

# **Nachhaltigkeits- indikatoren für Krypto-Assets**

**Offenlegungen gemäß Artikel 66 Absatz 5 der MiCAR.**

**Dieser Bericht wurde von der V-Bank AG unter Einbeziehung der von der Crypto Risk Metrics GmbH bereitgestellten Daten zur Verfügung gestellt.**

## Präambel

### Über den Anbieter von Krypto-Asset-Dienstleistungen (CASP)

**Name:** V-Bank AG

**Straße und Hausnummer:** Rosenheimer Straße 116

**Ort:** München

**Land:** Deutschland

**LEI:** 529900FB29C36LKTAW50

### Über diesen Bericht

Diese Offenlegung dient als Nachweis der Einhaltung der regulatorischen Anforderungen von MiCAR 66 (5). Diese Anforderung verpflichtet Anbieter von Krypto-Asset-Diensten, signifikante negative Faktoren im Hinblick auf das Klima und die Umwelt offenzulegen. Insbesondere erfüllt diese Offenlegung die Anforderungen der „Verordnung (EU) 2025/422 vom 17. Dezember 2024, die die Verordnung (EU) 2023/1114 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der regulatorischen technischen Standards ergänzt, die den Inhalt, die Methoden und die Präsentation von Informationen zu Nachhaltigkeitsindikatoren in Bezug auf klima- und umweltspezifische Auswirkungen spezifizieren.“

Dieser Bericht ist gültig, bis wesentliche Änderungen in den Daten auftreten, die eine sofortige Anpassung dieses Berichts zur Folge haben.

Die optionalen Informationen gemäß Artikel 6 Abs. 8 Buchst. a) bis d) der DR 2025/422 sind nicht enthalten.

### Überblick

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

#	<u>Krypto-Asset</u>	<u>Krypto-Asset FFG</u>	<u>Energieverbrauch (kWh p.a.)</u>
1	Bitcoin	V15WLZJMF	225,950,418,132.43463
2	Ethereum	D5RG2FHH0	2,159,953.20000
3	Cardano	76QS7QCXB	780,778.80000
4	Avalanche	S6JCBF70N	825 802.43619
5	Litecoin	D74JZ1VRD	1 281 708 794.01489
6	Polkadot	SGD9NLTRG	630 720.00000
7	Polygon	GB8DQ8DWN	97168.85186
8	Cosmos	6C7F2WVZH	186 473.14960
9	Solana	6QZ1LNC12	6 843 750.00000
10	Ripple	42PHJB2BS	299 638.27314
11	Binance Coin	8N2VXJKB1	90 228.00000

# **1. Bitcoin (BTC)**

## **Quantitative Information**

<b>Feld</b>	<b>Wert</b>	<b>Einheit</b>
S.1 Name	V-Bank AG	/
S.2 Relevante juristische Personenkennziffer (LEI)	529900FB29C36LKTAW50	/
S.3 Name des Krypto-Assets	Bitcoin	/
S.6 Beginn des Zeitraums der Offenlegung	2024-11-08	/
S.7 Ende des Zeitraums der Offenlegung	2025-11-08	/
S.8 Energieverbrauch	225,950,418,132.43463	kWh/a
S.10 Erneuerbarer Energieverbrauch	29.3064250422	%
S.11 Energieintensität	9.09481	kWh
S.12 Scope-1-DLT-Treibhausgasemissionen – Kontrolliert	0.00000	tCO2e
S.13 Scope-2-DLT-Treibhausgasemissionen – Zugekauft	93,090,682.32663	tCO2e
S.14 Treibhausgasintensität (GHG-Intensität)	3.74703	kgCO2e

## **Qualitative Information**

### **S.4 Konsensmechanismus**

Bitcoin ist auf den folgenden Netzwerken präsent: Bitcoin, Lightning Network.  
Das Bitcoin-Blockchain-Netzwerk verwendet einen Konsensmechanismus namens Proof of Work (PoW), um einen verteilten Konsens zwischen seinen Knoten zu erreichen.

Kernkonzepte:

1. Nodes und Miner:
  - Nodes: Computer, die die Bitcoin-Software ausführen und Transaktionen sowie Blöcke validieren.
  - Miner: Spezielle Nodes, die neue Blöcke durch Lösen komplexer kryptografischer Rätsel erzeugen.
2. Blockchain: Ein öffentliches Hauptbuch, das alle Transaktionen in Blöcken speichert; jeder Block enthält Transaktionen, einen Verweis auf den vorherigen Block (Hash), einen Zeitstempel und eine Nonce (einmalig verwendete Zufallszahl).
3. Hash-Funktion: Bitcoin nutzt den Algorithmus SHA-256 zur Sicherung der Blockdaten.

Konsensprozess:

1. Transaktionen werden an das Netzwerk gesendet und von Minern in Blöcken gesammelt. Jede Transaktion wird validiert, um Regelkonformität (z. B. Signatur, Deckung der Mittel) sicherzustellen.
2. Mining und Blockerzeugung:
  - Miner konkurrieren darum, eine Nonce zu finden, deren Hash unter dem vorgegebenen Zielwert liegt. Dieses Ziel wird regelmäßig angepasst, sodass etwa alle 10 Minuten ein neuer Block entsteht.
  - Der Proof-of-Work-Prozess ist energie- und ressourcenintensiv. Wird ein gültiger Block gefunden, wird er im Netzwerk veröffentlicht.

3. Andere Knoten verifizieren den Block und fügen ihn der Blockchain hinzu, wenn er gültig ist.
4. Die längste Kette (also die mit dem höchsten akkumulierten Proof of Work) gilt als gültige Kette. Bei Forks setzt sich die längste Kette durch.

Für die Berechnung der entsprechenden Indikatoren wurden auch der zusätzliche Energieverbrauch und die Transaktionen des Lightning Network berücksichtigt, da dies der Kategorisierung der Digital Token Identifier Foundation (FFG) entspricht. Ohne Einbezug dieser Transaktionen wären die „pro Transaktion“-Werte deutlich höher.

## **S.5 Anreizmechanismen und anfallende Gebühren**

Die Bitcoin-Blockchain basiert auf dem Proof-of-Work-Mechanismus (PoW), der die Integrität des Netzwerks durch ökonomische Anreize und Gebührenstrukturen absichert.

Anreizmechanismen:

1. Blockvergütung:
  - Neu geschaffene Bitcoins: Miner erhalten Blockvergütungen in Form von neu erzeugten Bitcoins, wenn sie einen gültigen Block finden. Ursprünglich betrug die Belohnung 50 BTC, halbiert sich jedoch alle 210.000 Blöcke (ca. alle vier Jahre) im Rahmen des „Halvings“.
  - Halving und Knappheit: Das Halving begrenzt die Gesamtmenge auf 21 Millionen BTC und erzeugt so eine Knappheit, die den Wert unterstützen kann.
2. Transaktionsgebühren:
  - Gebührenmarkt: Nutzer zahlen eine Gebühr, damit ihre Transaktionen von Minern bevorzugt bearbeitet werden. Höhere Gebühren führen zu schnellerer Bestätigung, insbesondere bei hoher Netzwerkauslastung.
  - Nachhaltigkeit: Da die Blockvergütung durch Halvings abnimmt, gewinnen Transaktionsgebühren zunehmend an Bedeutung für die Finanzierung der Netzwerksicherheit.

Auch hier wurden Energieverbrauch und Transaktionen des Lightning Network in die Berechnungen einbezogen, gemäß der FFG-Klassifikation der Digital Token Identifier Foundation. Ohne Lightning-Daten lägen die „pro Transaktion“-Schätzungen höher.

## **S.9 Energieverbrauchsquellen und -methoden**

Der Energieverbrauch dieses Assets wird über mehrere Komponenten aggregiert. Zur Berechnung wird der „Top-down“-Ansatz verwendet, der von einer ökonomischen Betrachtung der Miner ausgeht. Miner sind die zentralen Treiber des Energieverbrauchs im Proof-of-Work-Netzwerk.

Die eingesetzte Hardware wird anhand des SHA-256-Algorithmus identifiziert und nach Profitabilität gefiltert: Nur Geräte oberhalb der Rentabilitätsschwelle werden berücksichtigt. Die Berechnung bezieht Hardware-Verteilung, Effizienzgrade und on-chain-Erlöse der Miner ein. Bekanntes Merge Mining wird einbezogen.

Für die Ermittlung werden – sofern verfügbar – die Functionally Fungible Group Digital Token Identifiers (FFG DTIs) herangezogen, um alle Implementierungen des Assets einzuschließen. Die Zuordnungen werden regelmäßig auf Basis der Daten der Digital Token Identifier Foundation aktualisiert.

Zur Bestimmung des Token-Energieverbrauchs wird zunächst der Verbrauch der Netzwerke (z. B. Lightning Network) berechnet und anteilig nach Aktivität dem Asset zugerechnet.

### **S.15 Wesentliche Energiequellen**

Zur Bestimmung des Anteils erneuerbarer Energien werden Node-Standorte mithilfe von öffentlichen Informationsquellen, Open-Source-Crawlern und intern entwickelten Crawling-Methoden ermittelt. Fehlen Daten zur geografischen Verteilung, werden vergleichbare Referenznetzwerke herangezogen.

Die Geoinformationen werden mit Daten von Our World in Data, Ember (2025) und dem Energy Institute (2024) kombiniert. Die Intensität wird als Grenzennergiekosten in Bezug auf eine zusätzliche Transaktion berechnet.

Quellen: Ember (2025); Energy Institute – Statistical Review of World Energy (2024); Our World in Data „Share of electricity generated by renewables“ (CC BY 4.0).

### **S.16 Wesentliche Treibhausgasquellen (THG)**

Zur Berechnung der THG-Emissionen werden Node-Standorte ebenfalls mithilfe von öffentlichen Quellen, Open-Source-Crawlern und internen Tools bestimmt. Fehlen Geodaten, werden vergleichbare Netzwerke mit ähnlicher Anreiz- und Konsensstruktur herangezogen.

Die ermittelten Standorte werden mit den Daten von Our World in Data, Ember (2025) und dem Energy Institute (2024) verknüpft. Die Emissionsintensität wird als Grenzemission in Bezug auf eine zusätzliche Transaktion berechnet.

Quellen: Ember (2025); Energy Institute – Statistical Review of World Energy (2024); Our World in Data „Carbon intensity of electricity generation“ (CC BY 4.0).

## **2. Ethereum (ETH)**

### **Quantitative Information**

<b>Feld</b>	<b>Wert</b>	<b>Einheit</b>
S.1 Name	V-Bank AG	/
S.2 Relevante juristische Personenkennziffer (LEI)	529900FB29C36LKTAW50	/
S.3 Name des Krypto-Assets	Ethereum	/
S.6 Beginn des Zeitraums der Offenlegung	2024-11-08	/
S.7 Ende des Zeitraums der Offenlegung	2025-11-08	/
S.8 Energieverbrauch	2,159,953.20000	kWh/a
S.10 Erneuerbarer Energieverbrauch	32.2255486008	%
S.11 Energieintensität	0.00007	kWh
S.12 Scope-1-DLT-Treibhausgasemissionen – Kontrolliert	0.00000	tCO2e
S.13 Scope-2-DLT-Treibhausgasemissionen – Zugekauft	718.86066	tCO2e
S.14 Treibhausgasintensität (GHG-Intensität)	0.00002	kgCO2e

### **Qualitative Information**

#### **S.4 Konsensmechanismus**

Das Ethereum-Netzwerk verwendet seit dem Übergang („The Merge“) im Jahr 2022 einen Proof-of-Stake-(PoS)-Konsensmechanismus, um neue Transaktionen auf der Blockchain zu validieren und das frühere Mining zu ersetzen.

Kernkomponenten:

1. Validatoren:  
Validatoren sind dafür verantwortlich, neue Blöcke vorzuschlagen und zu validieren. Um Validator zu werden, muss ein Nutzer mindestens 32 ETH in einen Smart Contract einzahlen (staken). Dieser Einsatz dient als Sicherheit und kann gekürzt (slashed) werden, falls sich der Validator unehrlich verhält.  
Validatoren werden für ihre Teilnahme mit Staking-Belohnungen und Transaktionsgebühren vergütet.
2. Beacon Chain:  
Die Beacon Chain koordiniert das Netzwerk der Validatoren und verwaltet das Konsensprotokoll. Sie teilt Validatoren in Komitees ein und sorgt für die Finalität von Blöcken.

Konsensprozess:

1. Block Proposal:  
Alle 12 Sekunden wird ein neuer Block vorgeschlagen. Ein Validator wird zufällig ausgewählt, um diesen zu erstellen. Die übrigen Validatoren überprüfen anschließend die Integrität des vorgeschlagenen Blocks.
2. Attestierung:  
Validatoren, die keinen Block vorschlagen, nehmen an der Bestätigung (Attestation) teil, indem sie für die Gültigkeit des Blocks stimmen. Die Attestierungen werden anschließend aggregiert.

