cash-on-Ledger und das isländische Startup Monerium (vgl. Monerium 2019). Auch die Commerzbank hat zahlreiche Testprojekte mit der Tokenisierung des Euro durchgeführt.

Das bekannteste Stablecoin-Projekt ist sicherlich jedoch Libra, das die Libra Association um das Facebook-Tochterunternehmen Calibra im Sommer 2019 angekündigt hat und 2020 auf den Markt kommen soll (vgl. Groß, Herz und Schiller 2019). Libra soll allerdings kein klassischer Stablecoin werden, der 1:1 von einer Fiatwährung gedeckt ist, sondern durch einen Währungskorb, bestehend aus verschiedenen Fiatwährungen und kurzfristigen Staatsanleihen. Infolge intensiver Diskussionen mit Regulierungsbehörden und Regierungen ist davon auszugehen, dass Libra nicht in der geplanten Form und nicht zum geplanten Zeitpunkt umgesetzt wird. Viel eher ist zu erwarten, dass wesentliche konzeptuelle Änderungen stattfinden werden, um den Anforderungen der Regulierungsbehörden und Regierungen zu genügen. Das Libra-Projekt verdeutlicht jedoch allemal, wie leicht solche Stablecoins erstellt werden können und welche Vorteile eine Abwicklung über ein DLT hervorbringt,

[2] Zum Vertrauen zu Zentralbanken, Banken und weiteren Akteuren einer Volkswirtschaft siehe OMFIF (2020).

und wird daher weitgehend als »*Game Changer*« wahrgenommen.

Mit Blick auf den zweigliedrigen Aufbau des bestehenden Geldsystems wird klar, dass Fiat-gedeckte Stablecoins auf der DLT durch Geschäftsbankengeld (Giralgeld) oder durch Zentralbankreserven gedeckt sein können. Für den Endverbraucher macht dies zunächst keinen großen Unterschied, da es sich bei beiden Arten des Geldes um eine digitale Variante des Euro handelt und das Giralgeld der Banken durch die Einlagensicherungssysteme als ähnlich sicher wahrgenommen wird wie das Zentralbankengeld. In Zeiten einer Bankenkrise kann dies jedoch einen erheblichen Unterschied darstellen: Bankguthaben sind nur bis zu einer Höhe von 100 000 Euro durch die Einlagensicherungssysteme besichert, und, wie oben beschrieben, nur ein Bruchteil der Bankguthaben ist tatsächlich durch Zentralbankgeld gedeckt.

Alternativ könnten Stablecoin-Projekte die Einlagen der Kunden auch auf einem Konto bei einem Intermediär oder Treuhänder halten, die wiederum zu 100% durch Zentralbankgeld gedeckt sind. Dies ist möglich, wenn die kooperierende Bank oder Zahlungsdienstleister die Bankguthaben der Kunden des Stablecoin-Projekts durch Reserven in derselben Höhe deckt. Diese Variante entspräche einer durch Intermediäre oder Treuhänder gesicherten Einlage bei der Zentralbank, die zudem über ein DLT-System übertragen werden kann. Diese Art von Stablecoin greift folglich indirekt auf Zentralbankgeld zu und wird synthetische CBDC (sCBDC) genannt (vgl. Adrian und Mancini Griffoli 2019). Ein Unterschied zwischen einer synthetischen CBDC und einer direkten CBDC ist, dass auch hier ein Emittentenrisiko existiert.

DIGITALE ZENTRALBANKWÄHRUNGEN (CBDC)

Getrieben durch die Entwicklungen rund um Kryptowerte und die Ankündigung des Libra-Projekts haben in den letzten Jahren eine Vielzahl von Zentralbanken angekündigt, sich mit den Anwendungsfeldern der DLT noch genauer auseinanderzusetzen und selbst an einer digitalen Währung zu forschen. Für Zentralbanken gibt es hier zwei Anwendungsbereiche:

