Nachhaltigkeits-indikatoren für crypto-assets

Angaben gemäß
Artikel 66 (5) MiCAR.

Dieser Bericht wurde von Crypto Risk Metrics bereitgestellt.

2026-07-03

Inhaltsverzeichnis

Präambel 3

Überblick 3

Nachhaltigkeitsindikatoren gemäß MiCAR 66 (5) 3

- Bitcoin 3
- Litecoin 7
- Ethereum Eth 10
- Cardano ADA 12

Präambel

Über den Anbieter von Kryptowerte-Dienstleistungen

Name: VBU Volksbank im Unterland eG
Straße und Hausnummer: Georg-Kohl-Str. 34
Stadt: Brackenheim
Land: Germany
LEI: 52990053QE1M1V4P6U87

Über diesen Bericht

Diese Offenlegung dient als Nachweis für die Einhaltung der regulatorischen Anforderungen von MiCAR 66 (5). Diese Anforderung verpflichtet Anbieter von Kryptowerte-Dienstleistungen zur Offenlegung wesentlicher nachteiliger Faktoren, die sich auf das Klima und die Umwelt auswirken. Insbesondere entspricht diese Offenlegung den Anforderungen der „Verordnung (EU) 2025/422 der Kommission vom 17. Dezember 2024 zur Ergänzung der Verordnung (EU) 2023/1114 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich technischer Regulierungsstandards zur Festlegung des Inhalts, der Methoden und der Darstellung von Informationen über Nachhaltigkeitsindikatoren im Zusammenhang mit klimabezogenen und anderen Umweltauswirkungen“. Die in Artikel 6 Absatz 8 Buchstaben a bis d DR 2025/422 genannten fakultativen Angaben sind nicht enthalten.

Dieser Bericht ist gültig, bis wesentliche Änderungen der Daten eintreten, die eine sofortige Anpassung dieses Berichts zur Folge haben.

Überblick

Dies ist eine Übersicht über den Hauptindikator Energieverbrauch, stellt jedoch nicht die Berichterstattung gemäß MiCAR 66 (5) dar. Die vollständige Offenlegung finden Sie unten.

#	Crypto-Asset Name	Crypto-Asset FFG	Energieverbrauch (kWh pro Kalenderjahr)
1	Bitcoin	V15WLZJMF	136,483,716,099.68
2	Litecoin	D74JZ1VRD	475,245,781.80
3	Ethereum Eth	D5RG2FHH0	2,159,953.20
4	Cardano ADA	76QS7QCXB	773,946.00

Nachhaltigkeitsindikatoren

Bitcoin

Quantitative Informationen

Feld	Wert	Einheit
S.1 Bezeichnung	VBU Volksbank im Unterland eG	/
S.2 Relevante Rechtsträgerkennung	52990053QE1M1V4P6U87	/
S.3 Bezeichnung des Kryptowerts	Bitcoin	/

Feld	Wert	Einheit
S.6 Beginn des Zeitraums, auf den sich die offengelegten Informationen beziehen	2025-07-03	/
S.7 Ende des Zeitraums, auf den sich die offengelegten Informationen beziehen	2026-07-03	/
S.8 Energieverbrauch	136483716099.68097	kWh/a
S.10 Verbrauch erneuerbarer Energien	34.4781471084	%
S.11 Energieintensität	5.10217	kWh
S.12 Scope-1-DLT-Treibhausgasemissionen - Kontrolliert	0.00000	tCO2e
S.13 Scope-2-DLT-Treibhausgasemissionen - Zugekauft	56230753.46887	tCO2e
S.14 THG-Intensität	2.10208	kgCO2e

Qualitative Informationen

S.4 Konsensmechanismus

Auf den nachfolgenden Netzwerken ist Bitcoin verfügbar: Bitcoin, Lightning Network.

Das Bitcoin-Netzwerk verwendet einen Konsensmechanismus namens Proof of Work (PoW), um einen verteilten Konsens zwischen seinen Knoten zu erreichen. Hier ist eine detaillierte Aufschlüsselung der Funktionsweise:

Kernkonzepte:

1. Knoten und Miner:
   - Knoten:
     Knoten sind Computer, auf denen die Bitcoin-Software ausgeführt wird und die am Netzwerk teilnehmen, indem sie Transaktionen und Blöcke validieren.
   - Miner:
     Spezielle Knoten, sogenannte Miner, erstellen neue Blöcke, indem sie komplexe kryptografische Rätsel lösen.
2. Blockchain:
   Die Blockchain ist ein öffentliches Hauptbuch, das alle Bitcoin-Transaktionen in einer Reihe von Blöcken aufzeichnet. Jeder Block enthält eine Liste von Transaktionen, einen Verweis auf den vorherigen Block (Hash), einen Zeitstempel und eine Nonce (eine einmal verwendete Zufallszahl).
3. Hash-Funktionen:
   Bitcoin verwendet die kryptografische Hash-Funktion SHA-256, um die Daten in Blöcken zu sichern. Eine Hash-Funktion nimmt Eingabedaten und erzeugt eine Zeichenkette fester Größe, die zufällig erscheint.

Konsensverfahren:

1. Transaktionsvalidierung:
   Transaktionen werden an das Netzwerk gesendet und von Minern in einem Block gesammelt. Jede Transaktion muss von Knoten validiert werden, um sicherzustellen, dass sie den Regeln des Netzwerks entspricht, wie z. B. korrekte Signaturen und ausreichende Mittel.