3. Komitees:  
Validatoren werden in Komitees organisiert, um den Validierungsprozess zu optimieren. Jedes Komitee ist für die Validierung innerhalb einer Epoche zuständig.
4. Finalität:  
Die Finalität erfolgt mithilfe des Casper FFG (Friendly Finality Gadget) nach zwei Epochen (etwa 12,8 Minuten). Dadurch gelten Blöcke und Transaktionen als unumkehrbar und bestätigt.
5. Fork-Choice-Regel:  
Die Regel LMD-GHOST (Latest Message Driven – Greediest Heaviest Observed SubTree) stellt sicher, dass die Blockchain stets der Kette mit den meisten akkumulierten Validator-Stimmen folgt.
6. Anreize und Strafen:  
Validatoren erhalten Belohnungen für das Vorschlagen und Bestätigen von Blöcken. Bei böswilligem Verhalten oder längerer Inaktivität drohen Slashing-Strafen.

Der Proof-of-Stake-Mechanismus wurde entwickelt, um Energieeffizienz, Sicherheit und Skalierbarkeit zu erhöhen. Zukünftige Upgrades wie Proto-Danksharding sollen die Transaktionseffizienz weiter verbessern.

## **S.5 Anreizmechanismen und Gebühren**

Ethereum verwendet seit dem Übergang zu Ethereum 2.0 („The Merge“) im Jahr 2022 einen Proof-of-Stake-(PoS)-Konsensmechanismus zur Sicherung des Netzwerks. Die Anreiz- und Gebührenstrukturen spielen dabei eine zentrale Rolle für die Aufrechterhaltung der Sicherheit, Effizienz und wirtschaftlichen Stabilität der Blockchain.

Anreizmechanismen:

Staking-Belohnungen:

- Validator-Belohnungen:  
Validatoren sind das Rückgrat des PoS-Mechanismus. Sie sind dafür verantwortlich, neue Blöcke vorzuschlagen, zu attestieren und an Synchronisierungskomitees teilzunehmen. Um Validator zu werden, muss ein Teilnehmer mindestens 32 ETH in einem Smart Contract hinterlegen. Als Gegenleistung erhalten Validatoren Belohnungen in neu erzeugtem ETH sowie aus Transaktionsgebühren der von ihnen validierten Blöcke.
- Belohnungsrate:  
Die Höhe der Belohnungen ist dynamisch und hängt von der insgesamt im Netzwerk gestakten ETH-Menge ab.  
Je mehr ETH gestakt ist, desto geringer fällt die individuelle Rendite aus – und umgekehrt. Dieses Modell sorgt für ein ökonomisches Gleichgewicht zwischen Netzwerksicherheit und Anreiz zur Teilnahme.

Transaktionsgebühren (EIP-1559):

Seit der Implementierung des Ethereum Improvement Proposal 1559 (EIP-1559) besteht jede Transaktionsgebühr aus zwei Komponenten:

- Grundgebühr (Base Fee):  
Diese wird bei jeder Transaktion verbrannt („burned“), wodurch das zirkulierende ETH-Angebot reduziert wird.  
Die Base Fee passt sich dynamisch an die Netzerklauslastung an, um Gebühren zu stabilisieren und Volatilität zu verringern.
- Prioritätsgebühr (Priority Fee / Tip):  
Nutzer können zusätzlich eine freiwillige Prioritätsgebühr entrichten, um Validatoren zu motivieren, ihre Transaktionen bevorzugt zu verarbeiten.  
Diese Gebühr geht direkt an den Validator und stellt einen zusätzlichen Leistungsanreiz dar.

Strafen bei Fehlverhalten:

- Slashing:  
Validatoren, die sich böswillig verhalten (z. B. durch doppelte Signaturen, Fork-Versuche oder die Validierung falscher Daten), werden bestraft. Dabei verlieren sie einen Teil ihres gestakten ETH.  
Dies dient als Abschreckung gegen Manipulationen und sichert die Integrität des Netzwerks.
- Inaktivitätsstrafen:  
Validatoren, die über längere Zeit nicht aktiv teilnehmen, verlieren schrittweise einen Teil ihrer Belohnungen oder ihres Stakes.  
Diese Maßnahme stellt sicher, dass Validatoren zuverlässig online bleiben und aktiv zur Netzwerksicherheit beitragen.

Auf der Ethereum-Blockchain anfallende Gebühren:

Gas-Gebühren:

- Berechnung:  
Gasgebühren werden auf Basis der rechnerischen Komplexität einer Transaktion oder eines Smart-Contract-Aufrufs berechnet.  
Jede Operation auf der Ethereum Virtual Machine (EVM) besitzt einen festgelegten Gaspreis.
- Dynamische Anpassung:  
Die Base Fee gemäß EIP-1559 passt sich automatisch an die Netzwerkauslastung an.  
Bei hoher Nachfrage steigt die Gebühr, bei geringer Nachfrage sinkt sie.  
Durch das Burn-Modell kann Ethereum bei hoher Aktivität eine deflationäre Tendenz entwickeln.

Smart-Contract-Gebühren:

- Bereitstellung und Interaktion:  
Die Veröffentlichung eines Smart Contracts erfordert die Zahlung von Gasgebühren, die proportional zur Komplexität und Größe des Contracts sind.  
Auch Interaktionen – wie Funktionsaufrufe, Token-Transfers oder Protokollaktionen – verursachen Gasverbrauch.
- Optimierungen:  
Entwickler werden ermutigt, ihre Smart Contracts zu optimieren, um Gas effizient zu nutzen und Transaktionskosten zu reduzieren.

Asset-Transfer-Gebühren:

- Token-Übertragungen:  
Der Transfer von ERC-20-Tokens oder anderen Token-Standards verursacht ebenfalls Gasgebühren.  
Diese variieren je nach Implementierung des jeweiligen Smart Contracts und nach aktueller Netzwerkauslastung.

## **S.9 Energieverbrauchsquellen und -methoden**

Für die Berechnung des Energieverbrauchs wird der sogenannte „Bottom-up“-Ansatz verwendet. Die nodes werden dabei als zentraler Faktor für den Energieverbrauch des Netzwerks betrachtet.

Diese Annahmen beruhen auf empirischen Erkenntnissen aus öffentlichen Informationsquellen, Open-Source-Crawlern und intern entwickelten Crawlern. Die wichtigsten Einflussfaktoren für die Schätzung der im Netzwerk verwendeten Hardware ergeben sich aus den Anforderungen der Client-Software. Der Energieverbrauch der Geräte wurde in zertifizierten Prüflaboren gemessen.



Zur Identifikation aller Implementierungen des jeweiligen Assets wird – sofern verfügbar – der Functionally Fungible Group Digital Token Identifier (FFG DTI) verwendet. Diese Zuordnungen werden regelmäßig auf Grundlage der Daten der Digital Token Identifier Foundation aktualisiert.

Die Informationen zur eingesetzten Hardware und zur Anzahl der Teilnehmer beruhen auf Annahmen, die mit empirischen Daten überprüft werden. Teilnehmer werden als überwiegend ökonomisch rational betrachtet. Nach dem Vorsichtsprinzip werden konservative Annahmen getroffen, d. h. eher höhere Werte für negative Umweltauswirkungen angenommen.

### **S.15 Wesentliche Energiequellen**

Zur Bestimmung der Nutzung erneuerbarer Energien werden die Standorte der nodes mithilfe öffentlicher Informationsquellen, Open-Source-Crawlern und intern entwickelter Tools ermittelt. Wenn keine geografischen Informationen verfügbar sind, werden vergleichbare Referenznetzwerke mit ähnlicher Anreizstruktur und demselben Konsensmechanismus verwendet.

Die gewonnenen Geodaten werden mit öffentlich verfügbaren Informationen aus Our World in Data verknüpft.

Die Energieintensität wird als Grenzennergieverbrauch in Bezug auf eine zusätzliche Transaktion berechnet.

Quellen: Ember (2025); Energy Institute – Statistical Review of World Energy (2024) – mit Datenverarbeitung durch Our World in Data.

„Share of electricity generated by renewables – Ember and Energy Institute“ [Dataset].

Abrufbar unter: <https://ourworldindata.org/grapher/share-electricity-renewables>

### **S.16 Wesentliche Treibhausgasquellen (THG)**

Zur Bestimmung der Treibhausgasemissionen werden die Standorte der nodes mithilfe öffentlicher Informationsquellen, Open-Source-Crawlern und intern entwickelter Tools ermittelt.

Wenn keine geografischen Informationen verfügbar sind, werden vergleichbare Referenznetzwerke herangezogen.

Die geografischen Daten werden mit Informationen von Our World in Data kombiniert.

Die Emissionsintensität wird als Grenzemission in Bezug auf eine zusätzliche Transaktion berechnet.

Quellen: Ember (2025); Energy Institute – Statistical Review of World Energy (2024) – mit Datenverarbeitung durch Our World in Data.

„Carbon intensity of electricity generation – Ember and Energy Institute“ [Dataset].

Abrufbar unter: <https://ourworldindata.org/grapher/carbon-intensity-electricity>

Lizenziert unter CC BY 4.0.

### **3. Cardano**

#### **Quantitative Information**

<b>Feld</b>	<b>Wert</b>	<b>Einheit</b>
S.1 Name	V-Bank AG	/
S.2 Relevante juristische Personenkennziffer (LEI)	529900FB29C36LKTAW50	/
S.3 Name des Krypto-Assets	Cardano	/
S.6 Beginn des Zeitraums der Offenlegung	2024-11-08	/
S.7 Ende des Zeitraums der Offenlegung	2025-11-08	/
S.8 Energieverbrauch	780,778.80000	kWh/a
S.10 Erneuerbarer Energieverbrauch	31.8059441814	%
S.11 Energieintensität	0.00026	kWh
S.12 Scope-1-DLT-Treibhausgasemissionen – Kontrolliert	0.00000	tCO2e
S.13 Scope-2-DLT-Treibhausgasemissionen – Zugekauft	262.93268	tCO2e
S.14 Treibhausgasintensität (GHG-Intensität)	0.00009	kgCO2e

#### **Qualitative Information**

##### **S.4 Konsensmechanismus**

Cardano ADA ist auf dem Cardano-Netzwerk präsent.

Das Cardano-Blockchain-Netzwerk verwendet den Ouroboros-Konsensmechanismus, ein Proof-of-Stake-(PoS)-Protokoll, das speziell für Skalierbarkeit, Sicherheit und Energieeffizienz entwickelt wurde.

Der Ouroboros-Mechanismus ist das erste formal verifizierte PoS-Protokoll, das mathematisch beweist, dass es unter denselben Sicherheitsannahmen wie Proof-of-Work funktioniert, jedoch mit einem Bruchteil des Energieverbrauchs.

Kernkomponenten:

Proof of Stake (PoS):

Im Gegensatz zu Proof-of-Work-Systemen wie Bitcoin hängt die Auswahl der Blockproduzenten bei Cardano nicht von Rechenleistung, sondern vom Anteil (Stake) der gehaltenen ADA ab.

Validatoren, sogenannte *Slot Leaders*, werden auf Grundlage der Menge an ADA ausgewählt, die sie gestaket haben. Diese Slot Leaders schlagen neue Blöcke vor, validieren Transaktionen und fügen sie der Blockchain hinzu.

Epochs und Slot Leaders:

Cardano teilt die Zeit in sogenannte *Epochs* (feste Zeiträume), die wiederum in *Slots* unterteilt sind.

Für jeden Slot wird ein Slot Leader zufällig ausgewählt – proportional zur Menge des gestakten ADA. Je höher der Stake, desto größer die Wahrscheinlichkeit, gewählt zu werden.

Slot Leaders sind verantwortlich für die Validierung und Weitergabe der Transaktionen innerhalb ihres Zeitfensters. Nach Ablauf des Slots wird die Verantwortung an den nächsten Leader übergeben.

#### Delegation und Staking Pools:

ADA-Inhaber, die keinen eigenen Validator-Node betreiben möchten, können ihre Coins an sogenannte Staking Pools delegieren.

Diese Pools bündeln Stakes vieler Teilnehmer und erhöhen dadurch ihre Chancen, ausgewählt zu werden, um neue Blöcke zu validieren.

Der Poolbetreiber und die Delegatoren teilen sich die Rewards anteilig entsprechend der Höhe ihrer Einlagen.

Dieses Modell ermöglicht eine breite Partizipation am Netzwerk, fördert die Dezentralisierung und bietet auch kleineren Anlegern Zugang zu Staking-Erträgen.

#### Sicherheitsmechanismen und Angriffsschutz:

Ouroboros wurde so konzipiert, dass es selbst bei potenziellen Angriffen resilient bleibt.

Das Protokoll geht davon aus, dass ein Angreifer alternative Chains oder falsche Nachrichten verbreiten könnte.

Solange mehr als 51 % des gesamten Stakes von ehrlichen Teilnehmern kontrolliert wird, bleibt das Netzwerk sicher.

Ein zusätzlicher Mechanismus, das sogenannte Settlement Delay, schützt vor Manipulationen:

Neue Slot Leaders behandeln die letzten Blöcke als vorläufig, bis sie als endgültig gelten (*finalized*).

Dieser Ansatz verhindert Reorganisationen und sichert die Integrität der Chain.

Zudem erlaubt er es Teilnehmern, temporär offline zu gehen und sich später wieder zu synchronisieren, solange sie die Delay-Periode nicht überschreiten.

