
Digitales Zentralbankgeld: Warum wagt niemand den ersten Schritt?

LUZIE THIEL UND JOCHEN MICHAELIS¹

Luzie Thiel, Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fachgebiet Geld, Kredit und Währung, Universität Kassel, E-Mail: thiel@wirtschaft.uni-kassel.de
Jochen Michaelis, Professor für Geld, Kredit und Währung, Universität Kassel, E-Mail: michaelis@wirtschaft.uni-kassel.de

Zusammenfassung: Trotz rund sechs Jahren intensiver Forschung hat bisher keine Zentralbank der Industriekonföderationen digitales Zentralbankgeld (Central Bank Digital Currency, CBDC) eingeführt. In diesem Artikel befassen wir uns mit den Gründen. Wir geben einen kurzen Überblick über den aktuellen Stand der Forschungsprojekte, welche Features sich als besonders kritisch herausstellen und über die ökonomische Wirkungsweise. Dabei konzentrieren wir uns auf die Substitutionsbeziehung von CBDC und bisher bestehenden liquiden Assets, den potentiellen Risiken und Chancen für die Finanzmarktstabilität und den potentiellen makroökonomischen Implikationen. Es zeigt sich, dass weder die theoretischen noch die empirischen Studien zu einem einheitlichen Ergebnis über die voraussichtlichen Auswirkungen kommen. Trotz aller Unsicherheiten resümieren wir: In 10 Jahren werden CBDCs weltweit etabliert sein.

Summary: Despite about six years of intensive research, no central bank in the industrialized world has yet introduced central bank digital currency (CBDC). In this article, we look at the reasons. We provide a brief overview of the current state of research projects, which features stand out as particularly critical, and the economics of impact. We focus on the substitution relationship of CBDC and previously existing liquid assets, the potential risks and opportunities for financial stability, and the potential macroeconomic implications. It turns out that neither the theoretical nor empirical studies come to a consistent conclusion about the likely impact. Despite all the uncertainties, we sum up: In 10 years, CBDCs will be established worldwide.

- JEL classification: E42, E44, E58, G21
- Keywords: CBDC, Central Banks, Financial Stability, Monetary System, Cryptocurrencies

¹ Wir danken den Teilnehmenden des DIW-Workshops „Aktuelle Herausforderungen der Geld-, Regulierungs- und Währungspolitik“ in Berlin vom Mai 2023 für eine hilfreiche Diskussion und wertvolle Kommentare.

I Motivation

Die Grundidee des digitalen Zentralbankgelds (Central Bank Digital Currency, CBDC) ist denkbar einfach: „Jedermann“ (also alle Individuen und Unternehmen) erhält die Möglichkeit, ein Konto bei der Zentralbank zu eröffnen. So klein dieser Schritt technisch ist, so groß ist aus ökonomischer Sicht sein disruptives Potential. Seit rund sechs Jahren beschäftigen sich weltweit Forschung, Zentralbanken und Geschäftsbanken mit dieser Finanzinnovation, gleichwohl sind es bis heute meist nur „Trockenübungen“, kein Industrieland hat die CBDC in die Praxis umgesetzt. Wir wollen in diesem Beitrag der Frage nachgehen, was diese Zurückhaltung erklärt.

Obwohl besagte Grundidee bereits von Tobin (1985) formuliert worden ist, hat die inhaltliche Auseinandersetzung erst jetzt an Fahrt aufgenommen. Vier treibende Kräfte sind zu nennen: Erstens, mobile Bezahlmethoden wie bspw. die schwedische App Swish verdrängen das Bargeld und privatisieren den Zahlungsverkehr, sie erlauben die Umgehung der Zentralbank. Zweitens, Kryptowährungen und Stablecoins sind neue Wettbewerber im Markt für Zahlungssysteme. Weil Währungen ein Netzwerksgut sind, müssen sie eine kritische Masse von Nutzern überwinden, was sich augenscheinlich bei Bitcoin & Co. als schwierig herausstellt. Das von Facebook (jetzt Meta) initiierte Projekt Libra/Diem hätte diese Hürde vermutlich genommen (Hanl 2022), aber nicht zuletzt aufgrund des Widerstands der Regulierungsbehörden wurde es zurückgezogen. Dritte treibende Kraft, die zunehmend an Bedeutung gewinnt, sind Cross-Border-Payments, bei denen meist mehr als eine Währung, multiple Zeitzonen und unterschiedliche Regulierungssysteme involviert sind. Eine Abwicklung mittels CBDC verspricht Effizienzgewinne (Bindseil und Pantelopoulos 2022). Die vierte treibende Kraft, die Forcierung der finanziellen Inklusion, ist primär für Entwicklungsländer von Relevanz.

Legen die Zentralbanken – bildlich gesprochen – die Hände in den Schoß und tun nichts, so werden sie von der technologischen Entwicklung überrollt. Die Nachfrage nach ihrem Produkt, dem Zentralbankgeld, wird weiter sinken. Durch die Privatisierung des Zahlungsverkehrs könnten sie zudem ihren gesetzlichen Auftrag, einen reibungslosen und sicheren Zahlungsverkehr zu gewährleisten, nicht mehr sachgerecht erfüllen. Die (meisten) Zentralbanken haben die Herausforderung angenommen und entwickeln Pläne zur Etablierung einer CBDC.

In diesem Beitrag stellen wir zunächst einige dieser Pläne vor (Kapitel 2). In Kapitel 3 diskutieren wir wichtige Features, die einer Umsetzung in die Praxis bis dato im Wege gestanden haben. Die vermutliche ökonomische Wirkungsweise einer CBDC ist Gegenstand von Kapitel 4. Kapitel 5 zieht ein Fazit.

2 Pilotprojekte

Der allseitige Tenor bei den Zentralbanken lautet, es sei noch keine Entscheidung über das „ob“ gefallen. Nach aktuellem Stand sind r8 Länder wie Schweden und Australien in der Pilotphase, 32 weitere wie die Eurozone oder Kanada in der Entwicklungsphase. Dabei liegt der Fokus bei den Projekten mehr auf einer Retail-CBDC (CBDC für „Jedermann“) als auf einer Wholesale-CBDC

(CBDC für Finanzinstitutionen).² Die Zentralbanken nennen hierfür insbesondere drei Gründe: Finanzmarktstabilität, Effizienz des Inlandszahlungsverkehr und Sicherheit im Zahlungsverkehr (Kosse und Mattei 2022).

