

Tokenized Finance

Herausgegeben von
SEBASTIAN OMLOR
und JULIA LÜBKE

*Schriften zum
Recht der Digitalisierung*
34

Mohr Siebeck

Schriften zum Recht der Digitalisierung

Herausgegeben von

Florian Möslein, Sebastian Omlor und Martin Will

34



Tokenized Finance

Tokenisierung und Finanzmarkt (ToFi)

Herausgegeben von

Sebastian Omlor und Julia Lübke

Mohr Siebeck

Sebastian Omlor ist Professor für Bürgerliches Recht, Handels- und Wirtschaftsrecht, Bankrecht und Rechtsvergleichung sowie Gründungsdirektor des Instituts für das Recht der Digitalisierung (IRDi) an der Philipps-Universität Marburg.

Julia Lübke ist Professorin für Bürgerliches Recht und Gesellschaftsrecht an der Friedrich-Schiller-Universität Jena.
orcid.org/0000-0003-1904-1673

Diese Publikation wurde durch den Open-Access-Publikationsfonds der Philipps-Universität Marburg gefördert.

ISBN 978-3-16-163997-5 / eISBN 978-3-16-163998-2
DOI 10.1628/978-3-16-163998-2

ISSN 2700-1288 / eISSN 2700-1296 (Schriften zum Recht der Digitalisierung)

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliographische Daten sind über <https://dnb.dnb.de> abrufbar.

Publiziert von Mohr Siebeck Tübingen 2025. www.mohrsiebeck.com

© Sebastian Omlor, Julia Lübke (Hg.); Beiträge: jeweiliger Autor/jeweilige Autorin.

Dieses Werk ist lizenziert unter der Lizenz „Creative Commons Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International“ (CC BY-SA 4.0). Eine vollständige Version des Lizenztextes findet sich unter: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>.

Jede Verwendung, die nicht von der oben genannten Lizenz umfasst ist, ist ohne Zustimmung der jeweiligen Urheber unzulässig und strafbar.

Das Buch wurde von Laupp & Göbel in Gomaringen aus der Stempel Garamond gesetzt, dort auf alterungsbeständiges Werkdruckpapier gedruckt und von der Buchbinderei Nädele in Nehren gebunden.

Printed in Germany.

Vorwort

Die Tokenisierung, die rechtssichere Verknüpfung von Vermögenswerten mit digitalen Token, hat das Potenzial, die Finanzmärkte grundlegend umzugestalten. Mit einer dadurch entstehenden „Tokenized Finance (ToFi)“ lassen sich im Prinzip Vermögenswerte aller Art – etwa Anleihen, Gesellschaftsanteile, Kredite und Immobilien bis hin zu Gemälden und Oldtimern – in kleine Einheiten aufteilen und so einem breiten Investorenkreis zugänglich machen. Erfolgt die Tokenisierung, wie derzeit üblich, unter Einsatz der Blockchain-Technologie oder einer anderen Distributed Ledger Technology, so ist damit zugleich eine Dezentralisierung verbunden. Die Berechtigung an den Token und die Übertragung der Token wird durch eine Vielzahl von Systembetreibern, beispielsweise Blockchain-Nutzern, kontrolliert und gespeichert. Die Einträge können nachträglich so gut wie nicht mehr verändert werden. Intermediäre, die herkömmlicherweise auf den Finanzmärkten die Durchführung von Transaktionen zwischen einander unbekanntem Marktteilnehmern gewährleisten, werden dadurch entbehrlich, Transaktionen kostengünstiger. Die Tokenisierung verspricht nichts weniger als die Demokratisierung und Disintermediation der Finanzmärkte.

Die Regulierung solcher Vorgänge unter Berücksichtigung des ökonomisch Sinnvollen und technisch Realisierbaren und die juristisch verlässliche Einordnung digitaler Token stecken indes noch in den Anfängen. Zu einzelnen Aspekten, insbesondere zur Einführung elektronischer Inhaberschuldverschreibungen durch das eWpG im Jahre 2021 und zur Ende 2023 erfolgten Erstreckung des eWpG auf elektronische Aktien durch das Zukunftsfinanzierungsgesetz, ist schon einiges gesagt – auf die Sammelbände „Elektronische Wertpapiere“ (hrsg. von Omlor/Möslein/Grundmann, Mohr Siebeck 2021) und „Kryptoaktien“ (hrsg. von Möslein/Omlor, Mohr Siebeck 2024) sei hier verwiesen. Viele andere Fragen der rechtlichen Einordnung, sei es ins allgemeine Zivilrecht, ins Gesellschafts- und Kapitalmarktrecht, ins Kartellrecht oder ins Insolvenzrecht, sind dagegen noch nicht hinreichend geklärt.

Wir haben es uns in der Projektgruppe „Tokenisierung und Finanzmarkt (ToFi)“ des hessischen Zentrums verantwortungsbewusste Digitalisierung (ZEVEDI) zur Aufgabe gemacht, diese Fragen im Zusammenhang und aus einer interdisziplinären Perspektive zu betrachten. Die Teilnehmenden kamen aus der Wirtschaftsinformatik, der Soziologie und den Rechtswissenschaften. Begleitet wurde die Projektgruppenarbeit durch ein ZEVEDI-Fellowship-Programm, das grenzüberschreitende Forschungsaufenthalte aus Deutschland hin-

aus und nach Deutschland herein ermöglicht und so dazu beigetragen hat, Antworten auf die Rechtsfragen, die die Tokenisierung aufwirft, auch international zu finden.