#### Chain Selection und Konsensfindung:

Cardano verwendet die Regel der längsten gültigen Kette (*Longest Chain Rule*).

Jede Node speichert eine lokale Kopie der Blockchain und ersetzt sie, sobald eine längere, gültige Chain entdeckt wird.

Dadurch konvergieren alle Nodes langfristig auf denselben Zustand der Blockchain und garantieren Konsistenz im gesamten Netzwerk.

#### Energieeffizienz:

Da Ouroboros auf Staking statt Mining basiert, ist der Energieverbrauch des Netzwerks im Vergleich zu Proof-of-Work-Systemen minimal.

Validatoren müssen keine energieintensiven Berechnungen durchführen; die Auswahl basiert rein auf ihrem Stake.

Dies macht Cardano zu einem der energieeffizientesten Layer-1-Protokolle am Markt.

#### Weiterentwicklungen (Ouroboros Praos & Leios):

Das Protokoll wurde mehrfach verbessert.

- Ouroboros Praos fügte zusätzliche Sicherheit gegen adaptive Angriffe hinzu und ermöglichte eine sicherere Blockproduktion auch bei zeitversetzten Netzwerken.
- Ouroboros Leios (in Entwicklung) zielt darauf ab, Transaktionsdurchsatz und Finalität weiter zu optimieren, um Skalierbarkeit und Effizienz zu erhöhen.

## **S.5 Anreizmechanismen und anfallende Gebühren**

Cardano setzt auf ein Anreizsystem aus Staking Rewards, Slashing-Mechanismen und Transaktionsgebühren, um Sicherheit und Dezentralisierung zu gewährleisten.

Anreizmechanismen zur Sicherung der Transaktionen:

1. Staking Rewards:
  - Validatoren (Slot Leaders) sichern das Netzwerk, indem sie Transaktionen validieren und neue Blöcke erstellen. Teilnehmer müssen ADA staken; größere Stakes erhöhen die Wahrscheinlichkeit, ausgewählt zu werden.

- Validatoren erhalten Belohnungen in Form von neu generierten ADA sowie Transaktionsgebühren, wenn sie erfolgreich Blöcke produzieren.
  - Delegatoren, die keinen eigenen Validator-Node betreiben, können ihre ADA an Staking Pools delegieren. Dadurch tragen sie zur Netzwerksicherheit bei und erhalten anteilige Rewards, die proportional zur Höhe ihrer Delegation verteilt werden.
2. Slashing Mechanismus:
- Um Fehlverhalten zu verhindern, verfügt Cardano über einen Slashing-Mechanismus. Validatoren, die unehrlich handeln, Transaktionen fehlerhaft validieren oder falsche Blöcke produzieren, verlieren einen Teil ihres gestakten ADA.
  - Dieses System schafft starke ökonomische Anreize für ehrliches Verhalten und sichert so die Integrität des Netzwerks.
3. Delegation und Poolbetrieb:
- Staking Pools können Betriebsgebühren erheben, bestehend aus fixen Kosten und einer prozentualen Marge auf die Rewards.
  - Die verbleibenden Rewards werden nach Abzug der Operator Fees proportional an die Delegatoren verteilt.
  - Die Rewards werden am Ende jeder Epoch verteilt; Leistung und Teilnahme des Pools bestimmen dabei die Höhe der individuellen Erträge.

Anfallende Gebühren:

1. Transaktionsgebühren:
- Gebühren auf der Cardano-Blockchain werden in ADA bezahlt und sind in der Regel niedrig.
  - Die Berechnungsformel lautet:  
 $a + b \times \text{size}$ , wobei  $a = 0,155381$  ADA (Konstante),  $b = 0,000043946$  ADA/Byte (Koeffizient) und size die Transaktionsgröße in Bytes ist.
  - Diese Struktur stellt sicher, dass Gebühren dynamisch an Netzerkauslastung und Transaktionsgröße angepasst werden.
2. Staking Pool Fees:
- Poolbetreiber erheben operative Gebühren und eine Marge, um Infrastrukturkosten zu decken.
  - Nach Abzug dieser Gebühren werden die Rewards anteilig an die Delegatoren verteilt.

## **S.9 Energieverbrauchsquellen und -methoden**

Für die Berechnung des Energieverbrauchs wird der „Bottom-up“-Ansatz verwendet. Die Nodes gelten als zentraler Faktor für den Energieverbrauch des Netzwerks.

Diese Annahmen basieren auf empirischen Erkenntnissen aus öffentlichen Informationsquellen, Open-Source-Crawlern und intern entwickelten Crawlern.

Die wichtigsten Determinanten sind die Hardwareanforderungen zur Ausführung der Client-Software. Der Energieverbrauch wurde in zertifizierten Prüflaboren ermittelt.

Der Functionally Fungible Group Digital Token Identifier (FFG DTI) wird – sofern verfügbar – zur Identifikation aller Implementierungen des Assets verwendet, wobei Zuordnungen regelmäßig anhand der Daten der Digital Token Identifier Foundation aktualisiert werden.

Im Zweifelsfall werden konservative Annahmen getroffen, um potenzielle negative Auswirkungen eher zu überschätzen.

### **S.15 Wesentliche Energiequellen**

Zur Bestimmung des Anteils erneuerbarer Energien werden die Standorte der Nodes mithilfe öffentlicher Informationsquellen, Open-Source- und interner Crawler ermittelt.  
Wenn keine geografischen Daten vorliegen, werden vergleichbare Referenznetzwerke mit ähnlicher Anreizstruktur und demselben Konsensmechanismus herangezogen.  
Diese Geodaten werden mit Our World in Data-Daten kombiniert, um den Anteil erneuerbarer Energien zu bestimmen.

Quellen: Ember (2025); Energy Institute – Statistical Review of World Energy (2024), verarbeitet durch Our World in Data.

„Share of electricity generated by renewables – Ember and Energy Institute“ [Dataset].

Abgerufen von: <https://ourworldindata.org/grapher/share-electricity-renewables>

### **S.16 Wesentliche Treibhausgasquellen (THG)**

Die Bestimmung der Treibhausgasemissionen erfolgt analog zur Energiequellenanalyse.  
Node-Standorte werden über öffentliche Informationsquellen und Crawler bestimmt und mit Our World in Data verknüpft.

Falls keine Daten vorliegen, werden vergleichbare Netzwerke herangezogen.

Die Intensität wird als marginale Emission pro zusätzlicher Transaktion berechnet.

Quellen: Ember (2025); Energy Institute – Statistical Review of World Energy (2024), verarbeitet durch Our World in Data.

„Carbon intensity of electricity generation – Ember and Energy Institute“ [Dataset].

Abgerufen von: <https://ourworldindata.org/grapher/carbon-intensity-electricity>

## **4. Avalanche**

### **Quantitative Information**

<b>Feld</b>	<b>Wert</b>	<b>Einheit</b>
S.1 Name	V-Bank AG	/
S.2 Relevante juristische Personenkennziffer (LEI)	529900FB29C36LKTAW50	/
S.3 Name des Krypto-Assets	Avalanche	/
S.6 Beginn des Zeitraums der Offenlegung	2024-11-08	/
S.7 Ende des Zeitraums der Offenlegung	2025-11-08	/
S.8 Energieverbrauch	825 802.43619	kWh/a
S.10 Erneuerbarer Energieverbrauch	30.8679973961	%
S.11 Energieintensität	0.00005	kWh
S.12 Scope-1-DLT-Treibhausgasemissionen – Kontrolliert	0.00000	tCO2e
S.13 Scope-2-DLT-Treibhausgasemissionen – Zugekauft	310.06058	tCO2e
S.14 Treibhausgasintensität (GHG-Intensität)	0.00002	kgCO2e

### **Qualitative Information**

#### **S.4 Konsensmechanismus**

Avalanche AVAX ist auf den folgenden Netzwerken präsent: Avalanche und Avalanche X-Chain.

Das Avalanche-Blockchain-Netzwerk verwendet einen einzigartigen Proof-of-Stake-Konsensmechanismus namens Avalanche Consensus, der aus drei miteinander verbundenen Protokollen besteht: Snowball, Snowflake und Avalanche.

Avalanche Consensus Process:

1. Snowball Protocol:
  - Random Sampling: Jeder Validator wählt zufällig eine kleine, konstante Teilmenge anderer Validatoren aus.
  - Repeated Polling: Validatoren befragen diese Teilmenge wiederholt, um die bevorzugte Transaktion zu ermitteln.
  - Confidence Counters: Validatoren führen für jede Transaktion einen Zähler, der erhöht wird, wenn andere Validatoren dieselbe Präferenz teilen.
  - Decision Threshold: Sobald der Vertrauenswert einen definierten Schwellenwert überschreitet, wird die Transaktion als akzeptiert betrachtet.
2. Snowflake Protocol:
  - Binary Decision: Erweitert das Snowball-Protokoll durch die Einführung eines binären Entscheidungsprozesses, bei dem zwischen zwei konkurrierenden Transaktionen gewählt wird.
  - Binary Confidence: Confidence-Zähler messen die Stärke der Entscheidung.

- Finality: Sobald ein bestimmtes Vertrauensniveau erreicht ist, gilt die Entscheidung als endgültig.
- 3. Avalanche Protocol:
  - DAG-Struktur: Verwendet eine Directed Acyclic Graph (DAG)-Struktur zur Organisation der Transaktionen, wodurch parallele Verarbeitung und ein hoher Durchsatz möglich werden.
  - Transaction Ordering: Transaktionen werden gemäß ihren Abhängigkeiten in die DAG eingefügt, um eine konsistente Reihenfolge sicherzustellen.
  - Consensus on DAG: Während viele Proof-of-Stake-Protokolle einen klassischen BFT-Konsens verwenden, erzielt Avalanche Konsens über die DAG-Struktur selbst – durch wiederholte Snowball- und Snowflake-Prozesse zwischen Validatoren.

Die Avalanche X-Chain nutzt ebenfalls das Avalanche-Consensus-Protokoll, das auf wiederholtem Subsampling von Validatoren basiert, um Einigkeit über Transaktionen zu erzielen.

## **S.5 Anreizmechanismen und anfallende Gebühren**

Avalanche AVAX verwendet einen hybriden Anreizmechanismus auf Basis von Staking, Block Rewards und einem deflationären Gebührenmodell, um Sicherheit, Effizienz und ökonomische Nachhaltigkeit zu gewährleisten.

### 1. Validators

- Staking: Validatoren müssen AVAX-Token staken; je höher der Stake, desto höher die Wahrscheinlichkeit, als Blockvorschlagender oder Validator ausgewählt zu werden.
- Rewards: Validatoren erhalten Belohnungen, die proportional zur Höhe des Stakes, zur Uptime und zur Performance sind.
- Delegation: Tokenhalter können ihre AVAX an Validatoren delegieren. Delegatoren teilen die Rewards anteilig und tragen so indirekt zur Netzwerksicherheit bei.

### 2. Economic Incentives

- Block Rewards: Validatoren werden mit neu ausgegebenen AVAX-Token (inflationär) für die Validierung und das Erstellen von Blöcken vergütet.
- Transaction Fees: Validatoren erhalten einen Teil der Transaktionsgebühren, die Nutzer für einfache Transaktionen, Smart-Contract-Ausführungen oder Asset-Erstellungen zahlen.

### 3. Penalties

- Slashing: Avalanche verzichtet auf ein klassisches Slashing. Stattdessen verlieren Validatoren, die offline sind oder Fehlverhalten zeigen, zukünftige Rewards.
- Uptime Requirements: Eine konstante Betriebszeit und korrekte Validierung sind Voraussetzung für den Erhalt von Belohnungen.

### Fees auf der Avalanche-Blockchain

#### 1. Transaction Fees:

- Dynamische Gebühren: Variieren je nach Netzwerkauslastung und Transaktionskomplexität.
- Fee Burning: Ein Teil der Gebühren wird dauerhaft verbrannt, was die Tokenmenge reduziert und inflationäre Effekte kompensiert.

#### 2. Smart Contract Fees:

Gebühren für die Bereitstellung oder Interaktion mit Smart Contracts hängen von der Rechenleistung ab und sichern effiziente Ressourcennutzung.

### 3. Asset Creation Fees:

Neue Token- oder Asset-Erstellungen sind mit fixen Gebühren verbunden, um Spam zu verhindern und die Netzwerkkapazitäten zu schützen.

Auf der X-Chain erfolgen die Anreize indirekt über die netzwerkweite AVAX-Ausgabe. Transaktionsgebühren sind fix und werden vollständig verbrannt.

## **S.9 Energieverbrauchsquellen und -methoden**

Der Energieverbrauch dieses Assets wird über mehrere Komponenten hinweg aggregiert. Zur Berechnung wird der sogenannte Bottom-up-Ansatz verwendet, wobei die Nodes als zentrale Einflussgröße gelten.

Die Annahmen beruhen auf empirischen Erkenntnissen, gewonnen durch öffentliche Informationsquellen, Open-Source-Crawler und Eigenentwicklungen.

