Investieren in Kryptowerte

Geht das auch ethisch-nachhaltig?

Eine Handreichung des

Arbeitskreises Kirchlicher Investoren (AKI)

Fachgruppe Krypto

Philipp Hohmann,
Jutta Albrecht, Stefan Brenken, Dominik Göckener,
Sonja Müller-Rusam, Frank Petersen, Jörg Rickens,
Karin Bassler, Antje Schneeweiß

März 2026

Inhalt

Vorwort

Alles, was mit Kryptowerten zusammenhängt, ist in den Medien auf vielfältige Weise präsent. Verlockungen und Gefahren werden schon an den Überschriften deutlich: „Plötzlich reich: Begegnungen mit Krypto-Millionären“ ist ein Beitrag des Schweizer Radio und Fernsehen[1] betitelt; ein Artikel in der SZ vom 17.11.2025 ist überschrieben mit: „Warum Kriminelle Krypto lieben“.[2] Wenn zusätzlich zu öffentlich-rechtlichen und seriösen Medien Internet-Suchmaschinen oder KI-Tools genutzt werden, findet man Beiträge, in denen oft einzelne Aspekte des Themas herausgestellt und mit tendenziösen Positionen vermischt werden, so dass es schwer fällt sich einen Überblick über die Materie zu verschaffen. Erst recht ist es als Investor eine Herausforderung, für die eigene Institution einzuschätzen, ob überhaupt und wenn ja, unter welchen Umständen, Kryptowerte verwendet und als Anlageklasse in Frage kommen könnten.

Können Kryptowerte ein Thema für kirchliche Investoren sein? Zur Beantwortung dieser Frage wurde eine Fachgruppe im Arbeitskreis Kirchlicher Investoren (AKI) ins Leben gerufen.

Der zentrale Anspruch der Fachgruppe “Krypto” und der vorliegenden Handreichung lautet:

„Wir wollen nur in Dinge investieren, die wir verstehen und die dem Nachhaltigkeitsverständnis des EKD-Leitfadens entsprechen.“

Dieser Satz fiel schon in der ersten Sitzung der Fachgruppe und wurde schnell zum Motto der Handreichung. Er gilt – insbesondere seit der Finanzkrise 2008 – für jede Form der ethisch-nachhaltigen Geldanlage. Aufgrund der Neuartigkeit und des technischen Aspekts digitaler Assets gilt dieses bei Kryptowerten umso mehr.

Die vorliegende Handreichung ordnet den gesamten Themenkomplex digitaler Assets und liefert einen thematischen und definitorischen Rahmen. Zusätzlich beleuchtet sie Aspekte, die zur Beantwortung ethisch-nachhaltiger Fragestellungen rund um Investitionen in digitale Assets notwendig sind.

Zentral für das Verständnis alles dessen, was mit Kryptowerten, Tokenisierung, Blockchain, digitalem Euro, etc. zu tun hat, ist die Unterscheidung zwischen den technischen Innovationen einerseits und ihrer Anwendung als Geld in welcher Form auch immer andererseits, z. B. als Zahlungsmittel. Darum ist es sinnvoll, sich dem Thema von zwei Seiten aus zu nähern: Zum einen müssen die technologischen Grundlagen erklärt werden und zum anderen ist es wesentlich, sich bewusst zu machen, was eigentlich Geld ist, was eine Währung ausmacht und wie sich Geldanlage und Spekulation zueinander verhalten. Die Technik ist also gesondert zu betrachten und kann auch unabhängig von Anwendungen mit Geldfunktion beurteilt werden. Grund dafür sind die vielfältigen Möglichkeiten, die sie für unterschiedliche Nutzungszwecke eröffnet. Sowohl die Ausgestaltung der Technik selbst als auch mögliche Anwendungen können und müssen jeweils für sich auch unter ethischen und Nachhaltigkeitsaspekten eingeschätzt werden.

Doch vorab soll das ins Bewusstsein gerufen werden, worum es Investoren eigentlich geht: Geld und Geldanlagen. Die Verständigung über diese Begriffe erleichtert die Einschätzung, ob Kryptowerte für den einzelnen Anleger überhaupt als Anlagemöglichkeit in Betracht kommen.

[1] https://www.srf.ch/kultur/literatur/literarische-portraets-ploetzlich-reich-begegnungen-mit-krypto-millionaeren
[2] https://www.sueddeutsche.de/projekte/artikel/wirtschaft/kryptowaehrung-einfluss-geldwaesche-terrorismusfinanzierung-betrug-scam-bitcoin-e093287/

Verstehen. Definieren. Einordnen.

Die Handreichung insgesamt soll Leser*innen helfen, zu **verstehen**, was digitale Assets sind. Dafür **definiert** sie Begriffe, um ein einheitliches Verständnis von digitalen Assets zu schaffen und **ordnet** die Definitionen **ein**. Außerdem liefert sie Perspektiven, die es ethisch-nachhaltigen Investoren ermöglichen, digitale Assets zu bewerten.

Leitend dabei ist die Frage:

Investieren in Kryptowerte – geht das auch ethisch-nachhaltig?

1 Geld, Währungen und Geldanlage

Zu Beginn ist es wichtig, sich die Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Begriffe Geld, Währung, Zentralbankwährung und gesetzliches Zahlungsmittel klarzumachen[3] sowie auf die Begriffe Geldanlage und Spekulation einzugehen.

- **Geld** ist definiert als etwas, das die Geldfunktionen erfüllt („*Money is what money does*"), also zur Wertaufbewahrung, als Tausch- und Zahlungsmittel oder als Recheneinheit verwendet werden kann.

- Der Begriff **Währung** ist auf ein Gebiet bezogen, er bezeichnet die Geldeinheit eines Landes oder einer Region. Der Euro in Form von Buchgeld (seit 1999) und Bargeld (seit 2002) ist die Währung der zur Europäischen Währungsunion gehörenden Staaten. Eine in einem Land verwendete Währung muss nicht mit der dortigen Zentralbankwährung identisch sein oder kann zusätzlich zur Zentralbankwährung verwendet werden. So nutzte man in Deutschland kurz nach dem Zweiten Weltkrieg auf den Schwarzmärkten Zigaretten anstelle der wertlos gewordenen Reichsmark als Zahlungsmittel. Mit der Einführung der D-Mark 1948 (Währungsreform) verschwand der Schwarzmarkt und mit ihm die „Zigarettenwährung". Heute ist der Chiemgauer ein Beispiel für eine Regionalwährung, ein regionales Zahlungsmittel, das rund um den Chiemsee zusätzlich zum Euro verwendet wird. Der Euro wiederum wird auch in vielen Ländern auf dem Balkan als Währung verwendet, die nicht zur Europäischen Währungsunion gehören. Noch bis in die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts waren Währungen zumindest teilweise durch Gold gedeckt.

- Heute sind die Währungen fast aller Volkswirtschaften sogenannte **Fiat-Währungen** ohne Edelmetalldeckung. „Fiat" ist Lateinisch und heißt „es werde". Damit spielt die Bezeichnung auf den ersten Schöpfungsbericht in der Bibel und die Erschaffung der Welt durch den Beschluss Gottes aus dem Nichts an (*fiat lux* – es werde Licht). „Fiatgeld" hat im Unterschied zu Warengeld keinen inneren Wert, sondern entsteht allein durch Beschluss eines Staates, der dieses Geld zum gesetzlichen Zahlungsmittel bestimmt. Sein Wert hängt vom Vertrauen in die Regierung oder die Zentralbank ab, dass die entsprechende Währung in

[3] https://www.bundesbank.de/resource/blob/606038/8b1a79820e15af9a4a5387fc5c8e60cf/472B63F073F071307366337C94F8C870/geld-und-geldpolitik-data.pdf

der Lage ist, in ihrem Wert gegen Güter eingetauscht zu werden. Unverantwortliche Geldpolitik kann zu Inflation einer Fiat-Währung führen.

- Der Euro wird von der EZB als Zentralbank herausgegeben und ist darum in den Ländern der Währungsunion die **Zentralbankwährung**. Zentralbanken haben die Aufgabe, die Stabilität von Währungen sicherzustellen und müssen dafür Geldangebot und Geldnachfrage im Gleichgewicht halten. Die Geldnachfrage kann schwanken und aus verschiedenen Gründen (z.B. wegen einer Pandemie wie Covid oder generell einer abnehmenden Bevölkerung) zurückgehen. Zentralbankwährungen können durch eine Rücknahme des Geldangebots vor Inflation und Hyperinflation bewahrt werden.

- Das einzige unbeschränkte **gesetzliche Zahlungsmittel** im Euro-Währungsgebiet sind derzeit Euro-Banknoten. Das bedeutet, dass jeder Gläubiger einer Geldforderung gesetzlich dazu verpflichtet ist, vom Schuldner Banknoten in unbegrenztem Umfang als Erfüllung seiner Forderung anzunehmen. Die entscheidenden Vorteile eines gesetzlichen Zahlungsmittels sind die des Bargeldes: Anonymität, Zuverlässigkeit und Barrierefreiheit. Es gibt bislang kein digitales gesetzliches Zahlungsmittel im Euro-Raum; Euro-Buchgeld fällt nicht darunter. Alle digitalen Zahlverfahren, das Online-Banking-Angebot der Geschäftsbanken eingeschlossen, werden von privatwirtschaftlichen Anbietern zur Verfügung gestellt, stehen also nicht wie Bargeld allen Menschen barrierefrei zur Verfügung. Sie verursachen den Nutzern Kosten und verletzen aufgrund der teilweise geringen Datenschutzstandards außereuropäischer Anbieter (Kreditkarten, PayPal, …) deren Privatsphäre.

- Sogenannte **Krypto"währungen"** wie der Bitcoin haben kein Währungsgebiet, sondern können global verwendet werden, wo immer Menschen und Unternehmen sie akzeptieren. Eines ihrer Hauptprobleme ist, dass ihr Geldangebot nicht wie bei einer Zentralbankwährung über Zinssätze und Geldmenge gesteuert werden kann. Das Geldangebot kann (ggf. bis zum geplanten Ende der Mining-Möglichkeiten wie beim Bitcoin) immer nur steigen, nicht aber gelenkt gesenkt werden. Zentralbanken verursachen Hyperinflation nur durch außergewöhnliche politische Inkompetenz (Deutschland 1923) oder eine bewusste politische Entscheidung (Sowjetunion ab 1917). An diesem Punkt hört die Fiat-Währung auf, eine akzeptierte Währung zu sein. Die inhärente Unfähigkeit des Kryptowährungsangebots, auf einen Rückgang der Geldnachfrage zu reagieren, bedeutet, dass Hyperinflationsrisiken in Kryptowährungen systemimmanent sind. Dies disqualifiziert Kryptowährungen vom Anspruch, eine Währung im Vollsinn zu sein.[4]

Kryptowerte können bestimmte Geldfunktionen wie die Zahlungsfunktion erfüllen, sind aber nicht mit Zentralbankwährungen vergleichbar. Zentralbanken haben geldpolitische Mittel wie Leitzins- und Geldmengenveränderung, um Inflationsrisiken zu bekämpfen; bei Kryptowerten sind Inflationsrisiken systemimmanent.

[4] https://www.ft.com/content/a18c310a-d533-4d03-bb25-53cb11337dd1?accessToken=zwAGROdrXI6QkdOhjDEK1TNNA9O7JVPLETN90Q.MEQCIFDypw-dQPpRnLAjx-LUrPlnj9CHZuYqhZOFgUsbAH0sAiBLYU4_wpQiZ-IdbcmbyAYXmrynVx9PKyZQ_0wyrFNgFg&sharetype=gift&token=d47d5af8-bde0-410b-82c9-ad13cce100fe

- **Investieren versus Spekulieren**: Über den Unterschied zwischen Geldanlage und Spekulation lässt sich trefflich streiten. Auf eine wissenschaftliche Diskussion dieser Frage will sich die vorliegende Handreichung daher nicht einlassen, aber zwei in der Praxis bewährte Merkmale nennen, mittels derer kirchliche Investoren die Frage im Hinblick auf ihr eigenes Handeln selbst beurteilen können.

    - **Anlagehorizont**: Spekulanten zeichnen sich dadurch aus, dass sie in möglichst kurzer Zeit ein möglichst großes Vermögen machen wollen und dafür hohe Risiken eingehen und hohe Transaktionskosten in Kauf nehmen. Sie handeln mehrmals täglich – im Extremfall Tag und Nacht – mit Wertpapieren oder anderen Finanzinstrumenten wie Aktien, Derivaten und Währungen (auch Kryptowährungen) oder Rohstoffzertifikaten, um von kurzfristigen Kursschwankungen profitieren zu können. Die Volatilität der Kurse und der daraus abgeleitete Druck, sofort zu reagieren, lösen Nervenkitzel aus und sind ein Sucht- und Stressfaktor, der Spekulation in die Nähe Glücksspiel rückt.[5] Investoren dagegen arbeiten mit einem langfristigen und systematischen Ansatz und beachten die professionellen Regeln der Portfolio-Allokation, die Klumpenrisiken dadurch vermeiden, dass das Vermögen auf verschiedene Anlagen, Regionen und Sektoren verteilt wird.