Die Ergebnisse dieser anderthalb Jahre umspannenden Projektarbeit bildet der vorliegende Band in fünfzehn Beiträgen ab. Den Auftakt machen als erster Teil die Überlegungen von *Vincent Gramlich*, *Laura Grobe* und *Nils Urbach* zu Blockchain-basierten Kryptowertpapierregistern, die die rechtlichen Anforderungen an solche Register aus technischer Sicht untersuchen und die durch das eWpG eröffneten Gestaltungsspielräume aufzeigen. Dem schließt sich als zweiter Teil des Sammelbands die Einordnung der Tokenisierung in den deutschen und unionsrechtlichen Rechtsrahmen an. *Sebastian Omlor* nimmt eine umfassende juristische Analyse der durch das Zukunftsfinanzierungsgesetz neu eingeführten elektronischen Aktien vor, die das Aktien- und das Wertpapierrecht ebenso einschließt wie das allgemeine Zivilrecht und auch das Recht der Schweiz und Liechtensteins einbezieht. Im Beitrag von *Florian Möslein* und *Daniel Ostrowski* richtet sich der Blick auf Token im weiteren Sinne und ihre schuldrechtliche Behandlung insbesondere in §§ 327 ff. BGB. *Julia Lübke* und *Zoe Kubzarani* wenden sich dem Unionsrecht zu und loten die kartellrechtliche Zulässigkeit und die kartellrechtlichen Grenzen des Einsatzes der Blockchain-Technologie aus. Auch die Analyse von *Dominik Skauradzun* und *Clara Wrede* zur dogmatischen Verankerung des durch die Verordnung über Märkte für Kryptowerte (MiCAR) sektorspezifisch eingeführten Sanierungs- und Rücktauschplans im europäischen und nationalen Sanierungs- und Insolvenzrecht wählt einen grenzüberschreitenden Beurteilungsmaßstab.

Der dritte Teil des Sammelbands ist als Ergebnis des ZEVEDI-Fellowship-Programms der Analyse anderer nationaler Rechtsordnungen sowie der Rechtsvergleichung gewidmet. *Benedikt Bartylla* und *Johannes Meier* betrachten mit der Rechtsnatur und dem zivilrechtlichen Schutz von Kryptowerten in Deutschland und Singapur grundlegende Fragen der privatrechtlichen Einordnung. Die Frage nach dem absoluten Schutz von Kryptowerten ist aus deutscher Perspektive eng mit der Sachnatur und damit der Eigentumsfähigkeit von Kryptowerten verbunden. Diese Problematik greifen *Tim Blöcher* und *Jannik Heine* im nächsten Beitrag auf, in dem sie den Einsatz von Kryptowerten als Kreditsicherheit nach deutschem und portugiesischem Recht untersuchen und insbesondere die unterschiedliche Reichweite des Sachbegriffs in den beiden Rechtsordnungen herausarbeiten. *Madalena Perestrelo de Oliveira* erörtert mit Blick auf das portugiesische Recht und das Unionsrecht die Möglichkeit und die Bedingungen einer Tokenisierung von Insolvenzforderungen. Im dritten Beitrag zum portugiesischen Recht nehmen *Derwis Dilek* und *Alexander Schneider*, nun wieder im Vergleich mit dem deutschen Recht, die Behandlung tokenisierter Wertpapiere im Zivil-, Aufsichts- und Gesellschaftsrecht in den Blick. Es folgen drei Beiträge zur Tokenisierung von Gesellschaftsanteilen. Zur Tokeni-

sierung von Aktien und Geschäftsanteilen nach polnischem Recht nimmt *Anne-Marie Weber* kritisch Stellung; mit Blick auf die Behandlung derselben Thematik im österreichischen Recht mahnt *Fabian Aubrunner* gesetzgeberische Schritte an. *Anjuli von Hülst* und *Kira Franke* analysieren die Entscheidung des italienischen Gesetzgebers, einen Rechtsrahmen für Equity Crowdfunding zu schaffen und so die Tokenisierung von GmbH-Anteilen zu ermöglichen. Ebenfalls mit Blick auf das italienische Recht untersucht *Silvia Corso* die Regelungen zur Anwendung der unionsrechtlichen DLT-Pilotregelung, des DLT Pilot Regime, die Finanzdienstleistern eine Testphase zum Einstieg in den Handel mit DLT-Finanzinstrumenten ermöglichen soll. Mit dem Beitrag von *Daniel Ostrowski* und *Leander Bücken* erweitert sich die Perspektive wieder über die EU hinaus auf Möglichkeiten der Tokenisierung von Gesellschaftsanteilen nach US-amerikanischem Gesellschaftsrecht. *Leona Becker* und *Aurelia Birne* schließlich vergleichen die Regelung der Insolvenz von Kryptowertdienstleistern und DAOs in den USA und Deutschland.

Wir danken den anderen Mitgliedern der ZEVEDI-Projektgruppe „Tokenisierung und Finanzmarkt (ToFi)“ – Barbara Brandl, Florian Möslein, Dominik Skauradszun, Nils Urbach und Carola Westermeier – für die bereichernde und engagierte Zusammenarbeit. Dem ZEVEDI selbst, in dessen Rahmen das Forschungsprojekt realisiert wurde, sind wir für die finanzielle und organisatorische Unterstützung des Projekts zu Dank verpflichtet. Und schließlich gilt unser Dank – jeweils stellvertretend für das gesamte Team – Dr. Aurelia Birne für die Koordination der Projektgruppe und Zoe Kuhzarani für die redaktionelle Betreuung dieses Sammelbands.