Die wichtigsten Bestimmungsgrößen sind:

- Hardwareanforderungen der Node-Software
- Messungen des Energieverbrauchs der Geräte in zertifizierten Laboren
- Anzahl aktiver Teilnehmer im Netzwerk

Der Energieverbrauch des Tokens wird als Anteil am Gesamtenergieverbrauch der Netzwerke Avalanche und Avalanche X-Chain berechnet.

Die Mappings basieren auf dem Functionally Fungible Group Digital Token Identifier (FFG DTI) und werden regelmäßig anhand von Daten der *Digital Token Identifier Foundation* aktualisiert.

Es werden konservative Annahmen getroffen, um mögliche negative Auswirkungen zu überschätzen, falls Unsicherheiten bestehen.

## **S.15 Wesentliche Energiequellen**

Zur Bestimmung des Anteils erneuerbarer Energien werden Node-Standorte durch Crawler und öffentliche Quellen identifiziert.

Wenn keine verlässlichen Standortdaten verfügbar sind, werden Referenznetzwerke mit ähnlicher Konsensstruktur herangezogen.

Diese Geodaten werden mit Datensätzen von Our World in Data kombiniert.

Die Intensität wird als marginal energy cost pro zusätzlicher Transaktion berechnet.

Quelle: Ember (2025); Energy Institute – Statistical Review of World Energy (2024), verarbeitet durch Our World in Data.

Share of electricity generated by renewables – Ember & Energy Institute

## **S.16 Wesentliche Treibhausgasquellen (THG)**

Die Berechnung der GHG-Emissionen erfolgt analog zur Energieermittlung über geografische Node-Daten.

Fehlende Informationen werden durch Referenznetzwerke mit vergleichbarer Struktur ergänzt.

Die resultierenden Emissionswerte werden als marginale Emissionen pro Transaktion berechnet.

Quelle: Ember (2025); Energy Institute – Statistical Review of World Energy (2024), verarbeitet durch Our World in Data.

Carbon intensity of electricity generation – Ember & Energy Institute

Lizenziert unter CC BY 4.0



## **5. Litecoin**

### **Quantitative Information**

<b>Feld</b>	<b>Wert</b>	<b>Einheit</b>
S.1 Name	V-Bank AG	/
S.2 Relevante juristische Personenkennziffer (LEI)	529900FB29C36LKTAW50	/
S.3 Name des Krypto-Assets	Litecoin	/
S.6 Beginn des Zeitraums der Offenlegung	2024-11-08	/
S.7 Ende des Zeitraums der Offenlegung	2025-11-08	/
S.8 Energieverbrauch	1 281 708 794.01489	kWh/a
S.10 Erneuerbarer Energieverbrauch	29.3064250422	%
S.11 Energieintensität	0.05193	kWh
S.12 Scope-1-DLT-Treibhausgasemissionen – Kontrolliert	0.00000	tCO2e
S.13 Scope-2-DLT-Treibhausgasemissionen – Zugekauft	528 058.97491	tCO2e
S.14 Treibhausgasintensität (GHG-Intensität)	0.02139	kgCO2e

### **Qualitative Information**

#### **S.4 Konsensmechanismus**

Litecoin verwendet, ähnlich wie Bitcoin, den Proof-of-Work-(PoW)-Konsensmechanismus, unterscheidet sich jedoch in mehreren technischen Aspekten:

1. **Script-Hashing-Algorithmus:**  
Anstelle des SHA-256-Algorithmus von Bitcoin nutzt Litecoin den speicherintensiveren Script-Algorithmus. Dieser wurde entwickelt, um Mining stärker auf Speicherbandbreite statt auf reine Rechenleistung zu stützen, wodurch Mining zunächst auch auf CPUs und GPUs möglich blieb. Dies erhöhte die Dezentralität in den frühen Jahren und verzögerte den Einsatz spezialisierter ASICs.
2. **Mining und Blockerstellung:**  
Miner konkurrieren um die Lösung kryptografischer Rätsel, um neue Blöcke zu erstellen. Der erste Miner, der das Script-Rätsel löst, fügt den Block der Blockchain hinzu und erhält eine Blockbelohnung in LTC sowie alle Transaktionsgebühren der enthaltenen Transaktionen.
3. **Blockzeit:**  
Litecoin hat eine Blockzeit von 2,5 Minuten, was deutlich kürzer ist als die 10 Minuten bei Bitcoin. Dadurch werden Transaktionen schneller bestätigt, was die Netzwerkeffizienz verbessert und Litecoin besonders für kleinere Transaktionen attraktiv macht.
4. **Block-Reward-Halving:**  
Etwa alle vier Jahre halbiert sich die Blockbelohnung („Halving“). Anfangs betrug sie 50 LTC pro Block; aktuell liegt sie nach mehreren Halbierungen deutlich darunter. Das Halving steuert die Inflationsrate und führt langfristig zu einem maximalen Angebot von 84 Millionen LTC.
5. **Schwierigkeitsanpassung:**  
Die Mining-Schwierigkeit wird alle 2.016 Blöcke (ca. 3,5 Tage) angepasst. Damit bleibt die

durchschnittliche Blockzeit stabil, unabhängig von Schwankungen der gesamten Netzwerk-Hashrate.

## **S.5 Anreizmechanismen und anfallende Gebühren**

Litecoin basiert vollständig auf Proof-of-Work, wodurch Miner durch wirtschaftliche Anreize und Belohnungen zur Sicherung des Netzwerks motiviert werden.

Incentive-Mechanismen:

1. Mining Rewards:
  - Blockbelohnungen: Erfolgreiche Miner erhalten LTC für jeden gefundenen Block. Die Belohnung halbiert sich regelmäßig, was die Emission neuer Coins verringert.
  - Transaktionsgebühren: Zusätzlich zu Blockbelohnungen erhalten Miner die Transaktionsgebühren der im Block enthaltenen Transaktionen. Nutzer können höhere Gebühren zahlen, um bevorzugt verarbeitet zu werden.
2. Halving und Deflationseffekt:

Der Halving-Mechanismus schafft ein deflationäres Modell, bei dem das Angebot sinkt, während die Nachfrage potenziell steigt. Dies wirkt preisstabilisierend und fördert langfristige Beteiligung.
3. Ökonomische Sicherheit:

Die hohen Energiekosten und Hardwareinvestitionen schaffen starke Anreize für Miner, ehrlich zu handeln. Manipulationsversuche würden den Verlust dieser Investitionen bedeuten, da das Netzwerk ungültige Blöcke ablehnt.

Gebührenstruktur auf der Litecoin-Blockchain:

- Transaktionsgebühren: Jede Transaktion erfordert eine Gebühr in LTC, deren Höhe vom Datenvolumen (Bytes) und der aktuellen Netzauslastung abhängt.
- Niedrige Gebühren: Litecoin ist bekannt für seine sehr geringen Gebühren, was ihn besonders geeignet für Micro-Payments und Alltagszahlungen macht.
- Verteilung der Gebühren: Gesammelte Gebühren werden vollständig an Miner weitergegeben, was deren Engagement und Netzwerksicherheit stärkt.

## **S.9 Energieverbrauchsquellen und -methoden**

Für die Berechnung des Energieverbrauchs wird ein Top-down-Ansatz verwendet, der die Wirtschaftlichkeit des Minings als Grundlage nimmt.

Miner, die aktiv am PoW-Konsens teilnehmen, gelten als Hauptverursacher des Energieverbrauchs.

- Hardwareauswahl: Basierend auf dem Script-Algorithmus werden nur wirtschaftlich rentable Mining-Geräte berücksichtigt.
- Profitabilitätsschwelle: Es wird ein Schwellenwert für die Rentabilität auf Basis der Einnahmen- und Kostenstruktur von Mining-Operationen festgelegt. Nur Hardware oberhalb dieser Schwelle fließt in die Berechnung ein.
- Berechnung: Der Energieverbrauch ergibt sich aus der Anzahl der aktiven Geräte, deren Effizienzklassen und den on-chain ermittelten Mining-Erlösen.
- Merge-Mining: Wird berücksichtigt, falls Litecoin mit anderen Netzwerken gemeinsam gemined wird.
- Methodische Grundlage: Zur Identifikation aller Implementierungen wird – sofern vorhanden – der Functionally Fungible Group Digital Token Identifier (FFG DTI) genutzt.

- Annahmen: Teilnehmer handeln ökonomisch rational; konservative Annahmen werden bei Unsicherheiten getroffen.

### **S.15 Wesentliche Energiequellen**

Zur Bestimmung des Anteils erneuerbarer Energien werden die Standorte der Mining-Knoten durch öffentliche Quellen, Open-Source- und interne Crawler ermittelt.

Falls keine geografischen Daten verfügbar sind, werden vergleichbare Referenznetzwerke mit ähnlicher Konsensstruktur herangezogen.

Diese Geodaten werden mit Informationen von Our World in Data kombiniert. Die Berechnung der Intensität erfolgt als marginaler Energiekostenwert pro zusätzlicher Transaktion.

Quellen: Ember (2025); Energy Institute – Statistical Review of World Energy (2024);

„Share of electricity generated by renewables – Ember and Energy Institute“.

Abgerufen von: <https://ourworldindata.org/grapher/share-electricity-renewables>

### **S.16 Wesentliche Treibhausgasquellen (THG)**

Die Berechnung der Treibhausgasemissionen (GHG) erfolgt analog zur Energiebestimmung durch Geolokalisierung der Mining-Knoten.

Wenn keine vollständigen Standortinformationen vorliegen, werden vergleichbare PoW-Netzwerke zur Ableitung herangezogen.

Die GHG-Intensität wird als marginale Emission pro zusätzlicher Transaktion berechnet.

Quellen: Ember (2025); Energy Institute – Statistical Review of World Energy (2024);

„Carbon intensity of electricity generation – Ember and Energy Institute“.

Abgerufen von: <https://ourworldindata.org/grapher/carbon-intensity-electricity>

Lizenziert unter CC BY 4.0.

## **6. Polkadot**

### **Quantitative Information**

<b>Feld</b>	<b>Wert</b>	<b>Einheit</b>
S.1 Name	V-Bank AG	/
S.2 Relevante juristische Personenkennziffer (LEI)	529900FB29C36LKTAW50	/
S.3 Name des Krypto-Assets	Polkadot	/
S.6 Beginn des Zeitraums der Offenlegung	2024-11-08	/
S.7 Ende des Zeitraums der Offenlegung	2025-11-08	/
S.8 Energieverbrauch	630 720.00000	kWh/a
S.10 Erneuerbarer Energieverbrauch	33.1727326429	%
S.11 Energieintensität	0.00030	kWh
S.12 Scope-1-DLT-Treibhausgasemissionen – Kontrolliert	0.00000	tCO2e
S.13 Scope-2-DLT-Treibhausgasemissionen – Zugekauft	186.14368	tCO2e
S.14 Treibhausgasintensität (GHG-Intensität)	0.00009	kgCO2e

### **Qualitative Information**

#### **S.4 Konsensmechanismus**

Polkadot DOT ist auf den folgenden Netzwerken präsent: Astar, Polkadot.

Astar (Parachain im Polkadot-Ökosystem):

Astar nutzt einen hybriden Konsensansatz aus Proof of Stake (PoS) und Delegated Proof of Stake (DPoS) mit shardierter Multichain-Ausführung über Parachains:

1. PoS: Validatoren staken ASTR und validieren Transaktionen; Auswahlwahrscheinlichkeit steigt mit dem Stake. Belohnungen erfolgen in ASTR.
2. DPoS: ASTR-Inhaber delegieren Stimmrechte/Stake an vertrauenswürdige Validatoren und partizipieren anteilig an den Rewards.
3. Sharded Multichain: Parachain-Ausführung ermöglicht parallele Verarbeitung mehrerer Ketten und erhöht die Skalierbarkeit.
4. Finalität: Für deterministische Finalität verwendet Astar Polkadots GRANDPA-Gadget; finalisierte Blöcke sind unumkehrbar.

Polkadot (Relay-Chain):

Polkadot overweened Nominated Proof-of-Stake (NPoS) mit mehreren Rollen und zwei Kernprotokollen:

- Rollen: Validatoren (Blockproduktion & Finalisierung der Relay-Chain), Nominatoren (delegieren DOT an Validatoren und teilen deren Rewards/Strafen), Collators (bündeln Parachain-Transaktionen und erzeugen Zustandsbeweise), Fishermen (melden böses Verhalten).
- BABE (Blockerzeugung): Pseudorandomisierte Slot-Zuweisung zur Blockproduktion auf Basis des Stakes; vorgeschlagene Blöcke werden im Netzwerk verbreitet.

- GRANDPA (Finalität): Asynchrone Finalität durch Abstimmung der Validatoren; bei Supermajorität ( $> 2/3$ ) wird die Kette/der Block sofort final.
- Ablauf: Slot-Zuweisung → Blockvorschlag → Verteilung & Vorprüfung → GRANDPA-Abstimmung → Finalität. Fehlverhalten (z. B. Double-Signing, Inaktivität) führt zu Slashing.

