

# Recht der Zahlungsdienste

2. 2026

Betriebs-Berater Geldverkehr

Alle RdZ-Beiträge sind auch online in der R&W-Online-Datenbank abrufbar

## EDITORIAL

*Dr. Mathias Hanten:*  
Vom Kryptorecht zur Ordnung des Gelds 73

## AUFSÄTZE

### AUFSICHTSRECHT

*Dr. Verena Ritter-Döring:*  
Geldwäsche-Compliance bei Zahlungsinstituten: Going forward zwischen  
AML-VO, AMLA und der Digitalisierung des KYC-Prozesses 76

*Dr. Susanne Grohé:*  
Auswirkungen der EBA-Auslegung von E-Geld in der Praxis 84

*Alireza Siadat und Dr. Jannik Piepenburg:*  
Vertriebsverbot für unregulierte Stablecoins nach MiCAR 92

*Ass.-Prof. Dr. Claude Humbel:*  
Stablecoin-Regulierung in der Schweiz – aktueller Stand und Ausblick 100

*Dr. Udo Weiß:*  
Unerlaubtes Erbringen von Zahlungsdiensten im Rahmen organisierter  
Schwarzarbeit 108

### ZIVILRECHT

*Prof. Dr. Stefan Werner:*  
EU-Echtzeitüberweisungs-VO und §§ 675c ff. BGB – was vom  
Überweisungsrecht des BGB übrigbleibt 114

*Dr. Thomas Lapp:*  
EUDI-Wallet – digitale Souveränität durch sichere Identitäten und  
Zahlungsdienste 122

## TECHNIK- SCHLAGLICHT

*Constantin Drott, Stefan Mitzlaff und Dan Schläger:*  
Appia als Wegbereiter einer europäischen Wholesale-CBDC-Architektur 139

# Appia als Wegbereiter einer europäischen Wholesale-CBDC-Architektur

Mit „Appia“ untersucht das Eurosystem die fundamentale Architektur eines künftigen Token-Ökosystems. Im Zentrum steht die Frage, wie sich Effizienzgewinne der Distributed-Ledger-Technologie (DLT) im Finanzmarkt durch die Bereitstellung von Wholesale Central Bank Digital Currency (Wholesale-CBDC) heben lassen, ohne die Integrität des zweistufigen Geldsystems zu gefährden. Der nachfolgende Beitrag beleuchtet die Herausforderungen, die sich aus verschiedenen Netzwerkarchitekturen ergeben.

Constantin Drott, Stefan Mitzlaff und Dan Schläger

## Sichere und effiziente Finanzmarktinfrastrukturen im Kontext technologischer Transformation

Sichere und effiziente Finanzmarktinfrastrukturen bilden das Rückgrat stabilitätsorientierter Finanzmärkte. Sie gewährleisten die reibungslose Abwicklung des nationalen und internationalen Zahlungsverkehrs und schaffen die Grundlage für die Durchführung von Finanztransaktionen. In diesem Zusammenhang kommt dem Eurosystem, das im Rahmen seiner gesetzlichen Aufgaben die TARGET-Services als zentrale Marktinfrastruktur bereitstellt und betreibt, eine zentrale Rolle zu. Die TARGET-Services ermöglichen den Transfer von Zentralbankgeld, Wertpapieren und geldpolitischen Sicherheiten innerhalb Europas und tragen damit maßgeblich zur Effizienz und Sicherheit sowie zur Integration und Harmonisierung des europäischen Finanzmarkts bei.

Das Eurosystem ist bestrebt, seine Systeme kontinuierlich zu modernisieren, um sicherzustellen, dass Zentralbankgeld seine Funktion als monetärer Anker eines stabilen, zweistufigen Geldsystems auch in einem sich wandelnden Umfeld erfüllen kann. Die DLT und ihre spezifische Ausprägung, die Blockchain-Technologie, stehen im Zentrum aktueller Diskussionen. Über ein verteiltes Kontenbuch werden Transaktionsdaten erfasst und gespeichert, wodurch die Rollen von Intermediären mitunter neu gedacht werden können. Diese Technologien besitzen daher das Potenzial, den Maschinenraum der Finanzmärkte grundlegend umzustrukturieren.