2. Mining und Blockerstellung:
   - Nonce und Hash-Puzzle:
     Miner konkurrieren darum, eine Nonce zu finden, die, wenn sie mit den Daten des Blocks kombiniert und durch die SHA-256-Hash-Funktion geleitet wird, einen Hash erzeugt, der kleiner als ein Zielwert ist. Dieser Zielwert wird regelmäßig angepasst, um sicherzustellen, dass Blöcke etwa alle 10 Minuten gemined werden.
   - Proof of Work:
     Das Auffinden dieser Nonce ist rechenintensiv und erfordert erhebliche Energie und Ressourcen. Sobald ein Miner eine gültige Nonce findet, sendet er den neu abgebauten Block an das Netzwerk.
3. Blockvalidierung und -addition:
   Andere Knoten im Netzwerk überprüfen den neuen Block, um sicherzustellen, dass der Hash korrekt ist und alle Transaktionen innerhalb des Blocks gültig sind. Wenn der Block gültig ist, fügen die Knoten ihn ihrer Kopie der Blockchain hinzu und der Prozess beginnt erneut mit dem nächsten Block.
4. Kettenkonsens:
   Die längste Kette (die Kette mit dem meisten akkumulierten Arbeitsnachweis) wird vom Netzwerk als die gültige Kette angesehen. Knoten arbeiten immer daran, die längste gültige Kette zu erweitern. Im Falle mehrerer gültiger Ketten (Forks) wird das Netzwerk die Forks schließlich auflösen, indem es weiter mined und eine Kette verlängert, bis sie länger wird. Für die Berechnung der entsprechenden Indikatoren wurden auch der zusätzliche Energieverbrauch und die Transaktionen des Lightning Network berücksichtigt, da dies die Kategorisierung der Digital Token Identifier Foundation für die jeweilige funktional fungible Gruppe (FFG) widerspiegelt, die für diesen Bericht relevant ist. Würde man diese Transaktionen ausschließen, wären die jeweiligen Schätzungen bezüglich der Anzahl „pro Transaktion“ wesentlich höher.

S.5 Anreizmechanismen und Gebühren

Auf den nachfolgenden Netzwerken ist Bitcoin verfügbar: Bitcoin, Lightning Network.

Die Bitcoin-Blockchain basiert auf einem Proof-of-Work (PoW)-Konsensmechanismus, um die Sicherheit und Integrität von Transaktionen zu gewährleisten. Dieser Mechanismus beinhaltet wirtschaftliche Anreize für Miner und eine Gebührenstruktur, die die Nachhaltigkeit des Netzwerks unterstützt.

Anreizmechanismen:

1. Blockbelohnungen:
   - Neu geschürfte Bitcoins:
     Miner werden durch Blockbelohnungen motiviert, die aus neu geschürften Bitcoins bestehen, die an den Miner vergeben werden, der erfolgreich einen neuen Block schürft. Anfangs betrug die Blockbelohnung 50 BTC, halbiert sich jedoch alle 210.000 Blöcke (ca. alle vier Jahre) in einem als „Halving“ bekannten Vorgang.
   - Halving und Knappheit:
     Der Halving-Mechanismus stellt sicher, dass die Gesamtmenge an Bitcoin auf 21 Millionen begrenzt ist, wodurch eine Knappheit entsteht.
2. Transaktionsgebühren:
   Jede Transaktion beinhaltet eine Gebühr, die vom Nutzer gezahlt wird, um den Minern einen Anreiz zu bieten, ihre Transaktion in einen Block aufzunehmen. Diese Gebühren sind von entscheidender Bedeutung, insbesondere da die Blockbelohnung im Laufe der Zeit aufgrund der Halbierung abnimmt.

Gebührenmarkt:

Die Transaktionsgebühren werden vom Markt bestimmt, auf dem die Nutzer darum konkurrieren, dass ihre Transaktionen schnell verarbeitet werden. Höhere Gebühren führen in der Regel zu einer schnelleren Aufnahme in einen Block, insbesondere in Zeiten hoher Netzwerküberlastung. Bei der Berechnung der entsprechenden Indikatoren wurden auch der zusätzliche Energieverbrauch und die Transaktionen des Lightning Network berücksichtigt, da dies die Kategorisierung der Digital Token Identifier Foundation für die jeweilige funktional fungible Gruppe („FFG“) widerspiegelt, die für diesen Bericht relevant ist. Würde man diese Transaktionen ausschließen, wären die jeweiligen Schätzungen bezüglich der Anzahl „pro Transaktion“ wesentlich höher.

S.9 Quellen und Methoden für den Energieverbrauch

Der Energieverbrauch dieses Assets ist die Summe mehrerer Komponenten:

Für die Berechnung des Energieverbrauchs wird der sogenannte „Top-Down“-Ansatz verwendet, bei dem eine wirtschaftliche Berechnung der Miner angenommen wird. Miner sind Personen oder Geräte, die aktiv am Proof-of-Work-Konsensmechanismus teilnehmen. Die Miner werden als zentraler Faktor für den Energieverbrauch des Netzwerks betrachtet. Die Hardware wird anhand des Hash-Algorithmus des Konsensmechanismus vorab ausgewählt: SHA-256. Auf Basis der Einnahmen- und Kostenstruktur für den Mining-Betrieb wird eine aktuelle Rentabilitätsschwelle ermittelt. Für das Netzwerk wird nur Hardware berücksichtigt, die über der Rentabilitätsschwelle liegt. Der Energieverbrauch des Netzwerks kann unter Berücksichtigung der Verteilung der Hardware, der Effizienzgrade für den Betrieb der Hardware und der On-Chain-Informationen zu den Einnahmemöglichkeiten der Miner ermittelt werden. Wenn eine signifikante Nutzung von Merge Mining bekannt ist, wird dies berücksichtigt. Bei der Berechnung des Energieverbrauchs haben wir – sofern verfügbar – den Functionally Fungible Group Digital Token Identifier (FFG DTI) verwendet, um alle Implementierungen des betreffenden crypto-assets im Umfang zu ermitteln, und wir aktualisieren die Zuordnungen regelmäßig auf der Grundlage von Daten der Digital Token Identifier Foundation. Die Informationen über die verwendete Hardware und die Anzahl der Teilnehmer im Netzwerk basieren auf Annahmen, die nach bestem Wissen und Gewissen anhand empirischer Daten überprüft werden. Im Allgemeinen wird davon ausgegangen, dass die Teilnehmer weitgehend wirtschaftlich rational handeln. Als Vorsichtsmaßnahme treffen wir im Zweifelsfall konservative Annahmen, d. h. wir schätzen die negativen Auswirkungen höher ein.