Sebastian Omlor/Julia Lübke

Marburg/Jena, im November 2024

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Geleitwort	1

Teil 1 – Technische Grundlagen

Vincent Gramlich, Laura Grobe und Nils Urbach

Gestaltung von Blockchain-basierten Kryptowertpapierregistern – Technische Umsetzung der Anforderungen des eWpG, des ZuFinG und der eWpRV	5
---	---

Teil 2 – Deutschland und EU

Sebastian Omlor

Elektronische Aktien nach dem Zukunftsfinanzierungsgesetz	29
---	----

Florian Möslein und Daniel Ostrovski

Token als digitale Produkte – Zur Erfassung von Token durch §§ 327 ff. BGB.	47
--	----

Julia Lübke und Zoe Kuhzarani

Blockchain-Token als Herausforderung an das Kartellrecht	75
--	----

Dominik Skauradszun und Clara Wrede

Die Einordnung des MiCAR-Sanierungs- und Rücktauschplans im europäischen und nationalen Sanierungs- und Insolvenzrecht.	101
--	-----

Teil 3 – Internationale Entwicklungen und Rechtsvergleichung

Benedikt Bartylla und Johannes Meier

Die Rechtsnatur und der zivilrechtliche Schutz von Kryptowerten in Deutschland und Singapur – Ein Rechtsvergleich	153
--	-----

<i>Tim Blöcher und Jannik Heine</i>	
Der Einsatz von Kryptowerten als Kreditsicherungsmittel in Deutschland und Portugal	185
<i>Madalena Perestrelo de Oliveira</i>	
Tokenisation of bankruptcy claims – legal and regulatory framework for debt tokens.	215
<i>Derwis Dilek und Alexander Schneider</i>	
Wertpapiere und Tokenisierung in Portugal und Deutschland – Eine vergleichende Betrachtung aus dem Zivil- und Aufsichtsrecht. . . .	233
<i>Anne-Marie Weber</i>	
Tokenisierung im polnischen Gesellschaftsrecht – Erste Erfolge und grundlegende Herausforderungen.	257
<i>Fabian Aubrunner</i>	
Tokenisierung von Geschäftsanteilen in Österreich – Digitale Aktien, GmbH-Anteile, FlexCo-Anteile und Unternehmenswert-Anteile	271
<i>Anjuli v. Hülst und Kira Franke</i>	
Equity Tokenization – Tokenisierung der Gesellschaft mit beschränkter Haftung mithilfe von Equity Crowdfunding in Italien und Deutschland	299
<i>Silvia Corso</i>	
The implementation of Pilot Regime on DLT financial instruments in Italy – scope and players	327
<i>Daniel Ostrowski und Leander Bücken</i>	
Die Innovationsoffenheit des US-Gesellschaftsrechts im Vergleich – Möglichkeiten der Tokenisierung von Geschäftsanteilen.	343
<i>Leona Becker und Aurelia Philine Birne</i>	
Kryptowertedienstleister und DAOs in der Insolvenz – USA und Deutschland im Vergleich	375
Autorenverzeichnis.	399
Sachverzeichnis	401

Geleitwort

Technologischer Wandel und Digitalisierung verändern Wirtschaft und Gesellschaft. Dies gilt auch für die Finanzbranche, wo die Digitalisierung zu einem Innovationsbooster geworden ist. Von dezentralisierten Finanztransaktionen und neuen Geldanlagen bis zum „digitalen Euro“ reicht die Spanne der aktuellen Diskussionen. „FinTech“ ist das Schlagwort für eine ganze Branche technologiebasierter Finanzanwendungen, die neue Möglichkeiten für Zahlungssysteme und Geldanlagen schaffen. Für Hessen als Heimat des weltweit führenden Finanzplatzes Frankfurt am Main, wo FinTech-Unternehmen innovative neue Geschäftsmodelle erproben, sind dies hoch relevante Fragestellungen.

Dieser Sammelband befasst sich mit Tokenisierung, also der Abbildung von Werten in dezentralisierten Transaktionsregistern. Dadurch entstehen neue Möglichkeiten für Finanztransaktionen, die Verifikation von Identitäten, das Tätigen von Investitionen oder den Handel mit digitalen Gütern ohne Intermediäre. Damit behandelt der Band ein aktuelles Thema von großer Bedeutung für die Finanzindustrie. Die Autorinnen und Autoren schlagen außerdem eine wichtige Brücke zwischen technologischer Innovation und ihren rechtlichen Rahmenbedingungen. Denn die Einführung neuer Technologien ist zum einen eine große Chance für Wertschöpfung, neue Geschäftsmodelle und einen besseren Zugang zum Finanzsystem für breitere Bevölkerungsschichten. Zum anderen muss dieser Wandel in ein bestehendes Rechtssystem eingebettet und klug politisch begleitet werden. Hierfür ist die wissenschaftliche Expertise der an diesem Band beteiligten Forscherinnen und Forscher von sehr großem Wert.

Verantwortungsbewusste Innovation erfordert einen rechtlichen Rahmen. Gerade auf Finanzmärkten ist Vertrauen ein besonders wichtiges Gut. Tokens auf Basis der Blockchain-Technologie können ein wichtiges Instrument werden, um Eigentumsrechte abzusichern und das Vertrauen in neue Finanzdienstleistungen sicherzustellen. Auf diese Weise tragen Blockchains und Tokenisierung zu vielfältigen Weiterentwicklungen im Finanzwesen bei. Gleichzeitig eröffnen sich dadurch neue Möglichkeiten zur Weiterentwicklung der Rechtslandschaft. Durch konstruktiven Dialog zwischen Politik, Wirtschaft und Wissenschaft kann das Potenzial der Technologie für mehr Sicherheit, Effizienz und Transparenz auf sich verändernden Finanzmärkten erkannt und ausgeschöpft werden.

Das Thema Innovation auf Finanzmärkten ist von besonderer Bedeutung für Hessen. Die Hessische Landesregierung hat seit 2018 mit dem Digital Hub FinTech und weiteren Initiativen in Frankfurt am Main ein lebendiges, innovatives Ökosystem aufgebaut. Flankiert wird all dies von einer starken Digitalwirt-

schaft und einer leistungsfähigen digitalen Infrastruktur. 30 Prozent aller deutschen Rechenzentrumskapazitäten befinden sich in Hessen, darunter auch der wichtige Internetknotenpunkt DE-CIX. Dies sichert nicht nur Arbeitsplätze, sondern ermöglicht auch rechenintensive Geschäftsmodelle und Innovationspfade – so auch für Blockchain-Anwendungen. FinTech ist eines der zentralen Themen des Digital-Gipfels 2024 der Bundesregierung in Frankfurt am Main. Besucherinnen und Besucher öffentlicher Einrichtungen und Unternehmen aus ganz Deutschland können sich von der Dynamik und der Innovationsfähigkeit unseres digitalen Ökosystems überzeugen.