Zentralbanken verfolgten zunächst die marktseitigen Adaptionsbemühungen, die – insbesondere in Europa – von einem wohlwollenden Gesetzgebungsprozess flankiert wurden. Inzwischen haben sie jedoch eine aktivere Rolle übernommen. Zwar gibt es technisch gesehen eine Reihe privater Geldformen (Kryptowerte, tokenisierte Einlagen), die sich für die geldseitige Abwicklung DLT-basierter Transaktionen nutzen ließen. Gleichwohl bleibt Zentralbankgeld das sicherste und liquideste Abwicklungsmedium und sollte sowohl

aus Sicht der Regulierung, des Markts und der Zentralbanken für DLT-basierte Finanztransaktionen nutzbar sein. Diese Präferenz spiegelt sich u. a. in den Principles for Financial Market Infrastructures (PFMI) wider, die die Nutzung von Zentralbankgeld – sofern praktikabel und verfügbar – als bevorzugtes Abwicklungsmedium vorsehen (Committee on Payment and Settlement Systems und International Organization of Securities Commissions, Principles for financial market infrastructures, 2012, <https://www.bis.org/cpmi/publ/d101a.pdf>, Abruf: 23.4.2026).

Unter dem Stichwort „Wholesale-CBDC“ prüfen Zentralbanken weltweit, wie sich DLT für die Abwicklung von Finanzmarkttransaktionen in Zentralbankgeld nutzen lässt (Deutsche Bundesbank, Monatsbericht – September 2025, Digitales Geld: Optionen für Großbetragszahlungen in Zentralbankgeld, 17.9.2025, <https://publikationen.bundesbank.de/publikationen-de/berichte-studien/monatsberichte/monatsbericht-september-2025-965052>, Abruf: 23.4.2026). Dabei gilt ein schrittweises Vorgehen als sinnvoll. Um Marktentwicklungen zu fördern, bietet es sich an, marktseitige DLT-Initiativen zunächst über Interoperabilitätslösungen mit konventionellen Zentralbanksystemen zu verknüpfen. Das Eurosystem hat hierzu in einer Explorationsphase entsprechende Lösungen getestet und plant mit „Pontes“ bereits im dritten Quartal 2026 eine produktive Bereitstellung einer Interoperabilitätslösung. Diese technische Brücke wird die TARGET-Services mit DLT-Plattformen verbinden, um die initiale Marktnachfrage zu bedienen. Mittelfristig könnten jedoch weitere Maßnahmen erforderlich sein, um das volle Potenzial der DLT auszuschöpfen. Im Projekt „Appia“ untersucht das Eurosystem daher den Übergang von kurzfristig verfügbaren Interoperabilitätslösungen hin zur Entwicklung einer langfristigen Zielarchitektur für ein europäisches Token-Ökosystem (European Central Bank, Appia – paving the way for a future-ready, integrated financial ecosystem leveraging tokenisation and DLT, 2026, <https://www.ecb.europa.eu/press/payments-news/ecb.conpm202603.en.pdf>, Abruf: 23.4.2026).

Aus Sicht der Zentralbank stellt sich die Frage, wie sich die Vorteile einer grundsätzlich dezentralen, verteilten Architektur für ein heute im Kern zentral organisiertes Finanzsystem nutzen lassen. Diese Herausforderung impliziert eine tiefgehende Auseinandersetzung mit der Netzwerkarchitektur, die Elemente von Tokenisierung, Standardisierung und programmierbarer Automatisierung enthält. Ausgangspunkt der Überlegungen im Rahmen von Appia ist einerseits die Verbesserung des derzeit fragmentierten europäischen Kapitalmarkts und andererseits die Vermeidung potenziell nachteiliger Fragmentierung in der zukünftigen DLT-Marktlandschaft, indem frühzeitig auf Interoperabilität und kohärente Strukturen hingewirkt wird.

