

SMARTBROKER+



KRYPTO

ESG

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitende Bemerkung	5
2. Übersicht Gesamtenergieverbrauch pro Krypto-Währung pro Jahr	5
3. Detail-Erklärungen pro Krypto-Währung	6
Aave-Token	6
Konsens-Mechanismus	6
Anreiz-Mechanismus und Gebühren	12
Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs	18
Algorand	19
Konsens-Mechanismus	19
Anreiz-Mechanismus und Gebühren	19
Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs	20
Avalanche AVAX	20
Konsens-Mechanismus	20
Anreiz-Mechanismus und Gebühren	21
Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs	22
Weitere Angaben zum Energieverbrauch	22
Haupt-Energiequellen und Methodiken	22
Haupt-GHG-Quellen und Methodiken	22
Bitcoin	23
Konsens-Mechanismus	23
Anreiz-Mechanismus und Gebühren	23
Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs	24
Weitere Angaben zum Energieverbrauch	25
Haupt-Energiequellen und Methodiken	25
Haupt-GHG-Quellen und Methodiken	25
Bitcoin Cash	25
Konsens-Mechanismus	25
Anreiz-Mechanismus und Gebühren	26
Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs	27
Weitere Angaben zum Energieverbrauch	28
Haupt-Energiequellen und Methodiken	28
Haupt-GHG-Quellen und Methodiken	28
Cardano ADA	28
Konsens-Mechanismus	28
Anreiz-Mechanismus und Gebühren	30
Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs	32
Weitere Angaben zum Energieverbrauch	32
Haupt-Energiequellen und Methodiken	32
Haupt-GHG-Quellen und Methodiken	32
ChainLink-Token	33
Konsens-Mechanismus	33
Anreiz-Mechanismus und Gebühren	34

Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs	36
Chiliz	37
Konsens-Mechanismus	37
Anreiz-Mechanismus und Gebühren	39
Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs	41
Curve DAO-Token	41
Konsens-Mechanismus	41
Anreiz-Mechanismus und Gebühren	44
Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs	48
Decentraland	48
Konsens-Mechanismus	48
Anreiz-Mechanismus und Gebühren	50
Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs	52
Dogecoin	53
Konsens-Mechanismus	53
Anreiz-Mechanismus und Gebühren	55
Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs	56
Weitere Angaben zum Energieverbrauch	57
Haupt-Energiequellen und Methodiken	57
Haupt-GHG-Quellen und Methodiken	57
Enjin	58
Konsens-Mechanismus	58
Anreiz-Mechanismus und Gebühren	59
Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs	61
Ethereum ETH	61
Konsens-Mechanismus	61
Anreiz-Mechanismus und Gebühren	62
Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs	63
Weitere Angaben zum Energieverbrauch	63
Haupt-Energiequellen und Methodiken	63
Haupt-GHG-Quellen und Methodiken	64
Fantom	64
Konsens-Mechanismus	64
Anreiz-Mechanismus und Gebühren	64
Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs	65
Graph-Token	65
Konsens-Mechanismus	65
Anreiz-Mechanismus und Gebühren	66
Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs	68
Litecoin	68
Konsens-Mechanismus	68
Anreiz-Mechanismus und Gebühren	70
Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs	71
Weitere Angaben zum Energieverbrauch	72
Haupt-Energiequellen und Methodiken	72
Haupt-GHG-Quellen und Methodiken	72

LoopringCoin V2	72
Konsens-Mechanismus	72
Anreiz-Mechanismus und Gebühren	74
Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs	76
Maker	76
Konsens-Mechanismus	76
Anreiz-Mechanismus und Gebühren	78
Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs	81
NEAR Protocol	81
Konsens-Mechanismus	81
Anreiz-Mechanismus und Gebühren	84
Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs	87
Weitere Angaben zum Energieverbrauch	87
Haupt-Energiequellen und Methodiken	87
Haupt-GHG-Quellen und Methodiken	87
Polkadot DOT	88
Konsens-Mechanismus	88
Anreiz-Mechanismus und Gebühren	90
Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs	92
Weitere Angaben zum Energieverbrauch	92
Haupt-Energiequellen und Methodiken	93
Haupt-GHG-Quellen und Methodiken	93
Ripple XRP	93
Konsens-Mechanismus	93
Anreiz-Mechanismus und Gebühren	95
Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs	97
Weitere Angaben zum Energieverbrauch	97
Haupt-Energiequellen und Methodiken	97
Haupt-GHG-Quellen und Methodiken	98
SAND	98
Konsens-Mechanismus	98
Anreiz-Mechanismus und Gebühren	100
Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs	103
Solana SOL	103
Konsens-Mechanismus	103
Anreiz-Mechanismus und Gebühren	104
Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs	105
Weitere Angaben zum Energieverbrauch	106
Haupt-Energiequellen und Methodiken	106
Haupt-GHG-Quellen und Methodiken	106
Stellar Lumen	106
Konsens-Mechanismus	106
Anreiz-Mechanismus und Gebühren	107
Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs	108
Uniswap	108
Konsens-Mechanismus	108
Anreiz-Mechanismus und Gebühren	110
Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs	112

1. Einleitende Bemerkung

Im vorliegenden Dokument werden Nachhaltigkeitsinformationen zu den bei SMARTBROKER+ handelbaren Krypto-Währungen veröffentlicht. Die Informationen werden mindestens einmal jährlich aktualisiert. Das jeweils aktuelle PDF ist über die Webseite von SMARTBROKER+ abrufbar.

Stand: 23.12.2024

Datenprovider: Crypto Risk Metrics GmbH

2. Übersicht Gesamtenergieverbrauch pro Krypto-Währung pro Jahr

CASP	Legal Entity Identifier	Krypto-Währung	Veröffentlichungszeitraum	Stromverbrauch (kWh pro Jahr)
Smartbroker AG	391200N0BYCZF2F43264	Aave Token	18.12.2023 – 18.12.2024	22969.32148
Smartbroker AG	391200N0BYCZF2F43264	Algorand	18.12.2023 – 18.12.2024	420961.80000
Smartbroker AG	391200N0BYCZF2F43264	Avalanche AVAX	18.12.2023 – 18.12.2024	844800.82200
Smartbroker AG	391200N0BYCZF2F43264	Bitcoin	18.12.2023 – 18.12.2024	135631452547.92136
Smartbroker AG	391200N0BYCZF2F43264	Bitcoin Cash	18.12.2023 – 18.12.2024	776038971.52006
Smartbroker AG	391200N0BYCZF2F43264	Cardano ADA	18.12.2023 – 18.12.2024	813276.15651
Smartbroker AG	391200N0BYCZF2F43264	ChainLink-Token	18.12.2023 – 18.12.2024	19003.12567
Smartbroker AG	391200N0BYCZF2F43264	Chiliz	18.12.2023 – 18.12.2024	25568.61821
Smartbroker AG	391200N0BYCZF2F43264	Curve DAO-Token	18.12.2023 – 18.12.2024	12684.69195
Smartbroker AG	391200N0BYCZF2F43264	Decentraland	18.12.2023 – 18.12.2024	2412.65952
Smartbroker AG	391200N0BYCZF2F43264	Dogecoin	18.12.2023 – 18.12.2024	9840788483.30125
Smartbroker AG	391200N0BYCZF2F43264	Enjin	18.12.2023 – 18.12.2024	1010.78661
Smartbroker AG	391200N0BYCZF2F43264	Ethereum ETH	18.12.2023 – 18.12.2024	2811960.00000
Smartbroker AG	391200N0BYCZF2F43264	Fantom	18.12.2023 – 18.12.2024	78840.00000

CASP	Legal Entity Identifier	Krypto-Währung	Veröffentlichungszeitraum	Stromverbrauch (kWh pro Jahr)
Smartbroker AG	391200N0BYCZF2F43264	Graph-Token	18.12.2023 – 18.12.2024	3495.31711
Smartbroker AG	391200N0BYCZF2F43264	Litecoin	18.12.2023 – 18.12.2024	641364295.87905
Smartbroker AG	391200N0BYCZF2F43264	LoopringCoin V2	18.12.2023 – 18.12.2024	992.64428
Smartbroker AG	391200N0BYCZF2F43264	Maker	18.12.2023 – 18.12.2024	1772.73433
Smartbroker AG	391200N0BYCZF2F43264	NEAR Protocol	18.12.2023 – 18.12.2024	920691.19659
Smartbroker AG	391200N0BYCZF2F43264	Polkadot DOT	18.12.2023 – 18.12.2024	630853.04946
Smartbroker AG	391200N0BYCZF2F43264	Ripple XRP	18.12.2023 – 18.12.2024	299986.53971
Smartbroker AG	391200N0BYCZF2F43264	SAND	18.12.2023 – 18.12.2024	6029.51386
Smartbroker AG	391200N0BYCZF2F43264	Solana SOL	18.12.2023 – 18.12.2024	4858515.00000
Smartbroker AG	391200N0BYCZF2F43264	Stellar Lumen	18.12.2023 – 18.12.2024	52560.00000
Smartbroker AG	391200N0BYCZF2F43264	Uniswap	18.12.2023 – 18.12.2024	23839.77942

3. Detail-Erklärungen pro Krypto-Währung

Aave-Token

Konsens-Mechanismus

Aave Token ist in den folgenden Netzwerken vorhanden: near_protocol, polygon, binance_smart_chain, gnosis_chain, avalanche, ethereum, solana, huobi_heco_chain. Das NEAR-Protokoll verwendet einen einzigartigen Konsensmechanismus, der Proof of Stake (PoS) und einen neuartigen Ansatz namens Doomslug kombiniert, der eine hohe Effizienz, schnelle Transaktionsverarbeitung und sichere Endgültigkeit in seinen Vorgängen ermöglicht. Hier ist ein Überblick über die Funktionsweise: Kernkonzepte 1. Doomslug und Proof of Stake: – Der Konsensmechanismus von NEAR dreht sich hauptsächlich um PoS, wo Validierer NEAR-Token einsetzen, um an der Sicherung des Netzwerks mitzuwirken. Die Implementierung von NEAR wird jedoch durch das Doomslug-Protokoll verbessert. – Doomslug ermöglicht dem Netzwerk, eine schnelle Blockendgültigkeit zu erreichen, indem Blöcke in zwei Phasen bestätigt werden müssen. Validierer schlagen im ersten Schritt Blöcke vor und die Finalisierung erfolgt, wenn zwei Drittel der Validierer den Block genehmigen, wodurch eine schnelle Transaktionsbestätigung sichergestellt wird. 2. Sharding mit Nightshade: - NEAR verwendet eine dynamische Sharding-Technik namens Nightshade. Diese Methode teilt das Netzwerk in mehrere Shards auf, wodurch die parallele Verarbeitung von Transaktionen im gesamten Netzwerk ermöglicht und der Durchsatz deutlich erhöht wird. Jeder Shard

verarbeitet einen Teil der Transaktionen und die Ergebnisse werden in einem einzigen „Snapshot“-Block zusammengeführt. - Dieser Sharding-Ansatz gewährleistet Skalierbarkeit, sodass das Netzwerk wachsen und die steigende Nachfrage effizient bewältigen kann.

Konsensprozess 1. Auswahl des Validators: - Validatoren werden ausgewählt, um Blöcke basierend auf der Menge der eingesetzten NEAR-Token vorzuschlagen und zu validieren. Dieser Auswahlprozess soll sicherstellen, dass nur Validatoren mit erheblichen Einsätzen und Vertrauen der Community an der Sicherung des Netzwerks teilnehmen.

2. Endgültigkeit der Transaktionen: - NEAR erreicht die Endgültigkeit der Transaktionen durch sein PoS-basiertes System, bei dem Validatoren über Blöcke abstimmen. Sobald zwei Drittel der Validatoren einen Block genehmigen, erreicht er unter Doomsday die Endgültigkeit, was bedeutet, dass keine Forks den bestätigten Status ändern können.

3. Epochen und Rotation: - Validatoren werden in Epochen rotiert, um Fairness und Dezentralisierung zu gewährleisten. Epochen sind Intervalle, in denen Validatoren neu gemischt und neue Blockvorschlagssteller ausgewählt werden, um ein Gleichgewicht zwischen Leistung und Dezentralisierung sicherzustellen.

Polygon, früher bekannt als Matic Network, ist eine Layer-2-Skalierungslösung für Ethereum, die einen hybriden Konsensmechanismus verwendet. Hier ist eine detaillierte Erklärung, wie Polygon Konsens erreicht:

Kernkonzepte 1. Proof of Stake (PoS): Validatorauswahl: Validatoren im Polygon-Netzwerk werden basierend auf der Anzahl der von ihnen eingesetzten MATIC-Token ausgewählt. Je mehr Token eingesetzt werden, desto höher ist die Chance, für die Validierung von Transaktionen und die Erstellung neuer Blöcke ausgewählt zu werden.

Delegation: Token-Inhaber, die keinen Validator-Knoten betreiben möchten, können ihre MATIC-Token an Validatoren delegieren. Delegatoren teilen die von Validatoren verdienten Belohnungen.

2. Plasmaketten: Off-Chain-Skalierung: Plasma ist ein Framework zum Erstellen von Child-Chains, die neben der Hauptkette von Ethereum betrieben werden. Diese Child Chains können Transaktionen außerhalb der Chain verarbeiten und nur den Endzustand an die Ethereum-Hauptchain übermitteln, was den Durchsatz deutlich erhöht und Staus reduziert.

Betrugsschutz: Plasma verwendet einen betrugssicheren Mechanismus, um die Sicherheit von Transaktionen außerhalb der Chain zu gewährleisten. Wenn eine betrügerische Transaktion erkannt wird, kann sie angefochten und rückgängig gemacht werden.

Konsensprozess 3. Transaktionsvalidierung: Transaktionen werden zuerst von Validierern validiert, die MATIC-Token eingesetzt haben. Diese Validierer bestätigen die Gültigkeit von Transaktionen und nehmen sie in Blöcke auf.