    - **Preis und Wert**:[6] Der Unterschied geht u.a. auf den Erfinder der fundamentalen Wertpapieranalyse Benjamin Graham zurück, die als Basis für das sogenannte *Value Investing* gilt. Ohne diesen Ansatz hier näher betrachten zu wollen, ist die Tatsache entscheidend, dass ein Wertpapier oder Investment im Falle einer Geldanlage nicht nur einen Preis hat, der Kursschwankungen unterliegt, sondern auch einen fundamentalen, bzw. intrinsischen Wert. Spekuliert wird nur mit dem Preis; das haben z. B. Gold und Kryptowährungen gemeinsam. Auch Gold wirft keine laufenden Erträge ab, anders als andere Vermögenswerte. Gold und Kryptowährungen generieren keinen Cashflow. Wer nicht spekuliert, sondern investiert, hat – wie bei Immobilien, Aktien oder Anleihen – Bewertungsmaßstäbe, die sich an deren Renditen orientieren. Wenn sich der Marktpreis zu stark von deren erzielbaren Erträgen (Pachten, Gewinne, Zinsen) entfernt, lassen sich Überbewertungen erkennen. Bei Kryptowerten hingegen fehlt der Wert. Solche Assets sind daher besonders anfällig für Blasenbildung. Für kirchliche Investoren wird die Unterscheidung zwischen Preis und Wert spätestens dann akut, wenn sie im Fall von Verlusten ihre Anlageentscheidungen ihren Gremien erläutern müssen: Investments in Werte lassen sich in den meisten Fällen plausibel begründen; das ist bei Spekulationen auf Kursverläufe nicht der Fall.

> **!** **Investieren** und **Spekulieren** unterscheiden sich zum einen durch den Anlagehorizont und zum anderen dadurch, dass ein Investment nicht nur nach dem Preis, sondern auch nach anderen Maßstäben bewertet werden kann. Ein Spekulationsobjekt hat dagegen nur einen Preis und keinen davon unabhängigen Wert. Das und weitere Merkmale rücken Spekulation in die Nähe von Glücksspiel. Die Anlage in Kryptowerte fällt in die Kategorie Spekulation.

[5] https://blog.gls.de/finanzwissen/trading/
[6] https://www.wiwo.de/finanzen/geldanlage/intelligent-investieren-spekulierst-du-noch-oder-investierst-du-schon/20382384.html

2 Digitale Assets verstehen: Grundlagen und Voraussetzungen

Wenn es um Kryptowerte geht, ist häufig die erste Assoziation: „Bitcoin“. Das hat insofern seine Berechtigung, als zum einen die Erfindung des Bitcoins den Beginn der Entwicklung von Kryptowerten markiert, und zum anderen mit dem Bitcoin auch die technologischen Grundlagen der digitalen Vermögenswerte erfunden wurden. Der Bitcoin steht also in vielerlei Hinsicht exemplarisch für Kryptowerte und bündelt eine ganze Reihe von deren wesentlichen Aspekten. Umso wichtiger ist es jedoch, diese Aspekte einzeln zu analysieren und auch gesondert zu beurteilen.

Wenn es um Kryptowerte geht, sind folgende Aspekte zu unterscheiden:

- Technologische Grundlagen: insbesondere Blockchain
- Ökonomische Voraussetzung: Tokenisierung

Auch bei der ethisch-nachhaltigen Bewertung ist darauf zu achten, dass alle diese Aspekte jeweils gesondert beurteilt werden.

Zur Historie des Bitcoins: Zu Beginn der Finanzkrise 2008/2009 tauchte ein neues, privat geschaffenes Zahlungsmittel auf. Am 31. Oktober 2008 erhielten Hunderte Experten für Kryptografie eine E-Mail von einem ihnen unbekannten Absender, der sich Satoshi Nakamoto nannte und dessen Identität bis heute ungeklärt ist. Er schrieb: „Ich habe an einem neuen elektronischen Zahlungssystem gearbeitet, das vollständig auf gleichberechtigten Rechner-zu-Rechner-Verbindungen beruht und keinen vertrauenswürdigen Dritten erfordert.“ Der Bitcoin war damit die erste sogenannte Währung, bei der Methoden der Verschlüsselung (Kryptografie) angewandt werden, um ein dezentral sicheres digitales Geld anzubieten. Es ist eine Art Kontoguthaben in einer elektronischen Börse (englisch Wallet). Nakamoto verwendete ein universelles Haupt- oder Kassenbuch (Distributed Ledger) und schuf damit die Blockchain. Dieses Protokoll erlaubt allen Teilnehmern, zu überprüfen, ob eine Transaktion gültig ist, und alle getätigten Transaktionen zu speichern. Außerdem programmierte er einen monetären Anreiz für Computerbesitzer, das Grundbuch stets zu aktualisieren und dafür ihre Rechner zur Verfügung zu stellen. Dafür erhalten die Betreiber einen winzigen Bruchteil von jeder Transaktion in Bitcoin als Belohnung.

Die Dimensionen der Nachhaltigkeit bei digitalen Assets sind mehrstufig. An vorderster Stelle steht zunächst der verbundene Ressourcenaufwand für den funktionalen Betrieb digitaler Assets.

Für die Beurteilung der Nachhaltigkeit beim funktionalen Betrieb digitaler Assets sind relevante Aspekte:

- Konsensmechanismus (Algorithmus zur Genehmigung von Transaktionen oder Aufzeichnungen in einem dezentralen Hauptbuch)
- Code-Effizienz (Bemühungen, den Ressourcenverbrauch und die Ausführungszeit so gering wie möglich zu halten) und Skalierbarkeit

3 Technologische Grundlagen

3.1 Distributed-Ledger-Technologie

Grundlage digitaler Assets ist die *Distributed-Ledger-Technologie* (DLT).[7] Ohne DLT gibt es keine Blockchain, keine Token-Ökonomie, keine Coins und keine digitalen Währungen.

> **!** Als Distributed Ledger oder "verteiltes Haupt- oder Kassenbuch" wird eine Datenbank bezeichnet, die Daten dezentral speichert. Im Gegensatz zum klassischen Ansatz, bei dem ein Register, bzw. Hauptbuch in der Regel von nur einer Instanz verwaltet und gespeichert wird, werden hier beliebig viele prinzipiell gleichgestellte Kopien des Registers von unterschiedlichen Parteien unterhalten. Entscheidend ist das Wort "dezentral": Durch die gemeinsame Datenhaltung macht die Distributed-Ledger-Technologie direkte Transaktionen zwischen Netzwerk-Teilnehmern ohne Vermittlung durch Intermediäre ("*Peer-to-Peer*") möglich.

Grundsätzlich kann ein solches Netzwerk offen (*permissionless*) oder geschlossen (*permissioned*) eingerichtet werden.[8] Im ersten Fall ist es unter den technischen Grundvoraussetzungen für jede Person zugänglich; im zweiten Fall haben nur bestimmte Personen oder Institutionen Zugriffsrechte auf den Datenbestand.[9] Bekanntestes Beispiel für ein *permissionless* Distributed Ledger ist die Bitcoin-Blockchain: Alle Einträge liegen offen, während alle Teilnehmer anonym oder pseudonym bleiben.[10]

Um das verteilte Register bei allen Teilnehmern identisch zu erweitern, bedarf es eines Abstimmungs- und Validierungsprozesses unter den Teilnehmern. Dieser wird Konsensmechanismus genannt. Über den Konsensmechanismus wird definiert, welche Voraussetzung erfüllt sein muss, um dem Registerbuch neue gültige Transaktionen hinzuzufügen. Für die Authentifikation von Teilnehmern und den Nachweis ihrer Rechte werden kryptografische Verfahren eingesetzt.

3.2 Blockchain

Eine besondere Ausprägung der DLT ist die Blockchain. Mithilfe der Blockchain-Technologie werden Daten dezentral, unveränderlich, transparent und sicher gespeichert. Der Begriff "Chain" bezeichnet die Kette, zu der die Transaktionen in chronologischer Reihenfolge hinzugefügt werden. Die Daten werden in einzelnen Blöcken aneinandergereiht, wobei neue Datenblöcke am Ende angehängt werden und so auf den Rechnern im Netzwerk gespeichert werden.[11]

Durch den Einsatz kryptographischer Methoden bleibt die chronologische Reihenfolge stets erhalten und jede nachträgliche Manipulation an den Daten kann sofort entdeckt werden. Ein Konsensmechanismus sorgt dafür, dass sich alle Rechner im Netzwerk über den jeweils aktuellen Stand der Blockkette einig sind. Mit Blockchain ist es möglich, Transaktionen (zum Beispiel im Zahlungsverkehr mit Kryptowährungen oder im Lieferkettenmanagement) ohne zentrale Instanz

[7] Natarajan et al., 2017.
[8] Für eine grundsätzliche Einführung s. Solat et al., 2021.
[9] Vgl. Solat et al., 2021, S. 96f.
[10] Für die Funktionsweise von Bitcoin s. Nakamoto, 2008.
[11] Natarajan et al., 2017, S. 1.

vertrauensvoll und transparent zu verifizieren; Informationen können sicher und für alle Interessierten zugänglich rückverfolgt werden. Wie gut diese Eigenschaften umgesetzt werden, hängt von der konkreten Ausgestaltung ab.[12]

Die Blockchain-Technologie hat viele Vorteile, birgt aber auch Risiken, die nachfolgend tabellarisch gegenübergestellt werden:

Vorteile der Blockchain-Technologie	Nachteile der Blockchain-Technologie
Echtzeit-Settlement (sofortige Abwicklung von Transaktionen)	Schwachstellen im Programmcode der Protokolle können zu Verlusten führen
Erhöhte Transparenz	Nutzerfehler: Fehler bei der Verwahrung von privaten Schlüsseln oder Interaktion mit Smart Contracts führen zu Verlust von Kryptowerten
Reduzierte Bürokratie (Bsp. dezentralisierte Patientenakten im Gesundheitswesen)	Mangelndes Wissen und Kompetenz von Nutzern erleichtert Betrug
Finanzinnovation und Rückverfolgbarkeit in Lieferketten	Haftungsfragen bei Verlusten durch Hacker-Angriffe oder Schwachstellen sind ungeklärt

Die Blockchain-Technologie kann einen signifikanten Beitrag zu einer nachhaltigen Wirtschaft und Gesellschaft leisten, da sie den Ressourcenverbrauch der analogen Arbeitsweise vermeidet. [13] [14]

Vom Nutzen und der Anwendung her kann die Blockchain an vielen Stellen, **zur sozialen, aber auch zur ökologischen Nachhaltigkeit** beitragen. Ein Anwendungsfall sind Herkunftsnachweise, z.B. für Rohstoffe oder Seafood, die für verbesserte Transparenz in der Lieferkette sorgen.

Eine ökologisch nachhaltige Gestaltung von Blockchain-Lösungen muss

- erstens den **Energieverbrauch** des Betriebs der Blockchain und die damit verbundenen **Treibhausgasemissionen** minimieren;
- zweitens muss der **Ressourceneinsatz** bei der Herstellung der eingesetzten Hardware reduziert und die eingesetzten Rohstoffe müssen möglichst lange und effizient genutzt werden. Die Vorgaben der **Kreislaufwirtschaft** sind zu beachten.

Der wichtigste Hebel ist dabei, den mit einem Konsensmechanismus verbundenen Rechenaufwand und damit den Energiebedarf und die Treibhausgasemissionen im Betrieb der Blockchain zu minimieren.

[12] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik.
[13] https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/EN/Publikationen/Digitale-Welt/blockchain-distributed-ledger-technologies.pdf?__blob=publicationFile&v=3
[14] https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/blockchain-nachhaltigkeit.pdf?__blob=publicationFile&v=4

3.3 Konsensmechanismen

Ein Konsensmechanismus bezeichnet einen Algorithmus, der eine Einigung über den Status eines Netzwerkes zwischen seinen Teilnehmern erzielt. Konsensmechanismen werden in verteilten Systemen, wie z.B. Distributed Ledgers, eingesetzt, um sicherzustellen, dass alle Teilnehmer eine identische Kopie der verteilten Datenbank besitzen.[15]

Die aktuell verbreitetsten Konsensmechanismen sind Proof-of-Stake und Proof-of-Work,[16] die nachfolgend beschrieben und deren Vor- und Nachteile tabellarisch dargestellt werden.

> **!** **Proof of Work (PoW):** Konsensmechanismus, bei dem alle Netzwerkteilnehmer (auch Miner genannt) gegeneinander antreten (können), um komplexe kryptografische Rätsel zu lösen. PoW wurde bei der Erfindung des Bitcoins angewandt: Der erste Teilnehmer, der das Rätsel löst, fügt der Kette einen Block hinzu und wird mit Kryptowährung belohnt.