Negative Auswirkungen durch Fragmentierung können sowohl die Seite der Vermögenswerte als auch die Geldseite betreffen, sofern diese auf unterschiedlichen Plattformen vorgehalten werden. Technologisch führt dies zu einem strukturellen Verlust an Comosability (der Fähigkeit, Transaktionen flexibel zu kombinieren): Denn während innerhalb eines Ledger komplexe Transaktionen atomar – also vollständig oder gar nicht – ausgeführt werden können, ist dies plattformübergreifend nicht ohne weiteres möglich. Ökonomisch führt diese Verteilung über mehrere Plattformen zur Bildung verschiedener Liquiditätspools. Dadurch kann auf der Seite der Vermögenswerte die Markttiefe der einzelnen Plattformen sinken, während auf der Geldseite ein erhöhter Kapitalbedarf entsteht. In der Folge sinkt die Gesamteffizienz der Kapitalnutzung. Doch bei genauerer Betrachtung aus Zentralbanksicht offenbart sich ein Paradoxon: Ein gewisser Grad an Fragmentierung ist unter Stabilitäts- und Wettbewerbsaspekten potenziell sogar wünschenswert. So ist Fragmentierung oft das Nebenprodukt von Innovation. Verschiedene DLT-Plattformen experimentieren mit unterschiedlichen Konsensmechanismen, Programmiersprachen und Governance-Modellen. Würde man den Markt verfrüht in ein monolithisches System drängen, bestünde das Risiko eines technologischen Lock-in-Effekts, der den Wettbewerb erstickt und die technologische Evolution bremst. Unter dem Aspekt der Finanzstabilität existiert zudem das Resilienz-Argument. Während eine voll integrierte Plattform hohe Liquiditätseffizienz bietet, konzentriert sie gleichzeitig alle operationalen Risiken an einem einzigen Punkt. Eine interoperable, aber technisch diverse Systemlandschaft kann hingegen die systemische Widerstandsfähigkeit erhöhen. Vor diesem Hintergrund drängt sich die grundlegende Architekturfrage auf, ob Effizienzgewinne primär durch Integration oder durch standardisierte Interoperabilität realisiert werden sollen.

### Architekturmodelle: vertikale und horizontale Betrachtung

Zur Erfassung der Komplexität künftiger Finanzmarktstrukturen empfiehlt sich eine Differenzierung von DLT-Systemen

entlang zweier Dimensionen (analog zur Beschreibung in der Appia Roadmap, 2026, (European Central Bank, a.a.O.), einer vertikalen Schichtung in funktionale Ebenen sowie einer horizontalen Ausgestaltung innerhalb dieser Ebenen. Beide Ebenen sind konzeptionell voneinander zu trennen, auch wenn sie in der technischen Umsetzung eng miteinander verzahnt sein können. Vertikal lassen sich zwei zentrale Ebenen unterscheiden:

- *Utility Layer*: Er umfasst die Konsens-, Validierungs- und Ausführungsmechanismen, die die Integrität der Infrastruktur sicherstellen. Dazu gehört insbesondere, dass Transaktionen nicht nachträglich beliebig verändert werden können und Vermögenswerte nicht mehrfach gleichzeitig verwendet werden. Der Utility Layer beschreibt damit die grundlegende Infrastrukturebene eines Systems, die für die konsistente Verarbeitung und Validierung von Transaktionen verantwortlich ist.
- *Application Layer*: Er umfasst die Emission, Verwaltung und Nutzung von tokenisierten Geld- und Vermögenswerten sowie die Implementierung von Geschäftslogiken in Form von Smart Contracts. Zudem werden zugehörige Dienstleistungen bereitgestellt, etwa in den Bereichen Wertpapierabwicklung oder Verwahrung. Smart Contracts ermöglichen dabei die automatisierte Abbildung von Regeln und Funktionalitäten, bspw. Zugangs- oder Delivery-vs.-Payment-Mechanismen.