Um den Energieverbrauch eines Tokens zu bestimmen, wird zunächst der Energieverbrauch des Netzwerks/der Netzwerke lightning_network berechnet. Für den Energieverbrauch des Tokens wird ein Teil des Energieverbrauchs des Netzwerks dem Token zugeordnet, der auf der Grundlage der Aktivität des crypto-assets innerhalb des Netzwerks ermittelt wird. Bei der Berechnung des Energieverbrauchs wird – sofern verfügbar – der Functionally Fungible Group Digital Token Identifier (FFG DTI) verwendet, um alle Implementierungen des Assets im Umfang zu ermitteln. Die Zuordnungen werden regelmäßig auf der Grundlage von Daten der Digital Token Identifier Foundation aktualisiert. Die Angaben zur verwendeten Hardware und zur Anzahl der Teilnehmer im Netzwerk basieren auf Annahmen, die nach bestem Wissen und Gewissen anhand empirischer Daten überprüft werden. Im Allgemeinen wird davon ausgegangen, dass die Teilnehmer weitgehend wirtschaftlich rational handeln. Als Vorsichtsmaßnahme gehen wir im Zweifelsfall von konservativen Annahmen aus, d. h. wir schätzen die negativen Auswirkungen höher ein.

S.15 Wichtigste energiebezogene Quellen und Methoden

Um den Anteil der erneuerbaren Energien zu ermitteln, werden die Standorte der Knotenpunkte anhand öffentlicher Informationsseiten, Open-Source-Crawler und selbst entwickelten Crawlern ermittelt. Liegen keine Informationen zur geografischen Verteilung der Knotenpunkte vor, werden Referenznetzwerke herangezogen, die hinsichtlich ihrer Anreizstruktur und ihres Konsensmechanismus vergleichbar sind. Diese Geoinformationen werden mit öffentlichen Informationen aus Our World in Data zusammengeführt, siehe Quellenangabe. Die Intensität wird als marginale Energiekosten pro zusätzlicher Transaktion berechnet. Ember (2025); Energy Institute – Statistical Review of World Energy (2024) – mit umfangreicher Aufbereitung durch Our World in Data. „Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien – Ember und Energy Institute" [Datensatz]. Ember, „Jährliche Stromdaten Europa"; Ember, „Jährliche Stromdaten"; Energy Institute, „Statistical Review of World Energy" [Originaldaten]. Abgerufen unter https://ourworldindata.org/grapher/share-electricity-renewables.

S.16 Wichtigste THG-Quellen und -Methoden

Zur Ermittlung der Treibhausgasemissionen werden die Standorte der Knotenpunkte anhand öffentlicher Informationsseiten, Open-Source-Crawler und selbst entwickelten Crawlern ermittelt. Liegen keine Informationen zur geografischen Verteilung der Knotenpunkte vor, werden Referenznetzwerke herangezogen, die hinsichtlich ihrer Anreizstruktur und ihres Konsensmechanismus vergleichbar sind. Diese Geoinformationen werden mit öffentlichen Informationen aus Our World in Data zusammengeführt, siehe Quellenangabe. Die Intensität wird als marginale Emission in Bezug auf eine weitere Transaktion berechnet. Ember (2025); Energy Institute – Statistical Review of World Energy (2024) – mit umfangreicher Aufbereitung durch Our World in Data. „Carbon intensity of electricity generation – Ember and Energy Institute" [Datensatz]. Ember, „Yearly Electricity Data Europe"; Ember, „Yearly Electricity Data"; Energy Institute, „Statistical Review of World Energy" [Originaldaten]. Abgerufen unter https://ourworldindata.org/grapher/carbon-intensity-electricity Lizenziert unter CC BY 4.0.

Litecoin

Quantitative Informationen

Feld	Wert	Einheit
S.1 Bezeichnung	VBU Volksbank im Unterland eG	/
S.2 Relevante Rechtsträgerkennung	52990053QE1M1V4P6U87	/
S.3 Bezeichnung des Kryptowerts	Litecoin	/
S.6 Beginn des Zeitraums, auf den sich die offengelegten Informationen beziehen	2025-07-03	/
S.7 Ende des Zeitraums, auf den sich die offengelegten Informationen beziehen	2026-07-03	/
S.8 Energieverbrauch	475245781.80276	kWh/a
S.10 Verbrauch erneuerbarer Energien	34.4781471084	%
S.11 Energieintensität	0.04255	kWh
S.12 Scope-1-DLT-Treibhausgasemissionen - Kontrolliert	0.00000	tCO2e

Feld	Wert	Einheit
S.13 Scope-2-DLT-Treibhausgasemissionen - Zugekauft	195799.39027	tCO2e
S.14 THG-Intensität	0.01753	kgCO2e

Qualitative Informationen

S.4 Konsensmechanismus

Litecoin verwendet wie Bitcoin den Proof of Work (PoW) als Konsensmechanismus, allerdings mit einigen wesentlichen Unterschieden:

1. Scrypt-Hashing-Algorithmus:

Im Gegensatz zum SHA-256-Algorithmus von Bitcoin verwendet Litecoin den Scrypt-Hashing-Algorithmus, der speicherintensiver ist. Dadurch wird das Mining von Litecoin für normale Benutzer zugänglicher und die Vorteile spezialisierter Hardware (wie ASICs) in den Anfangsjahren eingeschränkt.