## **S.5 Anreizmechanismen und anfallende Gebühren**

Astar:

- Staking-Rewards: Validatoren verdienen ASTR für Validierung/Sicherung des Netzwerks; höhere Stakes erhöhen die Auswahlchance.
- Delegation (DPoS): ASTR-Inhaber delegieren an Validatoren und teilen Rewards leistungsabhängig.
- dApp-/Cross-Chain-Anreize: Nutzung der Multichain-Funktionen kann zusätzliche Entwickler-/dApp-Rewards generieren.
- Gebühren: Transaktionsgebühren in ASTR; Ausführungsgebühren für Smart-Contracts nach Ressourcenbedarf; zusätzliche Cross-Chain-Fees für Kettenübertritte; Parachain-Slot-Kosten für den Betrieb im Polkadot-Ökosystem.

Polkadot (NPoS):

- Validatoren: Staking-Rewards proportional zu Stake und Performance; Validatoren können eine Kommission auf Nominator-Rewards erheben.
- Nominatoren: Delegieren DOT an Validatoren und teilen deren Rewards/Strafen; Verteilung gemäß beigetragenem Stake.
- Collators & Fishermen: Anreize für Parachain-Betrieb bzw. Meldung bössartigen Verhaltens.
- Ökonomische Sanktionen: Slashing bei Fehlverhalten; Unbonding-Periode beim Abziehen von Stake (weiteres Slashing-Risiko währenddessen).
- Gebührenmodell: Dynamische Transaktionsgebühren (lastabhängig); Fee-Burn eines Anteils zur Inflationskontrolle; Smart-Contract-Gebühren ressourcenbasiert; Parachain-Slot-Auktionen (Gebote in DOT) sichern langlaufende Slots für Projekte.

## **S.9 Energieverbrauchsquellen und -methoden**

Es wird ein Bottom-up-Ansatz verwendet. Knoten gelten als zentrale Einflussgröße des Energieverbrauchs. Annahmen beruhen auf empirischen Erkenntnissen aus öffentlichen Quellen, Open-Source-Crawlern und intern entwickelten Crawlern. Bestimmend für die Hardwareabschätzung sind die Anforderungen der Client-Software; Messungen erfolgen in zertifizierten Prüflaboren.

Zur Abdeckung aller Implementierungen wird – sofern verfügbar – der Functionally Fungible Group Digital Token Identifier (FFG DTI) genutzt; Mappings werden regelmäßig anhand der Daten der Digital Token Identifier Foundation aktualisiert. Teilnehmerverhalten wird als weitgehend ökonomisch rational angenommen; im Zweifel werden konservative Annahmen gewählt. Für die Token-Attribution wird zunächst der Energieverbrauch des Netzwerks astar berechnet; der dem Asset zugeordnete Anteil ergibt sich aus der Asset-Aktivität im jeweiligen Netzwerk.

## **S.15 Wesentliche Energiequellen**

Standorte der Knoten werden über öffentliche Informationsseiten, Open-Source-Crawler und interne Crawler ermittelt. Fehlen Geodaten, werden vergleichbare Referenznetzwerke mit ähnlicher

*Sustainability indicators according to MiCAR 66 (5)*

Anreiz- und Konsensstruktur herangezogen. Diese Geoinformationen werden mit öffentlich verfügbaren Daten von Our World in Data zusammengeführt. Die Intensität wird als marginale Energiekosten je zusätzlicher Transaktion berechnet.

Quellenhinweis: Ember (2025); Energy Institute – Statistical Review of World Energy (2024) – verarbeitet durch Our World in Data („Share of electricity generated by renewables – Ember and Energy Institute“).

### **S.16 Wesentliche Treibhausgasquellen (THG)**

Die THG-Ermittlung folgt methodisch S.15 (Geolokalisierung der Knoten; ggf. Referenznetzwerke). Die Emissionsintensität wird als marginale Emission pro zusätzlicher Transaktion bestimmt und mit den standortspezifischen Emissionsfaktoren aus Our World in Data verknüpft.

Quellenhinweis: Ember (2025); Energy Institute – Statistical Review of World Energy (2024) – „Carbon intensity of electricity generation – Ember and Energy Institute“ (CC BY 4.0).

## **7. Polygon**

### **Quantitative Information**

<b>Feld</b>	<b>Wert</b>	<b>Einheit</b>
S.1 Name	V-Bank AG	/
S.2 Relevante juristische Personenkennziffer (LEI)	529900FB29C36LKTAW50	/
S.3 Name des Krypto-Assets	Polygon	/
S.6 Beginn des Zeitraums der Offenlegung	2024-11-08	/
S.7 Ende des Zeitraums der Offenlegung	2025-11-08	/
S.8 Energieverbrauch	97 168,85186	kWh/a
S.10 Erneuerbarer Energieverbrauch	32,2255486008	%
S.11 Energieintensität	0,00000	kWh
S.12 Scope-1-DLT-Treibhausgasemissionen – Kontrolliert	0,00000	tCO2e
S.13 Scope-2-DLT-Treibhausgasemissionen – Zugekauft	32.33906	tCO2e
S.14 Treibhausgasintensität (GHG-Intensität)	0,00000	kgCO2e

### **Qualitative Information**

#### **S.4 Konsensmechanismus**

Polygon POL ist auf den folgenden Netzwerken vorhanden: Ethereum, Polygon.

Der Proof-of-Stake (PoS)-Konsens des zugrunde liegenden Ethereum-Netzwerks (seit „The Merge“ 2022) ersetzt Mining durch Validator-Staking. Validatoren müssen mindestens 32 ETH staken. Pro Block wird ein Validator zufällig ausgewählt, um den nächsten Block vorzuschlagen; anschließend prüfen andere Validatoren die Integrität des Blocks.

Das Netzwerk arbeitet mit Slots und Epochen: Alle 12 Sekunden wird ein Block vorgeschlagen; die Finalisierung erfolgt nach zwei Epochen (~ 12,8 Min.) mittels Casper-FFG. Die Beacon Chain koordiniert die Validatoren; die Fork-Choice-Regel (LMD-GHOST) sorgt dafür, dass die Kette den schwersten akkumulierten Validator-Stimmen folgt. Validatoren erhalten Belohnungen für Vorschlag und Verifizierung von Blöcken; Slashing greift bei böartigem Verhalten oder Inaktivität. Ziel sind höhere Energieeffizienz, Sicherheit und Skalierbarkeit; künftige Upgrades (z. B. Proto-Danksharding) erhöhen die Transaktionseffizienz. Polygon, früher Matic Network, ist eine Layer-2-Skalierungslösung für Ethereum mit hybridem Konsens.

Grundkonzepte:

1. Proof of Stake (PoS)
  - Validatorenauswahl: Validatoren auf Polygon werden nach der Menge der gestakten MATIC-Token ausgewählt. Mehr Stake ⇒ höhere Chance, Transaktionen zu validieren und Blöcke zu erzeugen.
  - Delegation: Token-Inhaber können MATIC an Validatoren delegieren und anteilig an deren Belohnungen partizipieren.
2. Plasma-Chains

- Off-Chain-Skalierung: Plasma ermöglicht Child-Chains, die Transaktionen off-chain verarbeiten und nur Endzustände an Ethereum melden (höherer Durchsatz, geringere Congestion).
- Fraud Proofs: Betrügerische Transaktionen können innerhalb einer Frist angefochten und rückgängig gemacht werden.

Konsensprozess:

1. Transaktionsvalidierung: Zuerst durch MATIC-gestakte Validatoren; gültige Transaktionen werden in Blöcke aufgenommen.
2. Blockerstellung:
  - Vorschlagen & Abstimmen: Validatoren schlagen Blöcke vor und stimmen darüber ab; der Block mit Mehrheit wird übernommen.
  - Checkpointing: Regelmäßige Checkpoints (Snapshots) der Polygon-Sidechain werden an Ethereum übermittelt – für Sicherheit und Finalität.
3. Plasma-Framework:
  - Child-Chains: Validierung off-chain, Übergabe nur des finalen Zustands an Ethereum.
  - Fraud-Proofs: Anfechtung und Reversion fehlerhafter Transaktionen möglich.

Sicherheit & ökonomische Anreize:

1. Anreize für Validatoren
  - Staking-Belohnungen: in MATIC, proportional zu Stake und Leistung.
  - Transaktionsgebühren: Anteil an von Nutzern gezahlten Fees.
2. Delegation: Delegatoren erhalten anteilige Rewards und fördern so die Netzwerksicherheit.
3. Ökonomische Sicherheit: Slashing bei Fehlverhalten (z. B. Double-Signing, lange Offline-Zeiten).

## **S.5 Anreizmechanismen und anfallende Gebühren**

Polygon POL ist auf den folgenden Netzwerken vorhanden: Ethereum, Polygon.

Ethereum-PoS (Netzwerksicherheit & Gebührenmodell):

Das PoS-System sichert Transaktionen durch Anreize und Strafen. Validatoren staken  $\geq 32$  ETH und erhalten Belohnungen für Blockvorschläge, Attestierungen und die Teilnahme an Sync-Komitees. Unter EIP-1559 bestehen die Gebühren aus einer Basisgebühr (Burn) und einer optionalen Prioritätsgebühr (Tip) für Validatoren. Slashing und Inaktivitäts-Strafen gelten bei Fehlverhalten. Ziel ist höhere Sicherheit und eine vorhersehbare, tendenziell deflationäre Gebührenstruktur bei hoher Auslastung.

Polygon-spezifische Anreize (PoS + Plasma):

1. Validatoren
  - Staking-Belohnungen: MATIC-Rewards und Transaktionsgebühren; Auswahl nach Stake.
  - Blockerstellung: Vorschlag und Verifikation neuer Blöcke; ehrliches/effizientes Verhalten wird belohnt, Fehlverhalten sanktioniert.
  - Checkpointing: Regelmäßige Checkpoints zur Finalität über Ethereum.
2. Delegatoren



- Delegation: MATIC an vertrauenswürdige Validatoren; anteilige Rewards entsprechend Delegationshöhe.

### 3. Ökonomische Sicherheit

- Slashing: Verlust eines Teils des Stakes bei Verstößen.
- Bond-Anforderungen: signifikanter MATIC-Bond als Sicherheiten.

Gebühren auf der Polygon-Blockchain

### 4. Transaktionsgebühren:

- Niedrig & dynamisch: deutlich geringer als auf Ethereum; abhängig von Netzwerklast und Komplexität.

### 5. Smart-Contract-Gebühren:

- Bereitstellung & Ausführung nach benötigten Rechenressourcen; Zahlung in MATIC; kostengünstig für dApps.

### 6. Plasma-Framework:

- Zustandsüberträge & Withdrawals werden gebündelt und an Ethereum übermittelt; die damit verbundenen MATIC-Gebühren senken Gesamtkosten.

## **S.9 Energieverbrauchsquellen und -methoden**

Der Energieverbrauch dieses Vermögenswerts wird über mehrere Komponenten aggregiert. Es wird ein Bottom-up-Ansatz verwendet: Nodes gelten als Haupttreiber; empirische Daten stammen aus öffentlichen Quellen, Open-Source-Crawlern und intern entwickelten Crawlern. Die Hardwareverbräuche wurden in zertifizierten Prüflaboren gemessen und anhand der Anforderungen der Client-Software angesetzt.

Aufgrund der Layer-2-Struktur wird nicht nur das Polygon-Mainnet berücksichtigt. Zur adäquaten Abbildung wird ein anteiliger Verbrauch des verbundenen Netzwerks Ethereum zugerechnet, da dieses die Sicherheit mit gewährleistet. Der Anteil wird auf Basis des Gasverbrauchs bestimmt.

Für die Abgrenzung nutzen wir – sofern verfügbar – den Functionally Fungible Group Digital Token Identifier (FFG DTI); die Zuordnungen werden regelmäßig mit Daten der Digital Token Identifier Foundation aktualisiert. Annahmen werden konservativ getroffen (Vorsorgeprinzip); es wird von weitgehend rationalem Teilnehmerverhalten ausgegangen.

anhand empirischer Daten überprüft werden. Im Allgemeinen wird davon ausgegangen, dass die Teilnehmer weitgehend ökonomisch rational handeln. Nach dem Vorsorgeprinzip treffen wir im Zweifelsfall Annahmen auf der konservativen Seite, d.h. wir machen höhere Schätzungen für die nachteiligen Auswirkungen.

## **S.15 Key energy sources and methodologies**

Zur Bestimmung des Anteils erneuerbarer Energien wird die geografische Verteilung der Netzwerknoten anhand öffentlicher Informationsquellen, Open-Source-Crawlern und intern entwickelten Analysewerkzeugen ermittelt.

Falls keine direkten geografischen Daten verfügbar sind, werden Referenznetzwerke herangezogen, die in ihrer Anreizstruktur und ihrem Konsensmechanismus vergleichbar sind.

Die so gewonnenen Geodaten werden mit öffentlich zugänglichen Informationen aus Our World in Data sowie der Energy Institute – Statistical Review of World Energy (2024) zusammengeführt. Der Anteil erneuerbarer Energien wird als marginaler Beitrag erneuerbarer Stromerzeugung pro zusätzlicher Transaktion berechnet.