1. **Wholesale CBDC:** Zentralbanken könnten Zentralbankreserven von einem zentralen Clearingsystem auf ein dezentrales Peer-to-Peer-System umstellen und so z. B. einen Interbanken-Euro auf einer DLT erzeugen. Dieser digitale Token würde nur den Interbankenhandel betreffen. Er könnte nur von Banken gehalten und auch nicht als allgemeines Zahlungsmittel genutzt werden. Allerdings wird untersucht, ob sie die Effizienz im Interbankenmarkt erhöhen könnte.
2. **Retail CBDC:** Zentralbanken können darüber hinaus auch ein neues digitales Zahlungsmittel für die breite Öffentlichkeit herausgeben, das parallel zum Giralgeld der Banken zirkulieren würde und als Zahlungsmittel verwendet werden könnte. Anders als das Giralgeld der Banken wäre es kein Anspruch auf ein gesetzliches Zahlungsmittel, sondern es könnte wie Bargeld selbst gesetzliches Zahlungsmittel werden. Eine Retail CBDC könnte zinstragend oder nicht zinstragend ausgestaltet sein. Die Herausforderungen einer verzinsten CBDC für die Geldpolitik werden aktuell in der Literatur intensiv diskutiert und gehen über den Umfang dieses Papiers hinaus. Die Zielsetzung einer Retail CBDC ist letztlich physisches Bargeld zu digitalisieren.

Wholesale CBDC

Eine Wholesale CBDC würde das bestehende Geldsystem nicht fundamental verändern: Nichtbanken würden weiterhin ihre Konten bei Geschäftsbanken halten, und Zahlungen zwischen Kunden von zwei unterschiedlichen Banken würden weiterhin über digitales Zentralbankgeld abgewickelt werden – dann aber über einen DLT-basierten Euro. Banken würden in diesem System weiterhin den Großteil des Geldes kreieren, und die Zentralbank würde weiterhin nur durch physisches Bargeld einen Zugang zum Nichtbankensektor haben. Neben der Entwicklung von Wholesale CBDCs der Zentralbanken gibt es hier auch Projekte vom Privatsektor wie z.B. Ripple oder das geplante Projekt JPM Coin. Bisherige Tests und Prototypen von Wholesale CBDC-Projekten beispielsweise in Thailand und Südafrika haben ergeben, dass DLT-Systeme die Transaktionsgeschwindigkeit durch schnelles Settlement im Interbankenmarkt erhöhen können. Die Nutzung von DLT-Systemen ist vor allem dann vorteilhaft, wenn man weitere Transaktionen im Interbankenhandel, wie zum Beispiel die von anderen Wertpapieren, auch auf dem DLT-basierten Transaktionssystem notieren lassen würde (vgl. Chapman et al. 2017).[3]

Retail CBDC

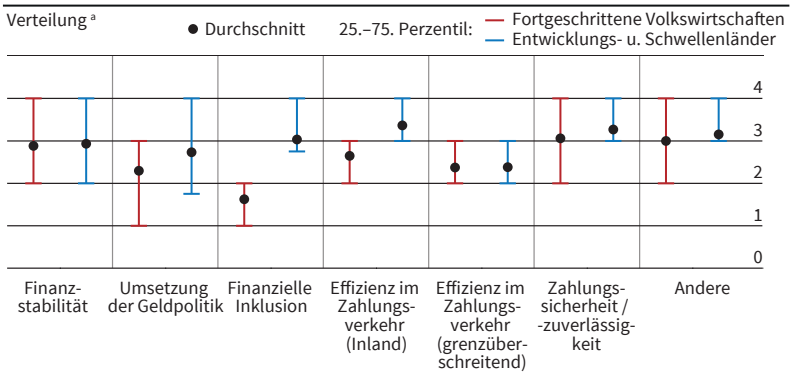
Eine (DLT-basierte) Retail CBDC würde den Euro als digitale Währungseinheit für jedermann zugänglich machen. Somit wäre eine Retail CBDC als digitale Alternative zum Giralgeld der Banken anzusehen. Dies würde eine erhebliche Veränderung des bestehenden Geldsystems darstellen, da dieses digitale Geld direkt von der Zentralbank stammen würde und die Halter des Geldes keinem Liquiditäts- oder Gläubigerrisiko ausgesetzt sind, wie es beim Giralgeld der Banken der Fall ist. Somit handelt es sich bei einer Retail CBDC, wie auch beim Bargeld, um ein risikoloses Zahlungsmittel – nur eben digital und nicht physisch.

Ergebnisse der bereits vorgestellten Studie der BIS (vgl. Boar, Holden und Wadsworth 2020) verdeutlichen, dass sich Zentralbanken aktuell vor allem mit

[3] Einen Überblick über die Ergebnisse der bisher durchgeführten Wholesale-CBDC-Projekte bietet der Report »Central Bank Digital Currencies« von IBM Blockchain World Wire und OMFIF (2018).

Abb. 2

Gründe für die Einführung einer Retail CBDC



[a] »Nicht so wichtig« (1); »Etwas wichtig« (2); »Wichtig« (3); und »Sehr wichtig« (4).
Quelle: Boar, Holden und Wadsworth (2020).

