



Februar 2023



Klimaschutz mit dem Web3

Die Tokenisierung von Carbon Credits ermöglicht der internationalen Klimafinanzierung neue Wege.

Dr. Christian Hübner, Leiter Regionalprogramm Energiesicherheit und Klimawandel, EIZ

Die freiwilligen CO₂-Märkte bieten für Unternehmen einen Anreiz, in den internationalen Klimaschutz zu investieren. Ihnen wird deshalb mit Blick auf die zunehmenden weltweiten Klimaschutzbemühungen eine wichtige Rolle zugestanden. Allerdings sind diese Märkte durch ein hohes Maß an Komplexität geprägt, was ihrer wachsenden Bedeutung entgegensteht. Im Blockchain-basierten Web3 entstehen vor diesem Hintergrund zahlreiche neue Anwendungen, die diese Hürden über die Tokenisierung von Carbon Credits zu überwinden vermögen. Für den internationalen Klimaschutz könnten sich daraus wiederum völlig neue Wege ergeben, um seine Finanzierung zu verbessern.

Der Zusammenbruch der zweitgrößten Kryptobörse FTX, der massive Bitcoin-Wertverfall, geringe Regulierung und sinnsuchende Metaversen haben der Kryptobranche erneut einen herben Vertrauensverlust beschert.¹ Der Blockchain-Technologie an sich scheint das aber

nicht geschadet zu haben. Ihr wird weiterhin ein großes Potential zugesprochen.

Vor allem das blockchain-basierte Internet, das Web3, gilt als Nährboden für innovative Anwendungen, die nun auch immer stärker in den Bereich des Klimaschutzes vordringen. Das

negative Klimaimage der Blockchain-Technologie dürfte dieser Entwicklung dabei nicht mehr im Wege stehen. Erst kürzlich vollzog die zweitgrößte Kryptowährung Ether den Umstieg auf einen Co2-armen Mechanismus. Der Energieverbrauch konnte damit um ca. 99,95 Prozent reduziert werden.² Die Signalwirkung, die davon auf die weitere Entwicklung und Nutzung der Blockchain-Technologie ausgeht, schließt Co2-intensive Ansätze quasi aus.

Ein wesentlicher Treiber für die Nutzung des Web3 im Klimaschutz ist die zunehmende weltweite Klimaregulierung. Im Rahmen des Pariser Klimaabkommens wird alle fünf Jahre eine Verschärfung der Klimaziele von ihren Mitgliedsstaaten eingefordert.³ Ein ganz wesentliches Instrument zur Erreichung der Ziele ist dabei die CO2-Bepreisung, die immer häufiger über den Handel mit Co2-Emissionen stattfindet. Die Klimaregulierung wirkt mittlerweile auch verstärkt auf Finanzmärkte ein, u.a. in Form von verbindlichen ESG-Offenlegungspflichten und Taxonomien. Internationale Anleger achten daher immer stärker auf die Klimawirkung ihrer Investitionen.

Für Unternehmen folgt daraus die Notwendigkeit teure Co2-Emissionen zu senken, was kurzfristig aber nur bis zu einem gewissen Grad möglich ist. Um die verbleibenden Co2-Emissionen ebenfalls zu berücksichtigen, greifen Unternehmen vermehrt auf Carbon Credits zurück. Diese stehen für erreichte Co2-Reduktionen aus Investitionen in Klimaschutzprojekte. Das gegenwärtige Marktvolumen für Carbon Credits von 1 Milliarde US-Dollar könnte mit Blick auf die anziehende Nachfrage bis 2030 auf 50 Milliarden US-Dollar ansteigen.⁴ Die Einrichtung von neuen und die Ausweitung von bestehenden Handelsplätzen für Carbon Credits in den globalen Finanzzentren wie New York, London, Hong Kong und Singapur bestätigen diesen Trend. Und auch in Deutschland hat die Bedeutung des Marktes für Carbon Credits erheblich zugenommen.⁵