Quellen: Ember (2025); Energy Institute – Statistical Review of World Energy (2024); Our World in

Data – Share of electricity generated by renewables [Datensatz]. Abgerufen unter:  
<https://ourworldindata.org/grapher/share-electricity-renewables>

### **S.16 Key GHG sources and methodologies**

Zur Bestimmung der Treibhausgasemissionen wird die geografische Verteilung der Netzwerkknoten mithilfe öffentlicher Informationsquellen, Open-Source-Crawlern und intern entwickelten Analysewerkzeugen erfasst.

Wenn keine direkten geografischen Informationen verfügbar sind, werden Referenznetzwerke mit vergleichbaren Konsensmechanismen und Anreizstrukturen verwendet.

Diese geografischen Informationen werden anschließend mit öffentlichen Daten aus Our World in Data und der Energy Institute – Statistical Review of World Energy (2024) kombiniert.

Die GHG-Intensität wird als marginale Emission pro zusätzlicher Transaktion im Netzwerk berechnet.

Quellen: Ember (2025); Energy Institute – Statistical Review of World Energy (2024); Our World in Data – Carbon intensity of electricity generation [Datensatz]. Abgerufen unter:

<https://ourworldindata.org/grapher/carbon-intensity-electricity> – Lizenz: CC BY 4.0.

## **8. Cosmos**

### **Quantitative Information**

<b>Feld</b>	<b>Wert</b>	<b>Einheit</b>
S.1 Name	V-Bank AG	/
S.2 Relevante juristische Personenkennziffer (LEI)	529900FB29C36LKTAW50	/
S.3 Name des Krypto-Assets	Cosmos	/
S.6 Beginn des Zeitraums der Offenlegung	2024-11-08	/
S.7 Ende des Zeitraums der Offenlegung	2025-11-08	/
S.8 Energieverbrauch	186 473.14960	kWh/a
S.10 Erneuerbarer Energieverbrauch	NICHT ANWENDBAR, da S.8 < 500 000 kWh	%
S.11 Energieintensität	NICHT ANWENDBAR, da S.8 < 500 000 kWh	kWh
S.12 Scope-1-DLT-Treibhausgasemissionen – Kontrolliert	NICHT ANWENDBAR, da S.8 < 500 000 kWh	tCO2e
S.13 Scope-2-DLT-Treibhausgasemissionen – Zugekauft	NICHT ANWENDBAR, da S.8 < 500 000 kWh	tCO2e
S.14 Treibhausgasintensität (GHG-Intensität)	NICHT ANWENDBAR, da S.8 < 500 000 kWh	kgCO2e

### **Qualitative Information**

#### **S.4 Konsensmechanismus**

Cosmos ATOM ist auf den folgenden Netzwerken vorhanden:

Binance Smart Chain, Bitsong, Cosmos, Cronos, Ethereum, Injective, Osmosis.

Binance Smart Chain (BSC)

Die Binance Smart Chain nutzt einen hybriden Konsensmechanismus namens Proof of Staked Authority (PoSA), der Elemente aus Delegated Proof of Stake (DPoS) und Proof of Authority (PoA) kombiniert. Dieses System ermöglicht schnelle Blockzeiten, niedrige Gebühren und gleichzeitig ein ausgewogenes Maß an Dezentralisierung und Sicherheit.

Kernkomponenten:

1. Validatoren („Cabinet Members“):  
Verantwortlich für die Erstellung neuer Blöcke, die Validierung von Transaktionen und die Aufrechterhaltung der Netzwerksicherheit. Um Validator zu werden, muss eine Entität eine erhebliche Menge an BNB staken. Es existieren zu jedem Zeitpunkt 21 aktive Validatoren, die regelmäßig rotieren, um Dezentralisierung und Stabilität zu gewährleisten.
2. Delegatoren:  
Token-Inhaber, die keine eigenen Validator-Knoten betreiben, können ihre BNB an Validatoren delegieren. Diese erhöhen damit ihren Stake und ihre Wahrscheinlichkeit, für Blockproduktion ausgewählt zu werden. Delegatoren erhalten anteilige Belohnungen an den Validator-Rewards und tragen so aktiv zur Netzwerksicherheit bei.

### 3. Kandidaten:

Nodes, die den erforderlichen Stake hinterlegt haben, aber noch nicht im aktiven Validator-Set sind. Sie bilden den Pool potenzieller Validatoren, die durch Community-Voting nachrücken können.

#### Konsensprozess:

- Validatorenauswahl: Basierend auf der Menge des gestakten BNB und den Stimmen der Delegatoren.
- Blockproduktion: Die gewählten Validatoren erzeugen abwechselnd Blöcke in PoA-ähnlicher Reihenfolge.
- Transaktionsfinalität: Dank PoSA erreicht die BSC eine Blockzeit von rund 3 Sekunden und schnelle Finalität.

#### Sicherheitsmechanismen:

- Slashing bei böartigem Verhalten oder Ausfall.
- Staking als ökonomische Sicherheit – Verlust des Stakes bei Fehlverhalten.

#### BitSong (BTSG):

- BitSong arbeitet mit einem Delegated Proof of Stake (DPoS)-Mechanismus. BTSG-Token-Inhaber können ihre Token an Validatoren delegieren, die für Blockproduktion und Validierung zuständig sind. Die Auswahl der Validatoren richtet sich nach der Menge und Dauer der gestaketen BTSG-Token, was ihr Stimmrecht in Governance-Prozessen bestimmt.

Dieser Ansatz fördert eine aktive Community-Teilnahme, kombiniert mit hoher Effizienz und niedrigen Transaktionskosten.

#### Cosmos Hub (ATOM):

- Das Cosmos-Netzwerk basiert auf dem Cosmos SDK, einem modularen Framework für anwendungsspezifische Blockchains, und nutzt Tendermint Core, eine byzantinisch fehlertolerante (BFT) Proof-of-Stake (PoS) Konsens-Engine. Diese Architektur kombiniert Interoperabilität, Sicherheit und schnelle Transaktionsfinalität.

#### Kernkomponenten:

##### 1. Tendermint BFT-Konsens:

- Validatorenauswahl: Basierend auf der Menge der gestaketen oder delegierten ATOM.
- Voting-System: Blockvorschläge und Validierungen erfolgen durch eine Zwei-Drittel-Mehrheit.
- Sicherheitsgrenze: Das Netzwerk bleibt sicher, solange weniger als ein Drittel der Validatoren fehlerhaft oder böartig agieren.

##### 2. Cosmos SDK-Architektur:

- Inter-Blockchain Communication (IBC): Ermöglicht die Verbindung zwischen verschiedenen Cosmos-basierten Blockchains.
- Application Blockchain Interface (ABCI): Trennt die Konsens- von der Anwendungsschicht und erlaubt Entwicklern, spezifische Logiken zu integrieren, ohne den Konsensmechanismus zu verändern.

#### Cronos (CRO):

- Cronos verwendet ein Proof-of-Stake (PoS)-Modell, das in Tendermint BFT integriert ist. Es wurde entwickelt, um Dezentralisierung, Sicherheit und Cross-Chain-Kompatibilität zu gewährleisten.

Kernkomponenten:

- Validatorenauswahl: Nach Staking-Menge der CRO-Token.
- Delegation: Token-Inhaber können ihre CRO an Validatoren delegieren, ohne eigene Nodes zu betreiben.
- Cosmos SDK & IBC: Ermöglicht Verbindung mit Cosmos-basierten Blockchains sowie externen Netzwerken wie Ethereum und Binance Smart Chain.

Dieses Setup unterstützt eine interoperable Multi-Chain-Architektur und gewährleistet durch Tendermint-Finalität schnelle Transaktionsbestätigung.

Ethereum (ETH):

- Der Ethereum-Konsensmechanismus wurde mit „The Merge“ (2022) auf Proof of Stake (PoS) umgestellt.

Funktionsweise:

- Validatoren müssen mindestens 32 ETH staken.
- Pro Slot (~12 s) wird ein Validator zufällig zur Blockvorschlagung gewählt; andere prüfen die Gültigkeit.
- Finalität erfolgt nach zwei Epochen (~12,8 Minuten) mittels Casper-FFG.
- Die Beacon Chain koordiniert die Validatoren, während LMD-GHOST sicherstellt, dass die längste, von den meisten Validatoren unterstützte Chain gewählt wird.

Ziele:

Verbesserte Energieeffizienz, Sicherheit und Skalierbarkeit.

Künftige Upgrades wie Proto-Danksharding sollen Transaktionsdurchsatz und Datenverfügbarkeit weiter steigern.

Injective (INJ):

- Injective nutzt einen Tendermint-basierten PoS-Konsens, der auf hohe Geschwindigkeit und unmittelbare Finalität ausgelegt ist.

Kernkomponenten:

- Validatoren werden nach Staking-Menge (selbst & delegiert) ausgewählt.
- Delegatoren können Tokens an Validatoren delegieren und erhalten anteilige Rewards.
- Sofortige Finalität sorgt dafür, dass bestätigte Transaktionen nicht rückgängig gemacht werden können.

Diese Struktur ermöglicht hohe Performance für dezentrale Finanzanwendungen und Derivate-Handel auf Injective.

Osmosis (OSMO):

- Osmosis ist eine dezentrale Exchange innerhalb des Cosmos-Ökosystems und verwendet ein Proof-of-Stake (PoS)-System, das auf Tendermint Core und dem Cosmos SDK basiert.

Kernkomponenten:

- Validatoren sichern das Netzwerk und validieren Transaktionen basierend auf ihrem OSMO-Stake.
- IBC-Konnektivität: Bindet Osmosis an das Cosmos-Netzwerk für Cross-Chain-Swaps.
- Governance ist vollständig dezentralisiert – OSMO-Inhaber entscheiden über Parameter und Upgrades.

*Sustainability indicators according to MiCAR 66 (5)*

## **S.5 Anreizmechanismen und anfallende Gebühren**

Binance Smart Chain (BSC)

- Validatoren: Erhalten Blockbelohnungen und Transaktionsgebühren in BNB.
- Delegatoren: Beteiligen sich über delegiertes Staking und erhalten anteilige Rewards.
- Sicherheit: Slashing bei Fehlverhalten; Sperrfrist sorgt für ehrliches Verhalten.

Gebührenstruktur:

- Niedrige BNB-Transaktionsgebühren (variabel nach Netzwerkbelastung)
- Cross-Chain-Fees für Transfers zwischen Binance Chain und BSC
- Smart-Contract-Gebühren, abhängig vom Rechenaufwand

BitSong (BTSG):

- Validatoren erhalten Belohnungen aus Blockrewards und Transaktionsgebühren.
- Ein Teil wird nach Abzug der Provision des Validators an Delegatoren ausgeschüttet.
- BTSG dient zusätzlich als Governance- und Utility-Token im Netzwerk.

Cosmos (ATOM):

- Staking-Rewards: Validatoren und Delegatoren erhalten ATOM-Belohnungen aus Blockemissionen und Transaktionsgebühren.
- Slashing: Fehlverhalten (z. B. Double-Signing oder Ausfallzeiten) führt zu Kürzungen des Stakes.
- Transaktionsgebühren: Nutzer zahlen ATOM für alle Netzwerktransaktionen; zusätzlich können Cosmos-SDK-basierte Chains eigene Gebührenmodelle in alternativen Tokens definieren.

Dieses System sorgt für Sicherheit, Beteiligung und nachhaltige Netzwerkintegrität.

Cronos (CRO):

- Staking-Rewards: CRO für Validatoren & Delegatoren.
- Deflationärer Mechanismus: Periodisches „Token-Burning“ reduziert Gesamtangebot.

Gebühren:

- CRO-Transaktionsgebühren für Transfers & dApp-Interaktionen
- EVM-kompatible Gas-Fees für Smart Contracts

Ethereum (ETH):

- Validatoren erhalten Belohnungen aus neu emittiertem ETH und Transaktionsgebühren.
- Unter EIP-1559 wird die Basisgebühr jedes Blocks verbrannt; Nutzer können optional einen „Tip“ hinzufügen.
- Slashing und Inaktivitätsstrafen fördern Zuverlässigkeit und Netzwerksicherheit.

Dieses System kombiniert ökonomische Anreize mit deflationären Effekten bei hoher Netzwerkauslastung.

Injective (INJ):

- Staking-Rewards: Für Validatoren und Delegatoren proportional zu ihrem Stake.

*Sustainability indicators according to MiCAR 66 (5)*

- Transaktionsgebühren: In INJ zahlbar; ein Teil wird wöchentlich über eine On-Chain-Auktion verbrannt, was den deflationären Charakter stärkt.

Osmosis (OSMO):

- Validatoren und Delegatoren: Erhalten Belohnungen aus Transaktionsgebühren und Blockrewards.
- Liquidity Provider: Verdienen Swap-Gebühren und OSMO-Anreize.
- Superfluid Staking: Kombination aus Staking und Liquiditätsbereitstellung – Nutzer können gleichzeitig Zinsen verdienen und Liquidität bereitstellen.

## **S.9 Energieverbrauchsquellen und -methoden**

Der Energieverbrauch wird durch ein Bottom-up-Modell berechnet, bei dem Netzwerkknoten als Haupttreiber gelten. Grundlage sind empirische Daten aus öffentlichen Quellen, Open-Source-Crawlern und internen Analysen. Die verwendete Hardware und deren Verbrauch werden in zertifizierten Testlaboren ermittelt.