Eine zentrale architektonische Fragestellung bei Appia betrifft die horizontale Ausgestaltung des Utility Layer. Hier lässt sich ein Spektrum vieler verschiedener Ausgestaltungsformen zwischen zwei Extremen aufspannen:

- *Unified Ledger*: Ein integriertes Modell, in dem Funktionen des Utility Layers in einem gemeinsamen Zustandsraum – einer konsistenten, gemeinsam genutzten Datenbasis – gebündelt sind und hohe Comosability von Transaktionen ermöglichen (Bank for International Settlement, Blueprint for the future monetary system: improving the old, enabling the new, Annual Economic Report, 20.6.2023, <https://www.bis.org/publ/arpdf/ar2023e3.htm>, Abruf: 23.4.2026).
- *Multi-Ledger-Modell*: Ein Ansatz, bei dem die Funktionen des Utility Layer auf mehrere spezialisierte Teilsysteme (utilities) verteilt sind, die über Interoperabilitätsmechanismen miteinander verbunden werden. Diese können unterschiedliche Aufgaben übernehmen, etwa Zahlungsabwicklung, Wertpapierabwicklung oder Identitätsmanagement, und über gemeinsame Standards zu einer kohärenten Infrastruktur (shared utility) zusammenwirken – vergleichbar mit verschiedenen Infrastrukturnetzen (z.B. Straßen, Energie), die jeweils eigene Aufgaben erfüllen, aber gemeinsam ein Gesamtsystem bilden.

## Technische Implikationen: Atomizität, Konsens und Finalität

Die Unterschiede zwischen den Architekturmodellen zeigen sich besonders bei der atomaren Composability. In integrierten DLT-Systemen lässt sich Atomizität i. d. R. innerhalb eines gemeinsamen Zustandsraums sicherstellen. In fragmentierten Multi-Ledger-Architekturen erfordert sie hingegen zusätzliche Koordination und Interoperabilität über Plattformgrenzen hinweg, etwa durch zeitgebundene Sperrmechanismen wie Hash Time-Locked Contracts (*Herlihy*, Atomic Cross-Chain Swaps, 23.7.2018, <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3212734.3212736>, Abruf: 23.4.2026). Dies erhöht die Komplexität und birgt Risiken hinsichtlich Synchronisation und Kapitalbindung.

Die damit verbundene Koordination, Synchronisation und Interoperabilität hängen eng mit dem Konsensmechanismus zusammen, der die Einigung auf Zustand und Transaktionsreihenfolge steuert. Er beeinflusst Effizienz, Sicherheit sowie Geschwindigkeit und Verlässlichkeit der Transaktionsbestätigung und steht zugleich in Wechselwirkung mit Fragen der Steuerbarkeit und Kontrolle des Systems.

Eng damit verknüpft ist die Finalität von Transaktionen, die insbesondere für die Abwicklung in Zentralbankgeld entscheidend ist. Der Konsensmechanismus prägt unmittelbar die Art der Finalität: Offene, weniger vertrauensbasierte Systeme bieten häufig nur probabilistische Finalität, während Systeme mit klar definierten Teilnehmerkreisen deterministische, unmittelbar eintretende Finalität ermöglichen (*Thomson u.a.*, Calvin: fast distributed transactions for partitioned database systems, 20.5.2012, <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/2213836.2213838>, Abruf: 23.4.2026). In integrierten Architekturen lässt sich so ein eindeutiger Zeitpunkt der endgültigen Abwicklung festlegen – sowohl in technischer als auch in rechtlicher Hinsicht. In Multi-Ledger-Umgebungen hingegen kann Finalität je nach System unterschiedlich eintreten, sodass ohne Weiteres keine einheitliche plattformübergreifende Finalität besteht.

Daraus ergeben sich grundlegende Spannungsfelder. Horizontal zeigt sich dies im Versuch von Zentralbanken, verteilte DLT-Systeme für inhärent zentral organisierte Anwendungen im Finanzsystem nutzbar zu machen, um bspw. einen vollständigen Überblick über die im Umlauf befindliche Zentralbankgeldmenge in fragmentierten Systemlandschaften sicherzustellen. Vertikal entsteht eine enge Interdependenz zwischen Anwendungs- und Infrastrukturebene. Smart Contracts ermöglichen zwar regelbasierte Abläufe auf der Ebene des Application Layer, sind jedoch unmittelbar von den Eigenschaften des zugrunde liegenden Utility Layer abhängig. Dadurch entsteht eine vertikale Kopplung zwischen beiden Ebenen: Während Smart Contracts Autonomie