Gegenwärtig ist es aber fraglich, ob die Carbon Credit-Märkte der steigenden Nachfrage gewachsen sind. Sie sind durch Komplexität,

Fragmentierung, Ineffizienz und Intransparenz geprägt.⁶ Eine gerade erst erschienene Recherche eines Journalisten-Netzwerkes hinterfragt zudem die Klimawirksamkeit von zahlreichen Regenwaldschutzprogrammen im Amazonas und den daraus generierten Carbon Credits.⁷ Auf den internationalen Klimaschutz könnte all das bremsend wirken. Web3-Entrepreneure haben vor diesem Hintergrund begonnen Blockchain-basierten Anwendungen zu entwickeln, die die Qualität, Quantität und Diversität von Carbon Credits sicher, transparent und nachvollziehbar abbilden. Für die internationale Klimafinanzierung können sich daraus völlig neue Möglichkeiten ergeben.

Freiwillige CO2-Märkte

Carbon Credits werden auf den freiwilligen Co2-Märkten angeboten und gehandelt. Im Gegensatz zu den verpflichtenden Co2-Märkten wie dem europäischen Emissionshandel gibt es dort keine zentralen Regierungsinstitutionen oder Behörden, die die Ausgabe und den Handel von CO2-Zertifikaten koordinieren und regulieren.

Auf den freiwilligen CO2-Märkten entstehen CO2-Zertifikate – Carbon Offsets – aus Klimaschutzprojekten wie dem Bau von Windparks, die CO2 vermeiden oder Aufforstungsprogrammen, die CO2 aus der Atmosphäre entnehmen. Die Projekte werden auf Klimawirksamkeit von unabhängigen Organisationen wie [Verra](#) oder [Gold Standard](#) nach festen Standards evaluiert und zertifiziert. Die Projektentwickler erhalten die Zertifikate, die sie dann als Carbon Credits veräußern können, um das Projekt mitzufinanzieren. In der Regel steht ein Carbon Credit für eine vermiedene oder aus der Atmosphäre entnommene Tonne CO2.

Die meisten Carbon Credits werden heute aus erneuerbaren Energieprojekten wie Windkraft- und Solarfelder in Indien und China generiert. Aufforstungsprojekte sind hingegen vor allem in Brasilien und Indonesien zu finden.⁸ Zu den gegenwärtig größten Handelsplattformen für Carbon Credits zählen die Carbon Trade Exchange, und Xpansive.⁹ Carbon Credits werden

u.a von Unternehmen wie Delta Air Lines, BP oder Volkswagen gekauft.¹⁰

Die freiwilligen CO₂-Märkte sind durch eine Vielzahl von Akteuren wie Projektentwicklern, Zertifizierungsorganisationen, Carbon Credits nachfragende Unternehmen und Zwischenhändler charakterisiert. Sie sind dadurch in höchstem Maße durch Akteurs- und Projektvielfalt fragmentiert. Üblicherweise müssen sich Unternehmen, die Carbon Credits erwerben wollen, direkt an Zwischenhändler oder Projektentwickler wenden. Eine effiziente Preisbildung für Carbon Credits über einen transparenten Markt ist dadurch kaum möglich.¹¹

Zudem besitzen Carbon Credits Eigenschaften, wie Laufzeit, Örtlichkeit und zugrundeliegende Zertifizierungsstandards, die eine Vergleichbarkeit der tatsächlich dahinterliegenden Projekte erschweren. Hieraus erfolgt ein Risiko für die Nachvollziehbarkeit der entsprechenden Projekte, was letztlich in einer Doppelzählung von CO₂-Emissionen enden könnte. Eng damit verbunden ist der Diskurs rund um die Frage nach der Eignung von Zertifizierungskriterien sowie der Erfassung, Berichterstattung und Verifizierung von CO₂-Emissionen. Unternehmen sehen sich in diesem Kontext immer wieder dem Vorwurf des Greenwashing ausgesetzt. Sie stehen vor der Herausforderung eine geeignete Zertifizierung für ihre Carbon Credits vorzuweisen, um Reputationsrisiken zu vermeiden, was angesichts der zahlreichen Anbieter in dem Bereich nicht einfach ist.¹²