© ifo Institut

Retail CBDC auseinandersetzen. Die Motive der Zentralbanken, eine Retail CBDC einzuführen, sind vielfältig (vgl. Abb. 2). Die Studie zeigt, dass sich die Motive zwischen Industrieländern auf der einen Seite und Schwellen- und Entwicklungsländern auf der anderen Seite unterscheiden: Industrieländer erhoffen sich primär durch eine CBDC-Einführung die Finanzstabilität zu erhöhen, die Effizienz des Zahlungsverkehrs, also Transaktionsdauer und Transaktionskosten, zu reduzieren und die Sicherheit digitaler Transaktionen zu steigern. Geldpolitische Motive sowie finanzielle Inklusion spielen für Zentralbanken in Industrieländern nur eine untergeordnete Rolle.

Entwicklungsländer hingegen erhoffen sich aus einer CBDC-Einführung neben einem höheren Grad an finanzieller Stabilität und höhere Effizienz und Sicherheit im Zahlungsverkehr vor allem finanzielle Inklusion. Dies zeigen CBDC-Bemühungen der Marshall Islands und anderer Inselgruppen, wie den Bahamas oder Barbados. Diese Nationen weisen, wie viele Drittweltstaaten und Entwicklungsländer, eine hohe Zahl an Bewohnern aus, die kein Bankkonto haben und somit bislang vom digitalen Zahlungssystem ausgeschlossen sind.

RISIKEN FÜR DIE FINANZMARKTSTABILITÄT DURCH DIE EINFÜHRUNG EINER RETAIL CBDC

Notenbanker und Ökonomen debattieren derzeit darüber, wie eine solche Retail CBDC ausgestaltet sein müsste, um die Stabilität des bestehenden Geldsystems nicht zu gefährden. Die Hauptgefahr sehen viele Ökonomen, wie z.B. Bundesbankpräsident Jens Weidmann, in der Erleichterung eines »digitalen Bank Runs«, wenn zahlreiche Kunden ihre Einlagen bei Banken in das neue digitale Zentralbankengeld per Mausklick umtauschen könnten (vgl. *Handelsblatt* 2020). Im Falle eines solchen Bank Runs würde dies die Liquiditätsbestände der Banken unter Druck setzen und im schlimmsten Fall zu Bankinsolvenzen führen, wenn die Zentralbanken nicht ausreichend Liquidität durch Notkredite zur Verfügung stellen würden. Zudem könnte der Umtausch von Giralgeld in CBDC die Geldschöpfungsfähigkeit per Kreditvergabe der Banken einschränken, da Banken jederzeit mit einem Abfluss in das sichere, alternative digitale Zahlungsmittel rechnen müssten und somit die Bankguthaben der Kunden durch einen höheren Prozentsatz an Reserven decken müssten.

Außerdem betreiben Banken Fristentransformation und finanzieren langfristige Kredite durch kurzfristige Einlagen. Die Einführung eines digitalen Zentralbankgeldes für den Nichtbankensektor könnte durch den plötzlichen Abzug von Liquidität Risiken für die Fristentransformation auslösen. Der Prozess des massiven Abflusses von Reserven aus dem Bankensektor wird in der Literatur als »Disintermediation« des Bankensektors bezeichnet. Ein Extremszenario dieser Disintermediation wäre, dass Banken reine Intermediäre werden würden und keine Geldschöpfung per Kreditvergabe mehr betreiben könnten. Um die Wirtschaft weiterhin mit genügend Liquidität zu versorgen, könnte die Zentralbank selbst aktiv CBDC erzeugen. Eine kürzlich veröffentlichte Studie des Internationalen Währungsfonds (IWF) diskutiert die Geldschöpfung in einem System nach der Einführung einer Retail CBDC und beleuchtet die aktive Erzeugung von CBDCs per Kreditvergabe (vgl. Gross und Siebenbrunner 2019). Die Kreditvergabe könnte weiterhin von Banken durchgeführt werden, im Kreditvergabeprozess würde jedoch kein zusätzliches Giralgeld geschaffen werden, da der Kredit zu 100% in CBDC refinanziert werden müsste.