2. Mining und Blockbildung:

Miner konkurrieren darum, kryptografische Rätsel zu lösen und bei Erfolg neue Blöcke zur Blockchain hinzuzufügen. Dieser Prozess beinhaltet die Lösung des Scrypt-Algorithmus, der Rechenarbeit erfordert. Der erste Miner, der das Problem löst, erhält die Blockbelohnung und die Transaktionsgebühren, die mit den Transaktionen im Block verbunden sind.

3. Blockzeit:

Litecoin hat eine Blockzeit von 2,5 Minuten, viel schneller als die 10 Minuten von Bitcoin. Dies bedeutet, dass Transaktionen schneller bestätigt werden, was die Gesamtgeschwindigkeit des Netzwerks erhöht.

4. Halbierung der Blockbelohnung:

Ähnlich wie bei Bitcoin gibt es bei Litecoin etwa alle vier Jahre eine Halbierung der Blockbelohnung. Anfangs verdienten die Miner 50 LTC pro Block, aber diese Belohnung halbiert sich nach jeder Halbierung. Dieser Prozess wird fortgesetzt, bis der maximale Vorrat von 84 Millionen LTC erreicht ist.

5. Anpassung der Schwierigkeit:

Litecoin passt die Mining-Schwierigkeit etwa alle 2.016 Blöcke (etwa alle 3,5 Tage) an, um sicherzustellen, dass Blöcke weiterhin mit einer konstanten Rate von 2,5 Minuten pro Block gemined werden, unabhängig von Schwankungen der Hash-Rate des gesamten Netzwerks.

S.5 Anreizmechanismen und Gebühren

Litecoin verwendet wie Bitcoin den Konsensmechanismus Proof of Work (PoW), um Transaktionen zu sichern und Anreize für Miner zu schaffen.

Anreizmechanismen:

1. Mining-Belohnungen:
   - Blockbelohnungen:
     Miner werden mit Litecoin (LTC) für das erfolgreiche Mining neuer Blöcke belohnt. Anfangs erhielten Miner 50 LTC pro Block, aber diese Belohnung halbiert sich etwa alle vier Jahre.
   - Transaktionsgebühren:
     Miner verdienen auch Transaktionsgebühren aus den Transaktionen, die in den von ihnen geminten Blöcken enthalten sind. Benutzer zahlen Gebühren, damit ihre Transaktionen von Minern verarbeitet werden, insbesondere wenn sie schnellere Bestätigungszeiten benötigen.
2. Halbierung:
   Der Halbierungsmechanismus stellt sicher, dass im Laufe der Zeit weniger Litecoins in Umlauf gebracht werden, wodurch ein deflationäres Modell entsteht. Dadurch wird das Mining wertvoller, da das zirkulierende Angebot knapper wird, was für Miner einen Anreiz darstellt, weiterhin am Netzwerk teilzunehmen, auch wenn die Blockbelohnungen sinken.
3. Wirtschaftliche Sicherheit:
   Die Kosten für das Mining (z. B. Hardware und Strom) bieten einen starken wirtschaftlichen Anreiz für Miner, ehrlich zu handeln. Wenn Miner versuchen, das Netzwerk zu betrügen oder anzugreifen, riskieren sie, die von ihnen investierte Rechenarbeit zu verlieren, da ungültige Blöcke vom Netzwerk abgelehnt werden.

Gebühren für die Litecoin-Blockchain:

- Transaktionsgebühren:
  Litecoin-Benutzer zahlen für jede Transaktion eine Transaktionsgebühr, die in der Regel in LTC pro Byte Transaktionsdaten berechnet wird.Die Gebühren sind dynamisch und variieren je nach Netzwerkauslastung.
- Niedrige Gebühren:
  Litecoin ist für seine im Vergleich zu anderen Blockchains wie Bitcoin relativ niedrigen Transaktionsgebühren bekannt, was es ideal für kleinere Transaktionen und Mikrozahlungen macht.
- Gebührenumverteilung:
  Die eingenommenen Transaktionsgebühren werden an die Miner als Teil ihrer Belohnung für die Validierung von Transaktionen und die Sicherung des Netzwerks verteilt.

S.9 Quellen und Methoden für den Energieverbrauch

Für die Berechnung des Energieverbrauchs wird der sogenannte „Top-Down"-Ansatz verwendet, bei dem eine wirtschaftliche Berechnung der Miner angenommen wird. Miner sind Personen oder Geräte, die aktiv am Proof-of-Work-Konsensmechanismus teilnehmen. Die Miner werden als zentraler Faktor für den Energieverbrauch des Netzwerks betrachtet. Die Hardware wird anhand des Hash-Algorithmus des Konsensmechanismus vorab ausgewählt: Scrypt. Auf Basis der Einnahmen- und Kostenstruktur für den Mining-Betrieb wird eine aktuelle Rentabilitätsschwelle ermittelt. Für das Netzwerk wird nur Hardware berücksichtigt, die über der Rentabilitätsschwelle liegt. Der Energieverbrauch des Netzwerks kann unter Berücksichtigung der Verteilung der Hardware, der Effizienzgrade für den Betrieb der Hardware und der On-Chain-Informationen zu den Einnahmemöglichkeiten der Miner ermittelt werden. Wenn eine signifikante Nutzung von Merge Mining bekannt ist, wird dies berücksichtigt. Bei der Berechnung des Energieverbrauchs haben wir – sofern verfügbar – den Functionally Fungible Group Digital Token Identifier (FFG DTI) verwendet, um alle Implementierungen des betreffenden crypto-assets im Umfang zu ermitteln, und wir aktualisieren die Zuordnungen regelmäßig auf der Grundlage von Daten der Digital Token Identifier Foundation. Die Informationen über die verwendete Hardware und die Anzahl der

Teilnehmer im Netzwerk basieren auf Annahmen, die nach bestem Wissen und Gewissen anhand empirischer Daten überprüft werden. Im Allgemeinen wird davon ausgegangen, dass die Teilnehmer weitgehend wirtschaftlich rational handeln. Als Vorsichtsmaßnahme treffen wir im Zweifelsfall konservative Annahmen, d. h. wir schätzen die negativen Auswirkungen höher ein.