Auf der multilateralen Ebene könnte der Artikel 6. des Pariser Klimaabkommens dazu Klarheit schaffen.¹³ Eine wichtige Etappe konnte bereits mit dem Rule Book, das 2021 auf der COP26 in Glasgow entwickelt wurde, erreicht werden. Darin sind entsprechende Kriterien für die Bemessung von zwischenstaatlich handelbaren Co₂-Emissionen angelegt. Auch wenn die Details noch ausstehen, so ist zu erwarten, dass die Zertifizierungsorganisationen auf den freiwilligen Co₂-Märkten sich daran orientieren, um glaubwürdig zu bleiben. Letztlich könnte darüber ein einheitlicher globaler Referenzrahmen

entstehen, der für die verpflichtenden und freiwilligen CO₂-Märkte eine gemeinsame zukünftige Grundlage bildet.

Tokenisierte Carbon Credits

Neue Web3-Anwendungen verfolgen das Ziel, der Komplexität auf den freiwilligen CO₂-Märkten entgegenzuwirken. Den Ausgangspunkt dafür bildet die digitale Abbildung (Tokenisierung) von Carbon Credits auf einer Blockchain. Sie können dadurch von jedem – Einzelpersonen, Unternehmen, Investoren – mit einem Kryptokonto (Wallet) erworben, verkauft oder auch stillgelegt werden. Die Anbieter und Nachfrager können dadurch direkt ohne preisverzerrende Instanzen wie Zwischenhändler in den Handel treten. Die tokenisierten Carbon Credits können über zentrale Kryptohandelsbörsen [Binance](#) oder [Coinbase](#) gekauft und verkauft werden. Projektentwickler gelangen dadurch wiederum leichter an Kapital für Klimaschutzprojekte und können damit das Gesamtangebot an Carbon Credits erhöhen.

Die tokenisierten Carbon Credits enthalten alle Informationen zu dem dahinterliegenden CO₂-vermeidenden bzw. CO₂-entnehmenden Projekten. Sie sind unveränderbar, nachvollziehbar und zu jeder Zeit transparent einsehbar. Eine Doppelzählung von zertifizierten CO₂-Emissionen kann damit quasi ausgeschlossen werden. Auf der Grundlage von tokenisierten Carbon Credits lassen sich dann auch Verbesserungen für die Vergleichbarkeit der dahinterliegenden Klimaschutzprojekte erreichen. So können projektspezifische tokenisierte Carbon Credits in Pools mit gemeinsamen Eigenschaften (z.B. Ort, Zeitraum, Aufforstung, Waldschutz, Co₂-Vermeidung oder Entnahme) gelegt werden. Aus diesem Pool werden dann neue Token erzeugt, die dann aber vergleichbar und austauschbar sind. Andere Entwicklungen wie das dynamische Pooling zeigen zudem, dass gerade in diesem Bereich noch viele Innovationen zu erwarten sind.¹⁴

Eine andere Herausforderung auf den freiwilligen CO₂-Märkten ist die Liquidität. Es gibt oft nicht genügend Finanzmittel, um größere

Handelsgeschäfte zwischen Anbieter und Nachfrager von Carbon Credits durchzuführen. Im Web3 kann dafür auf die „Decentralized Finance (DeFi)“-Märkte zurückgegriffen werden. Dort wird Liquidität über Automated Market Maker (AMM) bereitgestellt. AMMs sind Computerprogramme bzw. Smart Contracts, die andere Marktteilnehmer belohnen, wenn sie Liquidität bereitstellen. Im Defi gibt es zudem keine zentralen Instanzen wie Banken oder Handelsplattformen mehr. Anbieter und Nachfrager handeln direkt miteinander, wodurch ein Minimum an Transaktionskosten erreicht wird.¹⁵