VORSCHLÄGE ZUR RISIKOMINDERUNG

Um einen digitalen Bank Run und die Disintermediation des Bankensektors zu verhindern, wurden bisher unterschiedliche Ansätze erarbeitet. Autoren der Bank of England schlagen vor, ein paralleles Zahlungssystem der Zentralbank zu etablieren, das einen direkten Umtausch und »digitales Abheben« von Giralgeld in CBDC unmöglich macht. Folglich wären CBDC nicht direkt in Giralgeld umwandelbar. Zentralbanken würden neue Einheiten ihres digitalen Geldes aktiv erzeugen, indem sie Wertpapiere ankaufen und im Gegenzug CBDC in den Konten der Verkäufer schöpfen – dann jedoch nicht nur von Banken, sondern von der breiten Öffentlichkeit. In einem Sekundärmarkt könnte der Wechsel zwischen CBDC und Giralgeld zwischen Käufer und Verkäufer ermöglicht werden. Dies würde den Bestand an Giralgeld im System unbeeinflusst lassen und insofern der Disintermediation von Banken vorbeugen (vgl. Kumhof und Noon 2018).

In einer kürzlich erschienenen Publikation der EZB wird ein zweistufiges (»Tiered«-)CBDC-System mit zwei unterschiedlichen Zinssätzen auf die vom Nichtbankensektor gehaltenen CBDC-Guthaben vorgeschlagen (vgl. Bindseil 2020). Dies soll die Banken-Disintermediation trotz einer direkten Konvertierbar-

keit zwischen Giralgeld und CBDC verhindern. Wird ein bestimmter CBDC-Schwellenwert auf dem Zentralbankkonto überschritten, würde der überschüssige CBDC-Betrag mit null oder negativen Zinssätzen verzinst werden, was das Halten von CBDC in großen Mengen und insofern als Wertaufbewahrungsmittel unattraktiv macht.

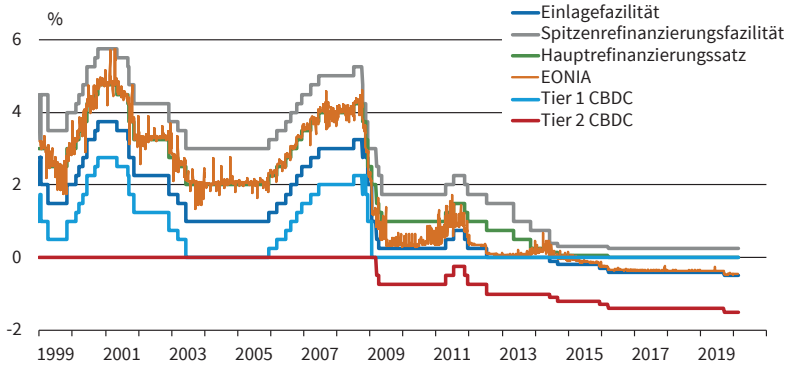
Die Idee einer zweistufigen CBDC-Verzinsung von Zentralbankguthaben ist nicht neu: Gegenwärtig ist das sechsfache der Mindestreserve, die die Geschäftsbanken als Mindestanforderung an Liquidität bei der Zentralbank halten müssen, vom negativen Einlagezins ausgenommen (vgl. Deutsche Bundesbank 2020). In der Eurozone beträgt die Mindestreserve aktuell 1% der Bankeinlagen. Auf die überschüssigen Reserven, die Banken bei der Zentralbank halten, muss aktuell der Einlagenzins in Höhe von – 0,5% gezahlt werden.

In »normalen Zeiten« mit Zinssätzen von > 0% würde der Betrag an CBDC unterhalb der gesetzten Schwelle positiv (bzw. nicht negativ) verzinst werden. Der Zinssatz auf dieses »Tier 1 CBDC« soll den Bewegungen aller anderen Marktzinssätze folgen, aber z.B. 1% unter dem Niveau des Einlagenzinssatzes festgesetzt werden, um somit CBDC weniger attraktiv als Bankeinlagen zu machen. Wenn der Einlagenzinssatz unter 1% fällt, würde der Tier-1-CBDC-Zinssatz jedoch bei 0% bleiben und somit den CBDC-Haltern einen nicht negativen Zinssatz garantieren (vgl. Abb. 3).

Die »überschüssigen« CBDC-Guthaben auf dem Zentralbankkonto (Tier-2-CBDC) würden niemals positiv verzinst werden. In »normalen Zeiten« sollten 0% Zinsen gezahlt werden, um eine Investition in CBDC zu verhindern. Wenn der Einlagenzins der EZB unter 1% sinkt, würde der Tier-2-Zinssatz negativ werden. In Krisenzeiten könnte die Spanne zwischen dem Einlagenzinssatz und dem Tier-2-Satz sogar erhöht werden, um einen Bank Run zu vermeiden. Ein solches zweistufiges CBDC-System würde CBDC somit als Wertaufbewahrungsmittel unattraktiv machen, da Tier-2-CBDCs niemals positiv verzinst werden würden.