Weltweit haben elf Entwicklungsländer, darunter die Bahamas, Ecuador und El Salvador, Erfahrungen mit der Herausgabe von CBDC gesammelt (Atlantic Council 2023). Ecuador führte den Dinero Electrónico 2015 als Retail-Variante über ein mobiles Zahlungssystem ein. Das Projekt wurde jedoch 2018 beendet aufgrund von zu geringer Nachfrage, Misstrauen gegenüber der Zentralbank und Regierung und dem Widerstand der Geschäftsbanken. El Salvador führte Bitcoin 2021 als gesetzliches Zahlungsmittel ein und bot zusätzlich eine digitale Chivo Wallet (mit Eigenschaften einer CBDC) an. Die Bevölkerung fragte jedoch kaum die digitalen Zahlungssysteme nach, da sie Bedenken über die Privatsphäre hatte (Alvarez et al. 2023). Die Bahamas veröffentlichten den Sand Dollar im Oktober 2020 als Retail-CBDC. Wie erste Erfahrungen zeigen, sind erfolgsbestimmende Faktoren ein Händler-Netzwerk, das CBDC akzeptiert und fördert, die Einbeziehung des traditionellen Bankensystems, sowie die Aufklärung und das Vertrauen der Nutzer bezogen auf Datenschutz und Cybersecurity (Rolle 2022).

In den Industrieländern hat die schwedische Riksbank in 2019 mit der e-krona das weltweit erste Pilotprojekt gestartet. Der Schwerpunkt lag dabei zunächst auf technischen Aspekten, bspw. der Verwendung der Distributed Ledger Technology. Wenn wir die jeweiligen Projektberichte richtig interpretieren, scheint die anfängliche Euphorie einer gewissen Ernüchterung gewichen zu sein (Riksbank 2023).

Die EZB hat im Herbst 2021 das Projekt digitaler Euro ins Leben gerufen, über die Fortsetzung wird im Herbst 2023 entschieden. Das Zusammentragen und Beurteilen der diversen Designoptionen steht derzeit im Fokus, hierbei tauscht sie sich aktiv mit den Stakeholdern aus, es soll ein Regelwerk („rulebook for a digital euro scheme“) geschaffen werden. Einige konkrete Details zur Ausgestaltung finden sich im dritten Bericht zum Projektstand (EZB 2023): Sollte es einen digitalen Euro geben, liegt die Priorität zunächst auf dem Zugang für Haushalte, Unternehmen und Regierungen der Eurozone. Eine Schnittstelle mit anderen CBDCs (cross-currency functionalities) ist zu einem späteren Zeitpunkt denkbar, jedoch ein nachrangiges Ziel. Zudem betont die EZB die Privatsphäre als eine der wichtigsten Eigenschaften des digitalen Euros und versucht den Spagat zwischen Kriminalitätsprävention und Datenschutz zu schaffen. Auf Einzelheiten gehen wir in Kapitel 3 ein.

Die Federal Reserve betont ähnlich zur EZB den Trade-off zwischen der Privatsphäre der Nutzer und der benötigten Transparenz zur Verhinderung krimineller Aktivitäten (Federal Reserve 2022). Prinzipiell soll der digitale Dollar, insofern er kommt, die Privatsphäre der Nutzer schützen, als Komplement zu derzeitigen Formen von Geld fungieren und das Zahlungssystem effizienter machen. Es wird kein direktes Konto bei der Federal Reserve geben für Individuen. Die Abwicklung soll über das bisher bestehende Bankensystem stattfinden. Insgesamt finden sich weniger konkrete Informationen zu einem digitalen Dollar im Vergleich zur EZB.

2 Eine globale Übersicht über den aktuellen Stand der Projekte zu CBDC gibt der „Central Bank Digital Currency Tracker“ vom Atlantic Council (<https://www.atlanticcouncil.org/cbdctracker/>).

Der zunehmenden Bedeutung grenzüberschreitender Transaktionen Rechnung tragend analysieren die Zentralbanken die Verwendung von Retail-CBDC zur Verbesserung der Cross-Border-Payments. Hier ist das Projekt Icebreaker angesiedelt, das von der Bank für Internationalen Zahlungsausgleich (BIS) in Zusammenarbeit mit den Zentralbanken aus Israel, Norwegen und Schweden durchgeführt wird (BIS 2023).

3 An welchen Features hakt es?

Bevor die Zentralbanken CBDC herausgeben können, müssen sie Entscheidungen über die konkreten Ausgestaltungsmerkmale (Features) treffen.

3.1 Anforderungen an CBDC

In Zusammenarbeit mit anderen Zentralbanken³ hat die BIS drei grundlegende Prinzipien und diverse Kerneigenschaften für die Herausgabe einer CBDC festgelegt (Group of Central Banks 2020). Das erste Prinzip „do no harm“ bezieht sich auf die Resilienz des gesamten Finanzsystems. Neue Geldformen wie CBDC sollen das Finanzsystem stärken, die Geldpolitik bei ihrer Mandatserfüllung unterstützen und das System nicht schädigen. Das zweite Prinzip „Koexistenz und Komplementarität“ betont, dass CBDC koexistieren sollen zu Bargeld und Depositen und sie nicht ersetzen sollen. „Innovation und Effizienz fördern“, das dritte Prinzip, verdeutlicht die Intention der Zentralbanken ein innovatives und effizientes Zahlungssystem voranzutreiben, damit Nutzer nicht auf unsichere, unzuverlässige Instrumente und Währungen aus dem privaten Sektor zurückgreifen (müssen).

Zudem hat die Group of Central Banks (2020) unterschiedliche Eigenschaften formuliert, die eine CBDC erfüllen muss. Diese lassen sich in instrumentelle, institutionelle und systembezogene Eigenschaften kategorisieren. Exemplarisch sollen hier einige genannt werden. So soll CBDC 1:1 umwandelbar sein in Bargeld oder Depositen und einfach in der Handhabung. Das System soll sicher und belastbar sein, es soll eine Interoperabilität mit privaten Zahlungsdienstleistungssystemen gegeben sein. Außerdem muss es einen klaren Rechtsrahmen geben, d. h. Zentralbanken müssen autorisiert sein, CBDC herausgeben zu dürfen. Diese Soll-Eigenschaften decken sich mit dem, was den Verbrauchern der Eurozone besonders wichtig wäre bei einer CBDC: Die Nutzer möchten überall bezahlen können (hohe Akzeptanz), Zahlungen sollen möglichst einfach, sofort und kontaktlos sein, insbesondere für P2P-Zahlungen. Zudem soll es die Möglichkeit geben, Kontrolle über die eigenen Daten auszuüben (Kantar Public 2022).⁴

3.2 Zugang: Wer ist „Jedermann“?

Das „Jedermann“ darf nicht wortwörtlich genommen werden. In den Pilotprojekten ebenso wie in den jeweiligen Konzeptpapieren finden sich stets Einschränkungen des Kreises derjenigen, die ein Konto bei der Zentralbank eröffnen dürfen. In der Wholesale-Variante grenzt die Zentralbank den

3 Bank of Canada, European Central Bank, Bank of Japan, Sveriges Riksbank, Swiss National Bank, Bank of England, Board of Governors Federal Reserve System und Bank for International Settlements.