	Vorteile	**Nachteile**
	Bewährte Sicherheit (“kampferprobt”)	Hoher Energieverbrauch
	Belohnungen für Verifizierung	Langsam
	Breite Dezentralisierung	Teure Hardwareanforderung
	Breite Akzeptanz / Bekanntheit	**Nachhaltigkeitsbedenken**

Anstatt komplexe Berechnungen wie bei Proof of Work (PoW) zu nutzen, erlaubt Proof of Stake (PoS) Nutzern, einen Teil ihrer Kryptowährung zu hinterlegen (*Staking*), dadurch zur Sicherheit der Blockchain beizutragen und Belohnungen zu erhalten. Ein Validator ist ein Netzwerkteilnehmer, der vom Netzwerk zur Bestätigung einer Transaktion oder der Prüfung eines neuen Blocks ausgewählt wird.

> **!** **Proof of Stake (PoS):** Konsensmechanismus, bei dem die Validatoren nach dem Zufallsprinzip ausgewählt werden, gewichtet nach der Höhe ihres Einsatzes.

Um die Blockchain in einem PoW-Netzwerk zu kompromittieren, müsste man dauerhaft mehr Rechenleistung als alle anderen Mining-Teilnehmer zusammen aufbringen. Konkret hieße das enorm hohe Kosten durch einen extrem hohen Stromverbrauch, was diese Attacke besonders im Bitcoin-Netzwerk physikalisch nahezu unmöglich macht. Bei PoS müsste man dauerhaft mehr als 50 % der im Umlauf befindlichen Coins besitzen, um das Netzwerk zu manipulieren.

	Vorteile	**Nachteile**
	Hohe Energieeffizienz	Mögliche Vermögenskonzentration
	Schnellere Blockgenerierung	Initiale Kapitalbarriere
	Niedrigere Transaktionsgebühren	Neueres Modell im Vergleich zu PoW
	Interessenausgleich durch Anreiz-setzung und Bestrafung möglich	Potential der Kartellbildung

[15] https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/konsensmechanismus-54411

[16] Vgl. Lashkari und Musilek, 2021, S. 43646. Es sei darauf hingewiesen, dass diese Einschätzung auf die Konsensmechanismen bei digitalen Assets abstellt und betriebliche Blockchain-Verwendungszwecke ausklammert.

Weitere Konsensmechanismen[17] sind z.B. Proof of Space[18] oder Proof of Authority[19].

Das wichtigste Kriterium für die Nachhaltigkeitseinschätzung eines Distributed Ledger ist der verwendete **Konsensmechanismus**, also die Methode, mit der sich ein verteiltes Netzwerk auf die Gültigkeit von Transaktionen einigt und eine einzige Version des verteilten Registers aufrechterhält. Ursächlich ist hierfür der massive Einfluss des Konsensmechanismus auf die Energiekosten der zugrundeliegenden Blockchain.[20] Da der Ausbau der regenerativen Stromerzeugung nicht beliebig beschleunigt und skaliert werden kann und gleichzeitig neue Verbrauchsektoren durch Verkehr, Wärme und Teile der Industrie hinzukommen, bleibt Energieeffizienz auf absehbare Zeit die entscheidende (umwelt-)kritische Erfolgsvoraussetzung für alle digitalen Lösungen.[21]

Das rechenintensive Proof-of-Work-Verfahren ist wo immer möglich zu vermeiden und durch recheneffizientere Alternativen zu ersetzen.

3.4 Smart Contracts[22]

Die DLT ermöglicht grundsätzlich das Speichern und Verbreiten beliebiger Datensätze und digitaler Informationen. So können auch komplexere, an Bedingungen geknüpfte Vorgänge abgebildet werden. Ein von den Teilnehmern gewollter Wertübertrag kann an die Erfüllung bestimmter vordefinierter Kriterien gekoppelt sein. Die automatische Prüfung solcher Bedingungen und die anschließende eigenständige Ausführung der Transfers durch einen Algorithmus werden als Smart Contract bezeichnet. Es handelt sich dabei nicht um besondere Arten von Verträgen, sondern um bedingt automatisch ablaufende Programmcodes, die bei der Erfüllung von Verträgen eine Rolle spielen können.[23]

Smart Contracts sind in einem Distributed Leger gespeichert und werden automatisch ausgeführt, wenn bestimmte Bedingungen erfüllt sind. Es ist keine dritte Partei beteiligt und die verschlüsselten Aufzeichnungen der Transaktionen können von allen Teilnehmern gemeinsam eingesehen werden.

Smart Contracts, die darauf abzielen, Intermediäre als dritte Partei auszuschalten haben viele Vorteile. Negative Nachhaltigkeitswirkungen sind jedoch ebenso möglich, insbesondere auf SDG 16.a „Die zuständigen nationalen Institutionen durch internationale Zusammenarbeit beim Kapazitätsaufbau auf allen Ebenen zur Verhütung von Gewalt und zur Bekämpfung von Terrorismus und Kriminalität unterstützen, insbesondere in den Entwicklungsländern."

[17] Für einen Überblick über existierende Konsensmechanismen siehe u.a. Bada et al., 2024, S. 504-508 oder Lashkari und Musilek, 2021.
[18] Für Details zu Proof of Space siehe u.a. Ateniese et al., 2014.
[19] Für Details zu Proof of Authority siehe u.a. Manolache et al., 2022.
[20] Vgl. Bada et al., 2024, S. 504.
[21] Wuppertal Institut, https://d-nb.info/1242090908/34
[22] Für eine wissenschaftliche Einleitung in das Thema Smart Contracts siehe u.a. Zheng et al., 2020.
[23] Deutsche Bundesbank: Distributed- Ledger-Technologien im Zahlungsverkehr und in der Wertpapierabwicklung: Potenziale und Risiken, 2017.

Zu hinterfragen wäre, ob die **libertäre, staats- und institutionenkritische Haltung** hinter Smart Contracts, DLT und Blockchain nicht einen Widerspruch zur Forderung nach starken Institutionen (SDG 16) darstellt. Für den gesamten Denkansatz hinter der zugrundeliegenden Technologie gilt: Was starken, gut informierten Individualisten, die sich selbst zu helfen wissen, als Vorteil erscheint, nämlich die Eliminierung unabhängiger, aber möglicherweise interessegeleiteter Intermediäre – genau das kann weniger gut Informierten und **Schutzbedürftigen als Nachteil** erscheinen, nämlich die Eliminierung unabhängiger Intermediäre, Institutionen und Aufsichtsbehörden.

3.5 Layering

Bei Blockchains ist zwischen verschiedenen Ebenen zu unterscheiden, die auf den technischen Grundlagen der Layer 1 basieren und mit jeder darüber liegenden Ebene stärker die Anwenderbedürfnisse berücksichtigen. Layer-1-Blockchains definieren wesentliche Aspekte und Prozesse für darauf aufbauende digitale Assets wie u.a. den Konsensmechanismus, den Prozess zur Transaktionsvalidierung, die Sicherheit, Methoden zur Sicherstellung der Datenpersistenz (bspw. Forking-Regeln) und das Settlement.[24]

! **Layer-1-Lösungen** repräsentieren eine eigenständige Blockchain und sind das Fundament der digitalen Welt.

Fork heißt Gabelung oder Aufspaltung. Dazu kann es kommen, wenn das Protokoll der zugrundeliegenden Blockchain verändert wird, z.B. um neue Funktionen hinzuzufügen oder Sicherheitslücken zu beheben. Da das Protokoll grundsätzlich von jedem eingesehen, heruntergeladen und verändert werden kann, kann es zu Meinungsverschiedenheiten innerhalb des Nutzer- und Entwicklernetzwerkes zur weiteren Ausgestaltung der Blockchain kommen, die grundsätzlich im Konsens gelöst werden müssen. Wird kein Konsens gefunden, führt dies zur Aufspaltung der Blockchain. Bei Krypto"währungen" kann das dazu führen, dass eine zusätzliche Version entsteht, welche fortan neben der ursprünglichen Version der Krypto"währung" existiert.[25]

! **Forking** beschreibt die Einführung von Änderungen des Protokolls der Blockchain durch die Netzwerkteilnehmer. Hierbei muss unterschieden werden zwischen sog. Soft Forks, d.h. rückwärtskompatiblen Updates, vergleichbar mit einem Softwareupdate für die Blockchain, und sog. Hard Forks, d.h. grundlegenden Änderungen der Funktionsweise, die oftmals zur Abspaltung in eine neue Blockchain führen.

Um die Skalierbarkeit[26], Transaktionskosten oder Geschwindigkeit[27] der zugrunde liegenden Layer-1-Blockchain zu verbessern, ohne die grundsätzliche Sicherheit des Layer-1 zu kompromittieren, wurden sogenannte Layer-2-Lösungen geschaffen. Diese interagieren mit dem

[24] Song et al., 2024, S. 71. Alternativ kann auch auf die exemplarischen Blockchain-Whitepaper wie Nakamoto, 2008 oder Wood, 2022 verwiesen werden.
[25] https://www.idw.de/IDW/Medien/Knowledge-Paper/Down-KP-Kryptowaehrungen-web.pdf
[26] Vgl. Hafid et al., 2020, S. 125244 und Song et al., 2024, S. 73.
[27] Vgl. Neiheiser et al., 2023, S. 8652.

Layer-1 durch z.B. die Bündelung von Off-Chain-Transaktionen (= Transaktionen im Layer-2), die Erzeugung kryptografischer Beweise oder die Übermittlung aggregierter Zustandsänderungen. „Second Layer"-Lösungen ermöglichen dem Entwickler, in ein bestehendes Blockchain-Netzwerk neue Funktionalitäten zu implementieren oder bestehende Funktionalitäten zu verbessern oder zu erweitern. Allerdings bringen die neuen Lösungen auch neue Risiken mit sich. Eine unangemessene Nutzung und Entwicklung von Smart Contract-Anwendungen könnte dazu führen, dass die alten Konditionen des Netzwerks nicht mehr greifen und ein einfacherer Weg gesucht wird, um die Transaktionszeit und die Effizienz zu erhöhen. Das könnte dazu führen, dass die bessere Leistung zu Lasten der Netzwerksicherheit erzielt wird.[28]

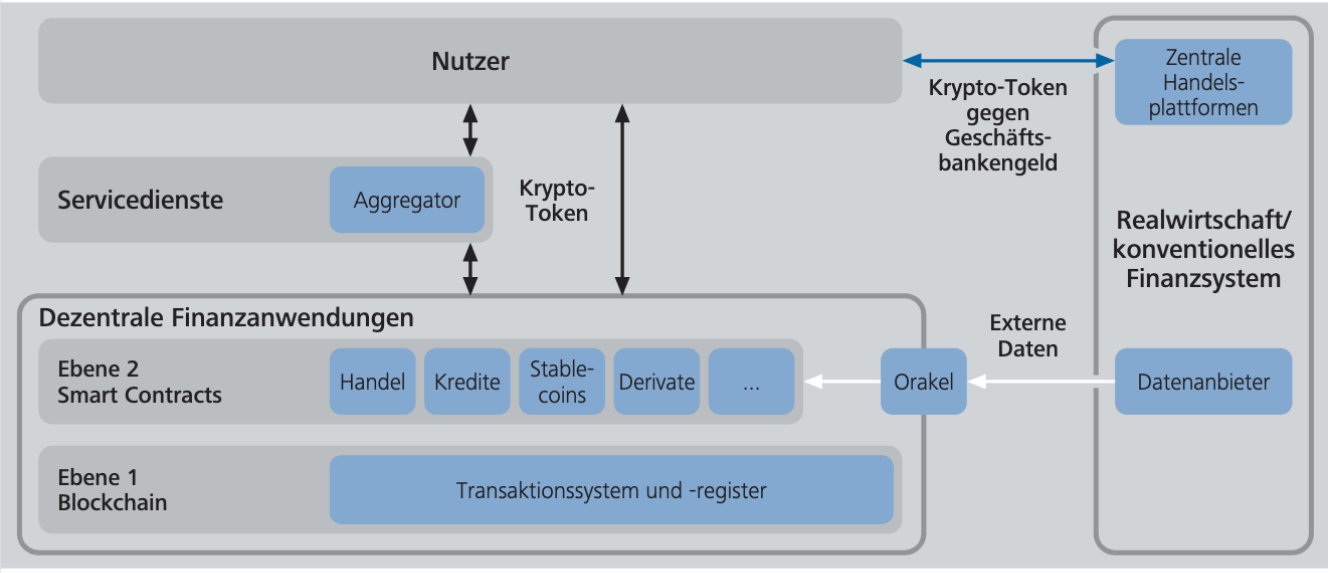
> ! **Layer-2-Lösungen** sind vergleichbar mit Infrastrukturdienstleistungen.

Layer-3-Lösungen erweitern die klassische Funktionalität der zugrunde liegenden Layer, um komplexe Anwendungen zu ermöglichen und gleichzeitig Aspekte der zugrundeliegenden Blockchain zu nutzen. Die tatsächlichen Möglichkeiten und Optionen bedürfen aufgrund der Vielzahl an unterschiedlichen Entwicklungsrichtungen jeweils einer detaillierten Analyse.[29]

> ! **Layer-3-Lösungen** sind konkrete Produkte und Services.

