

Nicolas Bunde und Anna Wolf

Blockchain – Hype oder Querschnittstechnologie?*

IN KÜRZE

Blockchain- bzw. Distributed-Ledger-Technology (DLT) ist eine relativ junge Technologie, die in den vergangenen Jahren eine rasante Entwicklung durchlaufen hat. Ursprünglich als Grundlage für Kryptowährungen wie Bitcoin konzipiert, hat die Blockchain-Technologie vor allem im Finanzsektor eine schnelle Adaption erfahren. Gleichzeitig haben die hohe Volatilität, regulatorische Unsicherheiten und illegale Aktivitäten rund um Kryptowährungen zu großer Verunsicherung bezüglich der Technologie an sich geführt. Dabei ermöglicht die Blockchain-Technologie Kosten-, Zeit- und Prozessvorteile und könnte als Treiber für eine Vielzahl von volkswirtschaftlich relevanten Ökosystemen dienen. Anwendungen in Bereichen außerhalb des Finanzsektors sind in der öffentlichen Wahrnehmung allerdings weniger präsent. Dieser Artikel befasst sich mit der Nutzung der Blockchain-Technologie in Deutschland. Mittels einer empirischen Auswertung von Stellenanzeigen werden Wirtschaftssektoren und Anwendungsfelder ermittelt, in denen die Blockchain-Technologie zum Einsatz kommt. Ziel ist es, einen Einblick in die unterschiedlichen Anwendungen der Blockchain-Technologie in der Realwirtschaft zu ermöglichen.

Die Grundidee der Blockchain-Technologie besteht darin, eine dezentrale Datenbank zu schaffen, die Transparenz und Unveränderlichkeit gewährleistet sowie Transaktionen ohne Intermediäre ermöglicht. Um dem Prinzip der Dezentralisierung zu entsprechen, erfolgt die Speicherung der Daten nicht zentral auf einem oder wenigen Servern, sondern als verteilte Datenbank. Öffentliche Blockchains bauen in der Regel auf eigenen Kryptowährungen auf, d.h. digitalen Vermögenswerten, die vor allem als Bezahl- und Tauschmittel zur Aufrechterhaltung des Blockchain-Netzwerks fungieren. Daneben existieren DLT-Protokolle für nicht öffentliche Blockchains, wie etwa Hyperledger Fabric, ein Open-Source-Projekt der Linux Foundation. Typische Anwendungsfelder der nicht öffentlichen Blockchains liegen in unternehmensspezifischen Anwendungen, im Supply-Chain-Management, Finanzwesen oder Verwaltung.

* Dieser Beitrag ist im Rahmen des Horizon 2020 Projekts PILLARS – Pathways to Inclusive Labour Markets (Grant Agreement Nr. 101004703) entstanden. Wir danken Lightcast und insbesondere Julia Nania für die Bereitstellung eines Datenupdates (10. Juli 2023) für diesen Beitrag.

Mit der Ethereum-Blockchain und den auf ihr eingeführten Smart Contracts, d.h. dezentral auf einer Blockchain ausgeführten Programmen bzw. Protokollen, kam 2015 eine neue technologische Dimension mit disruptivem Potenzial zur Blockchain-Technologie hinzu (Prinz und Schulte 2017). Zum einen ermöglichen Smart Contracts eine Vielzahl von unterschiedlichen Anwendungen, darunter auch eine Herausgabe von Kryptowerten (Token). Kryptowährungen, auch als Payment-Token bezeichnet, sind das prominenteste Beispiel für Krypto-Token. Daneben existieren Non-Fungible Tokens (NFT), mit deren Hilfe materielle und digitale Werte auf der Blockchain abgebildet sowie Zugriffsrechte eindeutig und dauerhaft übertragen werden können. Darüber hinaus ermöglicht die Blockchain die Schaffung von Utility-Token (an bestimmte Funktionalitäten bzw. Nutzungsrechte gebundene Token) bzw. Security-Token (Emissionen von Token zum Zweck der Kapitalaufnahme). Smart Contracts werden auch zur Steuerung verschiedener automatisierter Prozesse eingesetzt und ermöglichen damit die Schaffung von dezentralen Plattformen und Handelsplätzen, die direkt mit der Blockchain interagieren. Popularität haben solche Plattformen insbesondere in der Finanzbranche (Kryptobörsen) sowie in der Medien- und Kreativwirtschaft (NFT-Handel) erlangt.

Forbes listet jährlich mit »Blockchain 50« Unternehmen auf, die die Blockchain-Technologie im großen Stil nutzen (Forbes 2023). Die Geschäftsmodelle reichen von Tokenisierung von materiellen und digitalen Vermögensgegenständen, Kryptoverwahrungen und Handel mit Kryptowerten, Dokumentation von Herkunftsnachweisen im Bereich Supply-Chain bis hin zu Anwendungen im Internet der Dinge (Internet of Things – IoT) und Peer-to-Peer-Energiehandel.