S.15 Wichtigste energiebezogene Quellen und Methoden

Um den Anteil der erneuerbaren Energien zu ermitteln, werden die Standorte der Knotenpunkte anhand öffentlicher Informationsseiten, Open-Source-Crawler und selbst entwickelten Crawlern ermittelt. Liegen keine Informationen zur geografischen Verteilung der Knotenpunkte vor, werden Referenznetzwerke herangezogen, die hinsichtlich ihrer Anreizstruktur und ihres Konsensmechanismus vergleichbar sind. Diese Geoinformationen werden mit öffentlichen Informationen aus Our World in Data zusammengeführt, siehe Quellenangabe. Die Intensität wird als marginale Energiekosten pro zusätzlicher Transaktion berechnet. Ember (2025); Energy Institute – Statistical Review of World Energy (2024) – mit umfangreicher Aufbereitung durch Our World in Data. „Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien – Ember und Energy Institute" [Datensatz]. Ember, „Jährliche Stromdaten Europa"; Ember, „Jährliche Stromdaten"; Energy Institute, „Statistical Review of World Energy" [Originaldaten]. Abgerufen unter https://ourworldindata.org/grapher/share-electricity-renewables.

S.16 Wichtigste THG-Quellen und -Methoden

Zur Ermittlung der Treibhausgasemissionen werden die Standorte der Knotenpunkte anhand öffentlicher Informationsseiten, Open-Source-Crawler und selbst entwickelten Crawlern ermittelt. Liegen keine Informationen zur geografischen Verteilung der Knotenpunkte vor, werden Referenznetzwerke herangezogen, die hinsichtlich ihrer Anreizstruktur und ihres Konsensmechanismus vergleichbar sind. Diese Geoinformationen werden mit öffentlichen Informationen aus Our World in Data zusammengeführt, siehe Quellenangabe. Die Intensität wird als marginale Emission in Bezug auf eine weitere Transaktion berechnet. Ember (2025); Energy Institute – Statistical Review of World Energy (2024) – mit umfangreicher Aufbereitung durch Our World in Data. „Carbon intensity of electricity generation – Ember and Energy Institute" [Datensatz]. Ember, „Yearly Electricity Data Europe"; Ember, „Yearly Electricity Data"; Energy Institute, „Statistical Review of World Energy" [Originaldaten]. Abgerufen unter https://ourworldindata.org/grapher/carbon-intensity-electricity Lizenziert unter CC BY 4.0.

Ethereum Eth

Quantitative Informationen

Feld	Wert	Einheit
S.1 Bezeichnung	VBU Volksbank im Unterland eG	/
S.2 Relevante Rechtsträgerkennung	52990053QE1M1V4P6U87	/
S.3 Bezeichnung des Kryptowerts	Ethereum Eth	/
S.6 Beginn des Zeitraums, auf den sich die offengelegten Informationen beziehen	2025-07-03	/
S.7 Ende des Zeitraums, auf den sich die offengelegten Informationen beziehen	2026-07-03	/

Feld	Wert	Einheit
S.8 Energieverbrauch	2159953.20000	kWh/a
S.10 Verbrauch erneuerbarer Energien	37.9124101186	%
S.11 Energieintensität	0.00005	kWh
S.12 Scope-1-DLT-Treibhausgasemissionen - Kontrolliert	0.00000	tCO2e
S.13 Scope-2-DLT-Treibhausgasemissionen - Zugekauft	718.86066	tCO2e
S.14 THG-Intensität	0.00002	kgCO2e

Qualitative Informationen

S.4 Konsensmechanismus

Der Proof-of-Stake (PoS)-Konsensmechanismus, der 2022 mit The Merge eingeführt wurde, ersetzt das Mining durch Validator-Staking. Validatoren müssen mindestens 32 ETH pro Block staken, bevor sie zufällig ausgewählt werden, um den nächsten Block vorzuschlagen. Nach dem Vorschlag überprüfen die anderen Validatoren die Integrität der Blöcke.

Das Netzwerk arbeitet mit einem Slot- und Epochen-System, bei dem alle 12 Sekunden ein neuer Block vorgeschlagen wird und die Finalisierung nach zwei Epochen (~12,8 Minuten) unter Verwendung von Casper-FFG erfolgt. Die Beacon Chain koordiniert die Validatoren, während die Fork-Choice-Regel (LMD-GHOST) sicherstellt, dass die Chain den meisten kumulierten Validator-Stimmen folgt. Validatoren erhalten Belohnungen für das Vorschlagen und Verifizieren von Blöcken, müssen jedoch bei böswilligem Verhalten oder Inaktivität mit Slashing rechnen. PoS zielt darauf ab, die Energieeffizienz, Sicherheit und Skalierbarkeit zu verbessern, wobei zukünftige Upgrades wie Proto-Danksharding die Transaktionseffizienz steigern sollen.