Aus technologischer und ökonomischer Sicht schafft das Konzept des Layerings für eine Vielzahl von Anwendungsfällen einheitliche Fundamente und fördert so die Standardisierung. Investoren können sich digitale Assets auf "höheren" Layern wie Derivate vorstellen. Analog hierzu muss nicht nur das digitale Asset und die damit verbundene Blockchain, sondern auch die darunter liegende(n) Blockchain(s) (= "Underlying") im Rahmen einer Analyse geprüft und bewertet werden.

Dezentrale Finanzanwendungen und ihr Ökosystem



Deutsche Bundesbank

[28] https://www.idw.de/IDW/Medien/Knowledge-Paper/Down-KP-Kryptowaehrungen-web.pdf
[29] Vgl. die Vielfalt an dApps allein auf dem Ethereum-Netzwerk in Wu et al., 2019, S. 2037 ff.

Das Schaubild zeigt eine vereinfachte Darstellung des Aufbaus dezentraler Finanzanwendungen und deren Schnittstellen. Dezentrale Finanzanwendungen basieren auf einem Distributed Ledger – üblicherweise in Form einer Blockchain (Ebene 1) – und auf Smart Contracts (Ebene 2). Während die Blockchain als Transaktionssystem und -register dient, spezifizieren Smart Contracts, welche Bedingungen bei Transaktionen über die zugrunde liegende Blockchain zu prüfen sind und welche Aktivitäten daraus folgen. So können zahlreiche verschiedene Anwendungsfälle abgebildet werden.

Nutzer erwerben Krypto-Token üblicherweise über zentrale Handelsplattformen gegen Geschäftsbankengeld und übertragen diese an eine Wallet der entsprechenden Blockchain – vergleichbar mit einer elektronischen Geldbörse, die für jede Blockchain individuell zu eröffnen ist. Servicedienstleister (z. B. die DZ-Bank) können verschiedene Anwendungen bündeln und ihren Kunden auf einer Plattform zur Verfügung stellen, womit der Zugang und die Nutzung unterschiedlicher dezentraler Finanzanwendungen erleichtert wird (sog. Aggregator). Als in der Regel einzige Schnittstelle zur Realwelt beziehen sogenannte Orakel externe Daten, auf die viele Anwendungen zurückgreifen.[30]

Für ethisch-nachhaltige Kapitalanleger erhöht Layering somit die Komplexität. Es muss nicht ausschließlich das direkte Investment, sondern auch das Underlying geprüft werden und ethisch-nachhaltigen Kriterien gerecht werden.

4 Ökonomische Voraussetzungen

4.1 Tokenisierung

Während Coins wie Bitcoin auf ihrer eigenen Blockchain funktionieren und hauptsächlich als digitale Währungen gedacht sind, basieren Token auf einer fremden, schon bestehenden Blockchain. Aber Token haben ein weit über Geldfunktionen hinausgehendes Anwendungsspektrum. Über Token lassen sich im digitalen Raum Assets und Rechte jeglicher Art abbilden. Durch die Ablösung von papierbasierten Urkunden und Verträgen sowie eine Stückelung und detaillierte Nachvollziehbarkeit von Rechten und Pflichten mithilfe kryptografisch gesicherten Tokens entsteht eine neue Form des Wirtschaftens: die Token-Ökonomie. Sie beruht auf der technischen Grundlage der Distributed-Ledger-Technologie. Tokenisierung nutzt Smart Contracts, um Regeln und Abwicklung automatisch einzubetten (z. B. Übertragbarkeit, Compliance). Innerhalb eines Token-basierten Netzwerks muss sichergestellt werden, dass Token nicht mehrfach genutzt oder von verschiedenen Parteien besessen werden können. Die Blockchain-Technologie bietet diese nötigen Mechanismen und Sicherheiten als Basis für Vertrauen zwischen einzelnen Teilnehmern. Folglich kann nur mithilfe der Distributed-Ledger-Technologie die Token-basierte Verfügung und Übertragung von Besitzrechten ermöglicht werden.

Kryptowerte, bzw. Crypto-Assets können allgemein als Krypto-Token bezeichnet werden.[31] [32]
Als „Token“ wurden ursprünglich Scheidemünzen (= unterwertige Münzen) bezeichnet, die im 17. und 18. Jh. nicht von der Staatlichen Münze, sondern von privaten Kaufleuten und Gesellschaften geprägt wurden.

[30] https://www.bundesbank.de/resource/blob/869610/fe7fd8b5aef8053b1f0a823da5dc58a9/mL/2021-07-kryptotoken-data.pdf
[31] https://www.bundesbank.de/resource/blob/920566/4cc823bbce2aacef5f4c42aaa3eec3ee/mL/2023-12-kryptowerte-data.pdf
[32] https://www.bafin.de/SharedDocs/Veroeffentlichungen/DE/Merkblatt/mb_250103_Kryptowerte_Dienstl.html

! Zusammenhang mit Kryptowerten sind **Token** die digitale, auf Kryptografie und der Distributed Ledger Technologie beruhende Abbildung von Vermögenswerten. Die Werte können den Krypto-Token selbst innewohnen oder die Werthaltigkeit wird den Krypto-Token von den beteiligten Verkehrskreisen zugesprochen. Der Wert kann dabei auf verschiedensten Funktionalitäten, Eigenschaften oder mit dem Token verbundenen Rechten beruhen.

Krypto-Token lassen sich je nach Ansatz in unterschiedliche Kategorien einteilen,[33] die jedoch nicht trennscharf angewandt werden können. Viele Token weisen Charakteristika mehrerer Kategorien auf. Für die Praxis bedeutsam sind die Unterscheidung von Zahlungs-Token, Nutzungs-Token und Anlage-, bzw. Security-Token, sowie die von der Regulatorik[34] verwendeten Kategorien: **Die Verordnung über Märkte für Kryptowerte** (*Markets in Crypto Assets Regulation*, **MiCAR**) unterscheidet Kryptowerte auf der einen Seite in Token, deren Wertstabilität unter Bezugnahme auf den Wert einer amtlichen Währung gewahrt wird und die auch als Stable Coins bezeichnet werden (Vermögenswertreferenzierte Token und E-Geld) und auf der anderen Seite in Werte, bei denen das nicht der Fall ist, also Utility Token und sogenannte „andere Kryptowerte“. Zu den Letzteren gehören z. B. Bitcoin, aber auch Security Token.

!
- Mithilfe von **Zahlungs-Token** können Zahlungs- oder Wertaufbewahrungsmittel dargestellt werden.
- **Nutzungs-, bzw. Utility Token** stellen ebenfalls digitale Zahlungsmittel dar, die jedoch an die Nutzung einer Anwendung oder Dienstleistung gebunden ist. So kann ein Nutzungs-Token verwendet werden, um Personen zu entlohnen, die Speicherplatz innerhalb ihres Netzwerks zur Verfügung stellen.
- Durch **Anlage- oder Security-Token** werden z. B. Anteilsscheine oder Wertpapiere in digitaler Form dargestellt. Dabei ist es möglich, Teilhabe- und Stimmrechte oder Dividenden abzubilden. Security-Token werden regulatorisch nicht von MiCAR, sondern von MiFID II erfasst.

Arten von Token *(Ausschnitt)*

Differentiating token types is critical for evaluating use cases, regulatory obligations, and integration into traditional investment frameworks. *— OECD (2021); SEC Staff Framework (2019); ESMA Advice (2019)*

Utility Tokens	Security Tokens	Stablecoins	Non-Fungible Tokens
Token, die Zugriff auf ein Produkt oder eine Dienstleistung innerhalb eines Blockchain-Ökosystems bieten	Token, die das Eigentum an einem realen Vermögenswert darstellen und den Regulierung unterliegen	Token, die an eine Fiat-Währung oder einen anderen stabilen Vermögenswert gekoppelt sind, um die Volatilität zu minimieren	Einzigartige, unteilbare Token, die den Besitz eines bestimmten digitalen oder physischen Gegenstands darstellen.
Wird zur Zahlung von Transaktions-gebühren, Beteiligungen oder für den Zugriff auf Plattformfunktionen verwendet Nicht als Investition gedacht, es bestehen jedoch einige regulatorische Grauzonen	Gewähren Rechte auf Dividenden, Zinsen oder Gewinne, etc. Stark reguliert (z. B. gemäß SEC oder MiFID II in der EU).	Wird für Zahlungen, Überweisungen oder als Sicherheit im DeFi-Bereich verwendet. Verstärkte regulatorische Kontrolle der Reserven und Gewährleistung der Transparenz	Ermöglicht durch die Standards ERC-721 oder ERC-1155 auf Ethereum Ausweitung auf institutionelle Anwendungsfälle (z. B. digitale Identität, Rechtsverträge)
Beispiele: Filecoin (FIL), Chainlink (LINK), Uniswap (UNI)	**Beispiele**: Securitized tokens auf Immobilien, private equity shares	**Beispiele**: USDC (Circle), USDT (Tether), DAI (MakerDAO)	**Beispiele**: Kunst (Beeple), IP, Domain-namen

[33] https://www.bundesfinanzministerium.de/Monatsberichte/2019/06/Inhalte/Kapitel-3-Analysen/3-1-krypto-token_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=1

[34] Verordnung über Märkte für Kryptowerte (Markets in Crypto Assets Regulation, MiCAR). MiCAR richtet sich direkt an die Akteure des Kryptosystems, darunter Emittenten von Kryptowerten und Anbieter von Dienstleistungen rund um Kryptowerte. https://www.bundesbank.de/resource/blob/920566/4cc823bbce2aacef5f4c42aaa3eec3ee/mL/2023-12-kryptowerte-data.pdf

Die Anwendungsfälle sind nahezu unbegrenzt: Beispielsweise lassen sich durch Token Vermögenswerte wie Immobilien und Kunstwerke, aber auch Eigenkapital, Schulden oder Rohstoffe abbilden. Token können Funktionen übernehmen, die zuvor klassische Drittparteidienstleister wie z. B. Banken oder Versicherungen ausgeführt haben. Im Finanzbereich können durch Anlage- oder Security-Token Anteilsscheine oder Wertpapiere in digitaler Form dargestellt werden. Dabei ist es auch möglich, Teilhabe- und Stimmrechte oder Dividenden abzubilden. Durch die zugrundeliegende DLT wird eine effiziente Emission von digitalen Wertpapieren ermöglicht, wodurch Unternehmen unter Umständen einen verbesserten Zugang zu den Kapitalmärkten erhalten. Weitere Anwendungsbeispiele für die Token-Ökonomie finden sich im Lieferkettenmanagement, in der Logistik und im Energiesektor, indem beispielsweise ein in Token abgebildeter Direkthandel zwischen Energieerzeugern und Konsumenten ermöglicht wird.

!

Die **Tokenisierung** ermöglicht (zumindest in der Theorie):

- den kontinuierlichen, globalen Handel mit digitalen und digitalisierten Vermögenswerten
- Teileigentum, das die Eintrittsbarrieren in illiquide Märkte reduziert
- die fälschungssichere und handelbare Verbriefung von Werten
- Effizienzgewinne durch Ausschaltung einer dritten (unabhängigen) Vertragspartei
- *Peer-to-Peer*-Vernetzung

Den Vorteilen stehen jedoch in der Praxis auch hohe Risiken gegenüber, insbesondere für Investoren.

Bei Token wird der technologische Aspekt aufgrund des (eher) verbriefenden Charakters von Token noch um eine zusätzliche inhaltliche Prüfung ergänzt. **Welches Recht gewährt mir ein Token und ist dieses Recht bzw. dessen Ausübung im Einklang mit ethisch-nachhaltigen Kriterien?** Diese Frage ist allerdings losgelöst vom technologischen Rahmen und kann daher analog zu den existierenden Kriterien für ethisch-nachhaltige Geldanlage in der evangelischen Kirche durch den Anleger erfolgen.

Auf speziell für Investoren relevante Risiken weist die BaFin am Beispiel eines **Initial Coin Offering** hin. Coins sind Token, die die klassischen Geldfunktionen erfüllen. Im Rahmen eines „*Initial Coin Offering*" (ICO), „*Initial Token Offering*" (ITO), „*Security Token Offering*" (STO) werden zur Realisierung einer Geschäftsidee durch ein Unternehmen finanzielle Mittel eingeworben.[35] Für diese finanziellen Mittel erhalten Anleger sodann „Krypto-Token" oder „Coins". Bei ICOs werden regelmäßig sogenannte White Paper bereitgestellt, welche beispielsweise Informationen zum geplanten Geschäftszweck, zu den handelnden Personen und der technischen Ausgestaltung der Token beinhalten können. Diese White Paper sind jedoch nicht reguliert und in ihrer Form und ihrem Inhalt beliebig gestaltbar.

[35] https://www.bafin.de/SharedDocs/Downloads/DE/Merkblatt/WA/dl_wa_merkblatt_ICOs.pdf?__blob=publicationFile&v=2

!

Die Bafin warnt: Informationen in **White Paper**, die bei **Initial Coin Offerings** zur Verfügung gestellt werden, sind oftmals nicht hinreichend umfassend und präzise. Inhalte der White Paper werden auch während der ICO-Laufzeit geändert. White Paper werden in erster Linie als PR-Maßnahme und Kommunikationsmittel genutzt. Hierdurch bedingt ist kein hinreichender Schutz für Anleger gegeben.