DIE BLOCKCHAIN-TECHNOLOGIE UND IHR POTENZIAL

Blockchain und ihre Anwendungen sind inzwischen auch Gegenstand zahlreicher größtenteils interdisziplinärer Forschungsvorhaben im akademischen Bereich. Auch in den Wirtschaftswissenschaften beschäftigen sich Forschende mit den ökonomischen Implikationen der Blockchain-Technologie.¹ Das beinhaltet makroökonomische Forschungsbereiche rund um

¹ Die Suche nach dem Schlagwort »Blockchain« auf der Plattform EconPapers ergibt gefiltert nach Artikeln in Journals, Buchkapiteln und Working Papers rund 7 060 Treffer (<https://econpapers.repec.org/>, aufgerufen am 4. Juni 2024).

gesamtwirtschaftliche Aspekte sowie Auswirkungen der DLT-Anwendungen auf Finanz- und Wirtschaftssysteme (World Economic Forum 2022). Dazu gehören Fragestellungen rund um digitale Währungen, ihre Bedeutung für die Finanzstabilität, regionale, nationale und internationale Aspekte der Regulierung von Kryptowährungen und -transaktionen (Collomb et al. 2019), Potenziale der Blockchain-Technologie für die reale Wirtschaft usw. Die Krypto-Mikroökonomie befasst sich mit einzelwirtschaftlichen Vorgängen, die aus der Anwendung der DL-Technologie entstehen, darunter neuen Organisationsstrukturen und Geschäftsmodellen, Design von Konsensus-Algorithmen und Tokenisierungsmodellen, spieltheoretischen Ansätze usw. (Halaburda et al. 2018; Abadi und Brunnermeier 2022). Daneben gibt es zahlreiche Projekte in der Grundlagenforschung rund um Blockchain-Entwicklung. So befasst sich das Fraunhofer Blockchain-Labor mit der Weiterentwicklung der Anwendungen von DLT in der Verwaltung, im Bildungssektor und rund um das Thema selbstverwaltete Identitäten (Schellinger et al. 2022).

Mehrere Forschungsarbeiten haben sich zudem mit der Frage befasst, ob die Blockchain-Technologie die Anforderungen erfüllt, um als Querschnittstechnologie (General Purpose Technologie) eingestuft zu werden (Catalini und Gans 2019; Kane 2017; Marku et al. 2021; Ozcan und Unalan 2022). Typische Beispiele für Querschnittstechnologien sind Elektrizität, die Erfindung des Telefons, des Computers und des Internets. Hauptmerkmale solcher Technologien sind, dass sie branchenübergreifend wirken, zu deutlichen Kostensenkungen und Produktivitätsgewinnen sowie Produkt- und Prozessinnovationen beitragen. Von den neueren Technologien werden aktuell vor allem generative Künstliche Intelligenz (KI) und Blockchain als mögliche Querschnittstechnologie mit disruptivem Potenzial diskutiert.

Doch gerade die empirische Beurteilung einer branchenübergreifenden Nutzung der Blockchain-Technologie stellt sich als eine Herausforderung dar. Zwar sind bei öffentlichen Blockchains alle globalen Aktivitäten in der Regel in Echtzeit abrufbar, eine Aufschlüsselung auf nationaler Ebene oder gar auf Branchenebene ist nicht verfügbar. Die Natur der Blockchain-Technologie, die oft dezentralisiert und anonymisiert ist, erschwert es Forschenden, einen umfassenden Einblick in ihre Nutzung zu erhalten. Auch gibt es neben öffentlichen Blockchains (Bitcoin, Ethereum u. a.) zahlreiche private bzw. nicht öffentlich einsehbare DLT. Nicht öffentliche Blockchain-Netzwerke sind besonders für Unternehmen interessant, die dezentrale Datenbanken in ihre Betriebsprozesse integrieren und einem begrenzten Nutzerkreis zur Verfügung stehen sollen. Zudem fehlt es an amtlichen oder standardisierten Datensätzen und einheitlichen Berichtsmechanismen über den Einsatz der Blockchain-Technologie. Diese Datenlücke kann nur durch empirische Untersuchungen geschlossen werden, die

gezielt Daten sammeln und analysieren, um ein klareres Bild von der Verbreitung und den Auswirkungen der Blockchain-Nutzung in einzelnen Branchen, Berufen und Unternehmen zu erhalten.

BLOCKCHAIN NUTZUNG IN DEUTSCHLAND: EVIDENZ AUS DER IFO KONJUNKTURUMFRAGE

Das ifo Institut befragte im Juni 2023 im Rahmen seiner ifo Konjunkturumfragen Unternehmen in Deutschland zur Anwendung von KI, Blockchain und Cloud Computing (Schaller et al. 2023). Den Ergebnissen der Umfrage zufolge nutzten im Jahr 2023 rund 7% der Unternehmen Blockchain-Technologie oder planten, sie zu nutzen (Durchdringungswert); rund 19% diskutierten eine mögliche Einführung. Eine breitere Anwendung fand die Blockchain-Technologie vor allem in der Industrie, wo der Durchdringungswert bei 12% lag, fast jedes vierte Unternehmen (24%) diskutierte darüber (vgl. Abb. 1).

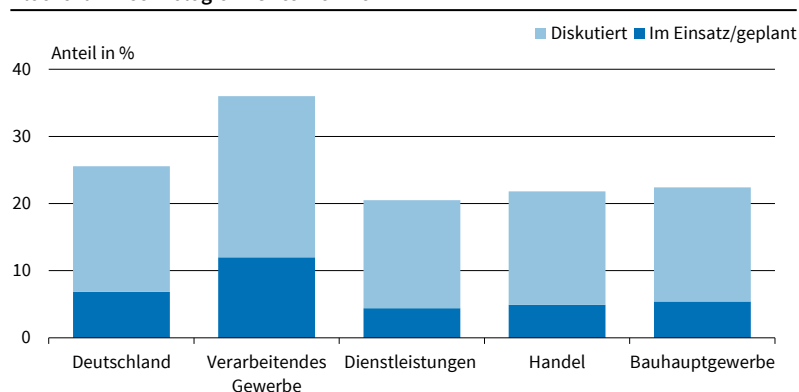
Die Ergebnisse der ifo-Umfrage zeigen zwar, dass Blockchain-Technologie für Unternehmen durchaus ein wichtiges Thema im Rahmen ihrer digitalen Strategie darstellt. Allerdings bleiben die Fragen offen, wie konkret die Pläne der Unternehmen sind und für welche Anwendungsfälle, insbesondere außerhalb des Finanzsektors, Blockchain-Technologie eingesetzt wird. Mit der Auswertung von Stellenanzeigendaten soll diesen beiden Fragen im Folgenden nachgegangen werden.