und Flexibilität ermöglichen sollen, bestimmen die Eigenschaften des Utility Layer deren technische Umsetzbarkeit, Sicherheit und Unveränderlichkeit maßgeblich. Umgekehrt beeinflussen die Anforderungen des Application Layer – etwa der Wunsch nach hoher Transaktionsgeschwindigkeit oder komplexen bedingten Zahlungen – das Design des Utility Layer. Architekturentscheidungen können daher nicht isoliert getroffen werden, sondern verbinden beide Ebenen zu einer funktionalen Einheit und werfen letztlich die Frage nach zentralen Systemparametern auf. Dies markiert den Übergang von der rein technischen zur strategischen Dimension.

## Integritätsparadigmen: Infrastruktur- vs. Objektzentrierung

Die Entscheidung über die künftige Architektur ist keine rein binäre Wahl, sondern bewegt sich in einem Gegensatz zweier grundlegender Integritätsparadigmen. Diese Pole markieren die entgegengesetzten Enden eines Spektrums, auf dem die Verantwortung für die Sicherheit und Validität von Transaktionen unterschiedlich verortet wird.

*Paradigma der Infrastruktur-Integrität* (Plattform-Modell): In einem integrierten Plattform-Modell – im Sinne eines gemeinsamen Zustandsraums – entscheidet die zugrundeliegende Ausführungs- und Settlement-Infrastruktur über die Möglichkeiten verschiedener Programmierlogiken. Diese werden innerhalb einer kontrollierten Umgebung ausgeführt, sodass sich Fragen der Integrität und Sicherheit primär auf Ebene der Plattformarchitektur manifestieren. Die Infrastruktur muss als neutrale Utility ausgestaltet sein und kann entlang eines Spektrums unterschiedlicher Betreibermodelle organisiert sein – von einer vollständig durch die Zentralbank betriebenen Lösung über konsortiale Strukturen mit ausgewählten Marktteilnehmern bis hin zu gemeinsam betriebenen Public-Private-Modellen mit klar definierten Governance- und Zugangsregeln. Der Betreiber der Infrastruktur muss glaubwürdig zusichern können, seine Informationsvorteile – etwa Einblicke in Transaktionen und Positionen – nicht opportunistisch auszunutzen, bspw. durch Bevorzugung, Zensur oder strategische Ausnutzung von Abhängigkeiten. Die Ausführung fehlerhafter oder bössartiger Smart Contracts kann die Systemleistung beeinträchtigen, etwa durch übermäßigen Ressourcenverbrauch, ineffiziente Zustandsänderungen oder gezielte Ausnutzung von Ausführungsmechanismen. In der Regel wird dieses Risiko durch technische und ökonomische Begrenzungen adressiert. Deterministische Ausführung stellt die Konsensfähigkeit sicher, während Gebührenmechanismen den Ressourcenverbrauch begrenzen. Diese Mechanismen tragen jedoch primär zur Stabilität und Verfügbarkeit der Ausführung bei, nicht zur Sicherstellung funktionaler Korrektheit oder regulatorischer Konformität der implementierten Logik. Für eine kritische

Finanzmarktinfrastruktur erscheint daher zusätzlich die Sicherung der inhaltlichen Integrität erforderlich. Diese Maßnahmen erhöhen die operationelle Resilienz und Kontrollierbarkeit der Infrastruktur, führen jedoch zu einer Einschränkung der Offenheit und Flexibilität des Systems.