Aus ethisch-nachhaltiger Perspektive gelten für die Unternehmen, die sich durch ein Initial Coin Offering Kapital beschaffen, dieselben **Ausschluss- und Positiv-Kriterien für Unternehmen**, die auch bei der Beurteilung von Aktien und Unternehmensanleihen angewandt werden, vgl. Leitfaden, S. 34-46. Auch Engagement als gestaltendes Instrument der ethisch-nachhaltigen Geldanlage kann zum Einsatz kommen, mit denselben Zielen wie bei Unternehmensanlagen: „**ESG-Engagement** dient der Verbesserung und langfristigen Erhaltung der Wertschöpfung eines Unternehmens und unterstützt es darin, seiner gesellschaftlichen Verantwortung gerecht zu werden."

4.2 Dezentrales Finanzwesen (DeFi)

Insbesondere im Finanzsektor verändert die Nutzung von Token bestehende Geschäftsmodelle und führt zu einer disruptiven Transformation, wobei die mit der DLT verbundenen Möglichkeiten zur Wertpapiergenerierung entscheidend beitragen. Seinen Anfang nahm Decentralised Finance, bzw. das Dezentrale Finanzwesen (DeFi) mit dem Erstarken von Kryptowerten sowie dem Aufkommen von Smart Contracts. [36] [37]

!

Decentralised Finance (DeFi) ist der Sammelbegriff für Finanzdienstleistungen, die automatisiert von DeFi-Protokollen über öffentliche Blockchains[1] angeboten werden. Wesentliches Charakteristikum ist, dass die Transaktionen über ein aus Smart Contracts bestehendes Protokoll stattfinden, welches die beiden Parteien automatisiert miteinander verknüpft. Es existiert keine weitere, zentrale Instanz. Die DeFi-Plattformen zeichnen sich in der Regel durch niedrige Eintrittsbarrieren, fehlende geografische Restriktionen sowie eine gegenwärtig hohe Unabhängigkeit vom traditionellen Finanzsystem, dem sogenannten Centralized Finance (CeFi), aus.

Mit DeFi ist die Erwartung verbunden, finanzielle Innovationen hervorzubringen, zum Beispiel liquidere Märkte im klassischen Sachwertebereich (Immobilien, Kunst) oder für nicht-traditionelle Vermögenswerte (z.B. immaterielle Vermögenswerte wie digitale Rechte).

[36] https://bankenverband.de/digitalisierung/decentralised-finance-eine-evolution-des-finanzsektors
[37] https://www.bafin.de/DE/Aufsicht/FinTech/Geschaeftsmodelle/DLT_Blockchain_Krypto/DLT_Blockchain_Krypto_node.html

Das Anwendungsspektrum möglicher Dienstleistungen und Transaktionen ist vielfältig: Es reicht von Zins- und Renditestrategien über das Verleihen von Kryptowerten bis hin zu Derivateprodukten. Allerdings ist der DeFi-Markt im Moment hoch volatil und komplex. Anleger und Kunden müssen die Angebote eigenverantwortlich auf ihre Seriosität hin prüfen und laufen im ungünstigen Fall Gefahr, ihr eingesetztes Kapital in Teilen oder vollem Umfang zu verlieren. Im Vergleich zum traditionellen Finanzsystem besitzt DeFi daher heute noch einen eher experimentellen Charakter.

!

Risiken von DeFi:

- Nahezu keine Möglichkeit zu Rückabwicklungen bei DeFi-Protokollen nach Hacker-Angriffen
- Keine regulierten Anbieter: Unregulierter Markt birgt Risiken und Unsicherheit für Nutzer
- Potenzielle Wertverluste des hinterlegten Kapitals bei kompromittierten Protokollen
- Volatilität: DeFi-Token und -Vermögenswerte können starken Preisschwankungen unterliegen
- Potenzielle Wertverluste durch Liquidierungen von Sicherheiten in Smart Contracts
- Komplexe Funktionsweise der Protokolle und der Smart Contracts macht tatsächliche Verluste oft schwer vorhersehbar.

Im sozialen und menschenrechtlichen Kontext bieten digitale Währungen Potenziale, die traditionelle Finanzsysteme zu wenig erschließen. Gleichzeitig gilt jedoch: Wo neue Möglichkeiten entstehen, wachsen auch neue Risiken. Eine verantwortungsvolle Einordnung verlangt daher eine Abwägung.

Wenn Finanztransaktionen zwischen einzelnen Teilnehmern automatisiert auf einer Blockchain durchgeführt werden, kann DeFi auch Menschen Zugang zu Finanzdienstleistungen ermöglichen, die bisher vom Finanzsystem ausgeschlossen waren, insbesondere in Ländern mit begrenztem Zugang zu Bankdienstleistungen (**finanzielle Inklusion**, SDG 1 und SDG 5).

Das dezentrale Finanzwesen und speziell Kryptowährungen können zur finanziellen Inklusion beitragen. In vielen Regionen der Welt sind Menschen aufgrund fehlender Bankinfrastruktur, diskriminierender Praktiken oder ökonomischer Benachteiligung vom Finanzsystem ausgeschlossen – besonders Frauen und marginalisierte Gruppen. Da digitale Währungen dezentral funktionieren und lediglich ein Smartphone erfordern, können Menschen ohne Bankverbindung sparen, Kredite nutzen, kleine Geschäftsmodelle umsetzen oder – etwa bei Wanderarbeitern – Löhne zuverlässig empfangen.

Auch in politisch oder wirtschaftlich fragilen Kontexten kann die Technologie einen menschenrechtlichen Mehrwert schaffen. In autoritär regierten Staaten, in denen Überwachung

oder Eingriffe in Vermögen vorkommen, eröffnet ihre Dezentralität geschützte finanzielle Handlungsspielräume, etwa für regierungskritische Akteure in Zivilgesellschaften. In Ländern mit starker Inflation können Kryptowährungen zudem helfen, Ersparnisse vor Wertverlust zu bewahren.

Dennoch darf nicht übersehen werden, dass starke Preisschwankungen, Betrugsmaschen und fehlender Verbraucherschutz besonders vulnerable Gruppen treffen. Daher lassen sich aus den genannten Chancen auch erhebliche Risiken ableiten – und genau deshalb braucht es klare Regulierung, transparente Schutzmechanismen sowie Investitionen in finanzielle und technische Bildung. Damit Kryptowährungen zu Menschenrechten und sozialer Teilhabe beitragen, braucht es klare Regeln und Schutz für die Verletzlichsten. Nur dann kann ihr Potenzial sicher genutzt werden. [38]

Zum Thema finanzieller Inklusion sind auch die bisherigen Erfahrungen mit Kryptowährungen als gesetzliches Zahlungsmittel zu berücksichtigen. In zwei Ländern gab es bisher entsprechende Versuche: in der Zentralafrikanischen Republik, einem der ärmsten Länder weltweit, und in El Salvador.

In El Salvador ist gut drei Jahre nach Einführung des Bitcoins als offizielle Landeswährung das Experiment gescheitert. Hintergrund ist der Druck des Internationalen Währungsfonds IWF, der die Abschaffung zur Auflage für die Auszahlung eines Milliardenkredits machte und ein Ultimatum bis Ende Januar 2025 gestellt hatte. Der autoritäre Staatschef Nayib Bukele hatte die Einführung des Bitcoins gegen alle Widerstände durchgesetzt, aber die Bevölkerung akzeptierte die Kryptowährung nie, sondern verwendete weiterhin den US-Dollar.

In einem sehr armen Land wie El Salvador verfügen nur wenige über ein Smartphone, das für die Bitcoin-Nutzung geeignet ist. Bukele hatte der Bevölkerung versprochen, die Währung werde „wirtschaftlichen Wohlstand und finanzielle Freiheit“ bringen. Beides trat nie ein. Im Gegenteil: Mitte 2024 war die Armut in El Salvador um ein knappes Prozent gegenüber dem Vorjahr gestiegen.[39]

Die Einführung einer Krypto“währung“ als offizielle Landeswährung hat bisher immer zu mehr und nicht zu weniger Armut und Ungleichheit in einem Land geführt.

[38]Narula, R. (2023). Cryptocurrencies: Social and Economic Impact. Journal of Financial Technology, 15(2), 45-67.
Smith, L. (2024). The Role of Cryptocurrencies in Financial Inclusion. Global Economics Review, 12(1), 29-42.
Gladstein, A. (2025). Why Bitcoin is Freedom Money, Journal of Democracy, Johns Hopkins University Press, Volume 36, Number 4, 20-35.
De Masi, F. (2023), When Finance Meets Big Data-Financial Technology and the Scramble for Africa, Rosa- Luxemburg-Stiftung

[39] https://www.fr.de/wirtschaft/bitcoin-in-el-salvador-warum-das-experiment-enden-musste-93546868.html

5 Einordnung digitaler Assets

5.1 Coins

Auch deutsche Finanzinstitute bieten ihren Kunden Krypto-Geldanlagen an, und das Handeln mit Coins ist über diverse Trading-Apps jeder und jedem zugänglich.[40]

> **!** Alle digitalen Assets, die primär zur Wertaufbewahrung, als Tauschmittel oder als Recheneinheit benutzt werden, werden Kryptocoins, bzw. Coins genannt. **Coins** funktionieren auf ihrer jeweils eigenen Blockchain. Außer dem Bitcoin zählen noch die sogenannten **Alt-Coins** (Alternativen zum Bitcoin) zu den Coins. Coins sind als digitales Geld konzipiert, das als Alternative zum staatlichen Notenbankgeld und auch zum staatlich regulierten Bankenwesen gedacht ist.

Die **Liste von Krypto"währungen", bzw. -coins** gibt einen Überblick über die zehn handelbaren Kryptowerte mit der größten Marktkapitalisierung und ihren Eigenschaften.

(Stand Dezember 2025)

Name	Markt-kapitalisierung in Mrd. USD	Beschreibung
Bitcoin	1.800,0	Die erste und bekannteste Kryptowährung, oft als "digitales Gold" bezeichnet. Dient primär als dezentrales Wertaufbewahrungsmittel und Zahlungssystem.
Ethereum	365,3	Die zweitgrößte Kryptowährung. Ermöglicht Smart Contracts und dezentrale Anwendungen (dApps) auf ihrer Blockchain, wodurch sie eine Plattform für Defi, NFTs und mehr ist.
Tether	184,6	Der größte Stablecoin, der darauf abzielt, seinen Wert 1:1 an den US-Dollar zu koppeln. Wird oft für den schnellen Handel und als Wertspeicher an Kryptobörsen verwendet.
XRP	132,7	Der native Coin, der von Ripple Labs entwickelt wurde, um schnelle und kostengünstige grenzüberschreitende Zahlungen für Banken und Finanzinstitute zu ermöglichen.
BNB (Binance Coin)	122,9	Ursprünglich ein Utility-Token für die Kryptobörse Binance, um Handelsgebühren zu reduzieren. Dient heute auch als native Währung der BNB Chain (ehemals Binance Smart Chain), einer wichtigen Plattform für dApps und Defi.
Solana	79,7	Eine Hochleistungs-Blockchain, die für ihre sehr hohen Transaktionsgeschwindigkeiten und niedrigen Gebühren bekannt ist. Dient als Plattform für dezentrale Anwendungen (dApps), Defi und NFTs.
USDC	75,9	Ein weiterer wichtiger Stablecoin, der ebenfalls 1:1 an den US-Dollar gekoppelt ist und von Circle und Coinbase verwaltet wird. Wird oft als transparenter und regulierungskonformer betrachtet.
Tron	26,2	Zielt darauf ab, ein dezentrales Internet zu schaffen, insbesondere im Unterhaltungsbereich. Die Plattform ist bekannt für ihre schnellen Transaktionen und niedrigen Gebühren und wird oft für Stablecoin-Transaktionen genutzt.
Dogecoin	23,4	Ursprünglich als Meme-Coin gestartet, hat Dogecoin eine große und engagierte Community. Es handelt sich um eine Peer-toPeer-Kryptowährung, die oft für Trinkgelder und wohltätige Zwecke verwendet wird.
Cardano	15,6	Eine Blockchain-Plattform, die sich auf eine wissenschaftliche Peer-Review-gesteuerte Entwicklung konzentriert. Zielt darauf ab, eine nachhaltigere skalierbarere Infrastruktur für dApps und Smart Contracts als frühere Blockchains zu bieten.
		Defi = Decentralised Finance, NFTs = Non-Fungible Token, dApp = decentralized Application

Kryptozahlungsmittel haben 2025 massiv an Wert verloren. Zwischen Anfang Oktober und Anfang Dezember ist der Kurs des am weitest verbreiteten geldähnlichen Digitalzahlungsmittels Bitcoin um mehr als ein Drittel gefallen, von 125.000 auf unter 85.000 US-Dollar. Die Nummer zwei im Markt, Ethereum, hat sogar mehr als 40 Prozent eingebüßt.