S.5 Anreizmechanismen und Gebühren

Das PoS-System sichert Transaktionen durch Validierungsanreize und Sanktionen. Validatoren setzen mindestens 32 ETH ein und erhalten Belohnungen für das Vorschlagen von Blöcken, das Bestätigen gültiger Blöcke und die Teilnahme an Synchronisationskomitees. Die Belohnungen werden in neu ausgegebenen ETH und Transaktionsgebühren ausgezahlt.

Gemäß EIP-1559 bestehen die Transaktionsgebühren aus einer Grundgebühr, die geburned wird, um das Angebot zu reduzieren, und einer optionalen Prioritätsgebühr (Trinkgeld), die an Validatoren gezahlt wird. Validatoren müssen mit Kürzungen rechnen, wenn sie böswillig handeln, und werden bei Inaktivität mit Strafen belegt.

Dieses System zielt darauf ab, die Sicherheit zu erhöhen, indem Anreize aufeinander abgestimmt werden und gleichzeitig die Gebührenstruktur bei hoher Netzwerkaktivität vorhersehbarer und deflationärer gestaltet wird.

S.9 Quellen und Methoden für den Energieverbrauch

Für die Berechnung des Energieverbrauchs wird der sogenannte „Bottom-up"-Ansatz verwendet. Die Knoten werden als zentraler Faktor für den Energieverbrauch des Netzwerks betrachtet. Diese Annahmen basieren auf empirischen Erkenntnissen, die mithilfe öffentlicher Informationsseiten, Open-Source-Crawlern und intern entwickelten Crawlern gewonnen wurden. Die wichtigsten Determinanten für die Schätzung der im Netzwerk verwendeten Hardware sind die Anforderungen

für den Betrieb der Client-Software. Der Energieverbrauch der Hardwaregeräte wurde in zertifizierten Testlabors gemessen. Bei der Berechnung des Energieverbrauchs haben wir – sofern verfügbar – den Functionally Fungible Group Digital Token Identifier (FFG DTI) verwendet, um alle Implementierungen des betreffenden Assets im Umfang zu ermitteln, und wir aktualisieren die Zuordnungen regelmäßig auf der Grundlage von Daten der Digital Token Identifier Foundation. Die Angaben zur verwendeten Hardware und zur Anzahl der Netzwerkteilnehmer basieren auf Annahmen, die nach bestem Wissen und Gewissen anhand empirischer Daten überprüft wurden. Im Allgemeinen wird davon ausgegangen, dass die Teilnehmer weitgehend wirtschaftlich rational handeln. Als Vorsichtsmaßnahme gehen wir im Zweifelsfall von konservativen Annahmen aus, d. h. wir schätzen die negativen Auswirkungen höher ein.

S.15 Wichtigste energiebezogene Quellen und Methoden

Um den Anteil der erneuerbaren Energien zu ermitteln, werden die Standorte der Knotenpunkte anhand öffentlicher Informationsseiten, Open-Source-Crawler und selbst entwickelten Crawlern ermittelt. Liegen keine Informationen zur geografischen Verteilung der Knotenpunkte vor, werden Referenznetzwerke herangezogen, die hinsichtlich ihrer Anreizstruktur und ihres Konsensmechanismus vergleichbar sind. Diese Geoinformationen werden mit öffentlichen Informationen aus Our World in Data zusammengeführt, siehe Quellenangabe. Die Intensität wird als marginale Energiekosten pro zusätzlicher Transaktion berechnet. Ember (2025); Energy Institute – Statistical Review of World Energy (2024) – mit umfangreicher Aufbereitung durch Our World in Data. „Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien – Ember und Energy Institute" [Datensatz]. Ember, „Jährliche Stromdaten Europa"; Ember, „Jährliche Stromdaten"; Energy Institute, „Statistical Review of World Energy" [Originaldaten]. Abgerufen unter https://ourworldindata.org/grapher/share-electricity-renewables.

S.16 Wichtigste THG-Quellen und -Methoden

Zur Ermittlung der Treibhausgasemissionen werden die Standorte der Knotenpunkte anhand öffentlicher Informationsseiten, Open-Source-Crawler und selbst entwickelten Crawlern ermittelt. Liegen keine Informationen zur geografischen Verteilung der Knotenpunkte vor, werden Referenznetzwerke herangezogen, die hinsichtlich ihrer Anreizstruktur und ihres Konsensmechanismus vergleichbar sind. Diese Geoinformationen werden mit öffentlichen Informationen aus Our World in Data zusammengeführt, siehe Quellenangabe. Die Intensität wird als marginale Emission in Bezug auf eine weitere Transaktion berechnet. Ember (2025); Energy Institute – Statistical Review of World Energy (2024) – mit umfangreicher Aufbereitung durch Our World in Data. „Carbon intensity of electricity generation – Ember and Energy Institute" [Datensatz]. Ember, „Yearly Electricity Data Europe"; Ember, „Yearly Electricity Data"; Energy Institute, „Statistical Review of World Energy" [Originaldaten]. Abgerufen unter https://ourworldindata.org/grapher/carbon-intensity-electricity Lizenziert unter CC BY 4.0.

Cardano ADA

Quantitative Informationen

Feld	Wert	Einheit
S.1 Bezeichnung	VBU Volksbank im Unterland eG	/
S.2 Relevante Rechtsträgerkennung	52990053QE1M1V4P6U87	/

Feld	Wert	Einheit
S.3 Bezeichnung des Kryptowerts	Cardano ADA	/
S.6 Beginn des Zeitraums, auf den sich die offengelegten Informationen beziehen	2025-07-03	/
S.7 Ende des Zeitraums, auf den sich die offengelegten Informationen beziehen	2026-07-03	/
S.8 Energieverbrauch	773946.00000	kWh/a
S.10 Verbrauch erneuerbarer Energien	37.4187578605	%
S.11 Energieintensität	0.00109	kWh
S.12 Scope-1-DLT-Treibhausgasemissionen - Kontrolliert	0.00000	tCO2e
S.13 Scope-2-DLT-Treibhausgasemissionen - Zugekauft	260.63169	tCO2e
S.14 THG-Intensität	0.00037	kgCO2e

Qualitative Informationen

S.4 Konsensmechanismus

Cardano verwendet den Ouroboros-Konsensmechanismus, ein Proof-of-Stake-Protokoll (PoS), das auf Skalierbarkeit, Sicherheit und Energieeffizienz ausgelegt ist.