Abb. 3

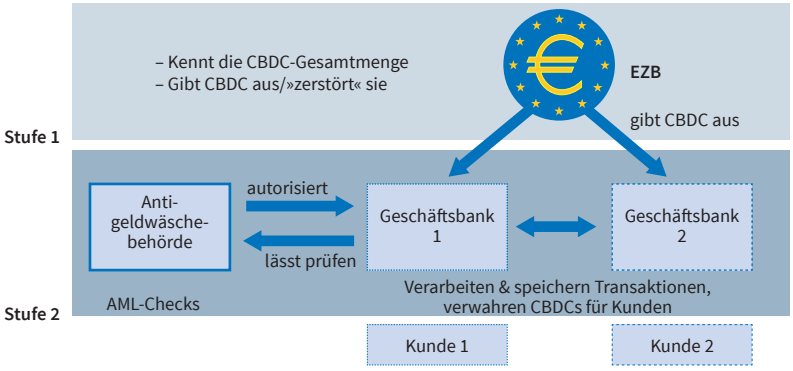
Zinssätze im vorgeschlagenen CBDC-System



Quelle: Bindseil (2020). © ifo Institut

Abb. 4

Zweistufiges System: Arbeitsteilung zwischen EZB und Banken



Quelle: Andersch, Groß und Schiller (2020). © ifo Institut

RISIKEN DES VERLUSTES ANONYMER ZAHLUNGEN DURCH DIE EINFÜHRUNG EINER CBDC

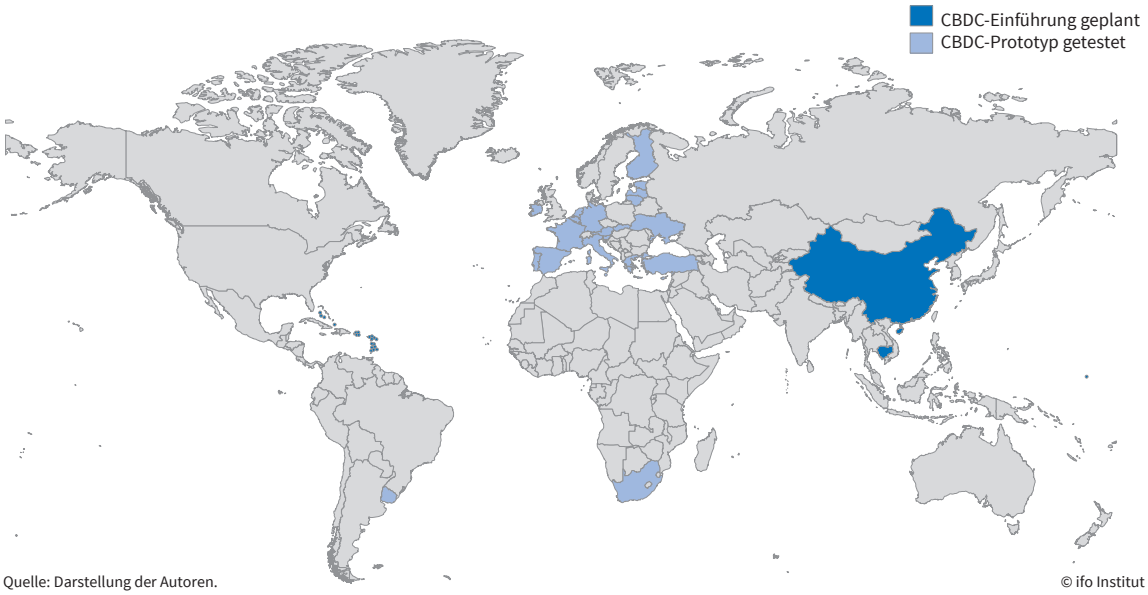
Neben Risiken für die Finanzstabilität könnte durch die Einführung einer digitalen Zentralbankwährung auch der Datenschutz von sensiblen Finanzdaten beeinflusst werden. Heutzutage unterscheiden sich Zahlungsmethoden, wie Apple Pay, Banküberweisungen oder Bargeldtransaktionen, anhand ihres Grades an Datensicherheit und Anonymität. Erfolgt eine Transaktion beispielsweise über Apples Bezahldienst Apple Pay, sind die Transaktionsdaten für Apple einsehbar. Wird eine Banküberweisung zur Zahlung verwendet, so stehen der Bank Zahlungsdetails zur Verfügung. Bei Bargeld ist dies anders: Bargeld ist komplett anonym. Transaktionen laufen hier auf Peer-to-Peer-Basis ab, so dass das Mitwirken eines Intermediäres nicht notwendig ist. Somit liegen Informationen zur Transaktion nur den beiden Transaktionspartnern vor. Hohe Datensicherheit und ein gewisses Maß an Anonymität ist auch für CBDC von großer Wichtigkeit.