4. Blockproduktion: Vorschlagen und Abstimmen: Validierer schlagen neue Blöcke basierend auf ihren eingesetzten Token vor und nehmen an einem Abstimmungsprozess teil, um einen Konsens über den nächsten Block zu erzielen. Der Block mit der Mehrheit der Stimmen wird der Blockchain hinzugefügt.

Checkpointing: Polygon verwendet regelmäßiges Checkpointing, bei dem Snapshots der Polygon-Sidechain an die Ethereum-Hauptchain übermitteln werden. Dieser Prozess gewährleistet die Sicherheit und Endgültigkeit von Transaktionen im Polygon-Netzwerk.

5. Plasma-Framework: Child Chains: Transaktionen können auf Child Chains verarbeitet werden, die mit dem Plasma-Framework erstellt wurden. Diese Transaktionen werden außerhalb der Kette validiert und nur der Endzustand wird an die Ethereum-Hauptkette übermitteln.

Betrugsnachweise: Wenn eine betrügerische Transaktion auftritt, kann sie innerhalb eines bestimmten Zeitraums mithilfe von Betrugsnachweisen angefochten werden. Dieser Mechanismus stellt die Integrität von Transaktionen außerhalb der Kette sicher.

Sicherheit und wirtschaftliche Anreize 6. Anreize für Validierer: Staking-Belohnungen: Validierer erhalten Belohnungen für das Staking von MATIC-Token und die Teilnahme am Konsensprozess. Diese Belohnungen werden in MATIC-Token verteilt und sind proportional zum eingesetzten Betrag und zur Leistung des Validierers.

Transaktionsgebühren: Validierer erhalten auch einen Teil der von den Benutzern gezahlten Transaktionsgebühren. Dies bietet einen zusätzlichen finanziellen Anreiz, die Integrität und Effizienz des Netzwerks aufrechtzuerhalten. 7. Delegation: Geteilte Belohnungen: Delegierer erhalten einen Anteil der Belohnungen, die die von ihnen delegierten Validierer erhalten. Dies ermutigt mehr Token-Inhaber, sich an der Sicherung des Netzwerks zu beteiligen, indem sie zuverlässige Validierer auswählen. 8. Wirtschaftliche Sicherheit: Kürzung: Validierer können für böswilliges Verhalten oder Nichterfüllung ihrer Pflichten bestraft werden. Diese Strafe, bekannt als Slashing, beinhaltet den Verlust eines Teils ihrer eingesetzten Token, wodurch sichergestellt wird, dass die Validierer im besten Interesse des Netzwerks handeln.

Binance Smart Chain (BSC) verwendet einen hybriden Konsensmechanismus namens Proof of Staked Authority (PoSA), der Elemente von Delegated Proof of Stake (DPoS) und Proof of Authority (PoA) kombiniert. Diese Methode gewährleistet schnelle Blockzeiten und niedrige Gebühren bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung eines gewissen Maßes an Dezentralisierung und Sicherheit.

Kernkomponenten

1. Validierer (sogenannte „Kabinettsmitglieder“): Validierer auf BSC sind für die Erstellung neuer Blöcke, die Validierung von Transaktionen und die Aufrechterhaltung der Sicherheit des Netzwerks verantwortlich. Um ein Validierer zu werden, muss eine Entität eine erhebliche Menge an BNB (Binance Coin) einsetzen. Validierer werden durch Staking und Abstimmung durch Token-Inhaber ausgewählt. Es gibt zu jedem Zeitpunkt 21 aktive Validierer, die rotieren, um Dezentralisierung und Sicherheit zu gewährleisten.
2. Delegierer: Token-Inhaber, die keine Validiererknoten betreiben möchten, können ihre BNB-Token an Validierer delegieren. Diese Delegation hilft Validierern, ihren Einsatz zu erhöhen und verbessert ihre Chancen, für die Erstellung von Blöcken ausgewählt zu werden.
- Delegation: Token-Inhaber, die keinen Validatorknoten betreiben möchten, können ihre MATIC-Token an Validatoren delegieren. Delegatoren teilen die von Validatoren verdienten Belohnungen.

2. Plasmaketten: Off-Chain-Skalierung: Plasma ist ein Framework zum Erstellen von Child-Chains, die neben der Hauptkette von Ethereum betrieben werden. Diese Child Chains können Transaktionen außerhalb der Chain verarbeiten und nur den Endzustand an die Ethereum-Hauptchain übermitteln, was den Durchsatz deutlich erhöht und Staus reduziert.

Betrugsschutz: Plasma verwendet einen betrugssicheren Mechanismus, um die Sicherheit von Transaktionen außerhalb der Chain zu gewährleisten. Wenn eine betrügerische Transaktion erkannt wird, kann sie angefochten und rückgängig gemacht werden.

Konsensprozess

3. Transaktionsvalidierung: Transaktionen werden zuerst von Validierern validiert, die MATIC-Token eingesetzt haben. Diese Validierer bestätigen die Gültigkeit von Transaktionen und nehmen sie in Blöcke auf.
4. Blockproduktion: Vorschlagen und Abstimmen: Validierer schlagen neue Blöcke basierend auf ihren eingesetzten Token vor und nehmen an einem Abstimmungsprozess teil, um einen Konsens über den nächsten Block zu erzielen. Der Block mit der Mehrheit der Stimmen wird der Blockchain hinzugefügt.
- Checkpointing: Polygon verwendet regelmäßiges Checkpointing, bei dem Snapshots der Polygon-Sidechain an die Ethereum-Hauptchain übermitteln werden. Dieser Prozess gewährleistet die Sicherheit und Endgültigkeit von Transaktionen im Polygon-Netzwerk.

5. Plasma-Framework: Child Chains: Transaktionen können auf Child Chains verarbeitet werden, die mit dem Plasma-Framework erstellt wurden. Diese Transaktionen werden außerhalb der Kette validiert und nur der Endzustand wird an die Ethereum-Hauptkette übermitteln.

Betrugsnachweise: Wenn eine betrügerische Transaktion auftritt, kann sie innerhalb eines bestimmten Zeitraums mithilfe von Betrugsnachweisen angefochten werden. Dieser Mechanismus stellt die Integrität von Transaktionen außerhalb der Kette sicher.

Sicherheit und wirtschaftliche Anreize

6. Anreize für Validierer: Staking-Belohnungen: Validierer erhalten Belohnungen für das Staking von MATIC-

Token und die Teilnahme am Konsensprozess. Diese Belohnungen werden in MATIC-Token verteilt und sind proportional zum eingesetzten Betrag und zur Leistung des Validierers.

Transaktionsgebühren: Validierer erhalten auch einen Teil der von den Benutzern gezahlten Transaktionsgebühren. Dies bietet einen zusätzlichen finanziellen Anreiz, die Integrität und Effizienz des Netzwerks aufrechtzuerhalten.

7. Delegation: Geteilte Belohnungen: Delegierer erhalten einen Anteil der Belohnungen, die die von ihnen delegierten Validierer erhalten. Dies ermutigt mehr Token-Inhaber, sich an der Sicherung des Netzwerks zu beteiligen, indem sie zuverlässige Validierer auswählen.

8. Wirtschaftliche Sicherheit: Kürzung: Validierer können für böswilliges Verhalten oder Nichterfüllung ihrer Pflichten bestraft werden. Diese Strafe, bekannt als Slashing, beinhaltet den Verlust eines Teils ihrer eingesetzten Token, wodurch sichergestellt wird, dass die Validierer im besten Interesse des Netzwerks handeln.

Binance Smart Chain (BSC) verwendet einen hybriden Konsensmechanismus namens Proof of Staked Authority (PoSA), der Elemente von Delegated Proof of Stake (DPoS) und Proof of Authority (PoA) kombiniert. Diese Methode gewährleistet schnelle Blockzeiten und niedrige Gebühren bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung eines gewissen Maßes an Dezentralisierung und Sicherheit.

Kernkomponenten

1. Validierer (sogenannte „Kabinettsmitglieder“): Validierer auf BSC sind für die Erstellung neuer Blöcke, die Validierung von Transaktionen und die Aufrechterhaltung der Sicherheit des Netzwerks verantwortlich. Um ein Validierer zu werden, muss eine Entität eine erhebliche Menge an BNB (Binance Coin) einsetzen. Validierer werden durch Staking und Abstimmung durch Token-Inhaber ausgewählt. Es gibt zu jedem Zeitpunkt 21 aktive Validierer, die rotieren, um Dezentralisierung und Sicherheit zu gewährleisten.
2. Delegierer: Token-Inhaber, die keine Validiererknoten betreiben möchten, können ihre BNB-Token an Validierer delegieren. Diese Delegation hilft Validierern, ihren Einsatz zu erhöhen und verbessert ihre Chancen, für die Erstellung von Blöcken ausgewählt zu werden. Delegierer verdienen einen Anteil der Belohnungen, die Validierer erhalten, was eine breite Beteiligung an der Netzwerksicherheit fördert.
3. Kandidaten: Kandidaten sind Knoten, die die erforderliche Menge an BNB eingesetzt haben und im Pool darauf warten, Validierer zu werden. Sie sind im Wesentlichen potenzielle Validierer, die derzeit nicht aktiv sind, aber durch Community-Abstimmung in den Validierer-Satz gewählt werden können. Kandidaten spielen eine entscheidende Rolle dabei, sicherzustellen, dass immer ein ausreichender Pool an Knoten vorhanden ist, die bereit sind, Validierungsaufgaben zu übernehmen, wodurch die Widerstandsfähigkeit und Dezentralisierung des Netzwerks aufrechterhalten wird.

Konsensprozess

4. Auswahl der Validierer: Validierer werden basierend auf der Menge an eingesetztem BNB und den von Delegierern erhaltenen Stimmen ausgewählt. Je mehr BNB eingesetzt und je mehr Stimmen erhalten wurden, desto höher ist die Chance, für die Validierung von Transaktionen und die Erstellung neuer Blöcke ausgewählt zu werden. Der Auswahlprozess umfasst sowohl die aktuellen Validierer als auch den Kandidatenpool und gewährleistet eine dynamische und sichere Rotation der Knoten.
5. Blockproduktion: Die ausgewählten Validierer produzieren abwechselnd Blöcke in einer PoA-ähnlichen Weise und stellen so sicher, dass Blöcke schnell und effizient generiert werden. Validierer validieren Transaktionen, fügen sie neuen Blöcken hinzu und senden diese Blöcke an das Netzwerk.
6. Transaktionsfinalität: BSC erreicht schnelle Blockzeiten von etwa 3 Sekunden und eine schnelle Transaktionsfinalität. Dies wird durch den effizienten PoSA-Mechanismus erreicht, der es Validierern ermöglicht, schnell einen Konsens zu erzielen. Sicherheit und wirtschaftliche Anreize
7. Staking: Validierer müssen eine beträchtliche Menge BNB einsetzen, die als Sicherheit dient, um ihr ehrliches Verhalten sicherzustellen. Dieser eingesetzte Betrag kann gekürzt werden, wenn Validierer böswillig handeln. Staking motiviert Validierer, im

besten Interesse des Netzwerks zu handeln, um den Verlust ihrer eingesetzten BNB zu vermeiden. 8. Delegation und Belohnungen: Delegierer erhalten Belohnungen proportional zu ihrem Einsatz an Validierern. Dies motiviert sie, zuverlässige Validierer auszuwählen und an der Sicherheit des Netzwerks teilzunehmen. Validierer und Delegierer teilen sich Transaktionsgebühren als Belohnung, was kontinuierliche wirtschaftliche Anreize bietet, um die Sicherheit und Leistung des Netzwerks aufrechtzuerhalten. 9. Transaktionsgebühren: BSC erhebt niedrige Transaktionsgebühren, die in BNB bezahlt werden, was es für Benutzer kostengünstig macht. Diese Gebühren werden von den Validierern als Teil ihrer Belohnungen erhoben, was sie zusätzlich dazu anregt, Transaktionen genau und effizient zu validieren.

Gnosis Chain – Konsensmechanismus Gnosis Chain verwendet eine Zweischichtstruktur, um Skalierbarkeit und Sicherheit auszubalancieren, und verwendet Proof of Stake (PoS) für seinen Kernkonsens und die Endgültigkeit der Transaktionen. Kernkomponenten:

Zweischichtstruktur Schicht 1: Gnosis Beacon Chain Die Gnosis Beacon Chain arbeitet mit einem Proof of Stake (PoS)-Mechanismus und fungiert als Sicherheits- und Konsens-Rückgrat. Validierer setzen GNO-Token auf der Beacon Chain ein und validieren Transaktionen, wodurch Netzwerksicherheit und Endgültigkeit gewährleistet werden. Schicht 2: Gnosis xDai Chain Gnosis xDai Chain verarbeitet Transaktionen und dApp-Interaktionen und ermöglicht schnelle und kostengünstige Transaktionen. Layer-2-Transaktionsdaten werden auf der Gnosis Beacon Chain finalisiert, wodurch ein integriertes Framework entsteht, bei dem Layer 1 Sicherheit und Endgültigkeit gewährleistet und Layer 2 die Skalierbarkeit verbessert. Validator-Rolle und Staking Validatoren auf der Gnosis Beacon Chain setzen GNO-Token ein und nehmen am Konsens teil, indem sie Blöcke validieren. Dieses Setup stellt sicher, dass Validatoren ein wirtschaftliches Interesse daran haben, die Sicherheit und Integrität sowohl der Beacon Chain (Layer 1) als auch der xDai Chain (Layer 2) aufrechtzuerhalten. Cross-Layer-Sicherheitstransaktionen auf Layer 2 werden letztendlich auf Layer 1 finalisiert, wodurch Sicherheit und Endgültigkeit für alle Aktivitäten auf der Gnosis Chain gewährleistet werden. Diese Architektur ermöglicht es der Gnosis Chain, die Geschwindigkeit und Kosteneffizienz von Layer 2 mit den Sicherheitsgarantien eines PoS-gesicherten Layer 1 zu kombinieren, wodurch sie sowohl für Hochfrequenzanwendungen als auch für sicheres Asset- Management geeignet ist. Das Avalanche-Blockchain-Netzwerk verwendet einen einzigartigen Proof-of-Stake-Konsensmechanismus namens Avalanche Consensus, der drei miteinander verbundene Protokolle umfasst: Snowball, Snowflake und Avalanche. Avalanche-Konsensprozess 1. Snowball-Protokoll: o Zufallsstichproben: Jeder Validierer zieht eine Zufallsstichprobe einer kleinen, konstant großen Teilmenge anderer Validierer. Wiederholte Abfragen: Validierer fragen die abgefragten Validierer wiederholt ab, um die bevorzugte Transaktion zu bestimmen. Vertrauenszähler: Validierer führen Vertrauenszähler für jede Transaktion und erhöhen sie jedes Mal, wenn ein abgefragter Validierer ihre bevorzugte Transaktion unterstützt. Entscheidungsschwelle: Sobald der Vertrauenszähler eine vordefinierte Schwelle überschreitet, gilt die Transaktion als akzeptiert. 2. Snowflake-Protokoll: Binäre Entscheidung: Verbessert das Snowball-Protokoll durch Einbeziehung eines binären Entscheidungsprozesses. Validierer entscheiden zwischen zwei widersprüchlichen Transaktionen. Binäres Vertrauen: Vertrauenszähler werden verwendet, um die bevorzugte binäre Entscheidung zu verfolgen. Endgültigkeit: Wenn eine binäre Entscheidung ein bestimmtes Vertrauensniveau erreicht, wird sie endgültig. 3. Avalanche-Protokoll: DAG-Struktur: Verwendet eine DAG-Struktur (Directed Acyclic Graph), um Transaktionen zu organisieren, was eine parallele Verarbeitung und einen höheren Durchsatz ermöglicht. Reihenfolge der Transaktionen: Transaktionen werden dem DAG basierend auf

ihren Abhängigkeiten hinzugefügt, um eine konsistente Reihenfolge sicherzustellen. Konsens über DAG: Während die meisten Proof-of-Stake-Protokolle einen Byzantine Fault Tolerant (BFT)-Konsens verwenden, verwendet Avalanche den Avalanche-Konsens. Validatoren erzielen durch wiederholtes Snowball und Snowflake einen Konsens über die Struktur und den Inhalt des DAG. Das Ethereum-Netzwerk verwendet einen Proof-of-Stake-Konsensmechanismus, um neue Transaktionen auf der Blockchain zu validieren.

Kernkomponenten

1. Validatoren: Validatoren sind dafür verantwortlich, neue Blöcke vorzuschlagen und zu validieren. Um Validator zu werden, muss ein Benutzer 32 ETH in einen Smart Contract einzahlen (einsetzen). Dieser Einsatz dient als Sicherheit und kann gekürzt werden, wenn sich der Validator unehrlich verhält.
2. Beacon Chain: Die Beacon Chain ist das Rückgrat von Ethereum 2.0. Sie koordiniert das Netzwerk der Validatoren und verwaltet das Konsensprotokoll. Sie ist dafür verantwortlich, neue Blöcke zu erstellen, Validatoren in Ausschüssen zu organisieren und die Endgültigkeit von Blöcken zu implementieren.

Konsensprozess

1. Blockvorschlag: Validatoren werden nach dem Zufallsprinzip ausgewählt, um neue Blöcke vorzuschlagen. Diese Auswahl basiert auf einer gewichteten Zufallsfunktion (WRF), bei der das Gewicht durch die Menge des eingesetzten ETH bestimmt wird.
2. Bescheinigung: Validatoren, die keinen Block vorschlagen, nehmen an der Bescheinigung teil. Sie bestätigen die Gültigkeit des vorgeschlagenen Blocks, indem sie dafür stimmen. Die Bescheinigungen werden dann zusammengefasst, um einen einzigen Beweis für die Gültigkeit des Blocks zu bilden.
3. Ausschüsse: Validatoren werden in Ausschüssen organisiert, um den Validierungsprozess zu rationalisieren. Jeder Ausschuss ist für die Validierung von Blöcken innerhalb eines bestimmten Shards oder der Beacon Chain selbst verantwortlich. Dies gewährleistet Dezentralisierung und Sicherheit, da eine kleinere Gruppe von Validatoren schnell einen Konsens erzielen kann.
4. Endgültigkeit: Ethereum 2.0 verwendet einen Mechanismus namens Casper FFG (Friendly Finality Gadget), um Endgültigkeit zu erreichen. Endgültigkeit bedeutet, dass ein Block und seine Transaktionen als irreversibel und bestätigt gelten. Validatoren stimmen über die Endgültigkeit von Blöcken ab, und sobald eine Supermehrheit erreicht ist, wird der Block abgeschlossen.
5. Anreize und Strafen: Validierer erhalten Belohnungen für die Teilnahme am Netzwerk, einschließlich der Vorschlagung von Blöcken und der Bestätigung ihrer Gültigkeit. Umgekehrt können Validierer für böswilliges Verhalten, wie z. B. doppelte Signatur oder längere Offline-Zeiten, bestraft (gekürzt) werden. Dies gewährleistet eine ehrliche Teilnahme und Netzwerksicherheit. Solana verwendet eine einzigartige Kombination aus Proof of History (PoH) und Proof of Stake (PoS), um einen hohen Durchsatz, geringe Latenz und robuste Sicherheit zu erreichen. Hier ist eine detaillierte Erklärung, wie diese Mechanismen funktionieren:

Kernkonzepte

1. Proof of History (PoH): Zeitgestempelte Transaktionen: PoH ist eine kryptografische Technik, die Transaktionen mit Zeitstempeln versieht und einen historischen Datensatz erstellt, der beweist, dass ein Ereignis zu einem bestimmten Zeitpunkt stattgefunden hat. Verifizierbare Verzögerungsfunktion: PoH verwendet eine verifizierbare Verzögerungsfunktion (VDF), um einen eindeutigen Hash zu generieren, der die Transaktion und den Zeitpunkt ihrer Verarbeitung enthält. Diese Hash-Sequenz bietet eine überprüfbare Reihenfolge der Ereignisse, sodass sich das Netzwerk effizient auf die Reihenfolge der Transaktionen einigen kann.
2. Proof of Stake (PoS): Auswahl des Validators: Validatoren werden ausgewählt, um neue Blöcke basierend auf der Anzahl der von ihnen eingesetzten SOL-Token zu erstellen. Je mehr Token eingesetzt werden, desto höher ist die Chance, für die Validierung von Transaktionen und die Erstellung neuer Blöcke ausgewählt zu werden. Delegation: Token-Inhaber können ihre SOL-Token an Validatoren delegieren und so Belohnungen erhalten, die proportional zu ihrem Einsatz sind, während

gleichzeitig die Sicherheit des Netzwerks verbessert wird. Konsensprozess 1. Transaktionsvalidierung: Transaktionen werden an das Netzwerk gesendet und von Validatoren gesammelt. Jede Transaktion wird validiert, um sicherzustellen, dass sie die Kriterien des Netzwerks erfüllt, z. B. korrekte Signaturen und ausreichende Mittel. 2. PoH-Sequenzgenerierung: Ein Validator generiert mithilfe von PoH eine Hash-Sequenz, die jeweils einen Zeitstempel und den vorherigen Hash enthält. Dieser Prozess erstellt eine historische Aufzeichnung der Transaktionen und etabliert eine kryptografische Uhr für das Netzwerk. 3. Blockproduktion: Das Netzwerk verwendet PoS, um einen führenden Validator basierend auf seinem Einsatz auszuwählen. Der führende Validator ist dafür verantwortlich, die validierten Transaktionen in einem Block zu bündeln. Der führende Validierer verwendet die PoH-Sequenz, um Transaktionen innerhalb des Blocks zu ordnen und sicherzustellen, dass alle Transaktionen in der richtigen Reihenfolge verarbeitet werden. 4. Konsens und Finalisierung: Andere Validierer überprüfen den vom führenden Validierer erstellten Block. Sie prüfen die Richtigkeit der PoH-Sequenz und validieren die Transaktionen innerhalb des Blocks. Sobald der Block verifiziert ist, wird er der Blockchain hinzugefügt. Validatoren unterzeichnen den Block und er gilt als abgeschlossen. Sicherheit und wirtschaftliche Anreize 1. Anreize für Validatoren: Blockbelohnungen: Validatoren erhalten Belohnungen für die Erstellung und Validierung von Blöcken. Diese Belohnungen werden in SOL-Tokens verteilt und sind proportional zum Einsatz und zur Leistung des Validators. Transaktionsgebühren: Validatoren verdienen auch Transaktionsgebühren aus den Transaktionen, die in den von ihnen erstellten Blöcken enthalten sind. Diese Gebühren bieten Validatoren einen zusätzlichen Anreiz, Transaktionen effizient abzuwickeln. 2. Sicherheit: Staking: Validatoren müssen SOL-Tokens einsetzen, um am Konsensprozess teilzunehmen. Dieses Staking dient als Sicherheit und motiviert Validatoren, ehrlich zu handeln. Wenn sich ein Validator böswillig verhält oder seine Leistung nicht erbringt, riskiert er, seine eingesetzten Tokens zu verlieren. Delegiertes Staking: Tokeninhaber können ihre SOL-Tokens an Validatoren delegieren, was die Netzwerksicherheit und Dezentralisierung verbessert. Delegatoren erhalten einen Anteil an den Belohnungen und werden dazu angeregt, zuverlässige Validierer auszuwählen. 3. Wirtschaftliche Strafen: Slashing: Validierer können für böswilliges Verhalten, wie etwa Doppelsignatur oder die Erstellung ungültiger Blöcke, bestraft werden. Diese als Slashing bezeichnete Strafe führt zum Verlust eines Teils der eingesetzten Token und verhindert so unehrliche Handlungen. Die Blockchain der Huobi Eco Chain (HECO) verwendet einen Hybrid-Proof-of-Stake (HPoS)-Konsensmechanismus, der Elemente von Proof-of-Stake (PoS) kombiniert, um die Transaktionseffizienz und Skalierbarkeit zu verbessern. Hauptfunktionen des Konsensmechanismus von HECO: 1. Validiererauswahl: HECO unterstützt bis zu 21 Validierer, die anhand ihres Anteils am Netzwerk ausgewählt werden. 2. Transaktionsverarbeitung: Validierer sind für die Verarbeitung von Transaktionen und das Hinzufügen von Blöcken zur Blockchain verantwortlich. 3. Transaktionsfinalität: Der Konsensmechanismus gewährleistet schnelle Finalität und ermöglicht so eine rasche Bestätigung von Transaktionen. 4. Energieeffizienz: Durch die Nutzung von PoS-Elementen reduziert HECO den Energieverbrauch im Vergleich zu herkömmlichen Proof-of-Work-Systemen.

Anreiz-Mechanismus und Gebühren

Aave Token ist in den folgenden Netzwerken vorhanden: near_protocol, polygon, binance_smart_chain, gnosis_chain, avalanche, ethereum, solana, huobi_heco_chain. Das NEAR-

Protokoll verwendet mehrere wirtschaftliche Mechanismen, um das Netzwerk zu sichern und die Teilnahme zu fördern: Anreizmechanismen zur Sicherung von Transaktionen: 1. Staking-Belohnungen: Validatoren und Delegatoren sichern das Netzwerk, indem sie NEAR-Token einsetzen. Validatoren verdienen etwa 5 % jährliche Inflation, wobei 90 % der neu geprägten Token als Staking-Belohnungen verteilt werden. Validatoren schlagen Blöcke vor, validieren Transaktionen und erhalten einen Anteil dieser Belohnungen basierend auf ihren eingesetzten Token. Delegatoren verdienen Belohnungen proportional zu ihrer Delegation, was eine breite Teilnahme fördert. 2. Delegation: Token-Inhaber können ihre NEAR-Token an Validatoren delegieren, um den Einsatz des Validators zu erhöhen und die Chancen zu verbessern, für die Validierung von Transaktionen ausgewählt zu werden. Delegatoren erhalten einen Anteil an den Belohnungen des Validierers basierend auf ihren delegierten Token, was Benutzer dazu anregt, zuverlässige Validierer zu unterstützen. 3. Kürzung und wirtschaftliche Strafen: Validierer müssen mit Strafen für böswilliges Verhalten rechnen, wie z. B. fehlerhafte Validierung oder unehrliches Verhalten. Der Kürzungsmechanismus erhöht die Sicherheit, indem er einen Teil ihrer eingesetzten Token abzieht und sicherstellt, dass die Validierer im besten Interesse des Netzwerks handeln. 4. Epochenrotation und Validiererauswahl: Validierer werden während der Epochen regelmäßig rotiert, um Fairness zu gewährleisten und Zentralisierung zu verhindern. Jede Epoche mischt die Validierer neu, wodurch das Protokoll Dezentralisierung und Leistung in Einklang bringen kann. Gebühren auf der NEAR-Blockchain: 1. Transaktionsgebühren: Benutzer zahlen Gebühren in NEAR-Token für die Transaktionsverarbeitung, die verbrannt werden, um das gesamte im Umlauf befindliche Angebot zu reduzieren, was im Laufe der Zeit einen potenziellen deflationären Effekt mit sich bringt. Validierer erhalten auch einen Teil der Transaktionsgebühren als zusätzliche Belohnung, was einen fortlaufenden Anreiz für die Netzwerkwartung bietet. 2. Speichergebühren: Das NEAR-Protokoll erhebt Speichergebühren basierend auf der Menge des von Konten, Verträgen und Daten verbrauchten Blockchain-Speichers. Dies erfordert, dass Benutzer NEAR-Token als Einlage halten, die proportional zu ihrer Speichernutzung ist, um eine effiziente Nutzung der Netzwerkressourcen sicherzustellen. 3. Umverteilung und Verbrennen: Ein Teil der Transaktionsgebühren (verbrannte NEAR-Token) reduziert das Gesamtangebot, während der Rest als Entschädigung für ihre Arbeit an die Validierer verteilt wird. Der Verbrennemechanismus trägt dazu bei, die langfristige wirtschaftliche Nachhaltigkeit und die potenzielle Wertsteigerung der NEAR-Inhaber aufrechtzuerhalten. 4. Mindestreservepflicht: Benutzer müssen einen Mindestkontostand und Reserven für die Datenspeicherung aufrechterhalten, um eine effiziente Nutzung der Ressourcen zu fördern und Spam-Angriffe zu verhindern. Polygon verwendet eine Kombination aus Proof of Stake (PoS) und dem Plasma-Framework, um die Netzwerksicherheit zu gewährleisten, die Teilnahme zu fördern und die Transaktionsintegrität aufrechtzuerhalten. Anreizmechanismen 1. Validierer: Staking-Belohnungen: Validierer auf Polygon sichern das Netzwerk, indem sie MATIC-Token einsetzen. Sie werden ausgewählt, um Transaktionen zu validieren und neue Blöcke basierend auf der Anzahl der von ihnen eingesetzten Token zu erstellen. Validatoren erhalten für ihre Dienste Belohnungen in Form von neu geprägten MATIC-Token und Transaktionsgebühren. Blockproduktion: Validatoren sind dafür verantwortlich, neue Blöcke vorzuschlagen und darüber abzustimmen. Der ausgewählte Validator schlägt einen Block vor und andere Validatoren überprüfen und validieren ihn. Validatoren werden dazu angehalten, ehrlich und effizient zu handeln, um Belohnungen zu verdienen und Strafen zu vermeiden. Checkpointing: Validatoren übermitteln regelmäßig Checkpoints an die Ethereum-Hauptkette, um die Sicherheit und Endgültigkeit der auf Polygon verarbeiteten Transaktionen sicherzustellen. Dies

bietet eine zusätzliche Sicherheitsebene, indem die Robustheit von Ethereum genutzt wird.