4 Detailliertere Informationen zu den Präferenzen der potentiellen Nutzer eines digitalen Euros finden sich bspw. in der Studie von Kantar Public (2022), die von der EZB in Auftrag gegeben wurde.

Kreis der Nutzer ein auf Geschäftsbanken und Nichtbank-Finanzinstitutionen (NBFI) wie beispielsweise Versicherungen. Im Vergleich zum Status quo ist dies eine graduelle Änderung, was zumindest für eine Einführungsphase als realistische Option erscheint und analog zur ehemaligen Euro-Einführung wäre. Die EZB betont zwar stets, durch die Reserven der Geschäftsbanken realisiere sie bereits heute die Wholesale-CBDC, aber dies ist mehr eine Frage der Begrifflichkeit, für sie fällt die Erweiterung um die NBFI unter Verbesserung und Modernisierung des bestehenden Systems (Panetta 2022). Der Nachteil der graduellen Änderung liegt auf der Hand; die Auslagerung großer Teile des Zahlungsverkehrs auf Private kann auf diese Weise nicht rückgängig gemacht werden, eine für die Sicherung des Zahlungsverkehrs notwendige Rückgewinnung von Marktanteilen wird mit der Wholesale-Variante nicht gelingen.

Da die Zentralbanken sich dieser Tatsache bewusst sind, testen sie in den Pilotprojekten in erster Linie die Retail-Variante, bei der allen privaten Haushalten und Unternehmen eine Kontoführung bei der Zentralbank erlaubt wird. Auch die übrigen Forschungsprojekte der Zentralbanken sowie die einschlägige Fachliteratur fokussiert sich auf diese Variante, sie wird langfristig, also nach erfolgreicher Erprobung der CBDC in einer Einführungsphase, als die realistische Option gesehen. Mit der Retail-Variante sollte der Zahlungsverkehr wieder vermehrt über die Konten der Zentralbank verlaufen, aber aufgrund der Unsicherheit über die Anpassungsreaktionen der Betroffenen ist das disruptive Potential dieser Variante ungleich größer als bei der Wholesale-Variante. Die genannte Forderung „do no harm“ ist hier ernsthaft gefährdet.

Unabhängig von der Entscheidung wholesale vs. retail sind weitere Details des Zugangs zu klären. Angenommen, die EZB entscheidet sich für die Einführung des digitalen Euros. Dürfen Akteure aus EU-Ländern, die nicht Mitglied des Euroraums sind, ein Konto bei der EZB eröffnen? Gemäß den bisherigen Vorstellungen der EZB müsste beispielsweise einer schwedischen NBFI der Zugang verwehrt werden. Eine solche Restriktion verstößt jedoch gegen die Kapitalverkehrsfreiheit, die als eines der konstituierenden Merkmale des EU-Binnenmarkts anzusehen ist. Umgekehrt gilt Ähnliches: Wenn die Riksbank die e-krona konstituiert, muss sie allen EU-Angehörigen den Zugang ermöglichen? Sollte das der Fall sein, so sind das Volumen der Kapitalimporte und damit die makroökonomischen Folgen unabsehbar. Allein dieser Punkt würde es Schweden de facto verbieten, den ersten Schritt zu tun. Des Weiteren ist der Zugang von Angehörigen aus Drittstaaten zu klären. In der Beziehung zwischen der EU und bspw. Großbritannien und den USA herrscht grundsätzlich ein freier Kapitalverkehr, jede Restriktion wie die Verweigerung eines Zugangs zum EZB-Konto wäre vielleicht juristisch machbar, aber politisch nicht opportun. Es bleibt zu hoffen, dass die für den Sommer 2023 angekündigte EU-Gesetzesvorlage mehr rechtliche Klarheit bringt.

Die rechtliche Unsicherheit ist auch nach mehrjähriger Beschäftigung mit der CBDC immens. Bezeichnend ist das Ergebnis einer BIS-Umfrage, wonach sich rund 40 % der befragten 81 Zentralbanken unsicher waren, ob ihre Statuten es erlauben, eine digitale Währung für Jedermann einzuführen (Kosse und Mattei 2022). Für die EZB ist Artikel 17 der EZB-Satzung maßgeblich, wonach zur Durchführung ihrer Geschäfte die EZB und die nationalen Zentralbanken Konten für Kreditinstitute, öffentliche Stellen und andere Marktteilnehmer eröffnen können. Da private Haushalte nicht unter „andere Marktteilnehmer“ fallen, ist für die Retail-Variante eine Änderung der EZB-Statuten und vermutlich auch diverser nationaler Zentralbankgesetze vonnöten.⁵

5 Eine Änderung des Bundesbankgesetzes wäre nicht erforderlich. Gemäß § 22 Bundesbankgesetz darf die Bundesbank alle Geschäfte, die sie mit Kreditinstituten betreibt, auch mit natürlichen und juristischen Personen im In- und Ausland betreiben.

3.3 Zum technischen Design

Alle Pilot- und Forschungsprojekte der Zentralbanken gehen davon aus, dass sich die Zentralbanken nicht selbst in das Tagesgeschäft mit den Endkunden begeben. Die diesbezüglichen Vorstellungen sind recht weit fortgeschritten, siehe Riksbank (2023) und EZB (2022c, 2023). Aufgaben wie Kontoeröffnung oder Überweisungen werden ausgelagert auf Intermediäre, also in erster Linie Geschäftsbanken und im Fall der EZB Finanzinstitutionen, die unter die Zahlungsdiensterichtlinie PSD2 fallen. So kann auf die bereits im privaten Sektor bestehende Infrastruktur aufgebaut werden. Der Endverbraucher kommt nicht direkt in Kontakt mit der Zentralbank, sondern erlangt und verwaltet die digitale Währung über den Intermediär. Dies geschieht entweder mittels Integration in das bestehende Online Banking-System des Intermediärs oder mittels einer eigenen App (EZB 2023).

Wenn, wie in Schweden, eine Gruppe von Geschäftsbanken ein eigenes Clearingsystem zur Abwicklung von Zahlungen aufbaut, dieselben Geschäftsbanken aber die Option der Zahlung via CBDC verwalten sollen, dann liegt das Spannungsverhältnis auf der Hand. Die Riksbank sieht dies in aller Klarheit. Sie ist sich bewusst, dass der Erfolg einer CBDC im Sinne einer breiten Akzeptanz bei den Endverbrauchern maßgeblich von einer vertrauensvollen Zusammenarbeit zwischen Zentralbank und Geschäftsbanken abhängig ist. Entsprechend hat sie den ersten Schritt getan und die Geschäftsbanken von Beginn an eingebunden in den Prozess zur Festlegung der Ausgestaltungsmerkmale einer e-krona. Aktuell schwankt die Riksbank zwischen strengen und detailreichen oder eher weichen Vorgaben für die Art und Weise, wie Geschäftsbanken die digitale Währung den Endverbrauchern präsentieren sollen (Riksbank 2023). Detaillierte Vorgaben erhöhen die Akzeptanz bei den Endverbrauchern, weil die CBDC als neues Produkt einheitlich unabhängig vom jeweiligen Intermediär wahrgenommen werden kann. Auf der anderen Seite behindern detaillierte Vorgaben die Verknüpfung mit anderen Zahlungsdienstleistungen, was die Geschäftsbanken nicht animieren wird, dieses Produkt zu propagieren.