Hessen, einschließlich des Finanzplatzes Frankfurt, hat mit gezielten Förderungsmaßnahmen und attraktiven Rahmenbedingungen eine internationale Vorreiterrolle in der digitalen Finanzwelt erworben und baut diese weiter aus. Hierbei gilt es Augenmaß zu wahren: Wir wollen Innovation und sind offen für neue Technologie. Gleichzeitig sollen die aus gutem Grund hohen Standards der Finanzmarktregulierung dadurch nicht ausgehöhlt werden.

Ganz besonders freue ich mich, dass dieser Sammelband aus einer Projektgruppe des Zentrums verantwortungsbewusste Digitalisierung (ZEVEDI) hervorgegangen ist. ZEVEDI wurde 2019 vom Land Hessen gegründet, um die wissenschaftliche Expertise an hessischen Hochschulen zur verantwortungsbewussten Gestaltung der Digitalisierung zusammenzubringen. Seitdem wurden im Rahmen von ZEVEDI eine Vielzahl konkreter, anwendungsnaher Projekte durchgeführt, deren Ergebnisse für die Politik, die Wirtschaft und die Gesellschaft Hessens (und darüber hinaus) von großer Bedeutung sind.

Dieser Sammelband ist ein hervorragendes Beispiel für die Art von Forschung, die durch ZEVEDI ermöglicht wird. Beteiligte von einer Vielzahl hessischer Hochschulen untersuchen darin relevante und anwendungsbezogene Fragestellungen, z. B. zur technischen Umsetzung von Blockchain-basierten Wertpapierregistern oder zu kartell- und insolvenzrechtlichen Herausforderungen. Internationale Fachleute ergänzen globale Perspektiven auf die Tokenisierung von Vermögenswerten, indem Beiträge zu Rechtsordnungen verschiedener Staaten wie Deutschland, USA, Polen, Portugal, Österreich, Italien und Singapur zusammengetragen werden, um gemeinsame Entwicklungen und regulatorische Besonderheiten in anderen Rechtssystemen zu ermitteln.

Bei allen Beteiligten und insbesondere den Sprecherinnen und Sprechern der Projektgruppe „Tokenisierung und Finanzmarkt“, Professor Sebastian Omlor und Professorin Julia Lübke, bedanke ich mich für ihr großes Engagement. Sie haben einen Sammelband zusammengestellt, der wichtige Impulse für die Innovation des Finanzwesens liefert. Ich wünsche diesem Sammelband die gebührende Aufmerksamkeit, damit diese Impulse weitere Ideen anregen.

Prof. Dr. Kristina Sinemus,
Hessische Ministerin für Digitalisierung und Innovation

Teil 1 – Technische Grundlagen

Gestaltung von Blockchain-basierten Kryptowertpapierregistern

Technische Umsetzung der Anforderungen des eWpG, des ZuFinG und der eWpRV

Vincent Gramlich, Laura Grobe und Nils Urbach

I.	Einleitung	5
II.	Blockchain-Grundlagen	7
	1. Grundlagen der Datenstruktur	7
	2. Grundlagen des Netzwerks	8
	3. Tokenisierung und Smart Contracts	9
III.	Rechtlicher Rahmen – Anforderungen und Möglichkeiten	10
	1. Anforderungen an die technische Grundstruktur des Registers	11
	2. Anforderungen an die enthaltenen Informationen des Registers	14
	3. Anforderungen bezüglich der Registeränderungen	17
IV.	Diskussion und Fazit	23

I. Einleitung

Die Verwahrung und Übertragung von physischen Wertpapieren ist ein aufwendiger Prozess verbunden mit logistischen Aufwänden und zeitlichen Verzögerungen für Transaktionsparteien und Intermediäre. Aus diesem Grund haben sich Zentralverwahrer und das Konzept der Girosammelverwahrung etabliert, bei der die Wertpapiere physisch gesammelt und der Besitz und Handel dieser innerhalb der digitalen Zentralregister und ohne den Bedarf für eine physische Eigenverwahrung und Übertragung der Wertpapiere ermöglicht wird.¹ Diese durch die Girosammelverwahrung hervorgerufene Entwicklung, bei der die Abbildung der endgültigen Besitzverhältnisse und die Übertragung von Wertpapieren zunehmend losgelöst von dem physischen Wertpapier erfolgt, wird nun durch das Gesetz über elektronische Wertpapiere (eWpG) fortgesetzt, indem die rein digitale Begebung von Wertpapieren möglich gemacht wird. Hierbei sind neben zentral geführten digitalen Registern (Zentralregisterwertpapieren) auch Kryptowertpapierregister vorgesehen, die auf einem Aufzeichnungs-

¹ Reidel, in: Brühl/Dorschel (Hrsg.), Praxishandbuch Digital Banking, 2017, 142f.

system², also einem System zur dezentralen Datenverarbeitung und -speicherung, basieren. Durch die Etablierung von Kryptowertpapieren im Rahmen des eWpG wird einer der zentralen Punkte der Blockchain-Strategie der Bundesregierung umgesetzt.³ Die von der Bundesregierung identifizierte Nachzüglerrolle Deutschlands im Bereich der Dematerialisierung und Digitalisierung des Wertpapiersystems soll somit aufgehoben und die Attraktivität des Finanzstandorts Deutschland erhöht werden.⁴ Mit dem eWpG wird der Handel von Kryptowertpapieren (insb. Inhaberschuldverschreibungen) ermöglicht, was mittels automatisierter und digitalisierter Prozesse entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu einem schnelleren und kosteneffizienteren Kapitalmarkt führen soll.⁵