2. Delegatoren: Delegation: Token-Inhaber, die keinen Validierungsknoten betreiben möchten, können ihre MATIC-Token an vertrauenswürdige Validatoren delegieren. Delegatoren verdienen einen Teil der von den Validatoren verdienten Belohnungen, was sie dazu anregt, zuverlässige und leistungsfähige Validatoren auszuwählen. Geteilte Belohnungen: Von Validatoren verdiente Belohnungen werden mit Delegatoren geteilt, basierend auf dem Anteil der delegierten Token. Dieses System fördert eine breite Beteiligung und verbessert die Dezentralisierung des Netzwerks.

3. Wirtschaftliche Sicherheit: Slashing: Validatoren können durch einen Prozess namens Slashing bestraft werden, wenn sie sich böswillig verhalten oder ihre Aufgaben nicht ordnungsgemäß erfüllen. Dazu gehören Doppelsignaturen oder längere Offline-Zeiten. Slashing führt zum Verlust eines Teils der eingesetzten Token und wirkt als starke Abschreckung gegen unehrliche Handlungen. Bindungsanforderungen: Validatoren müssen eine erhebliche Menge an MATIC-Token binden, um am Konsensprozess teilzunehmen, um sicherzustellen, dass sie ein begründetes Interesse an der Aufrechterhaltung der Netzwerksicherheit und -integrität haben. Gebühren auf der Polygon-Blockchain

4. Transaktionsgebühren: Niedrige Gebühren: Einer der Hauptvorteile von Polygon sind die niedrigen Transaktionsgebühren im Vergleich zur Ethereum-Hauptkette. Die Gebühren werden in MATIC-Token bezahlt und sind so konzipiert, dass sie erschwinglich sind, um einen hohen Transaktionsdurchsatz und eine hohe Benutzerakzeptanz zu fördern. Dynamische Gebühren: Die Gebühren auf Polygon können je nach Netzwerküberlastung und Transaktionskomplexität variieren. Sie bleiben jedoch deutlich niedriger als die auf Ethereum, was Polygon zu einer attraktiven Option für Benutzer und Entwickler macht.

5. Smart-Contract-Gebühren: Bereitstellungs- und Ausführungskosten: Für die Bereitstellung und Interaktion mit Smart Contracts auf Polygon fallen Gebühren an, die auf den erforderlichen Rechenressourcen basieren. Diese Gebühren werden ebenfalls in MATIC-Token gezahlt und sind viel niedriger als bei Ethereum, sodass es für Entwickler kostengünstig ist, dezentrale Anwendungen (dApps) auf Polygon zu erstellen und zu warten.

6. Plasma-Framework: Statusübertragungen und -abhebungen: Das Plasma-Framework ermöglicht die Off-Chain-Verarbeitung von Transaktionen, die regelmäßig gebündelt und an die Ethereum-Hauptkette übermittelt werden. Die mit diesen Prozessen verbundenen Gebühren werden ebenfalls in MATIC-Token gezahlt und tragen dazu bei, die Gesamtkosten für die Nutzung des Netzwerks zu senken. Binance Smart Chain (BSC) verwendet den Proof of Staked Authority (PoSA)-Konsensmechanismus, um die Netzwerksicherheit zu gewährleisten und die Teilnahme von Validierern und Delegierern zu fördern.

Anreizmechanismen

1. Validierer: Staking-Belohnungen: Validierer müssen eine erhebliche Menge an BNB einsetzen, um am Konsensprozess teilzunehmen. Sie erhalten Belohnungen in Form von Transaktionsgebühren und Blockbelohnungen. Auswahlverfahren: Die Auswahl der Validierer erfolgt auf Grundlage der eingesetzten BNB-Menge und der von den Delegierern erhaltenen Stimmen. Je mehr BNB eingesetzt und je mehr Stimmen erhalten werden, desto höher sind die Chancen, für die Validierung von Transaktionen und die Erstellung neuer Blöcke ausgewählt zu werden.

2. Delegierer: Delegiertes Staking: Token-Inhaber können ihr BNB an Validierer delegieren. Diese Delegation erhöht den Gesamteinsatz des Validierers und verbessert seine Chancen, für die Erstellung von Blöcken ausgewählt zu werden. Geteilte Belohnungen: Delegierer verdienen einen Teil der Belohnungen, die die Validierer erhalten. Dies motiviert die Token-Inhaber, sich an der Sicherheit und Dezentralisierung des Netzwerks zu beteiligen, indem sie zuverlässige Validierer auswählen.

3. Kandidaten: Pool potenzieller Validierer: Kandidaten sind Knoten, die die erforderliche Menge an BNB eingesetzt haben und darauf warten, aktive Validierer zu

werden. Sie stellen sicher, dass immer ein ausreichender Pool an Knoten vorhanden ist, die bereit sind, Validierungsaufgaben zu übernehmen, wodurch die Netzwerkstabilität aufrechterhalten wird.

4. Wirtschaftliche Sicherheit: Kürzung: Validierer können für böswilliges Verhalten oder Nichterfüllung ihrer Pflichten bestraft werden. Zu den Strafen gehört die Kürzung eines Teils ihrer eingesetzten Token, um sicherzustellen, dass die Validierer im besten Interesse des Netzwerks handeln. Opportunitätskosten: Beim Staking müssen Validierer und Delegierer ihre BNB-Token sperren, was einen wirtschaftlichen Anreiz bietet, ehrlich zu handeln, um den Verlust ihrer eingesetzten Vermögenswerte zu vermeiden. Gebühren auf der Binance Smart Chain 5. Transaktionsgebühren: Niedrige Gebühren: BSC ist im Vergleich zu anderen Blockchain-Netzwerken für seine niedrigen Transaktionsgebühren bekannt. Diese Gebühren werden in BNB bezahlt und sind für die Aufrechterhaltung des Netzwerkbetriebs und die Vergütung der Validierer unerlässlich. Dynamische Gebührenstruktur: Die Transaktionsgebühren können je nach Netzwerküberlastung und Komplexität der Transaktionen variieren. BSC stellt jedoch sicher, dass die Gebühren deutlich niedriger bleiben als die im Ethereum-Mainnet.

6. Blockbelohnungen: Anreize für Validierer: Validierer erhalten zusätzlich zu den Transaktionsgebühren Blockbelohnungen. Diese Belohnungen werden an die Validierer für ihre Rolle bei der Aufrechterhaltung des Netzwerks und der Verarbeitung von Transaktionen verteilt.

7. Cross-Chain-Gebühren: Interoperabilitätskosten: BSC unterstützt Cross-Chain-Kompatibilität, sodass Vermögenswerte zwischen Binance Chain und Binance Smart Chain übertragen werden können. Diese Cross-Chain-Operationen verursachen nur minimale Gebühren, was nahtlose Vermögensübertragungen ermöglicht und das Benutzererlebnis verbessert.

8. Smart-Contract-Gebühren: Bereitstellungs- und Ausführungskosten: Für die Bereitstellung und Interaktion mit Smart Contracts auf BSC fallen Gebühren an, die auf den erforderlichen Rechenressourcen basieren. Diese Gebühren werden ebenfalls in BNB gezahlt und sind so konzipiert, dass sie kostengünstig sind und Entwickler ermutigen, auf der BSC-Plattform aufzubauen. Die Anreiz- und Gebührenmodelle der Gnosis Chain fördern sowohl die Teilnahme der Validatoren als auch die Netzwerkzugänglichkeit und verwenden ein Dual-Token-System, um niedrige Transaktionskosten und effektive Staking-Belohnungen aufrechtzuerhalten.

Anreizmechanismen: Staking-Belohnungen für Validatoren GNO-Belohnungen: Validatoren erhalten Staking-Belohnungen in GNO-Token für ihre Teilnahme am Konsens und die Sicherung des Netzwerks. Delegationsmodell: GNO-Inhaber, die keine Validierungsknoten betreiben, können ihre GNO-Token an Validierer delegieren, sodass diese an Staking-Belohnungen teilhaben und eine breitere Beteiligung an der Netzwerksicherheit gefördert wird. Dual-Token-Modell GNO: GNO wird für Staking, Governance und Validierer-Belohnungen verwendet und richtet langfristige Netzwerksicherheitsanreize an den wirtschaftlichen Interessen der Token-Inhaber aus.

xDai: Dient als primäre Transaktionswährung und bietet stabile und kostengünstige Transaktionen. Die Verwendung eines stabilen Tokens (xDai) für Gebühren minimiert die Volatilität und bietet vorhersehbare Kosten für Benutzer und Entwickler. Anwendbare Gebühren: Transaktionsgebühren in xDai Benutzer zahlen Transaktionsgebühren in xDai, dem stabilen Gebühren-Token, wodurch die Kosten erschwinglich und vorhersehbar werden. Dieses Modell eignet sich besonders für Hochfrequenzanwendungen und dApps, bei denen niedrige Transaktionsgebühren unerlässlich sind. xDai-Transaktionsgebühren werden als Teil ihrer Vergütung an die Validierer umverteilt, wodurch ihre Belohnungen an die Netzwerkaktivität angepasst werden. Belohnungen für delegiertes Staking Durch delegiertes Staking können GNO-Inhaber einen Anteil an Staking-Belohnungen verdienen, indem sie ihre Token an aktive Validierer

delegieren. Dies fördert die Benutzerbeteiligung an der Netzwerksicherheit, ohne dass eine direkte Beteiligung an Konsensoperationen erforderlich ist. Avalanche verwendet einen Konsensmechanismus namens Avalanche Consensus, der auf einer Kombination aus Validierern, Staking und einem neuartigen Konsensansatz beruht, um die Sicherheit und Integrität des Netzwerks zu gewährleisten. Validierer: Staking: Validierer im Avalanche-Netzwerk müssen AVAX-Token staken. Der eingesetzte Betrag beeinflusst ihre Wahrscheinlichkeit, ausgewählt zu werden, um neue Blöcke vorzuschlagen oder zu validieren. Belohnungen: Validierer verdienen Belohnungen für ihre Teilnahme am Konsensprozess. Diese Belohnungen sind proportional zur Menge des eingesetzten AVAX und ihrer Betriebszeit und Leistung bei der Validierung von Transaktionen. Delegation: Validierer können auch Delegationen von anderen Token-Inhabern akzeptieren. Delegierer teilen sich die Belohnungen basierend auf dem von ihnen delegierten Betrag, was kleinere Inhaber dazu anregt, indirekt an der Sicherung des Netzwerks teilzunehmen.

2. Wirtschaftliche Anreize:

Blockbelohnungen: Validierer erhalten Blockbelohnungen für das Vorschlagen und Validieren von Blöcken. Diese Belohnungen werden aus der inflationären Ausgabe von AVAX-Token durch das Netzwerk verteilt. Transaktionsgebühren: Validierer verdienen auch einen Teil der von Benutzern gezahlten Transaktionsgebühren. Dazu gehören Gebühren für einfache Transaktionen, Smart-Contract-Interaktionen und die Erstellung neuer Assets im Netzwerk.

3. Strafen: Slashing: Im Gegensatz zu einigen anderen PoS-Systemen setzt Avalanche kein Slashing (d. h. die Beschlagnahme von eingesetzten Token) als Strafe für Fehlverhalten ein. Stattdessen verlässt sich das Netzwerk auf den finanziellen Anreiz verlorener zukünftiger Belohnungen für Validierer, die nicht ständig online sind oder böswillig handeln.

o Verfügbarkeitsanforderungen: Validierer müssen eine hohe Verfügbarkeit aufrechterhalten und Transaktionen korrekt validieren, um weiterhin Belohnungen zu erhalten. Schlechte Leistung oder böswillige Handlungen führen zu verpassten Belohnungen und bieten einen starken wirtschaftlichen Anreiz, ehrlich zu handeln.

Gebühren auf der Avalanche-Blockchain

1. Transaktionsgebühren: Dynamische Gebühren: Die Transaktionsgebühren auf Avalanche sind dynamisch und variieren je nach Netzwerknachfrage und Komplexität der Transaktionen. Dadurch wird sichergestellt, dass die Gebühren fair und proportional zur Nutzung des Netzwerks bleiben. Gebührenverbrennung: Ein Teil der Transaktionsgebühren wird verbrannt und somit dauerhaft aus dem Verkehr gezogen. Dieser deflationäre Mechanismus hilft, die Inflation durch Blockbelohnungen auszugleichen und motiviert Token-Inhaber, indem er den Wert von AVAX im Laufe der Zeit potenziell erhöht.