STELLENANZEIGEN ALS GRADMESSER DER BLOCKCHAIN-DURCHDRINGUNG

Die Analyse von Stellenanzeigen hat mehrere Vorteile. Zum einen liefern Stellenanzeigen neben Informationen zu gesuchten Berufen meist auch konkretere Tätigkeitsbeschreibungen und dafür benötigte Fähigkeiten. Dadurch können Blockchain-Anwendungen viel genauer den jeweiligen Anwendungsfeldern zugeordnet werden. Darüber hinaus spiegeln Stellenanzeigen sowohl den aktuellen Bedarf an Arbeitskräften als auch Unternehmenserwartungen wider, wodurch sich Veränderungen und Trends frühzeitig

Abb. 1

Blockchain-Technologie in Unternehmen



Quelle: ifo Konjunkturumfragen, Juni 2023.

© ifo Institut

erkennen lassen. Stellenanzeigen lassen somit auf sehr konkrete Pläne der Arbeitgeber schließen. Ein Unternehmen dürfte nur dann nach Mitarbeitenden mit bestimmten Fähigkeiten suchen, wenn es in einem bestimmten Geschäftsbereich bereits aktiv ist oder die Entscheidung gefallen ist, aktiv zu werden. Gerade bei Blockchain-Technologie, deren praktische Anwendungsfelder noch nicht eindeutig definiert sind, stellen Stellenanzeigen einen zuverlässigen Indikator für die tatsächliche Verbreitung dar.

Die vorliegende Analyse basiert auf Daten von Online-Stellenanzeigen, die von dem Unternehmen Lightcast zusammengetragen werden. Lightcast erfasst weltweit Stellenausschreibungen² von über 65 000 unterschiedlichen Jobbörsen und Unternehmenswebseiten (Lightcast 2024). Mit Hilfe von Algorithmen werden relevante Informationen, u. a. Branchenzugehörigkeit, Beruf und geforderte Fähigkeiten aus den Anzeigentexten ausgelesen. Im Zuge dieses Prozesses werden zudem Duplizierungen entfernt, die entstehen können, wenn eine Stellenanzeige auf mehreren Plattformen gleichzeitig geschaltet wird. Neben der großen Fülle an Informationen zeichnet die Daten ihre hohe Aktualität aus. Für die vorliegende Analyse steht ein Datensatz für Deutschland zur Verfügung, von 2019 bis zum ersten Halbjahr 2023. Pro Jahr entspricht dies in etwa 11 Mio. ausgewerteten Online-Stellenanzeigen.

Um mehr über die Verbreitung der Blockchain-Technologie in Deutschland zu erfahren, werden zunächst die relevanten Stellenanzeigen herausgefiltert. Hierfür wird auf die Klassifikation der Fähigkeiten von Lightcast zurückgegriffen (Skills). Dabei werden die in den Anzeigen gesuchten Fähigkeiten (ca. 30 000) zu thematischen Kategorien aggregiert. Zwei dieser Kategorien lauten »Blockchain« und »Cryptocurrency«. Jede Stellenanzeige, die mindestens eine Fähigkeit aus einer der beiden Kategorien enthält, wird als Anzeige mit Blockchainbezug gewertet. Basierend auf dieser Abgrenzung werden im gesamten Untersuchungszeitraum rund 34 000 Blockchain-Anzeigen identifiziert. Dies entspricht in den Jahren

² Die Stellenanzeigen können auch Praktika und Werkstudententätigkeiten umfassen.

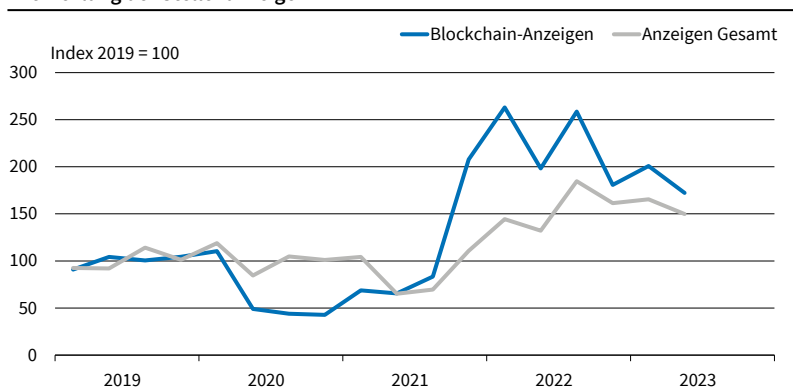
2019 bis 2023 durchschnittlich rund 7 000 Anzeigen pro Jahr. Zum Vergleich taucht das aktuell viel diskutierte Stichwort »generative KI« nur etwa 300-mal im gesamten Untersuchungszeitraum auf. Der 3D-Druck der ebenfalls als potenziell disruptive Technologie große Aufmerksamkeit erhält, taucht rund 21 000-mal in den Stellenanzeigen auf.