Die große Neuerung der Kryptowertpapierregister, in welches die Kryptowertpapiere eingetragen sind, ist das Konzept der dezentral aufgezeichneten Wertpapierregister die stark im Kontrast zu allen anderen Formen der Wertpapierregister stehen, die stets auf einem zentralen Informationssystem aufgezeichnet werden. Das eWpG wurde zwar technikneutral gestaltet, jedoch weist der Konsens der Literatur und auch die praktische Evidenz daraufhin, dass für das Aufzeichnungssystem des Kryptowertpapierregisters vor allem die Distributed-Ledger-Technologie (DLT) bzw. genauer die Blockchain-Technologie infrage kommt.⁶ Da jedoch das eWpG erst am 03.06.2021 verabschiedet und mit dem Zukunftsfinanzierungsgesetz (ZuFinG) sogar erst am 15.12.2023 um die Begebung von Kryptoaktien erweitert wurde, gibt es zwar schon erste Tests mit Kryptowertpapieren, aber eine große Adaption hat bisher nicht stattgefunden. Dies zeigt sich auch anhand der von der BaFin geführten Liste aller Kryptowertpapiere.⁷ Diese offenbart nicht nur die bisher geringe Anzahl von 79 begebenen Wertpapieren zum Stand 13.03.2024, sondern auch die noch viel kleinere Zahl der registerführenden Stellen, die eine zentrale Rolle in der Begebung und dem Betrieb von Kryptowertpapierregistern spielen. Mitunter ein Grund dafür ist sicherlich die Unklarheit über die technischen Gestaltungsmöglichkeiten, die sich aus den gesetzlichen Anforderungen ergeben. Hierzu sind nahezu keine detaillierteren Informationen zu den wenigen Realbeispielen bekannt, und auch

² Das Aufzeichnungszeichnungssystem wird definiert in § 4 Abs. 11 eWpG als „dezentraler Zusammenschluss, in dem die Kontrollrechte zwischen den das jeweilige System betreibenden Einheiten nach einem im Vorhinein festgelegten Muster verteilt sind“.

³ Heise, Jetzt auch elektronisch: Wertpapiere (unter https://www.bafin.de/SharedDocs/Veroeffentlichungen/DE/Fachartikel/2021/fa_bj_2107_eWpG.html). Diese und alle im Folgenden zitierten Internetseiten wurden am 29.03.2024 zuletzt abgerufen.

⁴ RegE. vom 11.09.2023, Gesetz zur Finanzierung von zukunftssichernden Investitionen (ZuFinG), BT-Drs. 20/8292, 58 f.

⁵ Conreder/Meier eWpG/Reiter, 2023, § 16 Rn. 1 f.

⁶ Linardatos, ZBB 32 (2020), 329, 330; Lehmann, in: Omlor/Möslein/Grundmann (Hrsg.), Elektronische Wertpapiere, 2021, 60; Conreder/Meier eWpG/Reiter, 2023, § 16 Rn. 1.

⁷ BaFin, Kryptowertpapierliste nach eWpG, 29.03.2024 (unter https://www.bafin.de/DE/PublikationenDaten/Datenbanken/Kryptowertpapiere/kryptowerte_node.html).

in der Fachliteratur existierten bislang nur einige wenige Abhandlung zu den Kryptowertpapierregistern, die zudem aufgrund ihres klaren rechtswissenschaftlichen Fokus die technischen Aspekte nicht in der Tiefe behandeln.⁸

Mit dieser Arbeit werden die rechtlichen Anforderungen an das Aufzeichnungssystem in einem Kryptowertpapierregister aus einem technischen Blickwinkel beleuchtet und aufgezeigt, welche Gestaltungsmöglichkeiten für eine Blockchain aus den aufgegriffenen Anforderungen resultieren. Ziel ist es damit, mehr technische Kompetenz und Klarheit zu schaffen und somit eine breitere Adaption der Kryptowertpapiere und insbesondere der kommenden Kryptoaktien zu ermöglichen.

Um ein Verständnis über die zugrundeliegende Technologie zu schaffen, wird zunächst auf die Grundlagen der Blockchain-Datenstruktur, des Blockchain-Netzwerks sowie Tokenisierung und Smart Contracts eingegangen. Im Anschluss werden die für die Ausgestaltung der Blockchain relevanten rechtlichen Anforderungen an das Kryptowertpapierregister aufgeführt und daraus entstehende Anforderungen an die Blockchain abgeleitet und vorgestellt, welche Gestaltungsmöglichkeiten diese Anforderungen erfüllen können. Dieser Teil ist dabei gegliedert in die technische Grundstruktur des Registers, die enthaltenen Informationen im Register und die Registeränderungen. Abschließend wird ein Fazit zu den im gesetzlichen Rahmen möglichen Gestaltungen und ihren Vor- und Nachteilen gezogen, noch offenstehende Fragen thematisiert und ein Ausblick auf weitere Entwicklungen geworfen.

II. Blockchain-Grundlagen

1. Grundlagen der Datenstruktur

Die Blockchain stellt ein verteiltes Kontenbuch dar, dessen Transaktionen in Blöcken aggregiert sind. Neben einer geordneten Liste der Transaktionen enthalten die Blöcke jeweils einen Verweis⁹ auf den vorherigen Block. Dadurch sind Blöcke kryptographisch verkettet, und die Datenstruktur stellt somit eine chronologische Reihenfolge dar und verhindert rückwirkende Veränderungen,

⁸ Conreder/Meier (Hrsg.), eWpG, 2023; Omlor/Möslein/Grundmann (Hrsg.), Elektronische Wertpapiere, 2021; *Linardatos*, ZBB 32 (2020), 329ff.