2. Smart-Contract-Gebühren:

Ausführungskosten: Die Gebühren für die Bereitstellung und Interaktion mit Smart Contracts werden durch die erforderlichen Rechenressourcen bestimmt. Diese Gebühren stellen sicher, dass das Netzwerk effizient bleibt und die Ressourcen verantwortungsvoll genutzt werden.

3. Gebühren für die Erstellung von Vermögenswerten: Erstellung neuer Vermögenswerte: Für die Erstellung neuer Vermögenswerte (Token) im Avalanche-Netzwerk fallen Gebühren an. Diese Gebühren helfen, Spam zu verhindern und sicherzustellen, dass nur seriöse Projekte die Ressourcen des Netzwerks nutzen. Ethereum verwendet, insbesondere nach der Umstellung auf Ethereum 2.0 (Eth2), einen Proof-of-Stake (PoS)-Konsensmechanismus, um sein Netzwerk zu sichern. Die Anreize für Validierer und die Gebührenstrukturen spielen eine entscheidende Rolle bei der Aufrechterhaltung der Sicherheit und Effizienz der Blockchain.

Anreizmechanismen

1. Staking-Belohnungen: Validierer-Belohnungen: Validierer sind für den PoS-Mechanismus von entscheidender Bedeutung. Sie sind dafür verantwortlich, neue Blöcke vorzuschlagen und zu validieren. Um teilzunehmen, müssen sie mindestens 32 ETH einsetzen. Im Gegenzug erhalten sie Belohnungen für ihre Beiträge, die in ETH ausgezahlt

werden. Diese Belohnungen sind eine Kombination aus neu geprägten ETH und Transaktionsgebühren aus den Blöcken, die sie validieren. Belohnungsrate: Die Belohnungsrate für Validierer ist dynamisch und hängt von der Gesamtmenge der im Netzwerk eingesetzten ETH ab. Je mehr ETH eingesetzt werden, desto niedriger ist die individuelle Belohnungsrate und umgekehrt. Dies soll die Sicherheit des Netzwerks und den Anreiz zur Teilnahme ausbalancieren. 2. Transaktionsgebühren: Grundgebühr: Nach der Umsetzung des Ethereum Improvement Proposal (EIP) 1559 wurde das Transaktionsgebührenmodell dahingehend geändert, dass eine Grundgebühr enthalten ist, die verbrannt (d. h. aus dem Verkehr gezogen) wird. Diese Grundgebühr wird dynamisch basierend auf der Netzwerknachfrage angepasst, um die Transaktionsgebühren zu stabilisieren und die Volatilität zu verringern. Prioritätsgebühr (Trinkgeld): Benutzer können auch eine Prioritätsgebühr (Trinkgeld) einschließen, um Validierer zu motivieren, ihre Transaktionen schneller einzuschließen. Diese Gebühr geht direkt an die Validierer und bietet ihnen einen zusätzlichen Anreiz, Transaktionen effizient abzuwickeln. 3. Strafen für böswilliges Verhalten: Slashing: Validierer müssen mit Strafen (Slashing) rechnen, wenn sie böswilliges Verhalten an den Tag legen, z. B. doppelte Signaturen vornehmen oder falsche Informationen validieren. Slashing führt zum Verlust eines Teils ihrer eingesetzten ETH, wodurch böswillige Akteure abgeschreckt und sichergestellt wird, dass Validierer im besten Interesse des Netzwerks handeln. Inaktivitätsstrafen: Validierer müssen auch mit Strafen für längere Inaktivität rechnen. Dies stellt sicher, dass Validierer aktiv bleiben und sich für die Aufrechterhaltung der Sicherheit und des Betriebs des Netzwerks einsetzen. Auf der Ethereum-Blockchain geltende Gebühren 1. Gasgebühren: Berechnung: Gasgebühren werden auf Grundlage der Rechenkomplexität von Transaktionen und Smart-Contract-Ausführungen berechnet. Jeder Vorgang auf der Ethereum Virtual Machine (EVM) ist mit Gaskosten verbunden. Dynamische Anpassung: Die durch EIP-1559 eingeführte Grundgebühr wird dynamisch entsprechend der Netzwerküberlastung angepasst. Bei hoher Nachfrage nach Blockplatz steigt die Grundgebühr, bei geringer Nachfrage sinkt sie. 2. Gebühren für Smart Contracts: Bereitstellung und Interaktion: Die Bereitstellung eines Smart Contracts auf Ethereum ist mit der Zahlung von Gasgebühren verbunden, die proportional zur Komplexität und Größe des Vertrags sind. Auch die Interaktion mit bereitgestellten Smart Contracts (z. B. Ausführen von Funktionen, Übertragen von Token) verursacht Gasgebühren. Optimierungen: Entwickler werden dazu angeregt, ihre Smart Contracts zu optimieren, um den Gasverbrauch zu minimieren und Transaktionen für Benutzer kostengünstiger zu machen. 3. Gebühren für Vermögensübertragungen: Token-Übertragungen: Die Übertragung von ERC-20 oder anderen Token-Standards ist mit Gasgebühren verbunden. Diese Gebühren variieren je nach Vertragsimplementierung des Tokens und der aktuellen Netzwerknachfrage. Solana verwendet eine Kombination aus Proof of History (PoH) und Proof of Stake (PoS), um sein Netzwerk zu sichern und Transaktionen zu validieren. Hier ist eine detaillierte Erklärung der Anreizmechanismen und der geltenden Gebühren: Anreizmechanismen 4. Validatoren: Staking-Belohnungen: Validatoren werden basierend auf der Anzahl der SOL-Token ausgewählt, die sie eingesetzt haben. Sie erhalten Belohnungen für die Erstellung und Validierung von Blöcken, die in SOL verteilt werden. Je mehr Token eingesetzt werden, desto höher sind die Chancen, für die Validierung von Transaktionen und die Erstellung neuer Blöcke ausgewählt zu werden. Transaktionsgebühren: Validatoren verdienen einen Teil der Transaktionsgebühren, die von Benutzern für die Transaktionen gezahlt werden, die sie in die Blöcke aufnehmen. Dies bietet Validatoren einen zusätzlichen finanziellen Anreiz, Transaktionen effizient zu verarbeiten und die Integrität des Netzwerks aufrechtzuerhalten.

5. Delegatoren: Delegiertes Staking: Token-Inhaber, die keinen Validierungsknoten betreiben möchten, können ihre SOL-Token an einen Validator delegieren. Im Gegenzug haben Delegatoren Anteil an den von den Validatoren verdienten Belohnungen. Dies fördert eine breite Beteiligung an der Sicherung des Netzwerks und gewährleistet die Dezentralisierung.

6. Wirtschaftliche Sicherheit: Slashing: Validatoren können für böswilliges Verhalten bestraft werden, z. B. für die Erstellung ungültiger Blöcke oder häufiges Offline-Sein. Diese Strafe, bekannt als Slashing, beinhaltet den Verlust eines Teils ihrer eingesetzten Token. Slashing schreckt von unehrlichen Handlungen ab und stellt sicher, dass Validatoren im besten Interesse des Netzwerks handeln.

Opportunitätskosten: Indem sie SOL-Token einsetzen, sperren Validierer und Delegierer ihre Token, die andernfalls verwendet oder verkauft werden könnten. Diese Opportunitätskosten motivieren die Teilnehmer, ehrlich zu handeln, um Belohnungen zu erhalten und Strafen zu vermeiden.

Auf der Solana-Blockchain geltende Gebühren

7. Transaktionsgebühren: Niedrige und vorhersehbare Gebühren: Solana ist auf einen hohen Transaktionsdurchsatz ausgelegt, wodurch die Gebühren niedrig und vorhersehbar bleiben. Die durchschnittliche Transaktionsgebühr auf Solana ist im Vergleich zu anderen Blockchains wie Ethereum deutlich niedriger.

Gebührenstruktur: Gebühren werden in SOL bezahlt und dienen dazu, Validierer für die Ressourcen zu entschädigen, die sie für die Verarbeitung von Transaktionen aufwenden. Dazu gehören Rechenleistung und Netzwerkbandbreite.

8. Mietgebühren: Zustandsspeicher: Solana erhebt Mietgebühren für die Speicherung von Daten auf der Blockchain. Diese Gebühren sollen eine ineffiziente Nutzung des Zustandsspeichers verhindern und Entwickler dazu ermutigen, ungenutzten Zustand zu bereinigen. Mietgebühren helfen dabei, die Effizienz und Leistung des Netzwerks aufrechtzuerhalten.

9. Gebühren für Smart Contracts: Ausführungskosten: Ähnlich wie Transaktionsgebühren basieren die Gebühren für die Bereitstellung und Interaktion mit Smart Contracts auf Solana auf den erforderlichen Rechenressourcen. Dadurch wird sichergestellt, dass den Benutzern die von ihnen verbrauchten Ressourcen proportional in Rechnung gestellt werden.

Die Blockchain der Huobi Eco Chain (HECO) verwendet einen Hybrid-Proof-of-Stake (HPoS)-Konsensmechanismus, der Elemente von Proof-of-Stake (PoS) kombiniert, um die Transaktionseffizienz und Skalierbarkeit zu verbessern.

Anreizmechanismus: 1. Belohnungen für Validatoren: Validatoren werden basierend auf ihrem Anteil am Netzwerk ausgewählt. Sie verarbeiten Transaktionen und fügen Blöcke zur Blockchain hinzu. Validatoren erhalten Belohnungen in Form von Transaktionsgebühren für ihre Rolle bei der Aufrechterhaltung der Integrität der Blockchain.

2. Staking-Teilnahme: Benutzer können Huobi Token (HT) einsetzen, um Validatoren zu werden, oder ihre Token an bestehende Validatoren delegieren. Staking hilft, das Netzwerk zu sichern, und im Gegenzug erhalten die Teilnehmer einen Teil der Transaktionsgebühren als Belohnung.

Anfallende Gebühren: 1. Transaktionsgebühren (Gasgebühren): Benutzer zahlen Gasgebühren in HT-Token, um Transaktionen auszuführen und mit Smart Contracts im HECO-Netzwerk zu interagieren. Diese Gebühren entschädigen Validierer für die Verarbeitung und Validierung von Transaktionen.

2. Gebühren für die Ausführung von Smart Contracts: Für die Bereitstellung und Interaktion mit Smart Contracts fallen zusätzliche Gebühren an, die ebenfalls in HT-Token gezahlt werden. Diese Gebühren decken die Rechenressourcen ab, die zur Ausführung des Vertragscodes erforderlich sind.

Methodik der Berechnung des Gesamtverbrauchs

Der Energieverbrauch dieses Vermögenswerts wird über mehrere Komponenten hinweg aggregiert: Um den Energieverbrauch eines Tokens zu bestimmen, wird zunächst der

Energieverbrauch der Netzwerke near_protocol, polygon, binance_smart_chain, gnosis_chain, avalanche, ethereum, solana, huobi_heco_chain berechnet. Basierend zum Gasverbrauch des Krypto-Assets pro Netz wird der Anteil am Gesamtverbrauch des jeweiligen Netzes definiert, der diesem Asset zugewiesen wird.

Algorand

Konsens-Mechanismus

Die Algorand-Blockchain verwendet einen Konsensmechanismus namens Pure Proof-of-Stake (PPoS). Konsens beschreibt in diesem Zusammenhang die Methode, mit der Blöcke ausgewählt und an die Blockchain angehängt werden. Algorand verwendet eine verifizierbare Zufallsfunktion (VRF), um Leiter auszuwählen, die Blöcke für jede Runde vorschlagen. Nach dem Blockvorschlag wird ein pseudozufällig ausgewähltes Komitee von Wählern ausgewählt, um den Vorschlag zu bewerten. Wenn eine überwältigende Mehrheit dieser Stimmen von ehrlichen Teilnehmern stammt, wird der Block zertifiziert. Was diesen Algorithmus zu einem Pure Proof of Stake macht, ist, dass Benutzer basierend auf der Anzahl der Algos in ihren Konten für Komitees ausgewählt werden. Dieses System nutzt die zufällige Auswahl von Komitees, um eine hohe Leistung und Inklusivität innerhalb des Netzwerks aufrechtzuerhalten. Der Konsensprozess umfasst drei Phasen: 1. Vorschlagen: Ein Leiter schlägt einen neuen Block vor. 2. Soft Vote: Ein Komitee von Wählern bewertet den vorgeschlagenen Block. 3. Zertifizierungsabstimmung: Ein anderes Komitee zertifiziert den Block, wenn er die erforderliche Ehrlichkeitsschwelle erreicht.

Anreiz-Mechanismus und Gebühren

Der Konsensmechanismus von Algorand, Pure Proof-of-Stake (PPoS), beruht auf der Teilnahme von Token-Inhabern (Stakern), um die Sicherheit und Integrität des Netzwerks zu gewährleisten: 1. Teilnahmepremien: o Staking-Prämien: Benutzer, die am Konsensprotokoll teilnehmen, indem sie ihre ALGO-Token einsetzen, erhalten Prämien. Diese Prämien werden regelmäßig verteilt und sind proportional zur Menge des eingesetzten ALGO. Dies motiviert Benutzer, ihre Token zu halten und einzusetzen, was zur Netzwerksicherheit und -stabilität beiträgt. o Node-Teilnahmepremien: Validatoren, auch als Teilnahmeknoten bezeichnet, sind für das Vorschlagen und Abstimmen von Blöcken verantwortlich. Diese Knoten erhalten zusätzliche Prämien für ihre aktive Rolle bei der Aufrechterhaltung des Netzwerks. 2. Transaktionsgebühren: o Pauschalgebührenmodell: Algorand verwendet ein Pauschalgebührenmodell für Transaktionen, das Vorhersehbarkeit und Einfachheit gewährleistet. Die Standardtransaktionsgebühr bei Algorand ist sehr niedrig (ca. 0,001 ALGO pro Transaktion). Diese Gebühren werden von Benutzern bezahlt, damit ihre Transaktionen verarbeitet und in einen Block aufgenommen werden. o Umverteilung der Gebühren: Die erhobenen Transaktionsgebühren werden an die Teilnehmer des Netzwerks umverteilt. Dazu gehören Staker und Validatoren, was ihre Teilnahme weiter fördert und einen kontinuierlichen Netzwerkbetrieb sicherstellt. 3. Wirtschaftliche Sicherheit: o Token-Sperre: Um am Konsensmechanismus teilzunehmen, müssen Benutzer ihre ALGO-Token sperren. Dieser wirtschaftliche Einsatz fungiert als Sicherheitsleistung, die gekürzt (verwirkt) werden

kann, wenn der Teilnehmer böswillig handelt. Der potenzielle Verlust der eingesetzten Token schreckt von unehrlichem Verhalten ab und trägt zur Wahrung der Netzwerkintegrität bei.