Klar gesagt: Weil nur die Geschäftsbanken im direkten Kontakt mit den letztlichen Nutzern stehen werden, entscheiden maßgeblich sie über die allgemeine Akzeptanz und Erfolg einer CBDC. Jede Zentralbank ist mithin gut beraten, eine digitale Währung nicht gegen den Widerstand der Geschäftsbanken zu implementieren.

Neben der einfachen Handhabung ist die Privatheit der Transaktionen ein weiterer wichtiger Punkt, der über die allgemeine Akzeptanz und über das Vertrauen in digitale Zahlungssysteme entscheidet (EZB 2022a). Digitale Währungen hinterlassen digitale Spuren. Folglich wird es nicht möglich sein, denselben Grad an Anonymität herzustellen wie beim Bargeld. Für die Zentralbank ist dies eine durchaus gute Nachricht, denn aufgrund der geringeren Privatheit der CBDC ist nicht damit zu rechnen, dass es zu einer vollständigen Verdrängung von Bargeld kommt. Die Nachfrage nach Bargeld mag schrumpfen, aber weder eine App wie Swish noch eine CBDC wird die Abschaffung von Bargeld mangels Nachfrage zur Folge haben. Zur Wahrung der Anonymität ist ein Abwandern in Richtung Kryptowährungen zwar grundsätzlich möglich, aber da nicht mit einem Überschreiten der kritischen Masse an Nutzern zu rechnen ist, werden sie nicht Bargeld als allgemein akzeptiertes Zahlungsmittel ablösen (Hanl und Michaelis 2017).

Die Privatheit von Bargeld lässt sich bei einer CBDC nicht erreichen (Armelius et al. 2021), gleichwohl gibt es Gestaltungsmöglichkeiten. Nicht zu umgehen ist das in der EU-Geldwäschereichtlinie sowie im deutschen Geldwäschegesetz festgehaltene Know-Your-Customer-Prinzip,

wonach bei der Kontoeröffnung die persönlichen Kundendaten offenzulegen sind. Mehr Spielraum gibt es bei den Transaktionsdaten. Erhält die Zentralbank Zugriff bzw. Einblick in sämtliche Transaktionen, so geht die Anonymität vollständig verloren. Dies kann nicht im Interesse der Zentralbank sein, da solch ein Design Misstrauen schafft in die neue Form des Geldes.⁶ Zudem muss bis dato offenbleiben, ob dieses Extremeszenario mit europäischen Datenschutzregelungen vereinbar ist (Riksbank 2022). Vertrauensbildend wäre ein Design, bei dem die Daten über niederschwellige Transaktionen beim Intermediär verbleiben und bspw. nur die monatlichen Endbestände der Konten an die Zentralbank weitergeleitet werden.

Die EZB legt daher einen besonderen Fokus auf Privatheit und hat den Anspruch, dass das Eurosystem nur ein Minimum an Transaktionsdaten zur Validierung digitaler Zahlungen erhalten soll. Die Daten über die Nutzung des digitalen Euros soll es nur anonymisiert bzw. aggregiert geben, sodass das Eurosystem beispielsweise keine Daten darüber hat, wie viele digitale Euro ein Endnutzer besitzt oder über dessen Zahlungsverhalten. Die Nutzer des digitalen Euros sollen einen ähnlichen Grad an Privatheit erfahren wie bei der Nutzung von privatem, digitalem Geld (EZB 2022b). Zudem kann es für „low-value“ Transaktionen einen höheren Privatheitsgrad geben. Abschließend ist erwähnenswert, dass das Eurosystem, im Vergleich zu privaten Anbietern von digitalem Geld wie Amazon (Amazonpay) oder Alphabet (Googlepay), kein kommerzielles Interesse an den Zahlungsverhaltensdaten der Nutzer hat.

3.4 Cash-like oder deposit-like

Möchte die Zentralbank mit der CBDC ein Substitut zu Bargeld oder eher zu Depositen schaffen? Je nach Antwort muss sie diverse Ausgestaltungselemente unterschiedlich festlegen. Die EZB hat sich diesbezüglich eindeutig positioniert, sie betont die Tauschmittelfunktion der CBDC und favorisiert die Cash-like-Variante (EZB 2023). Der digitale Euro soll offiziell als Komplement zu Bargeld fungieren und ihn nicht substituieren. Es sollen, analog zu Bargeld, keine Kosten für die Nutzer entstehen. Der digitale Euro soll gegen Bargeld oder privates Geld (Depositen) eingetauscht werden können. Zudem soll er nicht als risikofreie Anlage großer Vermögen dienen. Insbesondere heißt das, der digitale Euro soll grundsätzlich unverzinslich sein. Alternativ ist das von Bindseil (2020) propagierte Two-tier-System einer gestaffelten Verzinsung denkbar, wonach bis zu einem Limit positive Zinsen, für Einlagen jenseits dieses Limits aber geringere oder keine oder gar negative Zinsen gezahlt werden. Um die CBDC als Wertanlage unattraktiv zu machen, spricht sich die EZB zudem für Holding Limits aus, ebenso soll es maximal ein Konto pro Akteur geben. Dadurch kann die EZB weiterhin die Geldmenge kontrollieren.

Unseres Erachtens steht die EZB mit diesem Konzept vor einem Glaubwürdigkeitsproblem. Sollte es zu Turbulenzen im gesamten Finanzsystem kommen, so kann dem Run auf den „sicheren Hafen“ wohl kaum begegnet werden mit der Auskunft, Einlagen bei der Zentralbank seien nicht möglich. Dies steht im Widerspruch zur Lender-of-Last-Resort-Funktion der Zentralbank, die Zentralbank wird die Limits in stürmischen Zeiten nicht durchhalten können. Daher sind Limits zweischneidig, in turbulenten Zeiten fehlt ihnen die Glaubwürdigkeit, andererseits vermindern sie die Wahrscheinlichkeit des Eintretens turbulenten Zeiten.

6 Hiervon unberührt sind natürlich die Sorgfalts- und ggf. Meldepflichten für große Transaktionsvolumina, wie sie in der EU-Geldwäscherichtlinie und dem Geldwäschegesetz festgehalten sind.