In einem im Dezember 2019 veröffentlichten Papier (EZB 2019) stellt die EZB ein konkretes System für eine bargeldähnliche Retail CBDC vor, in der (teilweise) anonyme Zahlungen ermöglicht werden. Das vorgestellte System basiert auf R3 Corda und ist in Abbildung 4 dargestellt. Die EZB gibt in dem System lediglich CBDC aus, ein dezentrales Netzwerk an Intermediären wie Banken übernimmt administrative Aufgaben, indem sie z.B. Antigeldwäsche (AML)-Checks anfordern, die notwendigen Applikationen bereitstellen und die kryptografischen Schlüssel zur Initiierung von Zahlungen in eigenen Wallets verwahren.

Innerhalb des Systems sind auch (teilweise) anonyme Zahlungen garantiert, die gleichzeitig AML-Bestimmungen berücksichtigen. Es wird eine mögliche Lösung für die Einhaltung der AML-Bestimmungen präsentiert, bei der die Identität und die Transaktionshistorie des Senders der Zentralbank und einer AML-Behörde nicht offengelegt wird. Mit diesem Papier

Abb. 5

Übersicht über aktuelle Retail-CBDC-Projekte



Quelle: Darstellung der Autoren.

© ifo Institut

geht die EZB auf einen wichtigen Trade Off zwischen der Möglichkeit anonymer Zahlungen und der Verwendung des digitalen Geldes für illegale Aktivitäten ein. Natürlich ist es für die Gesellschaft wünschenswert, dass illegale Aktivitäten wie Terrorfinanzierung und Geldwäsche verhindert werden. Aus Sicht der Bürger ist es gleichzeitig jedoch wünschenswert, zumindest bis zu einem gewissen Grad anonyme Zahlungen durchführen zu können, was derzeit (nur) durch Transaktionen mit Bargeld möglich ist.[4]

Technisch umgesetzt wird diese (Teil-)Anonymität dadurch, dass die Identität des Nutzers der Zentralbank und der AML-Behörde nicht bekannt gegeben wird, wenn sogenannten Anonymity Vouchers der Zahlung beigefügt werden. Diese Gutscheine ermöglichen anonyme Geldtransfers für einen begrenzten CBDC-Betrag über einen definierten Zeitraum. Jeder Bürger ist mit einer bestimmten Anzahl von Anonymity Vouchers ausgestattet, mit denen anonyme Transaktionen durchgeführt werden können. Sobald alle Gutscheine eingelöst sind, werden die Transaktionen nicht mehr anonym abgewickelt. Ein Nachteil des Modells ist jedoch, dass die Transaktion für die abwickelnden Banken einsehbar und daher nicht anonym ist. Die Anonymität ist insofern nur zwischen den Akteuren der Transaktion und der Zentralbank und AML-Behörde gegeben. Dies ist ein klarer Nachteil des Prototyps und sollte in zukünftigen Entwicklungen berücksichtigt werden.[5] Dennoch ist dieses Paper ein guter Ausgangspunkt, um die Anonymität in Retail CBDCs in Verbindung mit der DLT weiter zu analysieren.

[4] Kryptowerte wie Monero, Dash oder Zcash ermöglichen anonyme Zahlungen und sind hier als Ausnahme anzusehen.

[5] Ein hoher Grad an Anonymität ließe sich z.B. in DLT-Systemen über Zero-Knowledge-Proofs und Ringsignaturen umsetzen. Für eine Übersicht über Wege, Anonymität in DLT-Systemen zu implementieren (vgl. EZB 2020a).

GIBT ES BALD EINEN (ZENTRALBANK-) BLOCKCHAIN-EURO?

Stablecoin-Projekte haben bereits Euros und weitere Fiatwährungen über DLT-Systeme tokenisiert, bieten bisher jedoch vor allem Spekulanten in den Kryptomärkten die Möglichkeit, ihr Kapital in einem stabilen Token zu parken.