Auf Grundlage der Defi-Märkte entsteht zudem eine direkte Verbindung zwischen tokenisierten Carbon Credits und Kryptowährungen. Ein zentraler Wegbereiter dafür ist die Organisation [KlimaDao](#). Sie nutzt einen mit tokenisierten Carbon Credits gefüllten Warenkorb. Auf dieser Grundlage gibt sie eine Kryptowährung namens Klima heraus, die wiederum an Kryptobörsen gehandelt wird. Klimas sind eine Reservewährung, die durch tokenisierte Carbon Credits abgesichert sind. Ein Klima entspricht einem tokenisierten Carbon Credit und damit einer tatsächlich reduzierten oder aus der Atmosphäre entnommenen Tonne CO₂. Je mehr Klimas auf dem Kryptomarkt gekauft werden, umso mehr tokenisierte Carbon Credits werden in den Warenkorb gefüllt. KlimaDao stellt mit seiner Kryptowährung zudem über AMMs Liquidität bereit, wodurch es ein weiteres Einkommen erzielt. Die Wechselwirkungen zwischen Kryptomärkten und den freiwilligen CO₂-Märkten werden voraussichtlich weiter zunehmen. Erste Akteure wie [KumoDAO](#) experimentieren mit der Erzeugung von Carbon Credit-Stablecoins. Also handelbare tokenisierte Carbon Credits, die durch echte Währungen wie den US-Dollar abgesichert sind.

Die Tokenisierung von Carbon Credits wirft aber auch gänzlich neue Fragen für die freiwilligen CO₂-Märkte auf. Einen ersten Eindruck davon vermittelt das Tokenisierungsverbot für stillgelegte Carbon Credits der Zertifizierungsorganisation Verra.¹⁶ Für das Web3-Unternehmen [Toucan Protocol](#), das knapp

22 Millionen Credits (ca. 4 Prozent aller Verra-Credits) tokenisiert hat, war das ein herber Rückschlag.¹⁷ Verra begründet sein Verbot damit, dass die in ihrem Register stillgelegten (retired) Carbon Credits als Carbon-Token im Web3 weiter für den Handel oder Co₂-Anrechnungen verwendet werden können. Das könnte zu Verwirrung führen und die Transparenz ihrer Zertifizierung untergraben. Eine Lösung für das Problem zeichnet sich aber bereits in der Art ab, dass Verra möglicherweise in ihrem Register den Term „immobilized“ verwendet, um ihre Weiterverwendung im Web3 deutlich zu machen. Im Web3 wiederum wird an „two way“ Lösungen gearbeitet. Danach sollen tokenisierte Carbon Credits auch wieder zurück verwandelt werden können.

Ein weiteres Problem betrifft die Tokenisierung von alten Carbon Credits – „Zombie-Credits“.¹⁸ Diese bilden oftmals Klimaschutzprojekte ab, deren Carbon Credits nie nachgefragt wurden. Das kann mitunter daran liegen, dass ihre Klimawirksamkeit schon damals als unglaubwürdig galt. Wenn diese aber nun dennoch tokenisiert und letztlich von Unternehmen als Co₂-Kompensation genutzt werden sollten, dann stellt sich die Frage, wo der Klimamehrwert der Tokenisierung ist. Erste Web3-Unternehmen haben deshalb begonnen, ihre Standards bei der Tokenisierung von Carbon Credits zu erhöhen.

Auf den Finanzmärkten werden all diese Entwicklungen genau beobachtet. Für sie sind tokenisierte Carbon Credits nämlich nicht nur eine Möglichkeit, um unternehmerische Klimaziele oder ESG-Offenlegungspflichten nachzukommen, sondern auch als spekulatives Anlage- und Investitionsvermögen.