Gebühren auf der Algorand-Blockchain

1. Transaktionsgebühren: o Algorand verwendet ein pauschales Transaktionsgebührenmodell. Die aktuelle Standardgebühr beträgt 0,001 ALGO pro Transaktion. Diese Gebühr ist im Vergleich zu anderen Blockchain-Netzwerken minimal und gewährleistet Erschwinglichkeit und Zugänglichkeit.
2. Gebühren für die Ausführung von Smart Contracts: o Die Gebühren für die Ausführung von Smart Contracts auf Algorand sind ebenfalls niedrig angelegt. Diese Gebühren basieren auf den Rechenressourcen, die zur Ausführung des Vertrags erforderlich sind, wodurch sichergestellt wird, dass den Benutzern nur die tatsächlich von ihnen verbrauchten Ressourcen in Rechnung gestellt werden.
3. Gebühren für die Erstellung von Assets: o Für die Erstellung neuer Assets (Token) in der Algorand-Blockchain fällt eine geringe Gebühr an. Diese Gebühr ist erforderlich, um Spam zu verhindern und sicherzustellen, dass im Netzwerk nur echte Assets erstellt und verwaltet werden.

Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs

Zur Berechnung der Energieverbräuche wird der sogenannte „Bottom-Up“-Ansatz verwendet. Dabei werden die Knoten als zentrale Größe für den Energieverbrauch des Netzes betrachtet. Diese Annahmen basieren auf empirischen Erkenntnissen durch die Verwendung von öffentlichen Informationsseiten, Open-Source-Crawlern und selbst entwickelten Crawlern. Die wichtigsten Einflussfaktoren für die Einschätzung der im Netzwerk eingesetzten Hardware sind die Anforderungen für den Betrieb der Client-Software. Der Energieverbrauch der Hardwaregeräte wurde in zertifizierten Testlaboren gemessen.

Avalanche AVAX

Konsens-Mechanismus

Das Avalanche-Blockchain-Netzwerk verwendet einen einzigartigen Proof-of-Stake-Konsensmechanismus namens Avalanche Consensus, der drei miteinander verbundene Protokolle umfasst: Snowball, Snowflake und Avalanche.

Avalanche-Konsensprozess

1. Snowball-Protokoll: o Zufallsstichprobe: Jeder Validierer zieht eine zufällige Stichprobe einer kleinen, konstanten Teilmenge anderer Validierer. Wiederholte Abfrage: Validierer fragen die ausgewählten Validierer wiederholt ab, um die bevorzugte Transaktion zu bestimmen. Vertrauenszähler: Validierer führen Vertrauenszähler für jede Transaktion und erhöhen sie jedes Mal, wenn ein ausgewählter Validierer ihre bevorzugte Transaktion unterstützt. Entscheidungsschwelle: Sobald der Vertrauenszähler eine vordefinierte Schwelle überschreitet, gilt die Transaktion als akzeptiert.
2. Snowflake-Protokoll: Binäre Entscheidung: Erweitert das Snowball-Protokoll durch Einbeziehung eines binären Entscheidungsprozesses. Validierer entscheiden zwischen zwei widersprüchlichen Transaktionen. Binäres Vertrauen: Vertrauenszähler werden verwendet, um die bevorzugte binäre Entscheidung zu verfolgen. Endgültigkeit: Wenn eine binäre Entscheidung ein bestimmtes Vertrauensniveau erreicht, wird sie endgültig.
3. Avalanche-Protokoll: DAG-Struktur: Verwendet eine DAG-Struktur (Directed Acyclic Graph), um Transaktionen zu organisieren, was eine parallele Verarbeitung und einen höheren Durchsatz ermöglicht. Reihenfolge der Transaktionen: Transaktionen

werden basierend auf ihren Abhängigkeiten zum DAG hinzugefügt, wodurch eine konsistente Reihenfolge gewährleistet wird. Konsens über DAG: Während die meisten Proof-of-Stake-Protokolle einen Byzantine Fault Tolerant (BFT)-Konsens verwenden, verwendet Avalanche den Avalanche-Konsens. Validierer erzielen durch wiederholtes Snowball- und Snowflake-Verfahren einen Konsens über die Struktur und den Inhalt des DAG.

Anreiz-Mechanismus und Gebühren

Avalanche verwendet einen Konsensmechanismus namens Avalanche Consensus, der auf einer Kombination aus Validierern, Staking und einem neuartigen Konsensansatz beruht, um die Sicherheit und Integrität des Netzwerks zu gewährleisten. Validierer: Staking: Validierer im Avalanche-Netzwerk müssen AVAX-Token einsetzen. Der eingesetzte Betrag beeinflusst ihre Wahrscheinlichkeit, ausgewählt zu werden, um neue Blöcke vorzuschlagen oder zu validieren. Belohnungen: Validierer erhalten Belohnungen für ihre Teilnahme am Konsensprozess. Diese Belohnungen sind proportional zur eingesetzten AVAX-Menge und ihrer Betriebszeit und Leistung bei der Validierung von Transaktionen. Delegation: Validierer können auch Delegationen von anderen Token-Inhabern akzeptieren. Delegierer teilen sich die Belohnungen basierend auf dem von ihnen delegierten Betrag, was kleinere Inhaber dazu anregt, indirekt an der Sicherung des Netzwerks teilzunehmen. 2. Wirtschaftliche Anreize: Blockbelohnungen: Validierer erhalten Blockbelohnungen für das Vorschlagen und Validieren von Blöcken. Diese Belohnungen werden aus der inflationären Ausgabe von AVAX-Token durch das Netzwerk verteilt. Transaktionsgebühren: Validierer verdienen auch einen Teil der von Benutzern gezahlten Transaktionsgebühren. Dazu gehören Gebühren für einfache Transaktionen, Smart-Contract-Interaktionen und die Erstellung neuer Assets im Netzwerk. 3. Strafen: Slashing: Anders als einige andere PoS-Systeme setzt Avalanche kein Slashing (also die Beschlagnahmung von eingesetzten Token) als Strafe für Fehlverhalten ein. Stattdessen verlässt sich das Netzwerk auf den finanziellen Anreiz verlorener zukünftiger Belohnungen für Validierer, die nicht durchgehend online sind oder böswillig handeln. o Verfügbarkeitsanforderungen: Validierer müssen eine hohe Verfügbarkeit aufrechterhalten und Transaktionen korrekt validieren, um weiterhin Belohnungen zu erhalten. Schlechte Leistung oder böswillige Aktionen führen zu verpassten Belohnungen und bieten so einen starken wirtschaftlichen Anreiz, ehrlich zu handeln. Gebühren auf der Avalanche-Blockchain 1. Transaktionsgebühren: Dynamische Gebühren: Die Transaktionsgebühren auf Avalanche sind dynamisch und variieren je nach Netzwerknachfrage und Komplexität der Transaktionen. Dadurch wird sichergestellt, dass die Gebühren fair und im Verhältnis zur Netzwerknutzung stehen. Gebührenvernichtung: Ein Teil der Transaktionsgebühren wird vernichtet und damit dauerhaft aus dem Verkehr gezogen. Dieser deflationäre Mechanismus hilft, die Inflation durch Blockbelohnungen auszugleichen und motiviert Token-Inhaber, indem er den Wert von AVAX im Laufe der Zeit potenziell steigert. 2. Smart-Contract-Gebühren: Ausführungskosten: Die Gebühren für die Bereitstellung und Interaktion mit Smart Contracts richten sich nach den erforderlichen Rechenressourcen. Diese Gebühren stellen sicher, dass das Netzwerk effizient bleibt und die Ressourcen verantwortungsvoll genutzt werden. 3. Gebühren für die Erstellung von Assets: Erstellung neuer Assets: Für die Erstellung neuer Assets (Token) im Avalanche-Netzwerk fallen Gebühren an. Diese Gebühren helfen, Spam zu verhindern und stellen sicher, dass nur seriöse Projekte die Ressourcen des Netzwerks nutzen.

Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs

Der Energieverbrauch dieses Assets wird über mehrere Komponenten aggregiert: Zur Berechnung der Energieverbräuche wird der sogenannte „Bottom-Up“-Ansatz verwendet. Dabei werden die Knoten als zentraler Faktor für den Energieverbrauch des Netzwerks betrachtet. Diese Annahmen werden auf Basis empirischer Erkenntnisse durch die Nutzung öffentlicher Informationsseiten, Open-Source-Crawler und selbst entwickelter Crawler getroffen. Die Hauptdeterminanten zur Schätzung der im Netzwerk verwendeten Hardware sind die Anforderungen für den Betrieb der Client-Software. Der Energieverbrauch der Hardwaregeräte wurde in zertifizierten Testlabors gemessen. Zur Ermittlung des Energieverbrauchs eines Tokens wird zunächst der Energieverbrauch der Avalanche des/der Netzwerks/Netzwerke berechnet. Basierend auf dem Gasverbrauch des Krypto-Assets pro Netzwerk wird der Anteil des Gesamtverbrauchs des jeweiligen Netzwerks definiert, der diesem Asset zugewiesen wird.

Weitere Angaben zum Energieverbrauch

Anteil erneuerbarer Energien (in%)	Energieintensität (in kWh)	Scope 1 DLT GHG Emissionen - controlled (intCO ² e)	Scope 1 DLT GHG Emissionen - erworben (intCO ² e)	GHG Intensität (in kgCO ² e)
16.3560400040	0.00089	0.00000	291.08362	0.00034

Haupt-Energiequellen und Methodiken

Zur Ermittlung des Anteils erneuerbarer Energien sollen die Standorte der Knotenpunkte anhand von öffentlichen Informationsseiten, Open-Source-Crawlern und eigenentwickelten Crawlern ermittelt werden. Liegen keine Informationen über die geographische Verteilung der Knoten vor, werden Referenznetzwerke verwendet, die hinsichtlich ihrer Incentivierungsstruktur und ihres Konsensmechanismus vergleichbar sind. Diese Geoinformationen werden mit öffentlichen Informationen der Europäischen Umweltagentur (EUA) zusammengeführt und somit ermittelt.

Haupt-GHG-Quellen und Methodiken

Zur Ermittlung der THG-Emissionen sollen die Standorte der Knotenpunkte mit Hilfe von öffentlichen Informationsseiten, Open-Source-Crawlern und eigenentwickelten Crawlern bestimmt werden. Liegen keine Informationen über die geographische Verteilung der Knoten vor, werden Referenznetzwerke verwendet, die hinsichtlich ihrer Incentivierungsstruktur und ihres Konsensmechanismus vergleichbar sind. Diese Geoinformationen werden mit öffentlichen Informationen der Europäischen Umweltagentur (EUA) zusammengeführt und somit ermittelt.

Bitcoin

Konsens-Mechanismus

Bitcoin ist in den folgenden Netzwerken vorhanden: Bitcoin, Lightning_Network. Das Bitcoin-Blockchain-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, Miner genannt, führen die Arbeit des Erstellens neuer Blöcke durch, 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 Zeichenfolge mit fester Größe, die zufällig erscheint.

Konsensprozess

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, einen Nonce zu finden, der, wenn er 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 ungefähr alle 10 Minuten abgebaut werden.

Proof of Work: Der Prozess zum Finden dieses Nonce ist rechenintensiv und erfordert viel Energie und Ressourcen. Sobald ein Miner einen gültigen Nonce findet, sendet er den neu abgebauten Block an das Netzwerk.

3. Blockvalidierung und -hinzufügung: Andere Knoten im Netzwerk überprüfen den neuen Block, um sicherzustellen, dass der Hash korrekt ist und dass alle Transaktionen innerhalb des Blocks gültig sind. Wenn der Block gültig ist, fügen 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 größten angesammelten Proof of Work) wird vom Netzwerk als gültige Kette betrachtet. Nodes arbeiten immer daran, die längste gültige Kette zu verlängern. Im Falle mehrerer gültiger Ketten (Forks) wird das Netzwerk die Fork schließlich auflösen, indem es weiter mint 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 diese Berichterstattung relevant ist. Würde man diese Transaktionen ausschließen, wären die entsprechenden Schätzungen bezüglich der Anzahl „pro Transaktion“ wesentlich höher.

Anreiz-Mechanismus und Gebühren

Bitcoin ist in den folgenden Netzwerken vorhanden: 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 geprägte Bitcoins: Miner werden durch Blockbelohnungen motiviert, die aus neu geschaffenen Bitcoins bestehen, die dem Miner verliehen werden, der erfolgreich einen neuen Block abbaut. Ursprünglich betrug die Blockbelohnung 50 BTC, aber sie halbiert sich alle 210.000 Blöcke (ungefähr alle vier Jahre) in einem Ereignis, das als „Halbierung“ bezeichnet wird. Halbierung und Knappheit: Der Halbierungsmechanismus stellt sicher, dass das Gesamtangebot an Bitcoin auf 21 Millionen begrenzt ist, was zu Knappheit führt und den Wert im Laufe der Zeit potenziell steigern kann.
2. Transaktionsgebühren: Benutzergebühren: Jede Transaktion beinhaltet eine vom Benutzer gezahlte Gebühr, um Miner zu motivieren, ihre Transaktion in einen Block aufzunehmen. Diese Gebühren sind entscheidend, insbesondere da die Blockbelohnung aufgrund der Halbierung mit der Zeit abnimmt. Gebührenmarkt: Transaktionsgebühren werden vom Markt bestimmt, auf dem Benutzer darum konkurrieren, dass ihre Transaktionen schnell verarbeitet werden. Höhere Gebühren führen normalerweise zu einer schnelleren Aufnahme in einen Block, insbesondere in Zeiten hoher Netzwerküberlastung. 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 diese Berichterstattung relevant ist. Würde man diese Transaktionen ausschließen, wären die entsprechenden Schätzungen bezüglich der Anzahl „pro Transaktion“ wesentlich höher.

Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs

Der Energieverbrauch dieses Assets wird über mehrere Komponenten aggregiert: Zur 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 gelten als zentraler Faktor für den Energieverbrauch des Netzwerks. Die Hardware wird auf Grundlage des Hash-Algorithmus des Konsensmechanismus vorselektiert: Scrypt. Auf Grundlage der Umsatz- und Kostenstruktur für den Mining-Betrieb wird eine aktuelle Rentabilitätsschwelle ermittelt. Nur Hardware über der Rentabilitätsschwelle wird für das Netzwerk berücksichtigt. Der Energieverbrauch des Netzwerks kann unter Berücksichtigung der Verteilung der Hardware, der Effizienzstufen für den Betrieb der Hardware und der On-Chain-Informationen zu den Umsatzmöglichkeiten der Miner ermittelt werden. Wenn eine signifikante Nutzung von Merge Mining bekannt ist, wird diese berücksichtigt. Zur Ermittlung des Energieverbrauchs eines Tokens wird zunächst der Energieverbrauch des/der Netzwerke(s) lightning_network berechnet. Basierend auf dem Gasverbrauch des Krypto-Assets pro Netzwerk wird der Anteil des Gesamtverbrauchs des jeweiligen Netzwerks definiert, der diesem Asset zugewiesen wird.

Weitere Angaben zum Energieverbrauch

Anteil erneuerbarer Energien (in%)	Energieintensität (in kWh)	Scope 1 DLT GHG Emissionen - controlled (intCO ² e)	Scope 1 DLT GHG Emissionen - erworben (intCO ² e)	GHG Intensität (in kgCO ² e)
15.1161113934	23.08246	0.00000	55879624.24233	9.55827

Haupt-Energiequellen und Methodiken

Zur Ermittlung des Anteils erneuerbarer Energien sollen die Standorte der Knotenpunkte anhand von öffentlichen Informationsseiten, Open-Source-Crawlern und eigenentwickelten Crawlern ermittelt werden. Liegen keine Informationen über die geographische Verteilung der Knoten vor, werden Referenznetzwerke verwendet, die hinsichtlich ihrer Incentivierungsstruktur und ihres Konsensmechanismus vergleichbar sind. Diese Geoinformationen werden mit öffentlichen Informationen der Europäischen Umweltagentur (EUA) zusammengeführt und somit ermittelt.

Haupt-GHG-Quellen und Methodiken

Zur Ermittlung der THG-Emissionen sollen die Standorte der Knotenpunkte mit Hilfe von öffentlichen Informationsseiten, Open-Source-Crawlern und eigenentwickelten Crawlern bestimmt werden. Liegen keine Informationen über die geographische Verteilung der Knoten vor, werden Referenznetzwerke verwendet, die hinsichtlich ihrer Incentivierungsstruktur und ihres Konsensmechanismus vergleichbar sind. Diese Geoinformationen werden mit öffentlichen Informationen der Europäischen Umweltagentur (EUA) zusammengeführt und somit ermittelt.

Bitcoin Cash

Konsens-Mechanismus

Bitcoin Cash ist in den folgenden Netzwerken vorhanden: bitcoin_cash, smart_bitcoin_cash
 Das Bitcoin Cash-Blockchain-Netzwerk verwendet einen Konsensmechanismus namens Proof of Work (PoW), um einen verteilten Konsens unter seinen Knoten zu erreichen. Es stammt aus der Bitcoin-Blockchain und hat daher dieselben Konsensmechanismen, jedoch mit einer größeren Blockgröße, was es stärker zentralisiert macht. Kernkonzepte
 1. Knoten und Miner: – Knoten: Knoten sind Computer, auf denen die Bitcoin Cash-Software läuft, die am Netzwerk teilnehmen, indem sie Transaktionen und Blöcke validieren. – Miner: Spezielle Knoten, Miner genannt, erstellen neue Blöcke, indem sie komplexe kryptografische Rätsel lösen.
 2. Blockchain: – Die Blockchain ist ein öffentliches Hauptbuch, das alle Bitcoin Cash-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 Cash verwendet die kryptografische Hash-Funktion SHA-256, um die Daten in Blöcken zu sichern. Eine Hash-Funktion verwendet Eingabedaten und erzeugt eine scheinbar zufällige Zeichenfolge mit fester Länge. Konsensprozess 5. 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 Netzwerkregeln entspricht, wie z. B. korrekte Signaturen und ausreichende Mittel. 6. Mining und Blockerstellung: - Nonce- und Hash-Puzzle: Miner konkurrieren darum, einen Nonce zu finden, der, wenn er 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 ungefähr alle 10 Minuten abgebaut werden. - Proof of Work: Der Prozess zum Finden dieses Nonce ist rechenintensiv und erfordert viel Energie und Ressourcen. Sobald ein Miner einen gültigen Nonce findet, sendet er den neu abgebauten Block an das Netzwerk. 7. Blockvalidierung und -hinzufügung: - Andere Knoten im Netzwerk überprüfen den neuen Block, um sicherzustellen, dass der Hash korrekt ist und dass 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. 8. Kettenkonsens: - Die längste Kette (die Kette mit dem größten angesammelten Arbeitsnachweis) wird vom Netzwerk als die gültige Kette betrachtet. Die Knoten arbeiten immer daran, die längste gültige Kette zu verlängern. - Im Fall mehrerer gültiger Ketten (Forks) wird das Netzwerk den Fork schließlich auflösen, indem es weiter mint und eine Kette verlängert, bis sie länger wird. Smart Bitcoin Cash (SmartBCH) fungiert als Sidechain von Bitcoin Cash (BCH) und nutzt einen hybriden Konsensmechanismus, der Proof of Work (PoW)-Kompatibilität und validatorbasierte Validierung kombiniert. Kernkomponenten: Proof of Work-Kompatibilität: SmartBCH verlässt sich für Abwicklung und Sicherheit auf den PoW von Bitcoin Cash und gewährleistet so eine robuste Integration mit der Hauptkette von BCH. SHA-256-Algorithmus: Verwendet denselben SHA-256-Hashing-Algorithmus wie Bitcoin Cash und ermöglicht so Kompatibilität mit vorhandener Mining-Hardware und -Infrastruktur. Konsens über Validatoren: Transaktionen innerhalb von SmartBCH werden von einer Reihe von Validatoren validiert, die auf der Grundlage von Staking und Betriebseffizienz ausgewählt werden. Dieser hybride Ansatz kombiniert die Hash-Leistung von PoW mit einem validatorbasierten Modell, um Skalierbarkeit und Flexibilität zu verbessern.

Anreiz-Mechanismus und Gebühren

Bitcoin Cash ist in den folgenden Netzwerken vorhanden: bitcoin_cash, smart_bitcoin_cash. Die Bitcoin Cash-Blockchain basiert auf einem Proof-of-Work (PoW)-Konsensmechanismus mit Anreizen und Gebührenstrukturen, die die Miner und die Nachhaltigkeit des gesamten Netzwerks unterstützen sollen: Anreizmechanismus: 1. Blockbelohnungen: o Neu geprägte Bitcoins: Miner erhalten eine Blockbelohnung, die aus neu erstellten Bitcoins für das erfolgreiche Mining eines neuen Blocks besteht. Ursprünglich betrug die Belohnung 50 BCH, aber sie halbiert sich ungefähr alle vier Jahre in einem als „Halbierung“ bezeichneten Ereignis. o Halbierung und Knappheit: Die Halbierung stellt sicher, dass das Gesamtangebot an Bitcoin Cash auf 21 Millionen BCH begrenzt ist, wodurch eine Knappheit entsteht, die den Wert im Laufe der Zeit steigern könnte. 2. Transaktionsgebühren: o Benutzergebühren: Jede Transaktion beinhaltet eine von den Benutzern gezahlte Gebühr, die die Miner dazu

anregt, die Transaktion in einen neuen Block aufzunehmen. Dieser Gebührenmarkt wird zunehmend wichtiger, da die Blockbelohnungen aufgrund der Halbierungsereignisse im Laufe der Zeit abnehmen. o Gebührenmarkt: Transaktionsgebühren sind marktgetrieben, wobei Benutzer darum konkurrieren, ihre Transaktionen schnell einzubinden. Höhere Gebühren führen zu einer schnelleren Transaktionsverarbeitung, insbesondere in Zeiten hoher Netzwerküberlastung. Anwendbare Gebühren: 1. Transaktionsgebühren: o Bitcoin Cash-Transaktionen erfordern eine geringe Gebühr, die in BCH bezahlt wird und von der Größe der Transaktion und der Netzwerknachfrage zu diesem Zeitpunkt abhängt. Diese Gebühren sind für den weiteren Betrieb des Netzwerks von entscheidender Bedeutung, insbesondere da die Blockbelohnungen aufgrund von Halbierungen im Laufe der Zeit abnehmen. 2. Gebührenstruktur bei hoher Nachfrage: o In Zeiten hoher Überlastung können Benutzer ihre Transaktionsgebühren erhöhen, um ihre Transaktionen für eine schnellere Verarbeitung zu priorisieren. Die Gebührenstruktur stellt sicher, dass Miner einen Anreiz erhalten, Transaktionen mit höheren Gebühren zu priorisieren. Das Anreizmodell von SmartBCH ermutigt Validierer und Netzwerkteilnehmer, die Sidechain zu sichern und Transaktionen effizient zu verarbeiten. Anreizmechanismen: Belohnungen für Validierer: Validierer werden für ihre Rolle bei der Validierung von Transaktionen und der Aufrechterhaltung des Netzwerks mit einem Anteil der Transaktionsgebühren belohnt. Wirtschaftliche Ausrichtung: Das System motiviert Validierer, im besten Interesse des Netzwerks zu handeln, sorgt für Stabilität und fördert die Akzeptanz durch wirtschaftliche Ausrichtung. Anfallende Gebühren: Transaktionsgebühren: Gebühren für Transaktionen auf SmartBCH werden in BCH bezahlt, was eine nahtlose Integration in das Bitcoin Cash-Ökosystem gewährleistet.

Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs

Der Energieverbrauch dieses Assets wird über mehrere Komponenten aggregiert: 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 gelten als zentraler Faktor für den Energieverbrauch des Netzwerks. Die Hardware wird auf Grundlage des Hash-Algorithmus des Konsensmechanismus vorselektiert: Scrypt. Eine aktuelle Rentabilitätsschwelle wird auf Grundlage der Umsatz- und Kostenstruktur für den Mining-Betrieb ermittelt. Nur Hardware über der Rentabilitätsschwelle wird für das Netzwerk berücksichtigt. Der Energieverbrauch des Netzwerks kann unter Berücksichtigung der Verteilung der Hardware, der Effizienzstufen für den Betrieb der Hardware und der On-Chain-Informationen zu den Umsatzmöglichkeiten der Miner ermittelt werden. Wenn eine signifikante Nutzung von Merge Mining bekannt ist, wird dies berücksichtigt. Für die Berechnung des Energieverbrauchs wird der sogenannte „Bottom-up“-Ansatz verwendet. Die Knoten gelten als zentraler Faktor für den Energieverbrauch des Netzwerks. Diese Annahmen basieren auf empirischen Erkenntnissen durch die Nutzung öffentlicher Informationsseiten, Open-Source-Crawler und selbst entwickelter Crawler. Die wichtigsten Einflussfaktoren für die Schätzung der im Netzwerk verwendeten Hardware sind die Anforderungen für den Betrieb der Client-Software. Der Energieverbrauch der Hardwaregeräte wurde in zertifizierten Testlaboren gemessen.

Weitere Angaben zum Energieverbrauch

Anteil erneuerbarer Energien (in%)	Energieintensität (in kWh)	Scope 1 DLT GHG Emissionen - controlled (intCO ² e)	Scope 1 DLT GHG Emissionen - erworben (intCO ² e)	GHG Intensität (in kgCO ² e)
15.1161113934	0.13804	0.00000	319724.99970	0.05687

Haupt-Energiequellen und Methodiken

Zur Ermittlung des Anteils erneuerbarer Energien sollen die Standorte der Knotenpunkte mithilfe öffentlicher Informationsseiten, Open-Source-Crawlern und selbstentwickelter Crawler ermittelt werden. Liegen keine Informationen zur geografischen Verteilung der Knotenpunkte vor, werden Referenznetze verwendet, die hinsichtlich ihrer Anreizstruktur und ihres Konsensmechanismus vergleichbar sind. Diese Geoinformationen werden mit öffentlichen Informationen der Europäischen Umweltagentur (EUA) zusammengeführt und so ermittelt.

Haupt-GHG-Quellen und Methodiken

Zur Ermittlung der THG-Emissionen sollen die Standorte der Knotenpunkte mithilfe öffentlicher Informationsseiten, Open-Source-Crawlern und selbstentwickelter Crawler ermittelt werden. Liegen keine Informationen zur geografischen Verteilung der Knotenpunkte vor, werden Referenznetze verwendet, die hinsichtlich ihrer Anreizstruktur und ihres Konsensmechanismus vergleichbar sind. Diese Geoinformationen werden mit öffentlichen Informationen der Europäischen Umweltagentur (EUA) zusammengeführt und so ermittelt.