Die übrigen Zentralbanken wie auch die Forschung fokussieren sich eher auf die Deposit-like-Variante ohne Holding Limits aber mit Verzinsung der Einlagen. Die Betonung liegt hier bei der Wertaufbewahrungsfunktion des Geldes, es wird ein neues „financial risk-free asset“ geschaffen, das zudem perfekt liquide ist. Ein Asset mit den Eigenschaften „Ausfallwahrscheinlichkeit von null, positive Verzinsung, perfekte Liquidität“ ist eine substantielle Finanzinnovation, die darüber hinaus das Instrumentenset der Zentralbank erweitert. Variationen des CBDC-Zinssatzes werden die bestehenden Transmissionskanäle der Geldpolitik in ihrer Stärke verändern, neue Transmissionskanäle werden hinzukommen (Hanl und Michaelis 2019).

Die Anforderung „do no harm“ spricht für die Cash-like-Variante. Der Vorteil der lediglich graduellen Änderung gegenüber dem Status quo ist gleichzeitig ihr Nachteil, denn die Privatisierung des Zahlungsverkehrs lässt sich auf diese Weise wohl kaum eindämmen. Diese Eindämmung dürfte mit der für die Nutzer ungleich attraktiveren Deposit-like-Variante gelingen, jedoch erscheint das disruptive Potential dieser Ausgestaltungsform immens, siehe Kapitel 4.

4 Ökonomische Wirkung

4.1 Verdrängt CBDC Bargeld oder Depositen?

Für die Entscheidung, ob sie die CBDC eher cash-like oder deposit-like ausgestalten soll, benötigt die Zentralbank nicht nur qualitative Aussagen, sondern es gilt die vermutliche Stärke der Substitutionsbeziehungen zu quantifizieren. Dies ist naturgemäß schwierig, da noch in keinem Industrieland die CBDC eingeführt worden ist, entsprechend liegen keinerlei Erfahrungen vor. Bei der Abschätzung der vermutlichen Effekte ist man mithin auf Hilfskrücken angewiesen.

Eine erste solche Hilfskrücke ist die Abschätzung der Zinselastizität der Nachfrage nach Depositen. Einschlägige Studien legen nahe, dass diese Elastizität unter eins liegt, da die Treue zur „eigenen“ Bank länderübergreifend recht ausgeprägt ist. So schätzen Egan et al. (2017) für US-Daten die Zinselastizität auf 0,56 für versicherte und auf 0,15 für unversicherte Einlagen. Für UK-Daten kommen Chiu und Hill (2018) wie auch Tanner et al. (2021) auf einen Wert von rund 0,3. Konkret bedeutet dies, dass ein Anstieg des Depositenzinssatzes um 1 % (nicht zu verwechseln mit Erhöhung um einen Prozentpunkt) zu einer höheren Nachfrage nach Depositen um 0,3 % führt. Die Nachfrage reagiert kaum auf Preisänderungen, sie ist recht unelastisch. Die Zinselastizität ist in turbulenten Zeiten größer als zu normalen Zeiten, sie ist auf mikroökonomischer Ebene größer als auf makroökonomischer Ebene, denn es macht einen Unterschied, ob lediglich eine einzelne Bank oder aber alle Banken simultan den Einlagenzins ändern.

Mit der CBDC wird ein neues Safe Asset geschaffen. Folglich ist eine zweite Hilfskrücke die Analyse der Nachfrage nach sicheren Anlageformen, Müller (2020) gibt einen informativen Überblick über die einschlägigen Studien. Sie betont im Hinblick auf die Einführung der CBDC die Beobachtung, wonach die aggregierte Nachfrage nach Safe Assets annähernd konstant ist, d.h., CBDC dürfte primär andere Safe Assets verdrängen.

Ein dritter Zugang ist der strukturelle Ansatz von Li (2023). Hier werden auf Basis von beobachtbaren Portfolioentscheidungen die Zielfunktionen bzw. die Parameter einer Nutzenfunktion der Anleger geschätzt und unter der Annahme der Strukturkonstanz gefragt, welchen Bruchteil am Portfolio eine CBDC einnehmen würde. Das Ergebnis ist eher ernüchternd: Je nach Ausgestaltung

werden zwischen 4 % und 52 % der liquiden Assets (Bargeld und Depositen) in CBDC umgetauscht. Die Spannbreite der empirischen Abschätzungen zur möglichen Nachfrage nach CBDC ist extrem groß, zu groß, um als wirkliche Hilfe für die Entscheidungsträger zu dienen.

4.2 Finanzmarktstabilität

Für rund 70 % der von der BIS befragten Zentralbanken sind die potentiellen Auswirkungen auf die Finanzstabilität ein Hauptmotiv, sich mit CBDC zu beschäftigen (Kosse und Mattei 2022). Im Fokus stehen das erhöhte Risiko eines Runs auf das gesamte Bankensystem sowie die Disintermediation der Geschäftsbanken (Group of Central Banks 2021, Infante et al. 2022).

4.2.1 Risiken

Wie erwähnt, wird mit der Einführung der CBDC ein neues Safe Asset geschaffen. Weil es von der Zentralbank emittiert wird, kann sie die Nachfrage nach Zentralbankgeld jederzeit und vollumfänglich bedienen, die Ausfallwahrscheinlichkeit dieses Assets ist de facto null. Wie die immer wiederkehrenden Diskussionen um die US-Schuldengrenze zeigen, ist sie klar geringer als bei den bis dato als Safe Haven angesehenen US-Staatsanleihen. Weil die CBDC zudem einen höheren Liquiditätsgrad aufweist, wird es vermutlich eine höhere Safety Premium als bisher existierende, sichere Assets haben (Müller 2020).

Offen bleibt die Frage, ob die Schaffung eines neuen sicheren Hafens die Finanzstabilität fördert oder aber destabilisierend wirkt. Zu Zeiten des Online-Bankings sind lange Schlangen vor den Schaltern einer gefährdeten Bank Vergangenheit, eine Umschichtung von Depositen in CBDC ist schneller, einfacher und kostengünstiger durchführbar als eine Umschichtung in Bargeld. Diese verminderten Transaktionskosten sind besonders in Krisenzeiten problematisch, da dann die Wahrscheinlichkeit einer Flucht in gesicherte Einlagen besonders hoch ist. Damit ist CBDC anfällig für flight-to-safety-Bewegungen.