Digitale Klimadaten

Die wachsende Nachfrage nach Carbon Credits geht mit einer wachsenden Nachfrage nach zuverlässigen Daten zur Klimawirksamkeit der dahinterliegenden Klimaschutzprojekte einher. Das Vertrauen der blockchain-basierten Web3-Anwendungen, das diese in die freiwilligen CO₂-Märkte einbringen, ist nur so gut wie die zuvor

erhobenen Klimadaten. Sind diese nicht von überzeugender Qualität, nützen auch die besten Web3-Anwendungen nichts.

Das „digital Reporting, Measurement and Verification“ (dMRV) gewinnt vor diesem Hintergrund immer mehr an Bedeutung. Für Klimaschutzprojekte, die den Ausbau von erneuerbaren Energien fördern, stehen dazu bereits präzise Technologien zur Verfügung. Mit Smart Meter-Geräten kann quasi in Echtzeit die Strom-bereitstellung von Windparks oder Solarfeldern erfasst und bereitgestellt werden. Die Daten sind zuverlässig und lassen sich präzise für die Berechnungen von CO₂-Vermeidung nutzen.

Im Bereich von naturbasierten Klimaschutzprojekten wie Aufforstungen von Wäldern oder Mangroven-Gebieten ist es hingegen schwieriger. Bisher ist dafür die individuelle Erfassung der Daten durch spezialisierte Fachkräfte vor Ort erforderlich. Der Einsatz von Technologien aus der Internet-of-Things-Welt, die die reale Welt mit der digitalen Welt verbindet, kann diesen Prozess aber mittlerweile vereinfachen. So ist die regelmäßige Korrelation und Auswertung von Satellitenbildern und direkter örtlicher Aufnahmen von Klimaschutzprojekten ein vielversprechender Ansatz. Die Nutzung von Systemen künstlicher Intelligenz kann zudem dabei helfen aus kleineren Stichproben, die von Ökologen vor Ort zur Klimawirksamkeit gemacht werden, hoch zu skalieren, was zur Kostenreduktion der Zertifizierung beiträgt. Die Abbildung der Klimadaten auf einer Blockchain sorgt zudem dafür, dass diese Daten zu jeder Zeit auch von externen Experten überprüft werden können.

In der Web3 bzw. Blockchain-Welt hat sich eine eigene Form von Unternehmen –Oracles – gebildet, die sich auf die Übertragung von Daten aus der realen Welt auf Blockchain-Anwendungen spezialisiert. Bisher standen dabei weniger Klima- und Naturdaten im Fokus. Das ändert sich aber nun mit der steigenden Nachfrage nach Carbon Credits. Unternehmen wie [Chainlink](#), [dclimate](#) oder [Hyphen](#) haben dies bereits als neue Geschäftsfelder erkannt. Die

technischen Möglichkeiten, die diese Unternehmen aus dem Zusammenspiel von künstlicher Intelligenz, der Internet-of-Things-Welt sowie der Blockchain-Technologie bereitstellen, erhöhen die Qualität der Daten und verringern die Kosten der Zertifizierung von Klimaschutzprojekten.

Akteure, DAOs und Refi

Die Anzahl der Organisationen und Initiativen, die Web3-Technologien für die freiwilligen Co₂-Märkte entwickeln, wächst in einem rasanten Tempo.¹⁹ Die meisten dieser Akteure können der Regenerative Finance (Refi)-Bewegung zugezählt werden. Es ist ein nicht formalisiertes dezentrales Netzwerk, deren Mitglieder das Ziel verfolgen mit Blockchain-Finanzanwendungen den Klimawandel zu bekämpfen und den Naturerhalt voranzutreiben. Letztlich soll die Umwelt sich dadurch regenerieren. Dieses Netzwerk wird öffentlich immer sichtbarer. Zuletzt auch auf der COP27 in Ägypten.²⁰