⁹ Der Verweis wird Hash(-wert) genannt. Er ist das Ergebnis einer Hashfunktion, die Zeichenfolgen beliebiger Länge auf eine Zeichenfolge einer bestimmten Länge abbildet. Hashfunktionen sind Einwegfunktionen, d. h. es ist nicht möglich (bzw. extrem rechenaufwendig) vom Ergebnis der Hashfunktion auf die Eingabe zurückzuschließen und kollisionsresistent, d. h. es ist sehr schwer zwei Eingaben zu finden, die das gleiche Ergebnis haben. Siehe dazu etwa *Schlatt/Schweizer/Urbach/Fridgen*, Blockchain: Grundlagen, Anwendungen und Potenziale, 2016.

da diese zu Unstimmigkeiten in der Hash-Verkettung führen würden.¹⁰ Die Signatur der Transaktionen mittels eines Schlüsselpaares, bestehend aus einem privaten und einem öffentlich bekannten Schlüssel, ermöglicht zusätzlich die Überprüfung ihrer Authentizität und Integrität, während die Speicherung der gesamten Transaktionsliste die Korrektheit neuer Transaktionen kontrollierbar macht. Aus diesen Gründen gelten Blockchains allgemein als verifizierbare und fälschungssichere Systeme.¹¹

2. Grundlagen des Netzwerks

Eine Blockchain basiert auf der Distributed-Ledger-Technologie. DLT steht dabei für eine Datenbank, bei der eine Replikation des „Ledgers“ auf mehreren Entitäten (Nodes) dezentral gespeichert ist. Diese Nodes bilden das *Peer-to-Peer*-Netzwerk (P2P), indem sie neue Transaktionen im Netzwerk verteilen, um die Inklusion in einen neuen Block zu ermöglichen und neu entstandene Blöcke wieder im Netzwerk verteilen, um jedem Teilnehmer zu ermöglichen, seine lokale Version des Ledgers aktuell zu halten. Die einzelnen Netzwerkteilnehmer stellen dabei die Hardware-Ressourcen zur Bereitstellung von Inhalten und Leistungen des Netzwerks zur Verfügung. Aus Effizienzgründen berechnen die *Nodes* gemeinsam den globalen Zustand, indem alle vorherigen Änderungen laufend zusammengeführt werden.¹² Da es in diesem dezentralen System keine zentrale Autoritäts- oder Koordinationsstelle gibt, wird ein Konsensmechanismus benötigt, um ein einheitliches Verständnis über den aktuellen Stand des Netzwerks, also die Inklusion von neuen Transaktionen und deren Reihenfolge, zu erhalten. Dieser beruht auf einer Kombination von kryptographischen Verfahren und wirtschaftlichen oder sozialen Anreizmechanismen.¹³

Die Gestaltung der Blockchain-Governance bestimmt, wer am System teilnehmen darf. Bei der allgemeinen Teilnahme wird zwischen *public* und *private* Blockchains unterschieden. Bei *public* Blockchains darf jeder die Blockchain einsehen und speichern sowie Transaktionen einreichen und weiterleiten, wo-

¹⁰ Theoretisch ist diese Veränderung mit genug Rechenaufwand möglich, der benötigte Rechenaufwand übersteigt allerdings aktuell mögliche Rechenkapazitäten um mehrere Größenordnungen. Siehe dazu *Butijn/Tamburri/van den Heuvel*, ACM Computing Surveys 53 (2021), 1; *Nofer/Gomber/Hinz/Schiereck*, Business & Information Systems Engineering 59 (2017), 183.

¹¹ Für eine detailliertere Einführung zur Blockchain-Technologie siehe zum Beispiel *Schlatt/Schweizer/Urbach/Fridgen*, Blockchain: Grundlagen, Anwendungen und Potenziale, 2016.

¹² *Beck/Avital/Rossi/Thatcher*, Business & Information Systems Engineering 59 (2017), 381; *Nakamoto*, Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System (abrufbar unter <https://bitcoin.org/en/bitcoin-paper>).

¹³ *Nakamoto*, Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System (abrufbar unter <https://bitcoin.org/en/bitcoin-paper>); *Beck/Avital/Rossi/Thatcher*, Business & Information Systems Engineering 13 (2017), 381; *Schlatt/Guggenberger/Schmid/Urbach*, International Journal of Information Management 68 (2023).

hingegen die genannten Aktionen bei *private* Blockchains beschränkten Gruppen vorenthalten ist. Bezüglich der Verteilung der Stimmrechte beziehungsweise dem Zugang zum Konsensmechanismus existieren *permissionless* und *permissioned* Blockchains. *Permissionless* Blockchains sind jene, bei denen alle Teilnehmer am Konsensmechanismus teilnehmen dürfen. Bei *permissioned* Systemen hingegen können nur konkret zugelassene Teilnehmer sich am Konsensmechanismus beteiligen. Daraus kann abgeleitet werden, dass die private Eigenschaft automatisch bedeutet, dass es sich um eine *permissioned* Blockchain handelt, wohingegen eine *public* Blockchain *permissioned* oder *permissionless* sein kann.

Während bei *permissioned* Blockchains traditionelle, demokratische Konsensmechanismen wie zum Beispiel „eine Person – eine Stimme“ verwendet werden können, ist dies in *permissionless* Systemen aufgrund von „Sybil-Attacks“¹⁴, bei denen sich einzelne Teilnehmer als eine große Menge von Teilnehmern ausgeben, nicht möglich. Um Sybil Attacken, die darauf basieren, dass einzelne Teilnehmer neue „digitale Accounts“ ohne zusätzliche Kosten erstellen können, entgegenzuwirken, muss das Stimmrecht in Konsensmechanismen von *permissionless* Netzwerken an eine knappe und digital verifizierbare Ressource gekoppelt werden. Die aktuell verbreitetsten Konsensmechanismen in *permissionless* Blockchains sind *Proof-of-Work* (PoW) und *Proof-of-Stake* (PoS). Dabei ist beim PoW-Konsensmechanismus das Stimmrecht an aufgewendete Rechenleistung gekoppelt, während die Teilnehmer beim PoS-Konsensmechanismus Kapital in Form der nativen Kryptowährung der jeweiligen Blockchain hinterlegen müssen.¹⁵