Die zweite Befürchtung betrifft weniger die turbulenten, sondern eher die normalen Zeiten. Ist die CBDC ein Erfolg und es kommt zu erheblichen Depositenabflüssen hin zu CBDC, so schrumpfen Depositen als übliche Finanzierungsquelle der Geschäftsbanken. Wie können die Banken auf die Gefahr einer solchen Disintermediation reagieren? Zum einen können die wegfallenden Depositen durch verstärktes Wholesale Funding (Verkauf von Bankanleihen) ersetzt werden. Dann steigen jedoch die Finanzierungskosten und die Profitabilität sinkt. Zum anderen könnten die Banken den Zinssatz für Depositen anheben, dies ginge aber wiederum mit einer Verteuerung für die Banken einher. Denkbar ist zudem eine Verminderung der Reserven oder eine Kreditaufnahme bei der Zentralbank. Sollten die Geschäftsbanken die wegfallenden Finanzierungsmittel nicht vollständig ersetzen, kommt es zu einer verminderten Kreditvergabe und/oder erhöhten Kreditzinssätzen mit entsprechend negativen Effekten auf die Realwirtschaft. Insgesamt wird die CBDC für die Geschäftsbanken bestenfalls neutral sein, vermutlich eher gewinnmindernd. Diese Überlegungen gelten primär für die Deposit-like-Variante der CBDC, bei der Cash-like-Variante sind Banken wie auch die Finanzmarktstabilität kaum betroffen.

Das gewählte Design der CBDC entscheidet maßgeblich über die möglichen Auswirkungen auf das Finanzsystem und die damit verbundenen Risiken. Die Group of Central Banks (2021) hat Emissionsregulierungen (Safeguards) zusammengetragen, die die potentiellen Risiken eindämmen. Zu den mengenbasierten Safeguards gehören die bereits erwähnten Holding Limits. Zu-

sätzlich sind Transaktionslimits denkbar. Zu den preisbasierten Safeguards gehören die eingeschränkte (keine, gestaffelte oder negative) Verzinsung oder Einführung von Gebühren. Zudem sind besondere Maßnahmen in Krisenzeiten denkbar, beispielhaft seien hier Switching Limits (Obergrenzen für Umschichtungen in CBDC) genannt.

Die genannten Regulierungsmöglichkeiten gehen in eine Richtung: die CBDC ist eher cash-like als deposit-like zu gestalten. Unter Berücksichtigung dieser Safeguards verringern sich die Risiken für die Finanzstabilität wesentlich, indem sie die Nachfrage nach CBDC abschwächen. Es steht die Funktion als Tauschmittel im Vordergrund, die Eigenschaft als Wertaufbewahrung soll möglichst unattraktiv gestaltet werden. Die EZB folgt bei der Ausgestaltung des digitalen Euros diesen Safeguards. Je nach Ziel einer Zentralbank (z. B. Finanzstabilität vs. Zahlungseffizienz) können sich unterschiedliche Designs ergeben.

Gestalten die Zentralbanken CBDC insoweit, dass die Risiken minimiert werden, ist zu beachten, dass eine solche Regulierung immer zu Lasten der Effizienz geht. Der Nutzen von CBDC wird abgeschwächt. So geht bspw. bei einer Null-Verzinsung die Funktion als neues geldpolitisches Instrument verloren (Hanl und Michaelis 2019). Zudem weisen Auer et al. (2022) darauf hin, dass die Zahlungseffizienz allgemein verringert wird.

4.2.2 *Chancen*

Die Literatur betont die Gefahren der CBDC für die Finanzmarktstabilität, aber „the picture is not all dark“ (Auer et al. 2022). Nach Ansicht von Auer et al. (2022) haben Haushalte bereits jetzt die Möglichkeit, einen Bank Run auszulösen, indem sie ihre Depositen in als sicher geltende Staatsanleihen umschichten. Diese Möglichkeit wird nicht erst mit Einführung von CBDC geschaffen. Des Weiteren kann CBDC sogar die Resilienz des gesamten Finanzsystems stärken, indem es zur Stabilität und Effizienz des Zahlungssystems beiträgt. CBDC kann, als öffentlicher robuster Stablecoin, instabile Kryptowährungen und private Stablecoins aus dem Markt verdrängen und den Nutzern sicheres, digitales Geld anbieten. CBDC dient somit als Substitut zu unregulierten privaten Geldformen (siehe z. B. Group of Central Banks 2020). Zwei wichtige Punkte sollen hier genannt werden:

- (i) Keister und Monnet (2022) betonen, dass Zentralbanken durch CBDC Zugang bekommen zu einer neuen Informationsquelle: Mittelabflüsse weg von Banken hin zur Zentralbank. Wenn ein Run auf eine Bank ausgelöst wird, z. B. als Reflex einer Verschlechterung ihrer Assets, hat die Bank einen Anreiz, die ungewöhnlichen Mittelabflüsse möglichst lange zu verbergen, um potentielle Aufsichtsmaßnahmen oder sogar eine Abwicklung der Bank zu vermeiden. Die Zentralbank erfährt erst zeitverzögert vom schwachen Zustand der Bank, eine Politikreaktion findet zu spät statt. Im Falle von CBDC erhält die Zentralbank früher Informationen über die Umschichtung von Depositen in CBDC und kann die gefährdete Bank schneller identifizieren und intervenieren. Die Informationseffizienz steigt. Die Depositoren antizipieren die schnellere Politikreaktion, wodurch deren Anreiz sinkt, sich an einem Bank Run zu beteiligen. CBDC wirkt stabilisierend.
- (ii) Ein weiterer unseres Erachtens bisher zu wenig beleuchteter Punkt betrifft die Lender-of-Last-Resort (LoLR)-Funktion der Zentralbank. Bis dato ist es ein implizites Versprechen der Zentralbank, im Notfall in ausreichender Menge Zentralbankgeld zur Verfügung zu stellen. Da hierfür stets ein diskretionäres Eingreifen erforderlich ist, besteht eine Restunsicherheit, es kommt zu Zeitverzögerungen. Mit Hilfe der Möglichkeit zur sofortigen Umwandlung von Depositen in

CBDC wird die LoLR-Funktion jetzt konzipiert als automatischer Stabilisator. Kommt es zu Finanzmarktturbulenzen, so wird instantan ohne diskretionäre Entscheidung Zentralbankgeld zur Verfügung gestellt. Oder in den Worten von Brunnermeier und Nipelt (2019): Das implizite LoLR-Versprechen wird umgewandelt in eine explizite Garantie. Diese Garantie hat wiederum Rückwirkungen auf die Wahrscheinlichkeit des Eintretens von besagten Turbulenzen, sie sinkt. Eine CBDC hat damit ganz ähnliche Auswirkungen wie eine Einlagenversicherung.