Betrachtet man die Entwicklung der Blockchain-Stellenanzeigen über die Zeit, fällt vor allem der sprunghafte Anstieg im dritten und vierten Quartal 2021 ins Auge (vgl. Abb. 2). Neben einem allgemeinen Anstieg der Stellenanzeigen im Datensatz, der wahrscheinlich durch das Abflauen der Corona-Pandemie bedingt ist, könnte dies auch mit dem damaligen Allzeithoch von Bitcoin oder Ethereum und dem damit einhergehenden Hype rund um Kryptowährungen zusammenhängen, der die öffentliche Aufmerksamkeit auch auf die dahinterliegende Blockchain-Technologie gelenkt hat. Interessanterweise bleibt die Zahl der Blockchain-Anzeigen trotz des Rückgangs des öffentlichen Interesses am Kryptomarkt im Jahr 2022 über dem Niveau der Vorjahre.

DIE BRANCHENSTRUKTUR DER BLOCKCHAINNUTZUNG

Die Darstellung der Blockchain-Stellenanzeigen nach Branchen (vgl. Abb. 3) bietet Einblicke in die gegenwärtige Anwendungslandschaft dieser Technologie. Der größte Anteil der Stellenanzeigen entfällt auf den IT-Sektor. Auf Platz zwei folgt die Erbringung von freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen. Hierzu zählen u. a. Unternehmen aus den Bereichen Rechts-, Steuer-, Unternehmensberatung, Ingenieurbüros, Werbung sowie Forschung und Entwicklung. Der Finanzsektor ist erwartungsgemäß ebenfalls häufig vertreten, was darauf hindeutet, dass Banken, Versicherungen und andere Finanzinstitutionen in der Blockchain-Technologie auch über den Hype hinaus Potenziale für neue Anlageprodukte und Prozesse (Zahlungen, Transaktionen und Identitätsverifizierung) sehen. Interessant ist auch, dass ein gewisser Anteil der Blockchain-Stellenanzeigen der öffentlichen Verwaltung zugeordnet werden (2% – 6%). Hier wird Blockchainwissen für die Digitalisierung von Verwaltungsprozessen etwa im Kontext des Onlinezugangsgesetzes, im Zusammenhang mit der öffentlichen Förderung von Forschungsprojekten rund um Blockchainthemen oder zur wettbewerblichen Überwachung von Digitalmärkten gesucht. Weitere Branchen, in denen Blockchain-Tätigkeiten geschaffen werden, sind die Industrie sowie die Kunst- und Unterhaltungsbranche. Diese Ergebnisse decken sich weitestgehend mit anderen Untersuchungen im deutschsprachigen Raum, die basierend auf der Analyse von Unternehmenswebseiten zu dem Ergebnis kommen, dass Firmen mit Bezug zu Blockchain am häufigsten den Bereichen Dienstleistungen der Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT), Un-

Abb. 2
Entwicklung der Stellenanzeigen



Quelle: Lightcast; Berechnungen des ifo Instituts.

© ifo Institut

ternehmensberatung und Finanzen zuzuordnen sind (Gschnaidtner et al. 2024).

Die Branchenverteilung der Stellenanzeigen legt allerdings auch nahe, dass der Aufbau von Blockchain-Personal zu großen Teilen über Dienstleister wie IT- oder Unternehmensberatungen erfolgt und nicht unbedingt in den Anwenderfirmen selbst. Offensichtlich beauftragen Unternehmen, die den Einsatz von Blockchain-Technologie planen oder diese bereits nutzen, häufig externe Dienstleister, anstatt eigenes Personal einzustellen – eine im IT-Bereich allgemein verbreitete Praxis. Besondere Gründe hierfür könnten, neben dem generellen Fachkräftemangel im IKT-Bereich, auch Unsicherheit bezüglich des Entwicklungsstands, der Anwendungsfelder sowie der Regulierungsaspekte der Blockchain-Technologie sein. Ferner sind die Anwendungsfälle gerade bei kleinen- und mittleren Unternehmen (KMU) möglicherweise nicht umfangreich genug, um eine Personalstelle zu füllen.

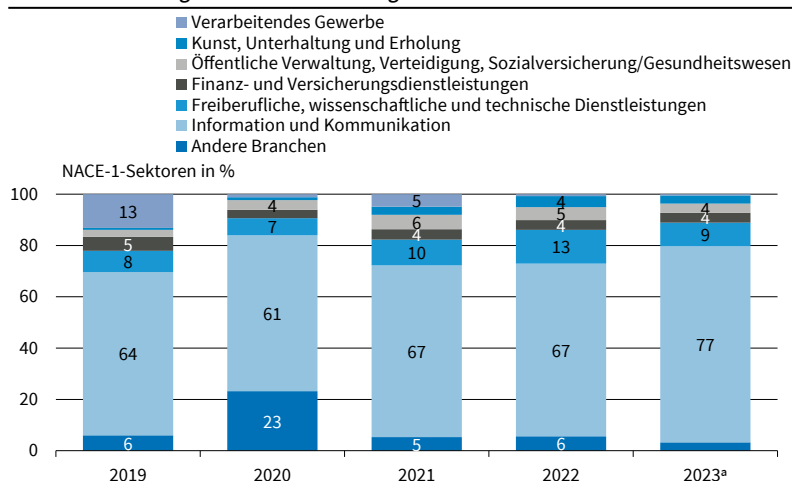
Da das prominenteste Anwendungsfeld der Blockchain im Finanzsektor liegt, stellt sich die Frage, ob der Stellenaufbau in IT- und Unternehmensberatung hauptsächlich für Projekte im Finanzbereich erfolgt. Exkludiert man von allen Blockchain-Stellenanzeigen aus den Sektoren Information und Kommunikation sowie der freiberuflichen Dienstleistungen diejenigen, die eine oder mehrere Fähigkeiten aus der Kategorie »Finanzen« enthalten – hierzu zählen neben Wissen über Kapitalmärkte oder Kryptowährungen auch sehr allgemeine Fähigkeiten wie Buchhaltung oder Abrechnung – verbleiben 64% der Anzeigen. Fast zwei Drittel der ausgewerteten Blockchain-Stellenanzeigen enthalten somit keine Fähigkeiten mit einem Finanzbezug, was nahelegt, dass der überwiegende Teil der Beratungsprojekte mit Blockchainbezug in Deutschland nicht im Finanzsektor stattfindet.