Zur Bestimmung werden alle relevanten Netzwerke (binance\_smart\_chain, bitsong, cosmos, cronos, ethereum, injective, osmosis) berücksichtigt.

Ein dem Aktivitätsniveau entsprechender Anteil des Gesamtverbrauchs wird Cosmos ATOM zugeschrieben.

Für die Zuordnung wird der Functionally Fungible Group Digital Token Identifier (FFG DTI) herangezogen, basierend auf regelmäßig aktualisierten Daten der Digital Token Identifier Foundation. Annahmen folgen dem Vorsorgeprinzip: Bei Unsicherheiten werden konservative (höhere) Schätzwerte gewählt.

## **S.15 Key energy sources and methodologies**

NICHT ANWENDBAR, da S.8 < 500 000 kWh

## **S.16 Key GHG sources and methodologies**

NICHT ANWENDBAR, da S.8 < 500 000 kWh

## **9. Solana**

### **Quantitative Information**

<b>Feld</b>	<b>Wert</b>	<b>Einheit</b>
S.1 Name	V-Bank AG	/
S.2 Relevante juristische Personenkennziffer (LEI)	529900FB29C36LKTAW50	/
S.3 Name des Krypto-Assets	Solana	/
S.6 Beginn des Zeitraums der Offenlegung	2024-11-08	/
S.7 Ende des Zeitraums der Offenlegung	2025-11-08	/
S.8 Energieverbrauch	6 843 750.00000	kWh/a
S.10 Erneuerbarer Energieverbrauch	32.7956468965	%
S.11 Energieintensität	0.00000	kWh
S.12 Scope-1-DLT-Treibhausgasemissionen – Kontrolliert	0.00000	tCO2e
S.13 Scope-2-DLT-Treibhausgasemissionen – Zugekauft	2 319.13534	tCO2e
S.14 Treibhausgasintensität (GHG-Intensität)	0.00000	kgCO2e

### **Qualitative Information**

#### **S.4 Konsensmechanismus**

Solana verwendet eine hybride Kombination aus Proof of History (PoH) und Proof of Stake (PoS), um hohe Transaktionsgeschwindigkeit, geringe Latenz und starke Sicherheit zu erreichen. Dieses System ermöglicht eine effiziente Reihenfolge von Transaktionen und schnelle Finalität bei gleichzeitig niedrigen Gebühren.

##### **1. Proof of History (PoH):**

PoH ist ein kryptografisches Verfahren, das eine verifizierbare Zeitquelle („cryptographic clock“) für das Netzwerk bereitstellt.

- Zeitgestempelte Transaktionen: Jede Transaktion wird mit einem kryptografischen Zeitstempel versehen, wodurch eine überprüfbare, chronologische Reihenfolge entsteht.
- Verifiable Delay Function (VDF): Eine sequenzielle Hash-Funktion erzeugt eindeutige Hashes, bei denen jede Ausgabe von der vorherigen abhängt. Dadurch kann die Reihenfolge von Transaktionen unabhängig voneinander überprüft werden.
- Funktion: Validatoren können Transaktionen in der korrekten Reihenfolge validieren, ohne sich untereinander synchronisieren zu müssen. Dies ermöglicht extrem schnelle Blockzeiten von rund 400 Millisekunden und hohe Skalierbarkeit.

##### **2. Proof of Stake (PoS):**

PoS dient der Validatorenauswahl, Blockvalidierung und Netzwerksicherung.

- Validatorenauswahl: Validatoren werden entsprechend der Menge der gestaketen SOL-Token ausgewählt. Je höher der Stake, desto größer die Wahrscheinlichkeit, als Leader (Blockproduzent) gewählt zu werden.



- Delegation: Tokenhalter können ihre SOL-Token an Validatoren delegieren und erhalten anteilige Belohnungen. Dadurch wird das Netzwerk dezentralisiert und die Sicherheit gestärkt.
  - Slashing: Fehlverhalten wie doppelte Signaturen oder fehlerhafte Blöcke führt zu einer Reduktion des Stakes (Slashing). Diese Sanktionen fördern die Integrität und Stabilität des Netzwerks.
3. Ablauf des Konsensprozesses:
- Transaktionsvalidierung: Transaktionen werden von Validatoren auf Signatur, Kontostand und Gültigkeit geprüft.
  - PoH-Sequenz: Der Leader-Validator erzeugt eine Sequenz kryptografischer Hashes, die als Zeitachse fungiert. Jede Transaktion erhält dadurch eine eindeutige zeitliche Position.
  - Blockerstellung: Der Leader bündelt validierte Transaktionen in einem Block entsprechend der PoH-Reihenfolge.
  - Finalisierung: Andere Validatoren überprüfen die Blöcke und signieren sie nach erfolgreicher Validierung. Sobald eine ausreichende Mehrheit signiert hat, gilt der Block als finalisiert.

Das Zusammenspiel von PoH und PoS erlaubt es Solana, zehntausende Transaktionen pro Sekunde mit hoher Energieeffizienz und finaler Bestätigung innerhalb von Sekunden zu verarbeiten.

## **S.5 Anreizmechanismen und anfallende Gebühren**

Solanas ökonomisches Modell basiert auf Staking-Belohnungen, Transaktionsgebühren und Speichergebühren (Rent Fees). Es schafft ein Gleichgewicht zwischen wirtschaftlichen Anreizen, Dezentralisierung und langfristiger Nachhaltigkeit.

Incentive-Mechanismen:

1. Validatoren:
  - Blockbelohnungen: Validatoren erhalten Belohnungen in SOL für die Produktion und Validierung von Blöcken. Die Höhe der Belohnung hängt vom Anteil des gestaketen SOL und der Performance des Validators ab.
  - Transaktionsgebühren: Validatoren verdienen die Gebühren der Transaktionen, die sie in ihre Blöcke aufnehmen. Die Gebühren sind niedrig und vorhersehbar, was die Nutzung des Netzwerks erleichtert.
  - Performanceabhängigkeit: Validatoren mit hoher Betriebszeit und stabiler Infrastruktur erzielen höhere Erträge; unzuverlässige Validatoren werden durch geringere Belohnungen benachteiligt.
2. Delegatoren:
  - Delegiertes Staking: Tokenhalter können ihre SOL an Validatoren delegieren und erhalten anteilig Staking-Rewards.
  - Transparenz: Alle Validatorinformationen wie Kommissionssätze, Verfügbarkeit und Performance sind öffentlich einsehbar, wodurch ein fairer Wettbewerb entsteht.
3. Wirtschaftliche Sicherheit:

- Slashing: Validatoren, die gegen das Protokoll verstoßen, verlieren einen Teil ihres Stakes. Dies schützt das Netzwerk vor böswilligem Verhalten.
- Opportunitätskosten: Gestakete Tokens sind gebunden und können nicht frei gehandelt werden. Dadurch entsteht ein Anreiz, sich korrekt zu verhalten, um langfristige Erträge zu sichern.

Gebührenstruktur auf der Solana-Blockchain:

- Transaktionsgebühren: Jede Transaktion erfordert eine geringe Gebühr in SOL. Diese liegt im Durchschnitt unter 0,01 USD pro Transaktion und bleibt durch hohe Netzwerkeffizienz stabil.
- Rent Fees: Für die dauerhafte Speicherung von Daten auf der Blockchain werden periodische Gebühren erhoben. Diese fördern effizientes Datenmanagement und verhindern übermäßige Speicherbelegung.
- Smart-Contract-Gebühren: Die Kosten für die Ausführung von Smart Contracts hängen vom tatsächlichen Ressourcenverbrauch (Rechenzeit, Speicher, Bandbreite) ab und stellen sicher, dass Nutzer nur für die tatsächlich beanspruchten Ressourcen zahlen.

## **S.9 Energieverbrauchsquellen und -methoden**

Für die Berechnung des Energieverbrauchs wird ein Bottom-up-Ansatz verwendet, bei dem Netzwerknoten (Validatoren) als Hauptquelle des Energieverbrauchs betrachtet werden.

- Datenquellen: Öffentliche Informationsseiten, Open-Source-Crawler und intern entwickelte Analysetools bilden die Grundlage der Berechnung.
- Hardwareprofil: Die verwendete Hardware wird auf Basis der Anforderungen der Solana-Clientsoftware bestimmt.
- Messung: Der Energieverbrauch der Geräte wurde in zertifizierten Testlaboren ermittelt.
- Methodik: Zur Identifikation aller relevanten Implementierungen wird – sofern vorhanden – der Functionally Fungible Group Digital Token Identifier (FFG DTI) genutzt.
- Validierung: Annahmen zu Hardware, Teilnehmerzahl und geographischer Verteilung basieren auf empirischen Daten und werden regelmäßig überprüft.
- Vorsorgeprinzip: Im Zweifel werden konservative Schätzwerte verwendet, um den Energieverbrauch nicht zu unterschätzen.

## **S.15 Key energy sources and methodologies**

Zur Bestimmung des Anteils erneuerbarer Energien werden die Standorte der Validatoren mithilfe öffentlicher Informationsquellen, Open-Source-Crawler und interner Tools analysiert.

Wenn keine genauen Standortdaten verfügbar sind, werden vergleichbare Referenznetzwerke mit ähnlicher Konsensstruktur herangezogen. Die Geodaten werden mit Datensätzen aus Our World in Data verknüpft, um den Anteil erneuerbarer Energiequellen zu bestimmen. Die Berechnung der Intensität erfolgt als marginaler Energieverbrauch pro zusätzlicher Transaktion.

Quellen: Ember (2025); Energy Institute – Statistical Review of World Energy (2024).

„Share of electricity generated by renewables – Ember and Energy Institute“.

Abgerufen von: <https://ourworldindata.org/grapher/share-electricity-renewables>

### **S.16 Key GHG sources and methodologies**

Die Berechnung der Treibhausgasemissionen (GHG) erfolgt analog zur Energiebestimmung durch Geolokalisierung der Validatoren. Wenn keine vollständigen Standortinformationen vorliegen, werden vergleichbare Netzwerke mit ähnlicher Struktur als Referenz verwendet. Die THG-Intensität wird als marginale Emission pro zusätzlicher Transaktion berechnet.

Quellen: Ember (2025); Energy Institute – Statistical Review of World Energy (2024).

„Carbon intensity of electricity generation – Ember and Energy Institute“.

Abgerufen von: <https://ourworldindata.org/grapher/carbon-intensity-electricity>

Lizenziert unter CC BY 4.0.

## **10. Ripple**

### **Quantitative Information**

<b>Feld</b>	<b>Wert</b>	<b>Einheit</b>
S.1 Name	V-Bank AG	/
S.2 Relevante juristische Personenkennziffer (LEI)	529900FB29C36LKTAW50	/
S.3 Name des Krypto-Assets	Ripple	/
S.6 Beginn des Zeitraums der Offenlegung	2024-11-08	/
S.7 Ende des Zeitraums der Offenlegung	2025-11-08	/
S.8 Energieverbrauch	299 638.27314	kWh/a
S.10 Erneuerbarer Energieverbrauch	33.6598592386	%
S.11 Energieintensität	0.00001	kWh
S.12 Scope-1-DLT-Treibhausgasemissionen – Kontrolliert	0.00000	tCO <sub>2</sub> e
S.13 Scope-2-DLT-Treibhausgasemissionen – Zugekauft	100.38024	tCO <sub>2</sub> e
S.14 Treibhausgasintensität (GHG-Intensität)	0.00000	kgCO <sub>2</sub> e

### **S.4 Konsensmechanismus**

Ripple XRP ist auf den Netzwerken Binance Smart Chain (BSC), Klaytn und Ripple (XRPL) vertreten.

Binance Smart Chain (BSC):

BSC verwendet einen hybriden Konsensmechanismus namens Proof of Staked Authority (PoSA), der Elemente aus Delegated Proof of Stake (DPoS) und Proof of Authority (PoA) kombiniert. Diese Methode ermöglicht schnelle Blockzeiten (~3 Sekunden) und niedrige Gebühren, bei gleichzeitigem Erhalt von Sicherheit und Dezentralisierung.

- Validatoren: 21 aktive Validatoren (sogenannte „Cabinet Members“) erzeugen neue Blöcke, validieren Transaktionen und sichern das Netzwerk. Validatoren müssen eine signifikante Menge an BNB staken und werden durch Abstimmung der Tokenhalter ausgewählt.
- Delegatoren: Tokenhalter, die keine Validatoren betreiben möchten, können ihr BNB an Validatoren delegieren. Sie erhalten anteilige Belohnungen und tragen zur Netzwerksicherheit bei.
- Kandidaten: Nodes, die die erforderliche Menge BNB gestakt haben und auf ihre Aktivierung als Validator warten.
- Blockproduktion: Ausgewählte Validatoren produzieren im Rotationsprinzip Blöcke.
- Finalität: Transaktionen erreichen innerhalb weniger Sekunden Endgültigkeit.