Eine beliebte Organisationsform im Refi-Netzwerk oder auch im Web3 insgesamt ist die Decentralized Autonomos Organisation (DAO). DAOs gibt es mittlerweile für die vielfältigsten Zwecke. Sie sind eine Organisationsform in der Blockchain-Welt.²¹ Die Koordinierung in der DAO erfolgt über ein Protokoll, das Abstimmungsregeln vorgibt und dafür sorgt, dass diese eingehalten werden. Es gibt keine Hierarchien. Mitglieder erhalten über Token Mitbestimmungsrechte. Eine DAO kann auch eine eigene Kryptowährung herausgeben, um Finanzen für ihre Ziele, wie z.B. den Klimaschutz, einzuwerben.

Bekannte Akteure im Refi-Ökosystem sind u.a. [Celo](#), [Algorand](#), [Ethereum](#) oder [Polygon](#), die klimaneutrale und teilweise sogar Co₂-negative Blockchain-Infrastrukturen für weitergehende Web3-Anwendungen bereitstellen. Im Bereich der Tokenisierung von bereits bestehenden Carbon Credits ist das Toucan Protocol eines der bekanntesten. Ein Großteil seiner Carbon-Token stammen aus erneuerbaren Energie-Projekten. Das brasilianische Unternehmen [MOSS](#) hat sich hingegen auf die Tokenisierung von Carbon

Credits aus dem Waldschutz und Wiederaufforstungsprojekten im Amazonas fokussiert.

Andere Akteure wie [Nori](#) wiederum generieren tokenisierte Carbon Credits, die Co2-entnehmende Praktiken in der Landwirtschaft fördern. Darüber hinaus entstehen eigene Web3-basierte Handelsplattformen für Carbon-Token wie die Initiative [Senken](#). Das [Open Forest Protocol](#) hat sich auf die blockchain-basierte digitale Klimadatenerfassung spezialisiert. Akteure wie das [Ivy Protocol](#) und [Solid World Dao](#) wollen hingegen die risikoreiche Frühfinanzierung von Klimaschutzprojekten mit entsprechenden Token ermöglichen.

Das [Chia Network](#) hat zusammen mit der Weltbank ein globales Register für Carbon Credits eingeführt, um der Fragmentierung der CO2-Märkte entgegenzuwirken. Das Register – [Climate Action Data Trust \(CAD\)](#) – wird von Regierungen und Nicht-Regierungsinstitutionen auf einer Blockchain betrieben.

Mit dem Refi-Netzwerk zeigt sich, dass es heute möglich ist von überall auf der Welt dezentral zu ähnlichen Zielstellungen zu arbeiten. Das Maß an sozialer Vernetzung führt dadurch zu völlig neuen Geschwindigkeiten in der Hochskalierung von innovativen Klimageschäftsmodellen.

Ausblick

Die Entwicklung von Web3-Anwendungen zur Überwindung der zahlreichen Herausforderungen, vor denen die freiwilligen CO2-Märkte heute stehen, birgt ein hohes Potential, um die Finanzierung von Klimaschutzprojekten weltweit zu verbessern. Für die Privatwirtschaft und die globalen Finanzmärkte entstehen daraus letztlich neue Möglichkeiten, sich stärker und langfristiger in den Klimaschutz einzubringen.

Eine der größten Herausforderungen in dem Bereich liegt aber darin, Unternehmen, die für das Erreichen ihrer Klimaziele Carbon Credits brauchen, dazu zu bringen, die tokenisierten Carbon Credits zu nutzen. Dafür fehlt auf der

Nachfrageseite noch vielfach die Blockchain-Infrastruktur in Form von Unternehmens-Wallets, speziellen Versicherungen oder kryptofähigen Banken, die Finanzgeschäfte mit Carbon-Token abwickeln können.