Das isländische Startup Monerium und das deutsche Startup Cash-on-Ledger sind die ersten Krypto-Startups, die Zugang zu einer E-Geld-Lizenz und Transaktionen in isländischen Kronen und Euro über die Ethereum-Blockchain in der Realwirtschaft abgewickelt haben. Nicht DLT-basierte synthetische CBDC, also 100% in Zentralbankreserven gedeckte E-Geld-Token, gibt es bereits in China[6] und El Salvador, wo E-Geld-lizensierte Unternehmen die Gelder zu 100% in Zentralbankreserven halten müssen. Zudem haben in den letzten Jahren unter anderem England und Litauen ihre E-Geld-Bestimmungen gelockert und ermöglichen nun auch E-Geld-lizensierten Zahlungsdienstleistern ihre Einlagen durch Zentralbankreserven zu decken.

Aktuelle Retail CBDC-Projekte sind in Abbildung 5 dargestellt. China dürfte als erste entwickelte Volkswirtschaft eine eigene Retail CBDC emittieren. Chinesische Notenbanker gaben zuletzt an, zeitnah eine solche digitale Währung starten zu wollen. Insidern zufolge wurden Banken bereits instruiert, welchen Anweisungen sie bei der CBDC-Ausgabe zu folgen haben. Experten rechnen damit, dass die Markteinführung dieser CBDC bereits im ersten Halbjahr 2020 stattfinden könnte. Die Schwedische Zentralbank (Riksbank) untersucht bereits seit 2017 die Ausgabe einer digitalen Variante der Schwedischen Krona (E-Krona) und

[6] Alipay und Tencent müssen alle Einlagen in Zentralbankreserven decken (vgl. Adrian und Griffoli 2019).

testet aktuell einen DLT-basierten E-Krona-Prototypen als Retail CBDC (vgl. Riksbank 2020). In der Karibik ist das Blockchain-Unternehmen bitt eine Partnerschaft mit der Eastern Caribbean Central Bank eingegangen. Sie untersuchen gemeinsam die Anwendbarkeit der DLT für einen digitalen Eastern Carribbean Dollar. Eine CBDC soll dem hohen Anteil an Bewohnern der sieben karibischen Mitgliederinseln ohne Bankkonto den Zugang zu digitalen Zahlungsmitteln ermöglichen. Der Sand-Dollar der Bahamas verfolgt ein ähnliches Ziel und ist bereits in einer Pilot-Phase seit Dezember 2019 für die Bürger der Bahamas verfügbar (vgl. Central Bank of Bahamas 2020). Auch der SOV, eine Kryptowährung der Zentralbank der Marshall Islands, soll in den nächsten Monaten emittiert werden.

Zuletzt beschäftigt sich auch die EZB immer intensiver mit CBDC. Christine Lagarde, die neue Präsidentin der EZB, kündigte bereits bei ihrer ersten Pressekonferenz als EZB-Präsidentin im November 2019 an, die Bemühungen der EZB im Bereich CBDC zu verschärfen. Sie gab an, eine eigene EZB-interne CBDC-Taskforce einzurichten. Den Worten folgten prompt Taten: Die zwei oben beschriebenen EZB-Publikationen zeigen, dass die EZB intensiv CBDC erforscht.

Zudem ist die EZB einem Konsortium aus mehreren Zentralbanken beigetreten (darunter die Bank of England, Bank of Japan, die Riksbank und die BIZ), um Erfahrungen aus ihren Analysen potenzieller Use Cases für CBDC auszutauschen und um die Implikationen einer CBDC gemeinsam zu untersuchen (vgl. EZB 2020b). Somit scheint es möglich, dass tatsächlich in wenigen Jahren eine CBDC in der Eurozone Realität werden könnte – ob auf Basis der DLT ist bisher jedoch nicht abzusehen.

LITERATUR

Adrian, M. T. und T. Mancini-Griffoli (2019), »The Rise of Digital Money«, *International Monetary Fund FinTech Notes No. 19/001*, Washington DC.

Andersch, M., J. Groß und J. Schiller (2020), »Digitale Zentralbankwährungen: Kommt der Krypto-Euro?«, verfügbar unter: https://www.bayernlb.de/internet/de/blb/resp/research_14/megatrends/digitalisierung/megatrend_digitalisierung.jsp, aufgerufen am 17. Februar 2020.

Bindseil, U. (2020) »Tiered CBDC and the Financial System«, ECB Working Paper No. 2351, Januar.