Klaytn:

- Klaytn nutzt einen modifizierten Istanbul Byzantine Fault Tolerance (IBFT)-Algorithmus, eine Variante von Proof of Authority (PoA). Der Mechanismus ermöglicht sofortige Transaktionsfinalität und hohe Leistungsfähigkeit.
- Governance Council: Das Netzwerk wird durch den Klaytn Governance Council verwaltet, ein globales Konsortium, das die Consensus Nodes (CNs) auswählt und betreibt.

Dreischichtige Node-Architektur:

- Consensus Nodes (CNS): Validieren und produzieren Blöcke.
- Proxy Nodes (PNs): Vermitteln Datenverkehr zwischen CNS und der restlichen Infrastruktur.
- Endpoint Nodes (ENs): Dienen als Schnittstelle zu Endnutzern und führen Transaktionen aus.

Ripple (XRPL):

Der XRP Ledger nutzt den Ripple Protocol Consensus Algorithm (RPCA), der auf einem Federated Byzantine Agreement (FBA)-Modell basiert.

Es gibt kein Mining oder Staking; stattdessen erfolgt die Validierung über vertrauenswürdige Validatoren innerhalb sogenannter Unique Node Lists (UNL).

- Konsens wird erreicht, wenn 80 % der Validatoren in der jeweiligen UNL einem Vorschlag zustimmen.
- Transaktionen werden nach Vorschlags-, Validierungs- und Finalisierungsphasen geordnet und bestätigt.
- Nach Erreichen des Quorums werden neue Ledger-Einträge endgültig und irreversibel gespeichert.

## **S.5 Anreizmechanismen und anfallende Gebühren**

- Validatoren:
  - Müssen eine erhebliche Menge BNB staken, um am Konsensprozess teilzunehmen.
  - Erhalten Belohnungen in Form von Transaktionsgebühren und Blockrewards.
  - Auswahl erfolgt basierend auf Stake-Höhe und Stimmen der Delegatoren.
- Delegatoren:
  - Können ihre BNB an Validatoren delegieren und erhalten anteilige Rewards.
  - Unterstützen damit die Dezentralisierung und Sicherheit des Netzwerks.
- Kandidaten:
  - Nodes, die die Mindestanforderung zum Staking erfüllen und auf ihre Aktivierung warten.
- Sicherheitsmechanismen:
  - Slashing: Fehlverhalten oder Inaktivität kann zu Verlust gestakter BNB führen.
  - Opportunity Cost: Gestakte Tokens sind gesperrt und motivieren ehrliches Verhalten.
- Gebühren:
  - Niedrige Transaktionsgebühren, dynamisch je nach Netzwerkauslastung.
  - Blockrewards: Zusätzliche Belohnung für Validatoren.
  - Cross-Chain Fees: Geringe Kosten für Transfers zwischen Binance Chain und BSC.
  - Smart Contract Fees: Gebühren für Deployment und Nutzung von Smart Contracts, bezahlt in BNB.

Klaytn (Klay):

- Consensus Nodes (CNS):

- Erhalten feste Blockrewards in KLAY für Validierung und Blockerstellung.
- Zusätzlich werden Transaktionsgebühren unter den CNs verteilt.
- Verteilung der Blockrewards:
  - 10 % an den Block-Proposer.
  - 40 % als Staking-Reward an Governance Council-Mitglieder.
  - 30 % an den Klaytn Community Fund (KCF) zur Förderung von dApps und Ökosystemprojekten.
  - 20 % an den Klaytn Foundation Fund (KFF) zur langfristigen Netzwerkförderung.
- Gebühren:
  - Alle Transaktionsgebühren werden in KLAY bezahlt, basierend auf Gasverbrauch und Gaspreis.

Ripple (XRPL – RPCA):

- Validatoren:
  - Erhalten keine monetären Rewards; Motivation liegt in der Netzwerknutzung und -stabilität, insbesondere für Finanzinstitutionen.
- Kein Mining:
  - Keine energieintensiven Rechenprozesse.
- Gebühren:
  - Sehr geringe Transaktionsgebühren (fraktionierte XRP, „drops“) zur Spam-Prävention.
  - Burn-Mechanismus: Ein Teil jeder Gebühr wird vernichtet („burned“) und verringert dadurch das zirkulierende Angebot.

## **S.9 Energieverbrauchsquellen und -methoden**

- Die Energieverbrauchsdaten werden mit einem Bottom-Up-Ansatz berechnet.
- Zentraler Faktor sind die Nodes der Netzwerke (BSC, Klaytn, XRPL).
- Hardware-Annahmen beruhen auf den technischen Anforderungen der jeweiligen Client-Software.
- Energieverbrauchsmessungen erfolgten – soweit verfügbar – in zertifizierten Prüflaboren.
- Falls mehrere Implementierungen existieren, wird mithilfe des Functionally Fungible Group Digital Token Identifier (FFG DTI) die Zuordnung bestimmt.
- Daten werden regelmäßig auf Basis der Digital Token Identifier Foundation aktualisiert.
- Teilnehmer werden als ökonomisch rational angenommen; bei Unsicherheiten wird konservativ (eher zu hoher Verbrauch) geschätzt.

## **S.15 Key energy sources and methodologies**

- Die Standorte der Nodes werden mithilfe öffentlicher Informationsquellen, Open-Source-Crawler und eigener Crawler ermittelt.

- Wenn keine genauen Geo-Daten vorliegen, werden Referenznetzwerke mit ähnlicher Struktur und Konsensmechanik herangezogen.
- Die Geo-Informationen werden mit Daten aus Our World in Data (Ember & Energy Institute) verknüpft, um den Anteil erneuerbarer Energie am Strommix zu bestimmen.
- Berechnung der Intensität als marginaler Energieaufwand pro zusätzlicher Transaktion.

Quelle: Ember (2025); Energy Institute – Statistical Review of World Energy (2024) – Datenverarbeitung durch Our World in Data, „Share of electricity generated by renewables“.

### **S.16 Key GHG sources and methodologies**

- Zur Bestimmung der Treibhausgasemissionen werden die Node-Standorte und deren regionaler Strommix berücksichtigt.
- Bei fehlenden Daten werden Referenznetzwerke mit ähnlicher Incentivierungs- und Konsensstruktur herangezogen.
- Die Geo-Informationen werden mit Daten aus Our World in Data kombiniert, um die marginale CO<sub>2</sub>-Intensität pro Transaktion zu ermitteln.

Quelle: Ember (2025); Energy Institute – Statistical Review of World Energy (2024), „Carbon intensity of electricity generation – Ember and Energy Institute“, CC BY 4.0.

## **11. Binance Coin**

### **Quantitative Information**

<b>Feld</b>	<b>Wert</b>	<b>Einheit</b>
S.1 Name	V-Bank AG	/
S.2 Relevante juristische Personenkennziffer (LEI)	529900FB29C36LKTAW50	/
S.3 Name des Krypto-Assets	Binance Coin	/
S.6 Beginn des Zeitraums der Offenlegung	2024-11-08	/
S.7 Ende des Zeitraums der Offenlegung	2025-11-08	/
S.8 Energieverbrauch	90 228.00000	kWh/a
S.10 Erneuerbarer Energieverbrauch	33.1500000000	%
S.11 Energieintensität	0.00000	kWh
S.12 Scope-1-DLT-Treibhausgasemissionen – Kontrolliert	0.00000	tCO2e
S.13 Scope-2-DLT-Treibhausgasemissionen – Zugekauft	37.40520	tCO2e
S.14 Treibhausgasintensität (GHG-Intensität)	0.00000	kgCO2e

### **S.4 Konsensmechanismus**

Binance Coin ist auf den Netzwerken Binance Smart Chain (BSC) und opBNB vertreten.

- Binance Smart Chain (BSC):  
BSC verwendet einen hybriden Konsensmechanismus namens Proof of Staked Authority (PoSA), der Elemente aus Delegated Proof of Stake (DPoS) und Proof of Authority (PoA) kombiniert.  
Dieser Mechanismus gewährleistet schnelle Blockzeiten ( $\approx 3$  Sekunden), niedrige Gebühren und ein Gleichgewicht zwischen Sicherheit und Dezentralisierung.
  - Validatoren („Cabinet Members“): Verantwortlich für Blockerzeugung, Transaktionsvalidierung und Netzwerksicherheit. Um Validator zu werden, muss eine signifikante Menge BNB gestakt werden. Es gibt 21 aktive Validatoren, die rotierend arbeiten.
  - Delegatoren: Tokenhalter, die keine Validator-Nodes betreiben möchten, können ihr BNB an Validatoren delegieren und erhalten anteilige Belohnungen aus den Transaktionsgebühren und Blockrewards.
  - Kandidaten: Nodes, die die erforderliche Menge BNB gestakt haben und in der Warteschlange stehen, um als Validatoren aktiviert zu werden.
  - Validator-Auswahl: Erfolgt auf Basis der Höhe des Stakes und der Stimmen von Delegatoren.
  - Blockproduktion: Ausgewählte Validatoren produzieren im Rotationsprinzip neue Blöcke.
  - Transaktionsfinalität: Innerhalb weniger Sekunden abgeschlossen, ermöglicht durch das effiziente PoSA-Verfahren.



## **S.5 Anreizmechanismen und anfallende Gebühren**

- Validatoren:
  - Müssen eine erhebliche Menge BNB staken, um am Konsensprozess teilzunehmen.
  - Erhalten Blockrewards und Transaktionsgebühren als Entlohnung.
  - Auswahl hängt von gestaktem BNB und erhaltenen Delegator-Stimmen ab.
- Delegatoren:
  - Können BNB an Validatoren delegieren und erhalten einen Anteil der Belohnungen.
  - Unterstützen damit die Dezentralisierung und Netzwerksicherheit.
- Kandidaten:
  - Potenzielle Validatoren, die alle Voraussetzungen erfüllen, aber derzeit inaktiv sind.
  - Gewährleisten einen konstanten Pool an validierungsbereiten Nodes.
- Ökonomische Sicherheit:
  - Slashing: Fehlverhalten kann zu teilweisem Verlust des gestakten BNB führen.
  - Opportunity Cost: Gestaktes BNB bleibt gesperrt, wodurch Validatoren und Delegatoren ein finanzielles Interesse an korrektem Verhalten haben.

Gebühren auf der Binance Smart Chain:

- Transaktionsgebühren:
  - Niedrig und in BNB zu entrichten.
  - Variieren leicht mit der Netzwerkauslastung und Transaktionskomplexität.
- Blockrewards:
  - Ergänzende Belohnungen für Validatoren zusätzlich zu den Transaktionsgebühren.
- Cross-Chain-Fees:
  - Geringe Kosten für Transfers zwischen Binance Chain und BSC.
- Smart Contract Fees:
  - Abhängig vom Rechenaufwand (Gasverbrauch), bezahlt in BNB.

## **S.9 Energieverbrauchsquellen und -methoden**

- Die Ermittlung des Energieverbrauchs erfolgt nach dem Bottom-Up-Ansatz, bei dem die Nodes als zentrale Verbrauchseinheiten betrachtet werden.
- Die Annahmen beruhen auf empirischen Erkenntnissen aus öffentlichen Informationsquellen, Open-Source-Crawlern und eigenen Analysen.
- Die Hardwareanforderungen ergeben sich aus den Systemvorgaben der BSC-Client-Software.
- Energieverbrauchswerte wurden – soweit verfügbar – in zertifizierten Testlaboren gemessen.
- Zur Bestimmung der Implementierungen wird der Functionally Fungible Group Digital Token Identifier (FFG DTI) verwendet.

- Die Daten und Zuordnungen werden regelmäßig aktualisiert (basierend auf Informationen der Digital Token Identifier Foundation).
- Teilnehmer werden als ökonomisch rational angenommen; bei Unsicherheiten werden konservativ höhere Schätzwerte verwendet.

Quellenangabe: bscscan.

### **S.15 Key energy sources and methodologies**

- Die Standorte der Nodes werden mittels öffentlicher Informationsquellen, Open-Source-Crawler und interner Tools ermittelt.
- Liegen keine exakten Geodaten vor, werden Referenznetzwerke mit vergleichbarer Konsensstruktur herangezogen.
- Die Geoinformation wird mit öffentlichen Daten von Our World in Data verknüpft, um den Anteil erneuerbarer Energie zu bestimmen.
- Die Intensität wird als marginaler Energieaufwand pro Transaktion berechnet.

Quelle: Ember (2025); Energy Institute – Statistical Review of World Energy (2024) – verarbeitet durch Our World in Data, „Share of electricity generated by renewables“.

### **S.16 Key GHG sources and methodologies**

- Die Berechnung der Treibhausgasemissionen erfolgt ebenfalls auf Basis der geografischen Verteilung der Nodes und des regionalen Strommixes.
- Wenn keine Standortdaten vorliegen, werden Referenznetzwerke mit ähnlicher Konsensstruktur herangezogen.
- Die Ergebnisse werden mit den Daten von Our World in Data kombiniert, um die CO<sub>2</sub>-Intensität pro zusätzlicher Transaktion zu ermitteln.

Quelle: Ember (2025); Energy Institute – Statistical Review of World Energy (2024), „Carbon intensity of electricity generation – Ember and Energy Institute“, CC BY 4.0.