Kernkonzepte:

1. Proof of Stake (PoS):

Validatoren (Slot-Leader genannt) werden auf der Grundlage der Menge an ADA, die sie eingesetzt haben, ausgewählt. Validatoren schlagen Blöcke vor und validieren sie, die dann der Blockchain hinzugefügt werden.

2. Epochen und Slot-Leader:

Cardano unterteilt die Zeit in Epochen (feste Zeiträume), die jeweils in Slots unterteilt sind. Für jeden Slot werden Slot-Leader ausgewählt, die Blöcke validieren und vorschlagen. Slot-Leader werden nach dem Zufallsprinzip auf der Grundlage der Höhe des eingesetzten ADA ausgewählt. Je höher der Einsatz, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, ausgewählt zu werden. Validatoren sind dafür verantwortlich, Transaktionen während ihres Slots zu bestätigen und den Block an den nächsten Slot-Leader weiterzuleiten.

3. Delegierung und Staking Pools:

ADA-Inhaber können ihre Token an Staking Pools delegieren, was die Chancen des Pools erhöht, für die Validierung eines Blocks ausgewählt zu werden. Der Pool-Betreiber und die Delegierten teilen sich die Belohnungen auf der Grundlage ihrer Einsätze. Dieses System stellt sicher, dass Teilnehmer, die keinen vollständigen Validierungsknoten betreiben möchten, dennoch Belohnungen verdienen und zur Netzwerksicherheit beitragen können, indem sie vertrauenswürdige Staking Pools unterstützen.

4. Sicherheit und Abwehr von Angreifern:

Ouroboros gewährleistet Sicherheit auch bei potenziellen Angriffen. Es geht davon aus, dass Gegner versuchen könnten, alternative Blockchains zu verbreiten oder willkürliche Nachrichten zu

senden. Das Protokoll ist sicher, solange mehr als 51 % der eingesetzten ADA von ehrlichen Teilnehmern kontrolliert werden. Abwicklungsverzögerung: Zum Schutz vor gegnerischen Angriffen muss der neue Slot-Leader die letzten Blöcke als vorübergehend betrachten. Nur die Blöcke davor werden als abgeschlossen behandelt, wodurch sichergestellt wird, dass die Endgültigkeit der Kette gegen Manipulationsversuche gesichert ist. Dieser Mechanismus ermöglicht es den Teilnehmern auch, vorübergehend offline zu gehen und sich neu zu synchronisieren, solange sie nicht länger als die Abwicklungsverzögerungszeit getrennt sind.

5. Kettenauswahl:

Jeder Knoten speichert eine lokale Kopie der Blockchain und ersetzt sie durch eine entdeckte gültige, längere Blockchain. Dadurch wird sichergestellt, dass alle Knoten schließlich auf eine einzige Version der Blockchain konvergieren, wodurch die Netzwerkkonsistenz erhalten bleibt.

S.5 Anreizmechanismen und Gebühren

Cardano nutzt Anreizmechanismen, um die Sicherheit und Dezentralisierung des Netzwerks durch Einsatz von Belohnungen, Slashing-Mechanismen und Transaktionsgebühren zu gewährleisten.

Anreizmechanismen:

1. Einsatz von Belohnungen:
   Validatoren, auch als Slot-Leader bekannt, sichern das Netzwerk, indem sie Transaktionen validieren und neue Blöcke erstellen. Um teilnehmen zu können, müssen Validatoren ADA einsetzen, und diejenigen mit größeren Einsätzen werden eher als Slot-Leader ausgewählt. Validatoren werden mit neu geschürften ADA und Transaktionsgebühren für die erfolgreiche Erstellung von Blöcken und die Validierung von Transaktionen belohnt. Delegatoren, die möglicherweise keinen Validierungsknoten betreiben möchten, können ihre ADA an Staking-Pools delegieren. Auf diese Weise tragen sie zur Sicherheit des Netzwerks bei und erhalten einen Anteil an den vom Pool erzielten Belohnungen. Die Belohnungen werden proportional zur Höhe der delegierten ADA verteilt.
2. Slashing-Mechanismus:
   - Um böswilliges Verhalten zu verhindern, setzt Cardano einen Slashing-Mechanismus ein. Validatoren, die unehrlich handeln, Transaktionen nicht ordnungsgemäß validieren oder falsche Blöcke erzeugen, müssen mit Strafen rechnen, die das Slashing eines Teils ihrer gestakten ADA beinhalten.
   - Dies bietet Validatoren starke wirtschaftliche Anreize, ehrlich zu handeln, und gewährleistet die Integrität und Sicherheit des Netzwerks.
3. Delegation und Poolbetrieb:
   Staking-Pools können Betriebsgebühren (eine Marge auf Belohnungen) erheben, um ihre Infrastruktur aufrechtzuerhalten. Dies beinhaltet Fixkosten, die von den Poolbetreibern festgelegt werden. Delegatoren erhalten Belohnungen, nachdem die Poolgebühren abgezogen wurden, was sowohl für Betreiber als auch für Delegatoren einen ausgewogenen Anreiz für eine aktive Teilnahme bietet. Die Belohnungen werden am Ende jeder Epoche verteilt, wobei die Leistung des Staking Pools und die Teilnahme die Verteilung der ADA-Belohnungen an alle Beteiligten bestimmen.