FÄHIGKEITSPROFILE VON BLOCKCHAIN-STELLENANZEIGEN

Mit einem Anteil von 36% ist ein erheblicher Anteil der Berufe in der Blockchainbranche im Bereich der akademischen IKT-Fachkräfte angesiedelt, zu denen Softwareentwickler oder Systemadministratoren zählen. Um herauszufinden, ob sich Berufsprofile von IKT-Fachkräften für Blockchain-Anwendungen von Berufsprofilen anderer IKT-Fachkräfte unterscheiden, werden die gesuchten Skills der beiden Gruppen untersucht (vgl. Abb. 4). Der Vergleich macht deutlich, dass die Bandbreite der gesuchten Fähigkeiten unter den akademischen IKT-Fachkräften für Blockchain-Anwendungen ähnlich breit ausfällt wie bei IKT-Fachkräften in anderen Bereichen. Etwas häufiger weisen Stellenanzeigen für IKT-Fachkräfte für Blockchain-Anwendungen Bezüge zu betriebswirtschaftlichen Kenntnissen, Kenntnissen im Bereich Medien und Kommunikation, Analytik, Finanzwesen sowie Wissenschaft und Forschung auf. Aber auch Fähigkeiten im Bereich Fertigung und Produktion, Gesundheitswesen und

Abb. 3

Branchenverteilung der Blockchain-Anzeigen



* 1. Halbjahr 2023. Quelle: Lightcast; Berechnungen des ifo Instituts.

© ifo Institut

Design sind häufiger gefragt als bei IKT-Fachkräften ohne Blockchainbezug.

ANWENDUNGSFELDER DER BLOCKCHAIN-TECHNOLOGIE

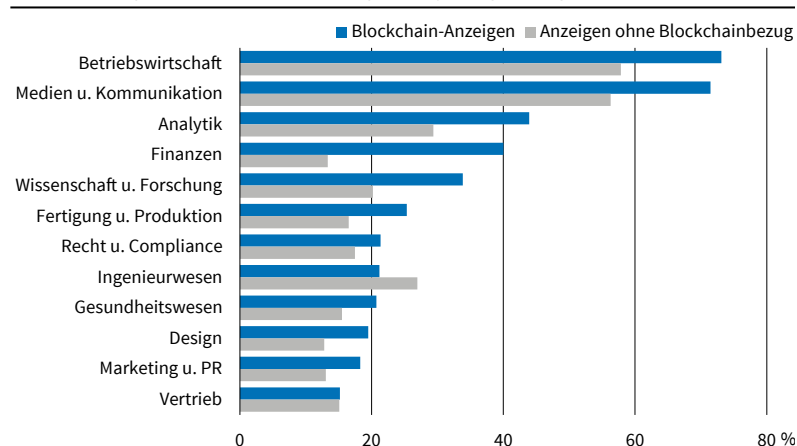
Für ein besseres Verständnis der Anwendungsfelder der Blockchain-Technologie, werden die einzelnen Fähigkeiten genauer analysiert. Aus den 500 häufigsten Fähigkeiten werden gezielt Fähigkeiten herausgefiltert, die Rückschlüsse auf bestimmte Anwendungsfelder oder Branchen ermöglichen. Tabelle 1 gibt einen Überblick der Fähigkeiten, die in Blockchain-Stellenanzeigen in den Jahren 2019 und 2023 besonders häufig gesucht wurden.

Angeführt wird die Liste im Jahr 2023 von den Stichworten Künstliche Intelligenz (29,6%) und Beratung (28,8%). Dies lässt sich damit erklären, dass Unternehmen und Unternehmensberatungen in den vergangenen Jahren verstärkt Fachkräfte im übergrei-

Abb. 4

Skill-Profil: Softwareentwickler (2022)

Anteil der Anzeigen, die mindestens eine Fähigkeit der jeweiligen Kategorie enthalten^a



^a Ohne Kategorie »Informationstechnologie«, nur Kategorien mit einem Anteil von mind. 15 % dargestellt. Quelle: Lightcast; Berechnungen des ifo Instituts.