*Paradigma der Objekt-Integrität* (Token-Modell): In einem fragmentierten, interoperablen Modell wird die Ausführungs- und Konsensinfrastruktur von externen oder gemeinsam betriebenen Netzwerken bereitgestellt, während die Zentralbank ihr Zentralbankgeld in Form von Token auf einer oder mehreren geeigneten Infrastrukturen emittiert. Die möglichen Betreibermodelle reichen dabei von offenen, öffentlich zugänglichen Netzwerken über zugangsbeschränkte (permissioned) Infrastrukturen bis hin zu hybriden Arrangements mit gemeinsam betriebenen oder spezialisierten Netzwerken für bestimmte Anwendungsfälle. Damit verschiebt sich der Fokus der Integritätssicherung: Zustandsänderungen und Finalität hängen zwar weiterhin von den Eigenschaften des zugrundeliegenden Netzwerks ab, insbesondere von Konsensmechanismus und Governancen. Doch aus Sicht der Zentralbank liegt der Fokus zur Integritätssicherung primär nicht mehr auf Plattformebene, sondern auf der Token-Logik und deren kontrollierter Interaktion mit externen Smart Contracts auf dem Application Layer. Die übergeordnete Verantwortung für systemische Integrität bleibt jedoch bestehen. Die Zentralbank definiert zentrale Token-Eigenschaften – etwa Zugriffskontrollen, Transferbedingungen und regulatorische Anforderungen – und implementiert diese mithilfe von Smart Contracts. Diese Interaktionen stellen jedoch eine eigenständige Risikodimension dar. Die Kompositionsfähigkeit programmierbarer Plattformen ermöglicht die Einbindung von Token in komplexe Transaktionsketten. Dadurch entstehen potenziell indirekte Abhängigkeiten, schwer nachvollziehbare Zustandsübergänge und neue Angriffsvektoren – auch außerhalb der ursprünglich intendierten Nutzungskontexte, etwa durch atomare Transaktionskomposition oder externe Abhängigkeiten wie Orakel. Zur Begrenzung dieser Risiken stehen verschiedene technische und organisatorische Instrumente zur Verfügung, die den Schwerpunkt von der Einzelfallprüfung hin zu einer regelbasierten Gestaltung und Durchsetzung zulässiger Interaktionen verlagern.

In der Realität dürfte die Zielarchitektur eine Synthese dieser Pole anstreben. Ein „reines“ Token-Modell könnte von Schwierigkeiten bei der Zusammenführung von Marktteilnehmern durch fehlendes Vertrauen in einzelne Netzwerkangebote geprägt sein, während ein „reines“ Plattform-Modell Innovationen erschweren könnte. Die architektonische Herausforderung besteht daher darin, ein Shared-Utility-Modell zu finden, das genug vertrauensfördernde Infrastrukturkontrolle bietet, aber genügend Objekt-Intelligenz zulässt, um flexibel zu agieren.

## Fazit und Ausblick

Die Gestaltung einer europäischen Wholesale-CBDC-Architektur bewegt sich in einem Spannungsfeld, das über binäre Antworten hinausgeht. Im Fokus steht dabei die kohärente Ausgestaltung des Zusammenspiels aus Utility und Application Layer. Darüber hinaus ist die Etablierung gemeinsamer technischer Standards entscheidend, um eine Fragmentierung des Markts zu vermeiden und gleichzeitig Innovation zu ermöglichen. Der Erfolg wird maßgeblich davon abhängen, ob es gelingt, Vertrauen nicht allein durch Zentralisierung und Kontrolle, sondern durch eine intelligente Governance zu organisieren. Ob dieser Weg über eine Harmonisierung der Plattformen, neue Governance-Modelle oder den direkten Betrieb zentraler Infrastrukturkomponenten durch das Eurosystem führt, bleibt Gegenstand des ergebnisoffenen Diskurses.

Appia dient hierbei als strategischer Kompass. Es schafft die analytische Grundlage, um die Potenziale der DLT für den europäischen Finanzmarkt nutzbar zu machen, ohne die Systemstabilität zu gefährden. Die „Via Appia“ ist kein fertiges Produkt, sondern ein kontinuierlicher Prozess, der die technologische Moderne mit der Sicherheit des Zentralbankgelds verbindet.

### AUTOREN



**Constantin Drott** ist Ökonom bei der Deutschen Bundesbank mit Schwerpunkt auf Finanzmarktinfrastrukturen und digitalem Zentralbankgeld.



**Stefan Mitzlaff** ist Ökonom bei der Deutschen Bundesbank mit Schwerpunkt auf Finanzmarktinfrastrukturen, digitalem Zentralbankgeld und Kryptowerten.



**Dan Schläger** ist Ökonom bei der Deutschen Bundesbank mit Schwerpunkt auf digitalem Zentralbankgeld im Kontext von Distributed-Ledger-Technologie und Tokenisierung.