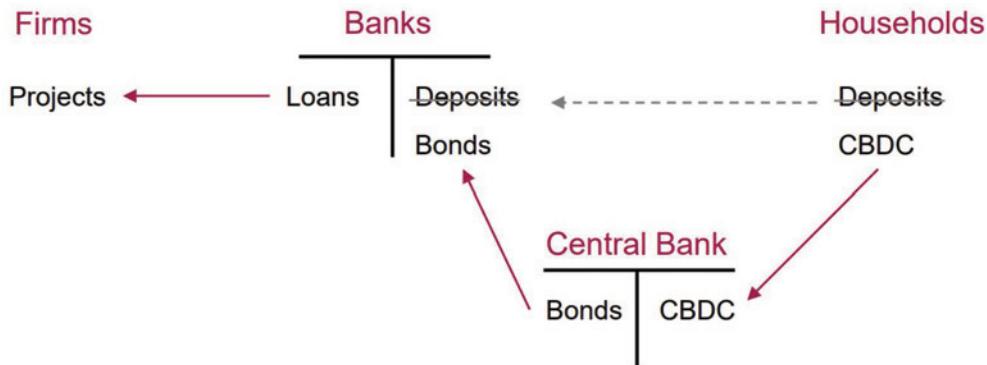
Zusammengefasst gibt es keinen Konsens, ob CBDC stabilisierend oder destabilisierend wirken wird. Unseres Erachtens müssen Zentralbanken jedoch auf die Entwicklungen der letzten Jahre reagieren. Die Option „passiv bleiben“ erscheint nicht besonders attraktiv. Die genannten Finanzstabilitätsrisiken, die mit der Einführung von CBDC verbunden werden, bestehen auch für privates, digitales Geld (siehe z. B. Group of Central Banks 2021). Selbst ohne die Einführung von CBDC sind die Zentralbanken aufgrund der Nachfrage nach digitalen Zahlungsmethoden mit den genannten Risiken konfrontiert. Sie sind jedoch bei privatem, digitalem Geld (wahrscheinlich) schlechter zu kontrollieren als bei öffentlichem, digitalem Geld. Die Zentralbanken würden in diesem Fall ein potentielles Instrument für die Finanzstabilität aus der Hand geben. Sie riskieren ihre monetäre Souveränität. Unseres Erachtens erübrigt sich damit auch die Frage, ob Zentralbanken CBDC einführen werden.

4.3 Drei Studien – drei Vorzeichen

Die monetäre Forschung befasst sich seit Jahren intensiv mit den vermutlichen makroökonomischen Folgen einer Einführung der CBDC. Auch diesbezüglich sind die Resultate eher ernüchternd: Es gibt keinen Konsens über das Vorzeichen des Output- bzw. Wohlfahrtseffekts. Für alle drei Vorzeichen lassen sich plausible Argumente anführen.

Das Neutralitäts-Resultat von Brunnermeier und Nipelt (2019) markiert einen Fixpunkt in dieser Diskussion. Die Einführung der CBDC, so ihre These, habe keine Disintermediation der Geschäftsbanken zur Folge, sie sei neutral für den realen Sektor. Abb. 1 veranschaulicht ihr Argument.

Abb. 1: Neutralitätsthese



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Schilling et al. (2022).

Vor Einführung der CBDC finanzieren sich die Banken durch die Depositen der Haushalte. Diese Mittel bilden die Grundlage für die Kreditvergabe an die Firmen, die hiermit ihre Investitionsprojekte finanzieren. Angenommen, die Haushalte tauschen nach Einführung der CBDC ihre Depositen vollständig um in CBDC und die Zentralbank nutzt diese Mittel, um Bankanleihen (Bonds) zu erwerben. Aus Sicht der Banken findet ein Passivtausch statt, Depositen werden ersetzt durch Bonds. Ist die Durchleitung der Mittel vollständig und geschieht zu denselben Konditionen, so ändert sich der Umfang der Kreditvergabe nicht, der reale Sektor bleibt unberührt. Problematisch an diesem Szenario ist unseres Erachtens die implizite Annahme über die Fristigkeitsstruktur. Übersteigt, wie zu erwarten, die Laufzeit der Bonds die Laufzeit der CBDC (jederzeit verfügbar), so übernimmt die Zentralbank einen Teil der Fristentransformation und damit auch einen Teil des Risikos, das vorher der private Sektor getragen hat, was in einem marktwirtschaftlichen System ein fremdes Element ist.

Keister und Sanches (2023) hinterfragen die friktionsfreie Umwandlung von vormaligen Depositen zu Bonds. Ist diese Umwandlung unvollständig, d. h. der aus der Auflösung von Depositen resultierende Mittelzufluss an CBDC ist größer als der Mittelabfluss durch den Erwerb von Bonds, so stehen den Banken weniger Ressourcen zur Verfügung, es kommt zur Disintermediation, die Kreditvergabe an die Firmen schrumpft. Muss zudem für die Bonds ein höherer Zins als für Depositen bezahlt werden und/oder der Zins für Depositen steigt, so erhöhen sich für die Banken die Finanzierungskosten. Unter Verwendung eines sachtheoretischen Ansatzes schlussfolgern die Autoren, dass diese Effekte eine Output- und Wohlfahrtsminderung erwarten lassen bei Einführung der CBDC.

Zu einem völlig gegenteiligen Resultat kommen Barrdear und Kumhof (2022). Sie empfehlen der Zentralbank, die Umwandlung von Depositen in CBDC nicht zuzulassen, stattdessen soll sie CBDC ausschließlich durch den Kauf von Staatsschuldpapieren in Umlauf bringen. Ihr Experiment: Die Zentralbank kauft Staatsschuldpapiere, bis die Relation von CBDC zu BIP einen Wert von 30 % erreicht hat. Für den Euroraum wären das rund 5.000 Mrd. Euro oder 40 % aller Euroraum-Staatsschuldpapiere. Sie rechtfertigen dieses Politikexperiment unter Hinweis auf das Quantitative Easing Programm der EZB, das eine ähnliche Größenordnung hat(te). In ihrem DSGE-Modell führt dies zu einem massiven Rückgang des Realzinssatzes, der wiederum einen massiven Anstieg des Outputs (um 3 %) zur Folge hat. Im Zwei-Länder-Modell von Kumhof et al. (2023) wird gar ein Anstieg des Outputs um 6 % propagiert. Zwei Kritikpunkte drängen sich auf: Erstens, das unterstellte Verbot der Umwandlung von Depositen in CBDC widerspricht den Vorstellungen der Group of Central Banks (2020) und ist mithin wenig realistisch, und zweitens, das Politikexperiment ist ökonomisch gleichzusetzen mit der Geldfinanzierung von Staatsausgaben.

Nach Lektüre der theoretischen Studien fällt das Fazit ähnlich ernüchternd aus wie bei den empirischen Studien. Die Spannbreite der Ergebnisse ist immens, was anzeigt, dass das Wissen über die Wirkungsweise der CBDC immer noch sehr begrenzt ist.

5 Fazit

Auch wenn der allseitige offizielle Tenor der Zentralbanken lautet, dass noch keine Entscheidung über das „ob“ gefallen ist, ist implizit klar: Ein digitaler Euro wird kommen. Die einzige offene Frage ist, wie er ausgestaltet sein wird. Essentiell sind die Features cash- oder deposit-like sowie wholesale oder retail. Aus unserer Sicht wird die EZB, um die Risiken bei der Einführung gering zu halten,

den digitalen Euro zunächst cash-like gestalten und in der Wholesale-Variante verfügbar machen, ähnlich zur Einführung des Euros. Nach dem Sammeln erster Erfahrungen ist mit einer Ausweitung des Nutzerkreises auf private Haushalte und nicht-finanzielle Unternehmen zu rechnen.