Dem Absturz der Bewertungen ging ein außergewöhnlicher Höhenflug voraus. Seit sich ab September 2024 immer klarer ein Wahlsieg Donald Trumps abzeichnete, schossen die

[40] https://www.bpb.de/themen/wirtschaft/zahlenbitte/573574/14-sind-kryptowaehrungen-echtes-geld/

Kryptokurse in die Höhe. Zwischen September und dem Amtsantritt als US-Präsident im Januar 2025 stieg der Bitcoin-Kurs um zwei Drittel. Im Wahlkampf hatte Trump versprochen, die Kryptobranche zu deregulieren, also etwa Banken und Versicherungen die Nutzung zu erleichtern. Entsprechend besetzte er später US-Regulierungsbehörden mit kryptofreundlichem Personal. Die Trump-Familie hat 2024 selbst eine Kryptofirma („World Liberty Financial") gegründet und eigene Tokens auf den Markt gebracht, die inzwischen stark an Wert verloren haben.

!

Coins wie Bitcoin sind chronisch instabil. Finanzmarktblasen und Crashs wechseln sich ab. Gesamtwirtschaftlich ist das so lange kein Problem, wie der Kryptosektor insgesamt relativ klein und begrenzt ist. Wenn Spekulanten damit Geld verdienen oder verlieren, ist das Privatsache. Wenn sich jedoch **Coins in Geldanlageprodukten** wie Rentenfonds oder der Kreditvergabe an Firmen und Bürger findet, kann ein Wertverfall das gesamte Finanzsystem destabilisieren.

Es kann dann zu ernsten Krisen kommen, gegen die der Staat schwerlich etwas tun kann. Die staatlichen Finanzregulierungsbehörden wiederum sorgen sich vor allem um die Stabilität von Banken und Finanzmärkten insgesamt. Deshalb unterliegen Coins bislang strikten Regulierungen.

Einige Länder haben mit Kryptowährungen als offiziellem Zahlungsmittel experimentiert, was jedoch nicht zur Stabilisierung der Wirtschaft in diesen Ländern beigetragen hat.[41] Außerdem bringt die Verwendung von Krypto-Werten als Zahlungsmittel buchhalterische, steuerliche und rechtliche Unsicherheiten mit sich. Was passiert bei Zahlungsausfällen? Oder wenn eine Kundin die Zahlung wegen eines Kursanstiegs im Nachhinein anzweifelt?

!

Die Sicherheit innerhalb der Blockchain-Technologie schützt also weder vor praktischen Alltagsrisiken[42], und schon gar nicht vor Wertverlusten durch Inflation.

Dazu kommt die Problematik der **Kryptokriminalität**. Kryptowerte sind auch mit Kriminalität, Geldwäsche und Terrorfinanzierung verbunden. Die auf Dezentralität basierenden und Anonymität ermöglichenden Kryptowerte und ihr Handel über Kryptobörsen werden zunehmend zur Finanzierung von Terrorismus weltweit und zur Abwicklung von kriminellen Zahlungen für Kinderpornografie, Erpressung, Drogen- oder Menschenhandel, sowie zur Geldwäsche für das organisierte Verbrechen genutzt. Letztlich geht es bei der Kryptokriminalität immer darum, die Spur des Geldes zu verschleiern.[43]

„Süddeutsche Zeitung, NDR und WDR [und weitere] haben … in den vergangenen zehn Monaten mit Dutzenden Krypto-Opfern gesprochen … In der Krypto-Welt geht es längst nicht mehr nur darum, arglose Investoren auszunehmen. Der volldigitale neue Finanzkosmos mit eigenen Währungen und Instituten ist heute ein Magnet für das weltweit agierende organisierte

[41] https://www.bpb.de/themen/wirtschaft/zahlenbitte/573574/14-sind-kryptowaehrungen-echtes-geld/
[42] Vgl. Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht, 2025.
[43] https://www.sueddeutsche.de/projekte/artikel/wirtschaft/kryptowaehrung-einfluss-geldwaesche-terrorismusfinanzierung-betrug-scam-bitcoin-e093287/

Verbrechen, wie es in der analogen Welt die Offshore-Paradiese von Panama bis zu den Kaimaninseln waren oder die verschwiegenen Bankenplätze der Schweiz und Liechtensteins. Ein Ort, an dem Kartelle ihr Drogengeld mithilfe von Kryptowährungen waschen; an dem kriminelle Zahlungen im Zusammenhang mit Menschenhandel, Kinderpornografie oder Erpressung von Unternehmen mit Schadsoftware abgewickelt werden. Und über den der globale Terror sich finanziert: Die palästinensische Terrororganisation Hamas etwa blendet in Youtube-Videos unverfroren Walletadressen ein, an die Sympathisanten Bitcoin verschicken können, um Waffen für den Krieg gegen Israel zu finanzieren." [44]

Der **immense Stromverbrauch** ist auf jeden Fall kritisch zu sehen, auch wenn er aus Erneuerbaren stammt. Strom aus Erneuerbaren wird auf absehbare Zeit knapp sein und für andere Zwecke nicht zur Verfügung stehen, wenn er für Krypto-Anwendungen verwendet wird. Beim Argument „Beförderung der Transformation" besteht also hoher Greenwashing-Verdacht. Da der Ausbau der regenerativen Stromerzeugung nicht beliebig beschleunigt und skaliert werden kann und gleichzeitig neue Verbrauchsektoren durch Verkehr, Wärme und Teile der Industrie hinzukommen, bleibt Energieeffizienz auf absehbare Zeit die entscheidende (umwelt-)kritische Erfolgsvoraussetzung für alle digitalen Lösungen. [45]

Zu bedenken ist auch die **Suchtgefahr**. International interessieren sich immer mehr Sucht-Fachleute für das Phänomen „Kryptowährung". Erste Studien zeigen, dass es unter Menschen mit pathologischem Spielverhalten überproportional viele gibt, die auch in Kryptocoins investieren. Und: Personen, die mit Kryptocoins handeln, neigen auch verstärkt zu riskanten Börsenspekulationen und problematischem Glücksspielverhalten. Außerdem treten bei ihnen gehäuft Ängste und depressive Verstimmungen auf. [46]

Die ethisch-nachhaltige Bewertung von Kryptowerten hat insgesamt folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- die Energieintensität und damit den **Treibhausgasausstoß** der auf der Blockchain verwendeten Konsensmechanismen
- die Tatsache, dass es sich bei Anlagen in Krypto-Werte um **Spekulation auf eine Preisentwicklung, nicht jedoch um ein Investment in Werte** handelt
- die **Ähnlichkeit mit Glücksspiel** – mit allen damit verbundenen Problemen, insbesondere der Suchtgefahr (Leitfaden, S. 37 und S. 39)
- die Problematik, dass Krypto-Werte untrennbar mit **Kriminalität, Geldwäsche und Terrorfinanzierung** verbunden sind.

5.2 Stablecoins

Die Staaten und Zentralbanken wollen sich die Herrschaft übers Geld nicht durch private Akteure entreißen lassen und reagieren auf die Herausforderung der privaten Kryptowährungen. Dabei

[44] https://www.sueddeutsche.de/projekte/artikel/wirtschaft/kryptowaehrung-einfluss-geldwaesche-terrorismusfinanzierung-betrug-scam-bitcoin-e093287/
[45] Wuppertal Institut, https://d-nb.info/1242090908/34
[46] https://www.automatisch-verloren.de/glueckspiel-wissen-kompakt/newsletterarchiv/suechtig-nach-bitcoins
https://www.ft.com/content/0f879851-5c74-42ef-914b-154cd4e9a881

stechen zwei Konzepte heraus: die Stablecoins in den USA und der digitale Euro. Beide unterscheiden sich und beide sind jeweils typisch für ihre Region.

> **!** **Stablecoins** sind wertreferenzierende Token, also **von nicht-staatlicher Seite geschaffene Kryptowerte**, die in ihrer Wertentwicklung an gesetzliche Zahlungsmittel (z. B. US-Dollar oder Euro) oder andere Vermögenswerte (z.B. Gold, Wertpapiere, andere Kryptowerte oder eine beliebige Mischung hiervon) gekoppelt sind. Der digitale Euro hingegen ist Zentralbank-Geld.

2014 startete als erster Stablecoin der US-Dollar-gedeckte Tether. Der gehandelte Stablecoin kann am besten mit einem Geldmarktfonds oder einem ETF verglichen werden. Er stellt eine elektronische Hülle für Wertpapiere dar – ähnlich einer Verbriefung. Für die Anbindung an eine Zentralbankwährung decken sich der Stablecoin und der so genannte Basiswert nur rechnerisch 1-zu-1. Oftmals setzen die bestehenden Stablecoins auf Devisen oder Anleihen zur Deckung und sie erreichen dieses Verhältnis nur annähernd. Die erhoffte Krisensicherheit ist deshalb nicht nur von den Schwankungen des Realwertes abhängig. Der Käufer eines Stablecoins trägt zusätzlich das Risiko, dass die Deckung unvollständig ist.

Dank ihrer relativen Stabilität bilden Stablecoins eine Brücke zwischen der klassischen Finanzbranche und dem blockchainbasierten alternativen Finanzsektor (DeFi). Um im DeFi-Sektor zu handeln, tauschen insbesondere Akteure aus Schwellenländern zunächst ihr Geld in Stablecoins und übertragen so die Stabilität des traditionellen Finanzsektors auf die Stablecoins.

Stablecoins sind ein wichtiges Werkzeug geworden, um Menschen in Schwellenländern Zugang zu stabilen Währungen wie dem US-Dollar zu ermöglichen – schneller, billiger und flexibler als das aktuelle Finanzsystem es oft erlaubt. Aber: Sie sind kein risikofreier Ersatz für echte Bankeinlagen – eher ein digitales Werkzeug, das je nach Land große Vorteile, aber auch rechtliche und technische Risiken hat. Stable Coins werden auch von großen Zahlungsverkehrsdienstleister und Banken angeboten.

Stablecoins sind eine wichtige Grundlage tokenisierter Wertpapiere. Sie können zwar auch mit herkömmlichem Geld gekauft werden, aber Stablecoins sind ein besonders praktisches Abwicklungswerkzeug. Diese digitalen Anleihen sind die bedeutsamste Innovation im Finanzsektor in jüngster Zeit. Sie erlauben Transaktionen zu geringeren Kosten und mit einer deutlich schnelleren Abwicklung. Der Nachteil für Stablecoin-Investoren ist jedoch das Fehlen von Sicherheitsmechanismen wie Einlagensicherung oder Anlegerentschädigung. Im Gegensatz zu einem Fondsinvestment, das als Sondervermögen geschützt ist, steht bei Ausfall des Emittenten niemand für den Ausfall von Stablecoins gerade.

Die US-Administration setzt auf Stablecoins, die als Kryptowährung den Dollar in digitaler Form abbilden. Mit ihrer gerade verabschiedeten Regulierung will sie diesen Bereich fördern und nebenbei den Markt für US-Staatsanleihen stützen, weil diese als Sicherheit für die Coins hinterlegt werden müssen. Das Konzept setzt auf private Anbieter von Stablecoins. Europa hingegen arbeitet seit Jahren an einem staatlichen digitalen Euro.

Digitales Zentralbankgeld ist nicht nur eine Alternative, sondern der Gegenentwurf zu Kryptowährungen. Auch wenn die genaue technische Grundlage für den digitalen Euro noch nicht finalisiert ist, steht eines bereits fest: Im Gegensatz zu einer öffentlichen Blockchain wie beim

Bitcoin würde der digitale Euro auf der Infrastruktur des Euro-Systems betrieben. Damit wären eine effiziente Verarbeitung und ein sicherer Umgang mit Daten durch Verschlüsselung und Pseudonymisierung möglich.[47]

	Vorteile von Stablecoins	**Nachteile von Stablecoins**
	Relative Stabilität, da wertreferenzierend	Risiko der unvollständigen Deckung
	Zugang zum „Dollar“ für Menschen in Schwellenländern	Kein risikofreier Ersatz für Bankdienstleistungen
	Wichtige Grundlage tokenisierter Wertpapiere	Fehlende Einlagensicherung
	Können Innovationen im Finanzsektor ermöglichen	Zementiert die Abhängigkeit von den USA

5.3 Digitales Zentralbankgeld

Weltweit arbeiten 114 Staaten, die über 95 % des weltweiten BIP repräsentieren, an der Entwicklung von digitalem Zentralbankgeld. Zentralbankgeld wird von Zentralbanken als Verbindlichkeit ihrer jeweiligen Zentralbankbilanz herausgegeben.

!	Bisher gibt es im Euroraum nur zwei Formen von **Zentralbankgeld**: Bargeld und die Einlagen von Geschäftsbanken auf Zentralbankkonten. Digitales Zentralbankgeld wird darum auch als digitaler Zwilling des Bargelds bezeichnet. Zentralbankgeld ist generell vom Buch- oder Giralgeld zu unterscheiden, das immer digital ist, aber von Geschäftsbanken „geschöpft“ wird.