Boar, C., H. Holden und A. Wadsworth (2020), »Impending Arrival – A Sequel to the Survey on Central Bank Digital Currency,« BIS Papers No. 107, Januar.

Bunea, D., P. Karakitsos, N. Merriman und W. Studener (2016), »Profit Distribution and Loss Coverage Rules for Central Banks«, *European Central Bank – Occasional Paper Series* No. 169, Frankfurt am Main.

Central Bank of Bahamas (2020), »Central Bank of the Bahamas to host the Bahamas Chamber of Commerce and Employers' Federation Power Breakfast«, verfügbar unter: https://www.centralbankbahamas.com/news.php?cmd=view&id=16667, aufgerufen am 17. Februar 2020.

Chapman, J., R. Garratt, S. Hendry, A. McCormack und W. McMahon (2017), »Project Jasper: Are Distributed Wholesale Payment Systems Feasible Yet?«, *Bank of Canada Financial System Review*, verfügbar unter: https://www.finextra.com/finextra-downloads/newsdocs/fsr-june-2017-chapman.pdf.

Danezis, G. und S. Meiklejohn (2016), »Centrally Banked Cryptocurrencies«, verfügbar unter: http://www0.cs.ucl.ac.uk/staff/G.Danezis/papers/ndss16currencies.pdf, aufgerufen am 18. Februar 2020.

Deutsche Bundesbank (2017), »Die Rolle von Banken, Nichtbanken und Zentralbank im Geldschöpfungsprozess«, *Monatsbericht* 69(4), 15–36.

Deutsche Bundesbank (2020). »Zweistufiges System für die Verzinsung von Überschussreserven«, verfügbar unter: https://www.bundesbank.de/de/aufgaben/geldpolitik/ueberschussreserven, aufgerufen am 17. Februar 2020.

EZB (2012), »The Relationship between Base Money, Broad Money and Risks to Price Stability,« *Monthly Bulletin*, Mai, 20–25.

EZB (2019), »Exploring Anonymity in Central Bank Digital Currencies«, verfügbar unter: https://www.ecb.europa.eu/paym/intro/publications/pdf/ecb.mipinfocus191217.en, aufgerufen am 6. März 2020.

EZB (2020a). »Balancing Confidentiality and Auditability in a Distributed Ledger Environment«, *Project Stella Report*, Frankfurt am Main.

EZB (2020b). »Central Bank Group to Assess Potential Cases for Central Bank Digital Currencies«, verfügbar unter: https://www.ecb.europa.eu/press/pr/date/2020/html/ecb.pr200121_1~e99d7946d6.en.html, aufgerufen am 17. Februar 2020.,

Fisher, I. (1936), »100% Money and the Public Debt«, *Economic Forum*, Spring, April–Juni, 406–420.

Handelsblatt (2020). »Bundesbank-Präsident Weidmann warnt vor Einführung eines digitalen Euros«, verfügbar unter: https://www.handelsblatt.com/finanzen/geldpolitik/geldpolitik-bundesbank-praesident-weidmann-warnt-vor-einfuehrung-eines-digitalen-euros/25362418.html, aufgerufen am 17. Februar 2020.

IBM Blockchain World Wire und OMFIF (2018), »Central Bank Digital Currencies«, verfügbar unter: https://www.omfif.org/ibm/, aufgerufen am 18. Februar 2020.

Kumhof, M. und C. Noone (2018). »Central Bank Digital Currencies — Design Principles and Balance Sheet Implications«, Bank of England Staff Working Paper Nr. 725.

McLeay, M., A. Radia und R. Thomas (2014). »Money Creation in the Modern Economy«, *Bank of England Quarterly Bulletin* 54(1), 14–27.

Riksbank (2020), »The Riksbank's e-Krona Pilot«, verfügbar unter: https://www.riksbank.se/en-gb/press-and-published/notices-and-press-releases/notices/2020/the-riksbank-to-test-technical-solution-for-the-e-krona/, aufgerufen am 20. Februar 2020.

Sodhi, R. (2018), »Op-Ed: Stablecoins and Bank Failure — The Unmitigated Risk of Fiat-Backed Tokens«, verfügbar unter: https://www.ccn.com/op-ed-stablecoins-and-bank-failure-the-unmitigated-risk-of-fiat-backed-tokens/, aufgerufen am 18 Februar 2020.

Tobin, J. (1985), »Financial Innovation and Deregulation in Perspective«, *Bank of Japan Monetary and Economic Studies* 3(2), 19–29.