Diese eher vorsichtige Strategie mag als konservativ und arg vorsichtig eingestuft werden, aber ganz in Übereinstimmung mit Brainard (1967) ist sie absolut rational. Weil die Unsicherheit über die Wirkungsweise immens ist, hat eine unbedachte Einführung der CBDC disruptives Potenzial. Es wäre fatal, wenn die CBDC als Störquelle und nicht als Schockabsorber fungiert.

Literaturverzeichnis

- Alvarez, F. E., Argente, D. und Van Patten, D. (2023): Are Cryptocurrencies Currencies? Bitcoin as Legal Tender in El Salvador. NBER Working Paper No. 29968.
- Armelius, H., Claussen, C. A. und Hull, I. (2021): On the possibility of a cash-like CBDC. Sveriges Riksbank Staff memo. February 2021.
- Atlantic Council (2023): Central Bank Digital Currency Tracker. <https://www.atlanticcouncil.org/cbdctracker>.
- Auer, R., Frost, J., Gambacorta, L., Monnet, C., Rice, T. und Shin, H. S. (2022): Central Bank Digital Currencies: Motives, Economic Implications, and the Research Frontier. *Annual Review of Economics*, 14, 697–721.
- Bank for International Settlements (2023): Project Icebreaker – Breaking new paths in cross-border retail CBDC payments. March 2023.
- Barrdear, J. und Kumhof, M. (2022): The macroeconomics of central bank digital currencies. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 142, 104148.
- Bindseil, U. (2020): Tiered CBDC and the financial system. ECB Working Paper No. 2351. Frankfurt.
- Bindseil, U. und Pantelopoulos, G. (2022): Towards the holy grail of cross-border payments. ECB Working Paper No. 2693. Frankfurt.
- Brainard, W. C. (1967): Uncertainty and the Effectiveness of Policy. *American Economic Review*, 57(2), 411–425.
- Brunnermeier, M. K. und Niepelt, D. (2019): On the equivalence of private and public money. *Journal of Monetary Economics*, 106, 27–41.
- Chiu, C.-W. und Hill, J. (2018): The Rate Elasticity of Retail Deposits in the United Kingdom: A Macroeconomic Investigation. *International Journal of Central Banking*, 14(2), 113–158.
- Egan, M., Hortaçsu, A. und Matvos, G. (2017): Deposit competition and financial fragility: Evidence from the US banking sector. *American Economic Review*, 107(1), 169–216.
- Europäische Zentralbank (2022a): Digital euro Privacy options, 4. April. https://www.ecb.europa.eu/paym/digital_euro/investigation/governance/shared/files/ecb.degov220404_privacy.en.pdf?4e685f580522c42f6d84d694a00718e4.
- Europäische Zentralbank (2022b): Progress on the investigation phase of a digital euro. September 2022.
- Europäische Zentralbank (2022c): Progress on the investigation phase of a digital euro – second report. December 2022.
- Europäische Zentralbank (2023): Progress on the investigation phase of a digital euro – third report. April 2023.

- Federal Reserve (2022): Money and Payments: The U.S. Dollar in the Age of Digital Transformation. January 2022.
- Group of Central Banks (2020): Central bank digital currencies: foundational principles and core features – Executive Paper. October 2022.
- Group of Central Banks (2021): Central bank digital currencies: financial stability implications. September 2021.
- Hanl, A. (2022): Währungswettbewerber Facebook: Ökonomische Implikationen der Corporate Cryptocurrency Libra/Diem. In: Udo Di Fabio, Olaf Kowalski und Julian Dörr (Hg.), *Made in California: Zur politischen Ideologie des Silicon Valley*, 157–187. Mohr-Siebeck.
- Hanl, A. und Michaelis, J. (2017): Kryptowährungen – ein Problem für die Geldpolitik? *Wirtschaftsdienst*, 97(5), 363–370.
- Hanl, A. und Michaelis, J. (2019): Digitales Zentralbankgeld als neues Instrument der Geldpolitik. *Wirtschaftsdienst*, 99(5), 340–347.
- Infante, S., Kim, K., Orlik, A., Silva, A. F. und Tetlow, R. J. (2022): The Macroeconomic Implications of CBDC: A Review of the Literature. *FEDS Working Paper No. 2022-76*.
- Kantar Public (2022): Study on New Digital Payment Methods. March 2022.
- Keister, T. und Monnet, C. (2022): Central Bank Digital Currency: Stability and Information. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 142, 104501.
- Keister, T. und Sanches, D. (2023): Should Central Banks Issue Digital Currency? *The Review of Economic Studies*, 90(1), 404–431.
- Kosse, A. und Mattei, I. (2022): Gaining momentum – Results of the 2021 BIS survey on central bank digital currencies. *BIS Papers No. 125*.
- Kumhof, M., Pinchetti, M., Rungcharoenkitkul, P. und Sokol, A. (2023): CBDC Policies in Open Economies. *CEPR Discussion Paper No. 17982*.
- Li, J. (2023): Predicting the demand for central bank digital currency: A structural analysis with survey data. *Journal of Monetary Economics*, 134, 73–85.
- Müller, C. (2020): The demand for safe liquid assets and the implications of issuing a Central Bank Digital Currency for bank funding instruments. *Norges Bank Staff Memo No. 8*.
- Panetta, F. (2022): Demystifying wholesale central bank digital currency. Symposium Payments and Securities Settlement in Europe – today and tomorrow, 26. September. <https://www.ecb.europa.eu/press/key/date/2022/html/ecb.sp220926-5f9b85685a.en.html>.
- Riksbank (2022): E-krona report: E-krona pilot, Phase 2. April 2022.
- Riksbank (2023): E-krona report: E-krona pilot, Phase 3. April 2023.
- Rolle, J. (2022): The Bahamas' Experience with the Sand Dollar. Digital Euro Conference, 7. November. <https://www.centralbankbahamas.com/news/general-news/the-bahamas-experience-with-the-sand-dollar-remarks-by-governor-john-rolle>.
- Schilling, L., Fernández-Villaverde, J. und Uhlig, H. (2022): Central Bank Digital Currency: When Price and Bank Stability Collide. May 1, 2022. *mimeo*.
- Tanner, N., Zanzalari, D., Manion, M. und Haavind-Berman, E. (2021): Demand Elasticity for Deposit Services at U.S. Retail Banks in High and Low Rate Environments. *Applied Economics*, 53(47), 5448–5461.
- Tobin, J. (1985): Financial Innovation and Deregulation in Perspective. *Bank of Japan Monetary and Economic Studies*, 3(2), 19–29.