Zentralbankgeld ist die Recheneinheit in einem Währungsraum, d.h., die Preise von Gütern und Dienstleistungen werden in Einheiten des Zentralbankgeldes angegeben. Sein Nominalwert ist von der Zentralbank garantiert. Anders als der Wert aller anderen Verbindlichkeiten im privaten und öffentlichen Sektor ist der Nominalwert von Zentralbankverbindlichkeiten nicht durch Angebot und Nachfrage bestimmt und unterliegt insoweit keinen marktbedingten Schwankungen. Zentralbanken stehen zudem mit ihrem geldpolitischen Instrumentarium für die Wertstabilität des von ihnen herausgegebenen Gelds ein (Minimierung des Kaufkraftrisikos).[48]

!	Die EU-Institutionen verfolgen mit dem **digitalen Euro** grundlegende Ziele. Er soll die Souveränität im europäischen Zahlungsverkehr sichern: Nicht nur Kryptowährungen, auch die geplanten virtuellen Währungen von Staaten wie Großbritannien, China und der USA bedrohen auf Dauer die Rolle des Euro als dominierendes Zahlungsmittel. Zudem soll ein Zahlungssystem mit E-Euro ein Gegengewicht zu den dominanten amerikanischen Zahlungsdienstleistern wie Visa, Mastercard, GooglePay, ApplePay und PayPal bilden.

[47] https://www.bundesbank.de/de/presse/gastbeitraege/die-eu-muss-den-digitalen-euro-voranbringen-967322
[48] https://www.bundesfinanzministerium.de/Monatsberichte/2023/04/Inhalte/Kapitel-3-Analysen/3-1-digitales-zentralbankgeld-und-digitaler-euro.html

Der digitale Euro trägt als bewusster Gegenentwurf zu Kryptowerten **zu SDG 16** bei:

- Institutionen stärken
- Illegale Finanz- und Waffenströme sowie organisierte Kriminalität verringern
- Korruption und Bestechung reduzieren
- Dafür sorgen, dass die Entscheidungsfindung auf allen Ebenen bedarfsorientiert, inklusiv, partizipatorisch und repräsentativ ist.

Aber auch geldpolitische Gestaltungsmöglichkeiten werden diskutiert. Da die E-Euros auf separaten Konten geführt werden, könnten für sie andere Leitzinssätze festgelegt werden als für Bar- und Buchgeld. Im Extremfall wäre etwa denkbar, dass mit Strafzinsen für E-Euros der Konsum angetrieben und die Wirtschaft angekurbelt werden könnten.

Die EU-Kommission hatte 2023 vorgeschlagen, den digitalen Euro in zwei Versionen einzuführen: Einer Online-Variante, die dem heutigen Bezahlen mit Kredit- und Bankkarten sowie Online-Bezahldiensten ähnelt, und einer Offline-Variante, die Bargeld ähnlicher ist.

Der Rat der Europäischen Zentralbank (EZB) hat Ende Oktober 2025 beschlossen, zur nächsten Phase des Projekts zum digitalen Euro überzugehen, in der es um die Verfeinerung der praktischen Gestaltung geht. Zu den wichtigsten Ergebnissen zählen

- die Ausarbeitung des Entwurfs eines Regelwerks für den digitalen Euro,
- die Auswahl von Anbietern für die Komponenten des digitalen Euro und damit verbundene Dienste,
- der erfolgreiche Betrieb einer Innovationsplattform für Tests mit Marktteilnehmern sowie
- die Untersuchung durch eine technische Arbeitsgruppe dazu, ob der digitale Euro in das Zahlungsökosystem passt.

Der endgültige Beschluss des EZB-Rats darüber, ob und wann ein digitaler Euro ausgegeben wird, wird erst dann getroffen, wenn die Rechtsvorschriften angenommen worden sind. Unter der Annahme, dass die EU-Mitgesetzgeber die Verordnung zur Einführung des digitalen Euro im Jahr 2026 annehmen, könnten ein Pilotprojekt und erste Transaktionen ab Mitte 2027 stattfinden. Das gesamte Eurosystem sollte dann im Jahr 2029 bereit für eine potenzielle erste Ausgabe des digitalen Euro sein.

!

Der digitale Euro als digitale Version der Gemeinschaftswährung soll das Euro-Bargeld ergänzen, aber nicht ersetzen, und soll überall im Euro-Raum als Zahlungsmittel akzeptiert werden. Er soll per App nutzbar sein.

6 Appendix

6.1 Due Diligence

Die Due Diligence bei digitalen Assets sollte verschiedene Perspektiven einnehmen und unterschiedliche Fragen in Bezug auf Chancen und Risiken eines (digitalen) Assets beantworten. Die nachfolgende Tabelle versucht einen Ausgangspunkt für unterschiedliche Perspektiven und damit einhergehenden Fragestellungen zu liefern, ohne einen Anspruch auf Vollständigkeit zu formulieren.

Perspektive der Due Diligence	**Exemplarische Fragestellungen**
Governance	In welchem regulatorischen Rahmen ist ein digitales Asset eingebettet?[49]
	Wer hat die Blockchain entwickelt? Wurde die Entwicklung auditiert und verifiziert?
	Wie sieht die "Eigentümerstruktur"/das Netzwerk der Blockchain aus?
	Für welche Zwecke wird das digitale Asset (mutmaßlich) eingesetzt? (Negativbeispiel: bekannte Krypto-Mixer)
	Liquide digitale Assets: Gibt es Anzeichen für Marktmanipulation in Form von Spoofing, Wash Trades oder Volumensanomalien?[50]
Technologie	Wie funktioniert die zugrundeliegende Blockchain/ein digitales Asset/ein Smart Contract[51]? (Code Review!)
	Welchen Konsensmechanismus verwendet die zugrundeliegende Blockchain?
	Welche Transaktionsgeschwindigkeit hat die zugrundeliegende Blockchain?[52]

[49] In Europa ist MiCAR relevante Rechtsgrundlage der Regulierung.
[50] Spoofing = betrügerisches Aufblähen von Preisen für Kryptowährungen; Wash Trades = Kauf und Verkauf von (digitalen) Assets ohne tatsächlichen Wechsel wirtschaftlichen Eigentums um künstlich Volumen und Marktaktivität in spezifischen (digitalen) Assets zu erhöhen; Volumensanomalie = ungewöhnliche bzw. verdächtige Transaktionen. Für Details zu Wash Trades vgl. Cong et al., 2022.
[51] Für Details um technologische Due Diligence bei Smart Contracts (mit Fokus auf Ethereum Smart Contracts) s. Kushwaha et. al., 2022.
[52] Ein einzelner Block in der Blockchain hat eine begrenzte Kapazität, d.h. Speicherplatz. Bei Bitcoin kann ein einzelner Block max. 4 MB groß sein (vor dem SegWit Update 2017 1 MB), wodurch die Anzahl an bewältigbaren Transaktionen pro Block ebenfalls begrenzt wird. Das Berechnen eines neuen Blocks resultiert in einem zusätzlichen Overhead, der die Anzahl an theoretisch realisierbaren Transaktionen pro Sekunde ("TPS") begrenzt. Insbesondere für hochfrequente Anwendungsbereiche, wie z.B. globalen Zahlungssystemen, ist diese technische Limitierung essentiell bei der Beurteilung der jeweiligen Blockchain in Bezug auf die Geeignetheit für einen Anwendungsfall.

Investment	Welche Faktoren erklären Risiko und Wertentwicklung von Kryptowährungen?[53]
	Welche realen Anwendungsfälle gibt es für die zugrundeliegende Blockchain?
	Wie ist ein digitales Asset mit anderen Assets korreliert?
	Wie sieht das Liquiditätsprofil eines digitalen Assets aus?
Operativ	Wo sollen digitale Assets verwahrt werden?
	Wo sollen digitale Assets gekauft werden?
	Wie können institutionelle Anforderungen an ein Mehr-Augen-Prinzip technisch umgesetzt und sichergestellt werden?
Nachhaltig	Welcher Konsensmechanismus wird für das digitale Asset verwendet?
	Welchen realwirtschaftlichen Zweck erfüllt das Investment?
	Wie ist die Eigentümerstruktur des digitalen Assets? Wer hat das digitale Asset „erschaffen“?
	Wofür wird das digitale Asset von Käufern verwendet?
	Welche Nachrichten (positiv/negativ) existieren zum digitalen Asset? *(= News-Recherche)*

[53] Liu und Tsyvinski, 2021.

6.2 Strategien für die Investition in digitale Assets

Disclaimer
Die vorliegende Handreichung stellt keine Anlageberatung oder Empfehlung für Leser dar. Grundlage jeder Anlageentscheidung sollte eine ausgewogene, eigenständige Recherche unter Berücksichtigung der eigenen Anlageziele und Risikotragfähigkeit sein.

Der nachfolgende Abschnitt geht ausschnittsweise auf Strategien bei der Investition in digitale Assets ein. Aus Gründen der Übersichtlichkeit beschränkt sich der nachfolgende Abschnitt ausschließlich auf digitale Assets, denen kein realer Vermögenswert zugrunde liegt.[54]

Asset Allocation und Indexing
Die bekannteste und einfachste Strategie für Investoren ist der Erwerb von Coins als Beimischung in die bestehende Asset Allocation.[55] Investoren können sich hierbei für spezifische digitale Assets entscheiden oder einen Indexing-Ansatz[56] wählen, bei dem versucht wird, den Gesamtmarkt an digitalen Assets möglichst effizient abzubilden.

Initial Coin Offerings
Ähnlich wie bei Aktien-IPOs können sich Investoren in der Frühphase durch sogenannte Initial Coin Offerings an Projekten beteiligen. ICOs erfordern ein hohes Maß an Due Diligence und sind üblicherweise mit Private Equity und Venture Capital Investitionen vergleichbar.[57]

Validierungsbelohnung und Staking
Zugrundeliegende Technologie digitaler Assets ist die Blockchain. Die Blockchain verfügt über einen Konsensmechanismus. Für die Validierung der Blockchain, d.h. das "Berechnen" des nächsten Blocks, werden typischerweise Belohnungen ausgeschüttet. Investoren können Erträge über die Validierung des nächsten Blocks (bei Proof-of-Work-Blockchains) oder über die Beteiligung an der Validierung des nächsten Blocks (bei Proof-of-Stake-Blockchains). Besonders verbreitet ist diese Strategie bei Blockchains mit Proof-of-Stake-Konsensmechanismus. Dies liegt am implementieren Mechanismus der Konsensfindung, der über einen längeren Zeitraum verlässliche Erträge in Höhe des prozentualen Anteils der eigenen Coins an allen verfügbaren Coins in Relation zur Höhe der Konsensbelohnung ermöglicht.[58] Durch die beschriebene Funktionsweise des Belohnungssystems des Proof-of-Stake-Konsensmechanismus entsteht für Investoren ein zinsähnlicher, laufender Ertrag. Zur Erzielung eben jenes Ertrags können Investoren ihre Coins über Smart Contracts an Staking-Pools delegieren (= *umgangssprachlich staken*) und erhalten basierend auf der Anzahl delegierter Coins eine prozentuale Beteiligung an den erzielten Belohnungen ohne selber technisch an der Validierung der Blockchain beteiligt zu sein.

[54] In Fällen tokenisierter Vermögenswerte dominiert das zugrunde liegende (reale) Asset und dessen Charakteristik und Funktionsweise sollten im Vordergrund stehen.
[55] Vgl. CFA, 2022.
[56] Für eine beispielhafte Methodologie für Indexing siehe u.a. Trimborn und Härdle, 2016, S. 3ff.
[57] Siehe u.a. Howell et al., 2018 und Kaal und Dell'Erba, 2017.
[58] Für eine umfangreichere Einführung in die Thematik Staking s. Krause, 2024.

Staking kann mit dem Erwerb von Lotteriescheinen verglichen werden. Der Proof-of-Stake-Mechanismus wählt zufällig einen der bereitwilligen Teilnehmer zur Validierung der Kette aus. Die Wahrscheinlichkeit eines Teilnehmers ausgewählt zu werden entspricht dabei dem Anteil der Coins, die er im Vergleich zur Gesamtzahl verfügbarer Coins unter den Teilnehmern repräsentiert.

!

Um die eigene Chance zur Validierung und den damit verbundenen Erhalt der Belohnung zu erhöhen, erhöhen professionelle Validierungsanbieter ("**Pools**") ihre Chancen, indem sie außer eigenen auch Coins von Investoren repräsentieren. Im Gegenzug vergüten die Pools die Delegation der Coins an sich prozentual aus den erzielten Belohnungen des jeweiligen Pools.

Garantiert die Delegation ad hoc keine Belohnung, konvergiert die erwartbare Belohnung langfristig gegen den prozentualen Anteil der eigenen Coins an allen verfügbaren Coins mal der durchschnittlichen Belohnung für die Validierung.