3. Tokenisierung und Smart Contracts

Bei Smart Contracts handelt es sich um einen Programmcode, der von Teilnehmern auf einer Blockchain gespeichert wird und mit dem andere Teilnehmer dann interagieren können. Dadurch wird die Funktionalität der Blockchain von einfachen Zahlungen zur Abwicklung von komplexen Programmen, zum Beispiel zur Abbildung von Geschäftslogiken (z.B. Verträge), erweitert. Smart Contracts funktionieren, indem unter einer vereinbarten Adresse in der Blockchain der Code mit der vereinbarten Logik („Vertragsdetails“) gespeichert und somit für jeden Teilnehmer zu jeder Zeit für einen Abruf verfügbar gemacht wird. Mit dem Smart Contract und seinen Regeln und Funktionen können Teil-

¹⁴ Bei Sybil Attacken handelt es sich um die Erstellung falscher Identitäten, um überproportional großen Einfluss auf das P2P-Netzwerk zu erlangen. Siehe dazu etwa *Douceur*, in: Druschel/Kaashoek/Rowstron (Hrsg.), *Peer-to-Peer Systems: First International Workshop*, 2002, 251 ff.

¹⁵ Für nähere Erklärungen der beiden Konsensmechanismen und einen ausführlichen Vergleich ihrer kryptographischen Sicherheit siehe zum Beispiel *Álvarez/Gramlich/Sedlmeir*, *ACM/SIGAPP Symposium on Applied Computing* 39 (2024).

nehmer dann interagieren, indem Sie Transaktionen an die Blockchain-Adresse des Smart-Contracts senden.¹⁶

Ein Hauptanwendungsfall von Smart Contracts ist die Tokenisierung, die im Allgemeinen die digitale Abbildung eines Vermögenswertes auf einem Distributed Ledger wie einer Blockchain beschreibt. Dabei beinhaltet der Begriff auch die durch den Vermögenswert enthaltenen Regeln und Möglichkeiten. Diese werden in einem Smart Contract zu dem Vermögenswert festgehalten. Die Emittierung eines Tokens geschieht also durch das Erstellen und Instanzieren des dazugehörigen Token Smart Contract. Er verwaltet die Eigentumsverhältnisse und legt die Funktionen fest, die man mit dem Token durchführen kann. Beispiele für Tokenfunktionen sind *transfer*, das Transferieren von Token von der einen zur anderen Adresse, *freeze*, das Deaktivieren der Transferfunktion, oder *burn*, das Löschen von Token einer bestimmten Adresse.

Die Berechtigung, eine Smart-Contract-Funktion zu nutzen, kann durch sogenannte Modifier eingeschränkt sein. Modifier sind Funktionsparameter, die spezifizieren, wer diese Funktion aufrufen darf. Beispiele für Funktionsmodifier sind *OnlyOwner* oder *Internal* Modifier, bei denen die Funktion nur vom Eigentümer des Smart Contracts bzw. nur vom Smart Contract selbst aufgerufen werden kann. Auch möglich ist es, mit einem *OnlyWhitelisted* Modifier festzulegen, dass der Aufruf der Funktion auf eine Gruppe von Personen bzw. Blockchain-Adressen begrenzt ist, die in einer in dem Smart Contract hinterlegten und z. B. durch den *OnlyOwner* Modifier abänderbare *Whitelist* enthalten sind. Modifier spielen auch im Kontext der Tokenisierung eine wichtige Rolle, da häufig gewissen Token-Funktionen nicht von allen, sondern nur einzelnen, klar definierten Netzwerkteilnehmern aufrufbar sein sollten. So werden zum Beispiel die *burn* oder *freeze* Funktion mit dem *OnlyOwner* Modifier versehen, damit nur die Entität, die den Smart Contract auf der Blockchain gespeichert hat und somit meist der Ausgeber der Token ist, die Berechtigung besitzt, Token auf anderen Adressen zu verbrennen und einzufrieren.

III. Rechtlicher Rahmen – Anforderungen und Möglichkeiten

Der folgende Abschnitt geht auf die gesetzlichen Anforderungen an Kryptowertpapierregister, die sich aus dem eWpG und ZuFinG sowie der eWpRV ergeben, ein. Dazu werden die schon in der Fachliteratur vereinzelt existierenden Einschätzungen zu diesen Anforderungen und ihrer Bedeutung für die praktische Umsetzung aufgeführt. Dadurch wird aufbauend auf den direkt aus den

¹⁶ Gramlich/Principato/Schellinger/Sedlmeir/Amend/Stramm/Zwede/Strücker/Urbach, Decentralized Finance (DeFi), 2022; Grigo/Hansen/Patz/Wachter, Decentralized Finance (DeFi) – A new Fintech Revolution?, 2020.

Sachverzeichnis

- Abwicklung 128, 142
 - Bail-in-Instrument 130
- Aktie 35
- Aktien-Dematerialisierung 260
- Aktienregister 42
- Aufsichtsrecht 375
- Aussonderung 209
- Aussonderungsrecht 384

- Blockchain-Aktionärsregister 263
- Blockchain-Technologie 7
 - Blockchain-Konzeptionen 49
 - Dezentralität 77
 - ugangsverweigerung (*siehe Kartell-verstoß durch Blockchain-Technologie*)
- Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (BaFin) 244

- Celcius Network 376
- Coinbase 377
- Comissão do Mercado de Valores Mobiliários (CMVM) 235
- Community-Governance 378
- Corporation 364
 - Delaware General Corporation Law (DGCL) 364
- CSDR (*siehe Verordnung über Wertpapierzentralverwahrer (CSDR)*)

- Decreto FinTech 310
- Digitale Inhalte Richtlinie 54
- Digitale-Inhalte-Richtlinie
 - Bereichsausnahme für Finanzdienstleistungen 62
- Digitale Produkte 54
 - Aktualisierungspflicht 71
 - Bereitstellung von Token 66
 - Digitale Dienstleistungen 58
 - Digitale Inhalte 56
 - Produktmängel 68
- Digital financial instruments 331

- Digitalökonomie 79
- Distributed Ledger Technology (DLT) 303, 328, 375
- DLT Pilot Regime 310, 327
- DLT register for digital circulation 331
 - Responsible for DLT Register 338