Darüber hinaus bleibt offen inwieweit es den Web3-Anwendungen gelingt, sich an die bisherigen Marktstrukturen anzupassen oder durchzusetzen. Die Frage, ob in Zukunft nicht die Zertifizierungsorganisationen selbst ihre Zertifizierungen auf eine Blockchain abbilden, steht dabei im Mittelpunkt. Auf der anderen Seite wird es vermutlich vermehrt Akteure im Refi-Netzwerk geben, die die Zertifizierungen selbst übernehmen. Wobei weitere Debatten über die Qualität von Zertifizierungsstandards zu erwarten sind. Die Ausgestaltung des Artikel 6 des Pariser Klimaabkommens und die Entwicklung von dMRV-Technologien werden auf diesen Prozess voraussichtlich Einfluss nehmen.

Mit der zunehmenden Tokenisierung von Carbon Credits und der Nutzung von Kryptomärkten zur Abwicklung der entsprechenden Handelsgeschäfte wird auch der Druck zur Schaffung von Regulierungsmaßnahmen wachsen. Die Einbindung von tokenisierten Carbon Credits in die Kryptomärkte könnte eine zusätzliche Regulierung, die auch das MRV von CO2-Emissionen einschließt, erfordern. Dieser Aspekt könnte gerade für die Finanzmärkte wichtig werden, die nach neuen klimafreundlichen Investitionsmöglichkeiten suchen.

Das Web3 wird im Klimaschutz noch viele Hürden zu überwinden haben, bevor es dort als etablierte Technologie angenommen wird. Ihr Disruptionspotential könnte diesen Prozess allerdings erheblich beschleunigen. Der politische Rückenwind in Form der zu erwartenden Verschärfung der globalen Klimaziele, ist dem Web3 dabei gewiss.

- ¹ Mark, Julian und De Vynck, Gerrit (18.12.22): 'Crypto winter' has come. And it's looking more like an ice age, The Washington Post, <https://www.washingtonpost.com/business/2022/12/18/crypto-winter-ftx-collapse-bitcoin-prices/> [17.01.23].
- ² [The Merge | ethereum.org](https://www.etherbase.net/etherbase-blog/the-merge-what-it-is-and-when-it-happens) [17.01.2023].
- ³ UNFCCC (17.01.2022): Pariser Klimaabkommen, <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement> [17.01.2023].
- ⁴ Blaufelder, Christopher; Levy, Cindy; Mannion, Peter and Pinner, Dickon (29.01.2021): A blueprint for scaling voluntary carbon markets to meet the climate challenge, <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/a-blueprint-for-scaling-voluntary-carbon-markets-to-meet-the-climate-challenge> [17.01.2023].
- ⁵ Machnik, Denis; Schambil, Katrin; Tänzler, Dennis; Götz, Markus and Meierhofer, Fanny (5.2022): Information Paper on the analysis of the German Voluntary Offsetting market 2021, Publisher Umweltbundesamt, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/cc_23-2022_information_paper_on_the_analysis_of_the_german_voluntary_offsetting_market_2021.pdf [29.01.2023].
- ⁶ Bjarnason, Casper (21.12.2022): Crypto and Carbon Markets, Medium, <https://medium.com/@casperbjarnason/crypto-and-carbon-markets-35214440a0f4> [17.01.2023].
- ⁷ L, Jennifer (18.01.2023): Do Deforestation Projects Really Reduce Carbon?, Carbon Credits, https://carboncredits.com/deforestation-projects-reduce-carbon/?no_cache=1674074326 [19.01.2023].
- ⁸ The Voluntary Carbon Market Dashboard (05.2022): Registrations and Credit Issuance, Credits issued by type, Seite 3, <https://climatefocus.com/initiatives/voluntary-carbon-market-dashboard/> [17.01.2023].
- ⁹ Kilgore, Georgette (13.10.2022): 6 Carbon Credit Exchanges (and Why Number 4 is the Best), 8billiontrees.com,

Autor: Dr. Christian Hübner,
Leiter Regionalprogramm Energiesicherheit und Klimawandel Asien-Pazifik,
Europäische und Internationale Zusammenarbeit
Konrad-Adenauer-Stiftung
Titelbild: Pixabay/Geralt
Kontakt: Christian.huebner@kas.de