Liquidity Providing (DEX) / Maker-Taker-Modelle

Professionelle Investoren können auch Liquidität bereitstellen und dadurch Erträge erzielen. Bei dezentralen Börsen ("Decentralized Exchanges" / "DEX")[59] existieren hierfür unterschiedlichste Smart Contracts.[60] Auch an zentralen Handelsplätzen (Börsen, "Centralized Exchanges", "CEX") existieren bei einzelnen Anbieter Modelle zur Liquiditätsbereitstellung. Das verbreitetste Modell ist hierbei das bewährte Maker-Taker-Modell, welches bereits maßgeblich zum Wachstum elektronischer Handelsplattformen (ECNs) in der traditionellen Finanzwelt beigetragen hat.[61]

Lending / Borrowing

Über verschiedene Lösungen (z.B. Aave[62] oder Compound) können Investoren Darlehen in Form von digitalen Assets vergeben und dafür einen ordentlichen Ertrag erzielen.[63]

[59] Für eine Aufstellung aktuell relevanter DEX basierend auf Marktkapitalisierung und Handelsvolumen siehe CoinGecko, 2025.
[60] Für eine Einführung in das Liquidity Providing Ökosystem auf DEX siehe u.a. Capponi und Jia, 2025.
[61] Für eine Einführung in die Funktionsweise von Maker-Taker-Modellen und deren Relevanz siehe u.a. Fox et al., 2019, S. 281-289.
[62] Zur Funktionsweise von Aave vgl. Frangella und Herskind, 2022.
[63] Für eine Einführung in den Themenkomplex Decentralized Lending siehe u.a. Xu und Vadgama, 2022 oder Gambacorta et al., 2024.

6.3 Handel von digitalen Assets

Haben Investoren basierend auf einer umfangreichen Due Diligence eine Entscheidung für ein spezifisches digitales Asset getroffen, gilt es die Frage nach der geeigneten Abbildung, dem geeigneten Handelsplatz und der Verwahrung zu stellen. Aus Gründen der Einfachheit betrachtet der nachfolgende Abschnitt relevante Aspekte für den Erwerb von Coins. Bei komplexeren Strategien werden Teile der Frage maßgeblich auch durch die Verfügbarkeit des gewünschten Produkts/der gewünschten Strategie dominiert.

Einfachste Lösung für Investoren zur Abbildung von digitalen Assets sind heutzutage sogenannte Exchange Traded Products ("ETPs"). Diese "verpacken" digitale Assets in den Mantel eines klassischen börsengehandelten Finanzprodukts und können einfach über existierende Finanzdienstleister mit Handelsangebot und Börsenzugang erworben werden.

Was muss bei der Auswahl von Exchange Traded Products (ETPs) berücksichtigt werden?

Analog zu passiven ETFs sollten Investoren neben der grundsätzlichen Investitionsentscheidung für das zugrundeliegende digitale Asset drei relevante Fragen zur Identifikation eines geeigneten ETPs beantworten:

- Entspricht die Wertentwicklung des ETPs der Wertentwicklung des "verpackten" digitalen Assets? (Beispielhaftes Kriterium zur Beurteilung: Tracking Error vs. digitales Asset)
- Welche Kosten sind mit dem ETP verbunden? (Beispielhafte Kriterien: Total Expense Ratio, Liquidität, Handelsvolumen, Spreads)
- Wer ist der Emittent des ETP und welches Kontrahentenrisiko resultiert hieraus? (Beispielhafte Kriterien: Ruf und ethisch-nachhaltige Beurteilung des Emittenten, Bilanzqualität des Emittenten)

Neben dem Erwerb von abbildenden Produkten steht den Investoren auch die direkte Investition in digitale Assets offen. Hierbei müssen sich Investoren Fragen zum Handel und zur Verwahrung der erworbenen digitalen Assets beantworten. Bei beiden Fragestellungen kann grundsätzlich zwischen zentralen und dezentralen Lösungen unterschieden werden.[64]

Zentrale Lösungen für den Handel und die Verwahrung von digitalen Assets sind, wie in der traditionellen Finanzwelt, Finanzintermediäre. Beispiele hierfür sind Börsen.[65]
Börsen vereinfachen für Investoren den Zugang zu digitalen Assets. Damit stehen sie im Gegensatz zum ursprünglich dezentralen Gedanken von Blockchains, haben sich aufgrund ihrer Ähnlichkeit zu bekannten traditionellen Finanzdienstleistern aber als feste Größen etabliert.

[64] Für eine umfangreiche Einleitung über Hintergründe und Aspekte der Fragestellung siehe u.a. Hägele, 2024.
[65] Für einen Marktüberblick zu Handelsplätzen s. CoinGecko, 2025.

> **!** Der Handel und insbesondere die dauerhafte Verwahrung von digitalen Assets bei Börsen (und anderen zentralisierten Dienstleistern) führt zu einem Kontrahentenrisiko, welches Investoren unbedingt initial und fortlaufend überwachen und bewerten sollten.[66]

Neben zentralen Lösungen stehen Investoren auch dezentrale Lösungen zur Verfügung. Hierbei müssen Investoren eine stärkere Due Diligence in Bezug auf die technische Funktionsweise und die Verifizierung der zugrundeliegenden Smart Contracts durchführen.

Für den Erwerb eines digitalen Assets ist ein Wallet notwendig.[67] Neben der allgemeinen Sicherheit einer Wallet-Lösung ist im institutionellen Rahmen oftmals auch die Abbildung von Vertretungs- und Vollmachtsregelungen relevant. Interessierten Investoren stehen zur Abbildung eben jener Anforderungen sogenannte “Multi-Signature Wallets” (kurz MultiSig Wallets) zur Verfügung.

[66] Die Skandale rund um den Handelsplatz FTX oder Mt. Gox können als Beispiele für eine Materialisierung eben jenes Kontrahentenrisikos dienen.

[67] Für eine Einleitung in unterschiedliche Aspekte rund um Wallets siehe u.a. Suratkar et al., 2020 oder Houy et al., 2023.

7 Literaturverzeichnis

Ateniese, G., Bonacina, I., Faonio, A., & Galesi, N. (2014). Proofs of space: When space is of the essence. *Lecture Notes in Computer Science*, 538–557. https://doi.org/10.1007/978-3-319-10879-7_31

Bada, A. O., Damianou, A., Angelopoulos, C. M., & Katos, V. (2021). Towards a green blockchain: A review of consensus mechanisms and their energy consumption. *2021 17th International Conference on Distributed Computing in Sensor Systems (DCOSS)*, 503–511. https://doi.org/10.1109/dcoss52077.2021.00083

Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik. (n.d.). Blockchain & Kryptowährung. https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Verbraucherinnen-und-Verbraucher/Informationen-und-Empfehlungen/Technologien_sicher_gestalten/Blockchain-Kryptowaehrung/blockchain-kryptowaehrung_node.html

Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht. (2022). Wertreferenzierende Token (sogenannte "Stablecoins" - marketingbezeichnung). Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht. https://www.bafin.de/SharedDocs/FAQs/DE/Fintech/Kryptotoken/Tokenarten/0200_Stablecoins.html

Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht. (2025). Warum Krypto-Währungen kein zuverlässiges zahlungsmittel sind. Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht. https://www.bafin.de/SharedDocs/Veroeffentlichungen/DE/Fachartikel/2025/fa_2506069_Namensbeitrag_P_handwerkmagazin.html?cms_expanded=false

Capponi, A., und Jia, R. (2025). Liquidity provision on blockchain-based decentralized exchanges. *The Review of Financial Studies*, *38*(10), 3040–3085. https://doi.org/10.1093/rfs/hhaf046

CFA Institute (2022). *Cryptoassets: Beyond the Hype*. https://www.cfainstitute.org/about/press-room/2022/crypto-assets-beyond-the-hype

CoinGecko. (2025). Top crypto exchanges ranked by trust score. Online. https://www.coingecko.com/en/exchanges

Cong, L. W., Li, X., Tang, K., und Yang, Y. (2022). *Crypto Wash Trading*. https://doi.org/10.3386/w30783

Dorfleitner, G. and Lung, C. (2018) Cryptocurrencies from the perspective of euro investors: A re-examination of diversification benefits and a new day-of-the-week effect', Journal of Asset Management, 19(7), pp. 472–494. doi:10.1057/s41260-018-0093-8

Fox, M. B., Glosten, L. R., und Rauterberg, G. V. (2019). *The New Stock Market: Law, economics, and policy*. Columbia University Press.

Frangella, E., und Herskind, L. (2022). *Aave V3 Technical Paper*. CryptoCompare. https://resources.cryptocompare.com/asset-management/9/1682584843504.pdf

Gambacorta, L., Cornelli, G., Reghezza, A., und Garratt, R. (2024). *Why Defi Lending? Evidence from AAVE V2*. https://doi.org/10.2139/ssrn.5005228

Hägele, S. (2024). Centralized exchanges vs. decentralized exchanges in cryptocurrency markets: A Systematic Literature Review. *Electronic Markets*, *34*(1). https://doi.org/10.1007/s12525-024-00714-2

Hafid, A., Hafid, A. S., und Samih, M. (2020). Scaling blockchains: A comprehensive survey. IEEE Access, 8, 125244–125262. https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9133427

Houy, S., Schmid, P., und Bartel, A. (2023). Security aspects of cryptocurrency wallets—a systematic literature review. *ACM Computing Surveys*, *56*(1), 1–31. https://doi.org/10.1145/3596906

Howell, S., Niessner, M., und Yermack, D. (2018). *Initial Coin Offerings: Financing Growth with Cryptocurrency Token Sales*. https://doi.org/10.3386/w24774

Kaal, W. A., und Dell'Erba, M. (2017). Initial coin offerings: Emerging practices, risk factors, and Red Flags. *SSRN Electronic Journal*. https://doi.org/10.2139/ssrn.3067615

Krause, D. (2024). Exploring Ethereum Staking: Mechanics, Yields, and Future Prospects International Journal of Cryptocurrency Research, 4(2), 163-174. https://ssrn.com/abstract=4905828

Kushwaha, S. S., Joshi, S., Singh, D., Kaur, M. und Lee, H. -N. (2022). *Ethereum Smart Contract Analysis Tools: A Systematic Review*. IEEE Access, 10, pp. 57037-57062. https://ieeexplore.ieee.org/document/9762279.

Lashkari, B., und Musilek, P. (2021). A comprehensive review of Blockchain Consensus Mechanisms. *IEEE Access*, *9*, 43620–43652. https://doi.org/10.1109/access.2021.3065880

Liu, Y. und Tsyvinski, A. (2021). *Risks and Returns of Cryptocurrency*. The Review of Financial Studies, 34(6), 2689-2727.[68]

Manolache, M. A., Manolache, S., und Tapus, N. (2022). Decision making using the blockchain proof of authority consensus. *Procedia Computer Science*, *199*, 580–588. https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.071

Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*. Online published.

Natarajan, H., Krause, S., & Gradstein, H. (2017). Distributed Ledger Technology and Blockchain. World Bank, Washington, DC.

Neiheiser, R., Inacio, G., Rech, L., Montez, C., Matos, M., und Rodrigues, L. (2023). Practical limitations of Ethereum's layer-2. *IEEE Access*, *11*, 8651–8662. https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10018958

J. Sedlmeir, H. U. Buhl, G. Fridgen, und R. Keller, (2021). Recent developments in blockchain technology and their impact on energy consumption, https://arxiv.org/abs/2102.07886

Solat, S., Calvez, P., und Naït-Abdesselam, F. (2021). Permissioned vs. permissionless blockchain: How and why there is only one right choice. *Journal of Software*, 95–106. https://doi.org/10.17706/jsw.16.3.95-106

[68] Das Paper wurde in 2022 in ähnlicher Form nochmal im Journal of Finance veröffentlicht.

Song, H., Qu, Z., und Wei, Y. (2024). Advancing blockchain scalability: An introduction to layer 1 and Layer 2 Solutions. *2024 IEEE 2nd International Conference on Sensors, Electronics and Computer Engineering (ICSECE)*, 71–76. https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10729396

Stupak, V. (2025). Economic risk and cryptocurrency: What Drives Global Digital Asset Adoption? *Journal of Risk and Financial Management*, *18*(8), 453. https://doi.org/10.3390/jrfm18080453

Suratkar, S., Shirole, M., und Bhirud, S. (2020). Cryptocurrency wallet: A Review. *2020 4th International Conference on Computer, Communication and Signal Processing (ICCCSP)*. https://doi.org/10.1109/icccsp49186.2020.9315193

Trimborn, S., und Härdle, W. K. (2016). Crix an index for evaluating blockchain based currencies. *SSRN Electronic Journal*. https://doi.org/10.2139/ssrn.2800928

Wood, G. (2014). *Ethereum: A Secure Decentralised Generalised Transaction Ledger*. Online published.

Wu, K., Ma, Y., Huang, G., und Liu, X. (2019). A first look at blockchain-based decentralized applications. *Software: Practice and Experience*, *51*(10), 2033–2050. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/spe.2751

Xu, J., und Vadgama, N. (2022). From banks to defi: The evolution of the lending market. *Future of Business and Finance*, 53–66. https://doi.org/10.1007/978-3-030-78184-2_6

Zheng, Z., Xie, S., Dai, H.-N., Chen, W., Chen, X., Weng, J., & Imran, M. (2020). An overview on smart contracts: Challenges, advances and platforms. *Future Generation Computer Systems*, *105*, 475–491. https://doi.org/10.1016/j.future.2019.12.019