© ifo Institut

Tab. 1

Anteile ausgewählter Fähigkeiten an Blockchainanzeigen

	2023 1. Hj. Anteil in %	2019 1. Hj. Anteil in %	Veränderung in Prozentpunkten
Künstliche Intelligenz	29,6	35,0	- 5,4
Beratung	28,8	16,9	11,9
Machine Learning	21,0	9,8	11,3
Robotic Process Automation	17,1	4,4	12,7
Rechnungswesen	16,6	5,6	11,1
Finanzwesen	13,3	9,0	4,3
Automation	9,3	5,9	3,4
Internet of Things (IoT)	9,0	27,1	- 18,1
Non-Fungible Tokens (NFT)	8,8	0,3	8,5
Web3	8,4	0,4	8,0
Quanten Computing	8,2	0,1	8,1
Digitale Transformation	8,1	11,8	- 3,6
Cybersicherheit	6,7	4,3	2,4
Big Data	6,3	29,4	- 23,2
Cloud Computing	4,0	5,4	- 1,4
Wirtschaftsingenieurwesen	3,1	2,4	0,7
Robotik	2,9	7,4	- 4,5
Tokenisierung	2,0	0,1	1,9
Lieferkette	1,8	2,2	- 0,3
E-Commerce	1,7	4,2	- 2,5
Telekommunikation	1,5	2,1	- 0,6
Virtuelle Realität	1,1	1,8	- 0,7
Chemie	1,0	2,2	- 1,2
Immobilien	1,0	15,5	- 14,5
Elektronik	0,7	1,8	- 1,0

Quelle: Lightcast, Berechnungen des ifo Instituts.

© ifo Institut

fenden Bereich Digitalisierung und digitale Technologien aufgebaut haben. Interessant ist, dass in Anzeigen mit Blockchainbezug bereits vor dem aktuellen KI-Hype verstärkt nach Fachkräften mit Fähigkeiten im KI-Bereich gesucht wurde. KI und Blockchain haben gemeinsam, dass sie neue Möglichkeiten für Datenverwaltung, Prozessoptimierung sowie Automatisierung und damit Chancen für neue Produkte, Dienstleistungen, Vermögenswerte und neue Formen der Verwaltung bieten (Europäische Investitionsbank 2021).

Relativ häufig werden zudem Blockchain-Experten mit Fähigkeiten in den Bereichen maschinelles Lernen (21%), Robotic Process Automation (17,1%), Automation (9,3%) und IoT (9%) gesucht, was darauf verweist, dass die Blockchain-Technologie vor allem für den industriellen Sektor interessant ist und für die Automatisierung von Prozessen sowie die Vernetzung von Geräten eingesetzt wird. Zudem hat maschinelles Lernen, das ein Teilbereich der Künstlichen Intelligenz ist, seinen Anteil an den Stellenanzeigen mit Blockchainbezug gegenüber 2019 mehr als verdoppelt. Dies ist ein weiteres Indiz dafür, dass Unternehmen KI- und Blockchain-Technologien verknüpfen. Während die Blockchain eine transparente und dezentrale Aufzeichnung ermöglicht, können mit Hilfe des

maschinellen Lernens große Datenmengen analysiert werden, um beispielsweise Vorgänge in der Blockchain zu überwachen und Unregelmäßigkeiten zu identifizieren (Kayikci und Khoshgoftaar 2024). Vereinfacht wird Künstliche Intelligenz oft als der »denkende« Teil bezeichnet und die Blockchain als das »Gedächtnis«.

Weitere relevante Anwendungsbereiche liegen erwartungsgemäß im Finanzsektor: Bei 16,6% der Blockchain-Stellenanzeigen kommt das Stichwort Rechnungswesen bzw. bei 13,3% Finanzwesen vor. Diese Stellenanzeigen dürften vor allem die Nachfrage nach Blockchain-Technologie zur Digitalisierung und Prozessoptimierung, aber auch für Produktinnovationen bei Banken, Versicherungen und Vermögensverwaltern widerspiegeln. Bemerkenswert ist, dass trotz des Abflauens des Hypes um Kryptowährungen die personellen Kapazitäten in der Blockchain-Technologie im Finanzwesen ausgeweitet wurden. Die EU-weite Regulierung des Kryptomarkts dürfte hier zu mehr Rechtssicherheit beigetragen und damit eine fortschreitende Institutionalisierung von Krypto-Finanzdienstleistungen ermöglichen.

Einen Bezug zu Non-Fungible Tokens weisen 8,8% der Stellenanzeigen auf. Diese Ergebnisse reflektieren den Markt für digitale Kunstwerke, Sammlerstücke

cke und andere digitale Vermögenswerte, die auf der Blockchain gespeichert und gehandelt werden können. Eine ähnlich hohe Häufigkeit mit 8,4% verzeichnet der Begriff Web3 (Internet der Werte), der auf den Einsatz von Blockchain in den Bereichen E-Commerce und Handel mit digitalen Gütern und Vermögenswerten hinweist. Die häufigsten Anwendungsfälle für NFT umfassen digitale Sammlerstücke (Fankarten) und digitale bzw. digitalisierte Kunst (Film und Fotografie, Computerkunst bzw. andere digitalisierte Kunstwerke), virtuelle Objekte und Werte (etwa in Computerspielen), Tokenisierung von anderen digitalen Gütern (Texte, Musik, geistiges Eigentum, Patente, Marken usw.) sowie Tokenisierung von Rechten (Eintrittskarten), Ereignissen (Urkunden) und physischen Vermögenswerten (Immobilien). Seit 2019 haben diese Anwendungsgebiete der Blockchain-Technologie in den Stellenanzeigen stark zugelegt.