Der Text dieses Werkes ist lizenziert unter den Bedingungen von „Creative Commons Namensnennung-Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 international“, CC BY-SA 4.0 (abrufbar unter: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>)

-
- <https://8billiontrees.com/carbon-offsets-credits/carbon-credit-exchange/> [17.01.2023].
- ¹⁰ Rath, Akshat; White, Natasha and Pogkas, Demetrios (21.11.2022): Junk Carbon Offsets Are What Make These Big Companies 'Carbon Neutral', Bloomberg, <https://www.bloomberg.com/graphics/2022-carbon-offsets-renewable-energy/?leadSource=verify%20wall> [18.01.2023].
- ¹¹ Miltenberger, Oliver; Jospe, Christophe and Pittman, James (14.10.2021): The Good Is Never Perfect: Why the Current Flaws of Voluntary Carbon Markets Are Services, Not Barriers to Successful Climate Change Action, frontiers, <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fclim.2021.686516/full> [17.01.2023].
- ¹² Murphy, Jazmin (09.11.2022): Top 7 Carbon Certification Programs that Don't Allow Greenwashing, 8billiontrees, <https://8billiontrees.com/carbon-offsets-credits/best-programs-providers-companies-2021/neutral-certification-companies/> [18.01.2022].
- ¹³ Klaczynska-Lewis, Kasia; Malwina, Burzec; Waslicka, Ewa (08.11.2022): Carbon credit rights under the Paris Agreement, EY/Gold Standard, https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/pl_pl/noindex/2022/ey_carbon_credit_rights_under_the_paris_agreement_november_2022.pdf [17.01.2023].
- ¹⁴ Dry, Adam (1.12.2022): Carbon Credit Dynamic Pooling – What is it?, thallo.io, <https://www.thallo.io/dynamic-pooling/> [17.01.2023].
- ¹⁵ International Monetary Fund (2022): Global Financial Stability Report—Shockwaves from the War in Ukraine Test the Financial System's Resilience, <https://www.imf.org/en/Publications/GFSR/Issues/2022/04/19/global-financial-stability-report-april-2022#Chapter-3:-The-Rapid-Growth-of-Fintech:-Vulnerabilities-and-Challenges-for-Financial-Stability>, S.80 (Figure 3.12), [17.01.2023].
- ¹⁶ Verra (25.05.2022): Verra Addresses Crypto Instruments and Tokens, <https://verra.org/verra-addresses-crypto-instruments-and-tokens/> [17.01.2023].
- ¹⁷ Mulder, Brandon (25.05.2022): As Verra halts tokenization of carbon credits, Toucan vows to 'keep Web3 ethos alive', spglobal, <https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/latest-news/energy-transition/052522-as-verra-halts-tokenization-of-carbon-credits-toucan-vows-to-keep-web3-ethos-alive> [17.01.2023].
- ¹⁸ Badngley, Grayson and Cullenward, Danny (07.04.2022): Zombies on the blockchain, carbonplan, <https://carbonplan.org/research/toucan-crypto-offsets> [17.01.2023].
- ¹⁹ Particula (17.01.2023): Tokenization of Carbon: Holistic Issuer and Community Overview, Medium, <https://medium.com/@PARTICULA.earth/tokenization-of-carbon-holistic-issuer-and-community-overview-de0249e31eae> [17.01.2023].
- ²⁰ Linggih, Nura and Bryant, Monty (11.11.2022): ReFi Roundup #41: COP27 & Optimism in ReFi, refidao, <https://blog.refidao.com/refi-roundup-41/> [17.01.2023].
- ²¹ Draht, Moritz (09.07.2022): DAO – Drei Buchstaben verändern die Welt, BTC Echo, <https://www.btc-echo.de/news/dao-drei-buchstaben-veraendern-die-welt-146290/> [17.01.2023].