Anwendbare Gebühren:

1. Transaktionsgebühren:
   Die Transaktionsgebühren auf Cardano werden in ADA gezahlt und sind im Allgemeinen niedrig. Sie werden auf der Grundlage des Umfangs der Transaktion und der aktuellen Nachfrage des

Netzwerks berechnet. Diese Gebühren werden an Validatoren gezahlt, die Transaktionen in neue Blöcke aufnehmen.

2. Gebühren für den Staking Pool:
   - Die Betreiber des Staking Pools berechnen Betriebskosten und eine Margengebühr, die die Kosten für den Betrieb und die Wartung des Staking Pools abdeckt. Diese Gebühren variieren je nach Pool, stellen jedoch sicher, dass die Betreiber ihre Dienste weiterhin anbieten und gleichzeitig den Delegierten Belohnungen bieten können.
   - Nach der Gebühr des Betreibers werden die verbleibenden Belohnungen auf der Grundlage der Höhe ihres Einsatzes unter den Delegierten verteilt.

S.9 Quellen und Methoden für den Energieverbrauch

Für die Berechnung des Energieverbrauchs wird der sogenannte „Bottom-up"-Ansatz verwendet. Die Knoten werden als zentraler Faktor für den Energieverbrauch des Netzwerks betrachtet. Diese Annahmen basieren auf empirischen Erkenntnissen, die mithilfe öffentlicher Informationsseiten, Open-Source-Crawlern und intern entwickelten Crawlern gewonnen wurden. Die wichtigsten Determinanten für die Schätzung der im Netzwerk verwendeten Hardware sind die Anforderungen für den Betrieb der Client-Software. Der Energieverbrauch der Hardwaregeräte wurde in zertifizierten Testlabors gemessen. Bei der Berechnung des Energieverbrauchs haben wir – sofern verfügbar – den Functionally Fungible Group Digital Token Identifier (FFG DTI) verwendet, um alle Implementierungen des betreffenden Assets im Umfang zu ermitteln, und wir aktualisieren die Zuordnungen regelmäßig auf der Grundlage von Daten der Digital Token Identifier Foundation. Die Angaben zur verwendeten Hardware und zur Anzahl der Netzwerkteilnehmer basieren auf Annahmen, die nach bestem Wissen und Gewissen anhand empirischer Daten überprüft wurden. Im Allgemeinen wird davon ausgegangen, dass die Teilnehmer weitgehend wirtschaftlich rational handeln. Als Vorsichtsmaßnahme gehen wir im Zweifelsfall von konservativen Annahmen aus, d. h. wir schätzen die negativen Auswirkungen höher ein.

S.15 Wichtigste energiebezogene Quellen und Methoden

Um den Anteil der erneuerbaren Energien zu ermitteln, werden die Standorte der Knotenpunkte anhand öffentlicher Informationsseiten, Open-Source-Crawler und selbst entwickelten Crawlern ermittelt. Liegen keine Informationen zur geografischen Verteilung der Knotenpunkte vor, werden Referenznetzwerke herangezogen, die hinsichtlich ihrer Anreizstruktur und ihres Konsensmechanismus vergleichbar sind. Diese Geoinformationen werden mit öffentlichen Informationen aus Our World in Data zusammengeführt, siehe Quellenangabe. Die Intensität wird als marginale Energiekosten pro zusätzlicher Transaktion berechnet. Ember (2025); Energy Institute – Statistical Review of World Energy (2024) – mit umfangreicher Aufbereitung durch Our World in Data. „Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien – Ember und Energy Institute" [Datensatz]. Ember, „Jährliche Stromdaten Europa"; Ember, „Jährliche Stromdaten"; Energy Institute, „Statistical Review of World Energy" [Originaldaten]. Abgerufen unter https://ourworldindata.org/grapher/share-electricity-renewables.

S.16 Wichtigste THG-Quellen und -Methoden

Zur Ermittlung der Treibhausgasemissionen werden die Standorte der Knotenpunkte anhand öffentlicher Informationsseiten, Open-Source-Crawler und selbst entwickelten Crawlern ermittelt. Liegen keine Informationen zur geografischen Verteilung der Knotenpunkte vor, werden Referenznetzwerke herangezogen, die hinsichtlich ihrer Anreizstruktur und ihres Konsensmechanismus vergleichbar sind. Diese Geoinformationen werden mit öffentlichen Informationen aus Our World in Data zusammengeführt, siehe Quellenangabe. Die Intensität wird

als marginale Emission in Bezug auf eine weitere Transaktion berechnet. Ember (2025); Energy Institute – Statistical Review of World Energy (2024) – mit umfangreicher Aufbereitung durch Our World in Data. „Carbon intensity of electricity generation – Ember and Energy Institute" [Datensatz]. Ember, „Yearly Electricity Data Europe"; Ember, „Yearly Electricity Data"; Energy Institute, „Statistical Review of World Energy" [Originaldaten]. Abgerufen unter https://ourworldindata.org/grapher/carbon-intensity-electricity Lizenziert unter CC BY 4.0.

CRYPTO RISK METRICS
DON'T TRUST. VERIFY.

This report was provided by:

Crypto Risk Metrics

The IDW PS 951-certified SaaS tool “Crypto Risk Metrics” supports regulated financial institutions in the risk-based assessment of cryptocurrencies, Delta-1 Certificates (“Crypto ETPs”) and tokenized securities. ESG data, market conformity checks and KARBV-compliant price data complete the product range.

As a professional compliance expert, we provide support with:

- **ESG data for crypto-assets**
- **White Papers for crypto-assets**
- **Risk management**
- **Compliant price data**
- **Market conformity check**