Auch das Thema Cybersicherheit kommt mit einem Anteil von 6,7% relativ häufig in Stellenanzeigen vor. Zu den Hauptanwendungen der Blockchain-Technologie im Bereich der Cybersicherheit gehören u. a. die Gewährleistung der Datenintegrität, Identitätsmanagement und Verbesserung der Sicherheit von IoT-Anwendungen. Auch hier ist gegenüber 2019 eine Steigerung zu verzeichnen.

Das Thema Lieferketten ist mit rund 2% in Blockchain-Anzeigen noch selten. Zwar wird die Blockchain-Technologie oft in Verbindung mit Lieferketten gebracht, da ihr ein hohes Potenzial bei der Verbesserung der Transparenz, Effizienz, Nachverfolgbarkeit und Sicherheit von Lieferkettenprozessen zugesprochen wird. Allerdings scheint nur ein geringer Anteil der Unternehmen, Blockchain zur Nachverfolgbarkeit von Lieferketten bereits tatsächlich einzusetzen. Gründe hierfür können in der hohen Komplexität und dem grundsätzlich geringen Digitalisierungsgrad bei Lieferketten liegen, aber auch in den hohen Investitionskosten für einzelne Unternehmen. Projekte zum Einsatz der Blockchain-Technologie bei Lieferketten sind daher vor allem bei Großunternehmen zu verorten. So ist das Logistikunternehmen DHL mit einem Extrabudget (100 Mio. Euro bis 2025) an Blockchain-Projekten im Bereich Ersatzteilversorgung, E-Commerce und Zollabwicklung beteiligt.

DISKUSSION UND AUSBLICK

Die empirischen Ergebnisse verdeutlichen, dass die Nachfrage nach Personal mit Blockchain-Kenntnissen seit dem Jahr 2019 merklich gestiegen ist. Der Stellenaufbau erfolgt dabei noch hauptsächlich in der IT-Branche sowie bei den freiberuflichen und technischen Dienstleistungen, was nahelegt, dass Blockchain-Projekte häufig von spezialisierten Dienstleistern für die eigentlichen Anwenderunternehmen umgesetzt werden. Interessant ist hier die Tatsache, dass ein Großteil dieser Stellen keinen offensichtlichen Bezug zum Finanzwesen aufweist, was auf eine bran-

chenübergreifende Verbreitung der Blockchain-Technologie hindeutet.

Die Analyse der gesuchten Fähigkeiten lässt zudem auf eine große Bandbreite der Anwendungsfelder der Blockchain-Technologie schließen. Hervorzuheben sind Anwendungen im Kontext von Künstlicher Intelligenz, Automatisierung, Internet of Things, Cybersicherheit sowie Web3 bzw. Tokenisierung von Vermögenswerten. Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse, dass Blockchain bereits in einer Vielzahl von volkswirtschaftlich relevanten Ökosystemen zum Einsatz kommt, die über den Finanzsektor hinausreichen. Die wachsende Nachfrage nach Fachkräften in diesem Bereich verdeutlicht, dass die Blockchain über den zeitlich begrenzten Hype um Kryptowährungen hinaus als Technologie an Relevanz gewonnen hat. Die unterschiedlichen Anwendungsbereiche deuten zudem darauf hin, dass die Blockchain-Technologie, trotz der noch begrenzten Verbreitung, das grundsätzliche Potenzial hat, sich zu einer Querschnittstechnologie zu entwickeln. Die Erfahrungen mit der generativen KI, die bis vor kurzem ebenfalls nur eine begrenzte Verbreitung hatte, zeigen zudem, dass eine Technologie mit einem breiten Anwendungsspektrum innerhalb kürzester Zeit verschiedenste Wirtschaftssektoren durchdringen kann, sobald durch eine technologische Innovation die Zutrittsbarrieren fallen.

Die Blockchain-Ökonomie umfasst ein wachsendes Ökosystem mit einem hohen Innovationsgrad. Eine der dringenden Fragen, mit denen sich Unternehmen, Start-ups, Investoren, Führungskräfte, aber auch Forschung, Regierungen und Aufsichtsbehörden konfrontiert sehen, ist jedoch die Rechts- und Regulierungslage rund um Blockchain- und Token-Ökonomie. Da es sehr unterschiedliche ökonomische Anwendungsfelder für Blockchain und DLTs, Smart Contracts, Kryptotoken und auf der Blockchain aufbauende Organisationsstrukturen gibt, ist es noch schwierig, diese im rechtlichen Sinne einzuordnen. So sind Smart Contracts, anders als der Name vermuten lässt, reine Softwareprotokolle und besitzen an sich keine Rechtsgültigkeit. Allerdings ersetzen sie vermehrt Geschäftsprozesse, bei denen früher entweder ein Intermediär erforderlich war (im Fall von Akkreditiven etwa ein Finanzinstitut) oder ein verbindlicher rechtlicher Rahmen vorherrschte (z. B. Verträge bei Kunstverkäufen). Die lückenhafte zivil-, handels- und steuerrechtliche Einbettung der Blockchain-Anwendungen in die deutsche Rechtsordnung geht daher mit hoher Rechtsunsicherheit bei ihrer Verwendung einher. Regulatorische Fragen ergeben sich zudem aus den bestehenden Datenschutzanforderungen, etwa der europäischen Datenschutz-Grundverordnung (EU-DSGVO) und dem darin enthaltenen »Recht auf Vergessen«.