- Einzeleintragung 34, 39
- Elektronisches Wertpapier 44, 349
- Entmaterialisierung von Gesellschaftsanteilen 312
- Equity Crowdfunding 301, 315
- ESMA (*siehe European Securities and Markets Authority (ESMA)*)
- EuInsVO (Europäische Insolvenzverordnung) 382
- European Crowdfunding Service Provider (*siehe Schwarmfinanzierungsverordnung (ESCP-VO)*)
- European Securities and Markets Authority (ESMA) 241
- eWpG (*siehe Gesetz über elektronische Wertpapiere (eWpG)*)

- Finanzmarktdigitalisierungsgesetz (FinmadiG) 384
- FTX Ltd. 376

- General Partnership 366
- Gesellschaftsrecht, numerus clausus 347, 354
- Gesetz über elektronische Wertpapiere (eWpG) 5, 240

- Indossament 40
- Insolvenzmasse 207
- Insolvenzplan 136
- Insolvenzverfahren, Regelin insolvenzverfahren, Insolvenzplanverfahren, Verbraucherinsolvenzverfahren 382
- Intermediärsgesellschaft 306

- Italien 300, 327
 - CONSOB 310
 - Corporate law framework 332
 - DDL Capitali 312
 - Società di responsabilità limitata (s.r.l.) 307
 - Società intermediazione mobiliare (SIM) 306
 - Testo Unitario della Finanza (TUF) 306

- Kartellrechtsdurchsetzung
 - Pseudonymitätserschwerenis 97
 - Verantwortlichkeit 96
- Kartellverstoß durch Blockchain-Technologie
 - Blockchain-Einsatz 82
 - Hub-and-Spoke-Konstellationen 91
 - Machtmissbrauch 85
 - Signalling 94
 - Zugangsverweigerung 87
- Kreditsicherheiten 187
 - Eignung 189
 - Funktionen 187
- Kryptoaktien 37, 263
- Kryptomärkteaufsichtsgesetz (K MAG) 384
- Kryptowerte
 - Begriff 191
 - Bereicherungsrecht 176
 - Deliktsrechtlicher Schutz 174
 - Geschäftsführung ohne Auftrag 178
 - Immaterialgüterrecht sui generis 172
 - Ökonomie der Kryptowerte 186
 - Relatives Recht 171
 - Sacheigentum 167, 192
 - Urheberrechtlicher Schutz 172
- Kryptowertpapierregister 6, 249
 - Technische Anforderungen 11
 - Technische Gestaltung 19

- Liechtenstein 44
- Limited Liability Company (LLC) 361, 390
 - Delaware Limited Liability Companies Act (DLLCA) 362
 - Revised Limited Liability Company Act (RULLCA) 361
- Liquidation 146

- MiCAR (*siehe* Verordnung über Märkte für Kryptowerte (MiCAR))
- MiFID II (*siehe* Richtlinie über Märkte für Finanzinstrumente (MiFID II))

- Namensaktie 33

- Österreichische Aktiengesellschaft
 - Formvorschrift 288
 - Indossament 289
 - (tokenisierte) Inhaberaktie 286
 - (tokenisierte) Namensaktie 286
 - Wertpapier 287
 - Zession 289
- Österreichische Flexible Kapitalgesellschaft (FlexCo) 293
 - Schriftform 295
 - (tokenisierter) FlexCo-Geschäftsanteil 294
 - (tokenisierter) Unternehmenswertanteil 294
- Österreichische GmbH
 - Notariatsakts 284
 - Verbriefungsverbot 285
 - Verwendungszusagen 283

- Polen 258
- Portugal 186, 215, 234
 - Título de crédito 239
 - Valore mobiliário 237
 - Wertpapierrecht 235
- Property (common law) 156
 - Ainsworth-Entscheidung 179
 - Choses in action 159
 - Choses in possession 156
 - Constructive Trust (Equity) 158
 - Conversion (Tort) 156
 - tertium quid 160

- Responsible Financial Innovation Act (RFIA) 379
- Restrukturierung 126
- Richtlinie über Märkte für Finanzinstrumente (MiFID II) 241
- Rücktauschplan 118

- Sammeleintragung 34, 41
- Sanierungsplan 117
- Schwarmfinanzierungsverordnung (ESCP-VO) 301
- Schweiz 44
- Singapur 154
- Smart Contracts 89, 378
- Sonderinsolvenzrecht 142
- Sondersanierungsrecht 108
- Stückaktie 33

- Token
 - Governance Token 245
 - Hybride Token 244
 - Token als Daten 57
- Tokenisierung 234, 257, 300
 - Digitale Verbriefung 277
 - Gesellschaft mit beschränkter Haftung (GmbH) 304
 - Numerus clausus des Wertpapierrechts 291
 - Schuldrechtliches Modell 282
 - Token (*siehe* Token)
 - Tokenisierung von Wertpapieren 240
 - Wertpapierrechtliches Modell 284
- Token-Taxonomie 50
- Treuhand 196, 210
- Treuhänderische Tokenverwaltung 316

- Übersicherung 201
 - Anfängliche Übersicherung 201
 - Nachträgliche Übersicherung 202
- Uniform Commercial Code (UCC) 359, 393
 - Uncertificated securities 359
- USA 344, 375
- US Bankruptcy Code 391

- Verbrauchervertrag 54
- Vermögenswertreserve 111
- Verordnung über Märkte für Kryptowerte (MiCAR) 102, 241
- Verordnung über Wertpapierzentralverwahrer (CSDR) 248
- Vinkulierung 40
- Volatilität 190, 204

- Wertpapier
 - Gutgläubiger Erwerb 252
 - Übertragung 251
 - Wertpapierbegriff, aufsichtsrechtlich 241
 - Wertpapierbegriff, Dichotomie 237
 - Wertpapierbegriff, zivilrechtlich 239
- Wertpapierregister 41

- Zukunftsfinanzierungsgesetz (ZuFinG) 30