Die Europäische Union hat im Jahr 2023 mit der Verordnung über Märkte für Kryptowerte (Markets in Crypto-Assets Regulation – MiCAR), der Transfer of Funds Regulation (TFR) und auch der Verordnung zur

Schaffung eines sogenannten DLT Pilot Regimes einen europäischen Rahmen zur Behandlung von Kryptowerten geschaffen, der eine EU-weite einheitliche Behandlung sicherstellt. Die Umsetzung der MiCAR in Deutschland soll 2024 durch zwei weitere Gesetze erfolgen: das Finanzmarktdigitalisierungsgesetz (FinmaDiG) und das Kryptomärkteaufsichtsgesetz (KMAG). Mit der Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (BaFin) als zuständige Aufsichtsbehörde zielt dieser Gesetzesrahmen jedoch darauf ab, die Rechtssicherheit für tokenisierte Finanzinnovationen und Kryptomärkte zu verbessern. Allerdings sind hierin noch bei weitem nicht alle Bereiche der Blockchain-Ökonomie abgedeckt. So beinhaltet MiCAR noch keine regulatorische Einordnung von NFT. Gleichzeitig wächst mit einer zunehmenden Marktdurchdringung mit digitalen Vermögenswerten der Ruf nach einer rechtlichen Einordnung, um etwa durch NFT erworbene Vermögenswerte zu versichern bzw. Eigentumsrechte durchzusetzen. Auch in anderen E-Commerce-Bereichen rund um Web3 herrscht viel Rechtsunsicherheit. Dadurch bleibt die Rechtslage in vielen Bereichen der Blockchain-Ökonomie sehr undurchsichtig. Die Schaffung eines umfassenden rechtlichen Rahmens, der zugleich bürokratiearm und praxistauglich ist, erscheint daher unerlässlich, um das volle Potenzial der DLT bzw. Blockchain-Technologie in der Realwirtschaft freisetzen zu können.

REFERENZEN

- Abadi, J. und M. Brunnermeier (2022), »Blockchain Economics«, NBER Working Paper 25407.
- Catalini, C. und J. S. Gans (2016), »Some Simple Economics of the Blockchain«, NBER Working Paper 22952.
- Collomb, A., P. De Filippi und K. Sok (2019), »Blockchain Technology and Financial Regulation: A Risk-Based Approach to the Regulation of ICOs«, *European Journal of Risk Regulation* 10(2), 263–314.
- Europäische Investitionsbank (2021), »Künstliche Intelligenz, Blockchain und die Zukunft Europas: Wie disruptive Technologien Chancen schaffen für eine grüne und digitale Wirtschaft«, verfügbar unter: https://www.eib.org/attachments/thematic/artificial_intelligence_blockchain_and_the_future_of_europe_report_en.pdf, aufgerufen 15. April 2024.
- Forbes (2023), »Forbes Blockchain 50«, verfügbar unter: <https://www.forbes.com/sites/ninabambysheva/2023/02/07/forbes-blockchain-50-2023/>, aufgerufen am 7. Mai 2024.
- Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik FIT (2022), »Fraunhofer Blockchain-Labor«, verfügbar unter: <https://www.fit.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/kooperationssysteme/blockchain.html>, aufgerufen am 3. Juni 2024.
- Gschneidner, C., R. Dehgahn, H. Hottenrott und J. Schwierzy (2024), »Adoption and Diffusion of Blockchain Technology«, ZEW Diskussion Paper 24–018.
- Halaburda, H., G. Haeringer, J. Gans und N. Gandal (2018), »The Microeconomics of Cryptocurrencies«, Research Paper 2018–10–02, NYU Stern School of Business.
- Kane, E. (2017), »Is Blockchain a General Purpose Technology?«, *SSRN Electronic Journal* 2932585, verfügbar unter: <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2932585>, aufgerufen am 3. Juni 2024.
- Kayikci, S. und T. M. Khoshgoftaar (2024), »Blockchain Meets Machine Learning: A Survey«, *Journal of Big Data* 11(9), 2196–2115.
- Lightcast (2024), »Insight For The Real World – At Every Level of the Labor Market«, verfügbar unter: <https://lightcast.io/about/data>, aufgerufen am 22. April 2024.
- Marku E., M. Castriotta, M. Loi und M. C. Di Guardo (2021), »General Purpose Technology: The Blockchain Domain«, *International Journal of Business and Management* 15(11), 182–192.
- Ozcan S. und S. Unalan (2022), »Blockchain as a General-Purpose Technology: Patentometric Evidence of Science, Technologies, and Actors«, *IEEE Transactions on Engineering Management* 69(3), 792–809.
- Prinz, W. und A. T. Schulte (2017), »Blockchain und Smart Contracts – Technologien, Forschungsfragen und Anwendungen«, Positionspapier der Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.
- Schaller, D., K. Wohlrabe und A. Wolf (2023), »KI, Cloud Computing und Blockchain – wo steht die deutsche Wirtschaft?«, *ifo Schnelldienst* 76(8), 3–9.
- Schellinger, B., J. Sedlmeir, L. Willburger, J. Strüker und N. Urbach (2022), »Mythbusting Self-Sovereign Identity (SSI)«, Diskussionspapier zu selbstbestimmten digitalen Identitäten. Projektgruppe Wirtschaftsinformatik des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Informationstechnik FIT.
- World Economic Forum (2022), The Macroeconomic Impact of Cryptocurrency and Stablecoins, White Paper Juli 2022, verfügbar unter: <https://www.weforum.org/whitepapers/the-macroeconomic-impact-of-cryptocurrency-and-stablecoins>, aufgerufen am 22. Februar 2024.