Cardano ADA

Konsens-Mechanismus

Cardano ADA ist in den folgenden Netzwerken vorhanden: binance_smart_chain, cardano. Binance Smart Chain (BSC) verwendet einen hybriden Konsensmechanismus namens Proof of Staked Authority (PoSA), der Elemente von Delegated Proof of Stake (DPoS) und Proof of Authority (PoA) kombiniert. Diese Methode gewährleistet schnelle Blockzeiten und niedrige Gebühren bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung eines gewissen Maßes an Dezentralisierung und Sicherheit. Kernkomponenten 1. Validatoren (sogenannte „Kabinettsmitglieder“): Validatoren auf BSC sind für die Erstellung neuer Blöcke, die Validierung von Transaktionen und die Aufrechterhaltung der Netzwerksicherheit verantwortlich. Um Validator zu werden, muss eine Entität eine erhebliche Menge an BNB (Binance Coin) einsetzen. Validatoren werden durch Staking und Abstimmung durch Token-Inhaber ausgewählt. Es gibt zu jedem Zeitpunkt 21 aktive Validatoren, die rotieren, um Dezentralisierung und Sicherheit zu gewährleisten. 2. Delegatoren: Token-Inhaber, die keine Validator-knoten betreiben möchten, können ihre BNB-Token an Validatoren delegieren. Diese Delegation hilft Validatoren, ihren

Einsatz zu erhöhen und verbessert ihre Chancen, für die Erstellung von Blöcken ausgewählt zu werden. Delegatoren verdienen einen Anteil der Belohnungen, die Validatoren erhalten, was eine breite Beteiligung an der Netzwerksicherheit fördert.

3. Kandidaten: Kandidaten sind Knoten, die die erforderliche Menge an BNB eingesetzt haben und im Pool darauf warten, Validatoren zu werden. Sie sind im Wesentlichen potenzielle Validatoren, die derzeit nicht aktiv sind, aber durch Community-Abstimmung in den Validatoren-Satz gewählt werden können. Kandidaten spielen eine entscheidende Rolle dabei, sicherzustellen, dass immer ein ausreichender Pool an Knoten vorhanden ist, die bereit sind, Validierungsaufgaben zu übernehmen, wodurch die Widerstandsfähigkeit und Dezentralisierung des Netzwerks aufrechterhalten wird.

Konsensprozess

4. Auswahl der Validatoren: Die Validatoren werden basierend auf der Menge an eingesetztem BNB und den von den Delegatoren erhaltenen Stimmen ausgewählt. Je mehr BNB eingesetzt und Stimmen erhalten wurden, desto höher ist die Chance, für die Validierung von Transaktionen und die Erstellung neuer Blöcke ausgewählt zu werden. Der Auswahlprozess umfasst sowohl die aktuellen Validatoren als auch den Kandidatenpool und gewährleistet eine dynamische und sichere Rotation der Knoten.

5. Blockproduktion: Die ausgewählten Validatoren produzieren abwechselnd Blöcke in einer PoA-ähnlichen Weise und stellen so sicher, dass Blöcke schnell und effizient generiert werden. Validatoren validieren Transaktionen, fügen sie neuen Blöcken hinzu und senden diese Blöcke an das Netzwerk.

6. Endgültigkeit der Transaktionen: BSC erreicht schnelle Blockzeiten von etwa 3 Sekunden und eine schnelle Endgültigkeit der Transaktionen. Dies wird durch den effizienten PoSA-Mechanismus erreicht, der es Validatoren ermöglicht, schnell einen Konsens zu erzielen. Sicherheit und wirtschaftliche Anreize

7. Staking: Validatoren müssen eine beträchtliche Menge BNB einsetzen, die als Sicherheit dient, um ihr ehrliches Verhalten sicherzustellen. Dieser eingesetzte Betrag kann gekürzt werden, wenn Validatoren böswillig handeln. Staking motiviert Validatoren, im besten Interesse des Netzwerks zu handeln, um den Verlust ihrer eingesetzten BNB zu vermeiden.

8. Delegation und Belohnungen: Delegatoren erhalten Belohnungen proportional zu ihrem Einsatz an Validatoren. Dies motiviert sie, zuverlässige Validatoren auszuwählen und an der Sicherheit des Netzwerks teilzunehmen. Validatoren und Delegatoren teilen sich Transaktionsgebühren als Belohnung, was kontinuierliche wirtschaftliche Anreize bietet, die Netzwerksicherheit und -leistung aufrechtzuerhalten.

9. Transaktionsgebühren: BSC verwendet niedrige Transaktionsgebühren, die in BNB bezahlt werden, was es für Benutzer kostengünstig macht. Diese Gebühren werden von den Validierern als Teil ihrer Belohnung erhoben, was sie zusätzlich dazu anregt, Transaktionen genau und effizient zu validieren.

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

1. Proof of Stake (PoS): Validierer (sogenannte Slot-Leader) werden anhand der Menge an ADA ausgewählt, die sie eingesetzt haben, anstatt komplexe Rechenrätsel zu lösen. Validierer schlagen Blöcke vor und validieren sie, die 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, um Blöcke zu validieren und vorzuschlagen. Slot-Leader werden zufällig anhand der Menge an ADA ausgewählt, die eingesetzt wurde. Mehr Einsatz erhöht die Wahrscheinlichkeit, ausgewählt zu werden. Die Validierer sind dafür verantwortlich, Transaktionen während ihres Slots zu bestätigen und den Block an den nächsten Slot-Leader weiterzugeben.

3. Delegation 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 Poolbetreiber und

die Delegierer teilen die Belohnungen basierend auf ihren Einsätzen. 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 Widerstand gegen Gegner: Ouroboros gewährleistet Sicherheit auch bei potenziellen Angriffen. Es geht davon aus, dass Gegner versuchen könnten, alternative Ketten zu verbreiten oder beliebige 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 Kettenendgültigkeit vor Manipulationsversuchen geschützt ist. Dieser Mechanismus ermöglicht es den Teilnehmern auch, vorübergehend offline zu gehen und sich neu zu synchronisieren, solange die Verbindung nicht länger als die Abwicklungsverzögerungszeit getrennt ist. 5. Kettenauswahl: Die Knoten von Cardano übernehmen die Regel der längsten gültigen Kette: Jeder Knoten speichert eine lokale Kopie der Blockchain und ersetzt sie durch jede erkannte gültige, längere Kette. Dadurch wird sichergestellt, dass alle Knoten schließlich auf einer einzigen Version der Blockchain zusammenlaufen und die Netzwerkkonsistenz gewahrt bleibt.

Anreiz-Mechanismus und Gebühren

Cardano ADA ist in den folgenden Netzwerken vorhanden: binance_smart_chain, cardano. Binance Smart Chain (BSC) verwendet den Konsensmechanismus Proof of Staked Authority (PoSA), um die Netzwerksicherheit zu gewährleisten und die Teilnahme von Validierern und Delegierern zu fördern. Anreizmechanismen 1. Validierer: Staking-Belohnungen: Validierer müssen eine erhebliche Menge an BNB einsetzen, um am Konsensprozess teilzunehmen. Sie erhalten Belohnungen in Form von Transaktionsgebühren und Blockbelohnungen. Auswahlprozess: Validierer werden basierend auf der Menge an eingesetztem BNB und den von Delegierern erhaltenen Stimmen ausgewählt. Je mehr BNB eingesetzt und Stimmen erhalten werden, desto höher sind die Chancen, für die Validierung von Transaktionen und die Erstellung neuer Blöcke ausgewählt zu werden. 2. Delegierer: Delegiertes Staking: Token-Inhaber können ihr BNB an Validierer delegieren. Diese Delegation erhöht den Gesamteinsatz des Validierers und verbessert seine Chancen, für die Erstellung von Blöcken ausgewählt zu werden. Geteilte Belohnungen: Delegierer verdienen einen Teil der Belohnungen, die Validierer erhalten. Dies motiviert Token-Inhaber, sich an der Sicherheit und Dezentralisierung des Netzwerks zu beteiligen, indem sie zuverlässige Validierer auswählen. 3. Kandidaten: Pool potenzieller Validierer: Kandidaten sind Knoten, die die erforderliche Menge an BNB eingesetzt haben und darauf warten, aktive Validierer zu werden. Sie stellen sicher, dass immer ein ausreichender Pool an Knoten vorhanden ist, die bereit sind, Validierungsaufgaben zu übernehmen, wodurch die Netzwerkstabilität erhalten bleibt. 4. Wirtschaftliche Sicherheit: Kürzung: Validierer können für böswilliges Verhalten oder Nichterfüllung ihrer Pflichten bestraft werden. Zu den Strafen gehört die Kürzung eines Teils ihrer eingesetzten Token, um sicherzustellen, dass die Validierer im besten Interesse des Netzwerks handeln. Opportunitätskosten: Beim Staking müssen Validierer und Delegierer ihre BNB-Token sperren, was einen wirtschaftlichen Anreiz bietet, ehrlich zu handeln, um den Verlust ihrer eingesetzten Vermögenswerte zu vermeiden. Gebühren auf der Binance Smart Chain 5. Transaktionsgebühren: Niedrige Gebühren: BSC ist im Vergleich zu anderen

Blockchain-Netzwerken für seine niedrigen Transaktionsgebühren bekannt. Diese Gebühren werden in BNB gezahlt und sind für die Aufrechterhaltung des Netzwerkbetriebs und die Vergütung der Validierer unerlässlich. Dynamische Gebührenstruktur: Transaktionsgebühren können je nach Netzwerküberlastung und Komplexität der Transaktionen variieren. BSC stellt jedoch sicher, dass die Gebühren deutlich niedriger bleiben als die im Ethereum-Mainnet.

6. Blockbelohnungen: Anreize für Validierer: Validierer erhalten zusätzlich zu den Transaktionsgebühren Blockbelohnungen. Diese Belohnungen werden an Validierer für ihre Rolle bei der Aufrechterhaltung des Netzwerks und der Verarbeitung von Transaktionen verteilt.

7. Cross-Chain-Gebühren: Interoperabilitätskosten: BSC unterstützt Cross-Chain-Kompatibilität, sodass Vermögenswerte zwischen Binance Chain und Binance Smart Chain übertragen werden können. Diese Cross-Chain-Operationen verursachen nur minimale Gebühren, was nahtlose Vermögensübertragungen ermöglicht und die Benutzererfahrung verbessert.

8. Smart-Contract-Gebühren: Bereitstellungs- und Ausführungskosten: Für die Bereitstellung und Interaktion mit Smart Contracts auf BSC fallen Gebühren an, die auf den erforderlichen Rechenressourcen basieren. Diese Gebühren werden ebenfalls in BNB gezahlt und sind so konzipiert, dass sie kostengünstig sind und Entwickler ermutigen, auf der BSC-Plattform aufzubauen.

Cardano verwendet Anreizmechanismen, um die Netzwerksicherheit und Dezentralisierung durch Staking-Belohnungen, Slashing-Mechanismen und Transaktionsgebühren sicherzustellen.

Anreizmechanismen zur Sicherung von Transaktionen:

1. Staking-Belohnungen: - Validatoren, sogenannte Slot-Leader, sichern das Netzwerk, indem sie Transaktionen validieren und neue Blöcke erstellen. Um teilzunehmen, müssen Validatoren ADA staken, und diejenigen mit größeren Einsätzen werden eher als Slot-Leader ausgewählt. - Validatoren werden für die erfolgreiche Erstellung von Blöcken und Validierung von Transaktionen mit neu geprägten ADA und Transaktionsgebühren belohnt. - Delegatoren, die möglicherweise keinen Validator-Knoten betreiben möchten, können ihre ADA an Staking-Pools delegieren. Auf diese Weise tragen sie zur Sicherheit des Netzwerks bei und verdienen einen Anteil der vom Pool verdienten Belohnungen. Die Belohnungen werden proportional zur Menge 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 erstellen, müssen mit Strafen rechnen, die die Kürzung eines Teils ihrer eingesetzten ADA beinhalten. - Dies bietet den Validierern 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 zu pflegen. Dazu gehören die von den Poolbetreibern festgelegten Fixkosten. Delegierer erhalten Belohnungen nach Abzug der Poolgebühren, was sowohl für Betreiber als auch Delegierer einen ausgewogenen Anreiz darstellt, aktiv teilzunehmen. - Belohnungen werden am Ende jeder Epoche verteilt, wobei die Leistung und Teilnahme des Staking-Pools die Verteilung der ADA-Belohnungen an alle Beteiligten bestimmen.

Anfallende Gebühren:

1. Transaktionsgebühren: - Transaktionsgebühren auf Cardano werden in ADA bezahlt und sind im Allgemeinen niedrig. Sie werden anhand der Transaktionsgröße und der aktuellen Nachfrage des Netzwerks berechnet. Diese Gebühren werden den Validierern für die Aufnahme von Transaktionen in neue Blöcke gezahlt. - Die Gebührenformel lautet: $a + b \times \text{Größe}$, wobei a eine Konstante (normalerweise 0,155381 ADA), b ein Koeffizient in Bezug auf die Transaktionsgröße (0,000043946 ADA/Byte) und Größe die Transaktionsgröße in Bytes ist. Dadurch wird sichergestellt, dass sich die Gebühr basierend auf der Netzwerkklast und der Größe jeder Transaktion anpasst.
2. Staking-Pool-Gebühren: - Staking-Pool-Betreiber erheben

Betriebskosten und eine Margin-Gebühr, die die Kosten für den Betrieb und die Wartung des Staking-Pools deckt. Diese Gebühren variieren zwischen den Pools, stellen jedoch sicher, dass die Betreiber weiterhin ihre Dienste anbieten und gleichzeitig den Delegierenden Belohnungen anbieten können. - Nach der Betreibergebühr werden die verbleibenden Belohnungen basierend auf der Größe ihres Einsatzes unter den Delegierenden verteilt.

Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs

Der Energieverbrauch dieses Assets wird über mehrere Komponenten aggregiert: Zur Berechnung der Energieverbräuche wird der sogenannte „Bottom-up“-Ansatz verwendet. Die Knoten werden als zentraler Faktor für den Energieverbrauch des Netzwerks betrachtet. Diese Annahmen werden auf der Grundlage empirischer Erkenntnisse durch die Verwendung öffentlicher Informationsseiten, Open-Source-Crawler und selbst entwickelter Crawler getroffen. Die Hauptdeterminanten zur Schätzung der im Netzwerk verwendeten Hardware sind die Anforderungen für den Betrieb der Client-Software. Der Energieverbrauch der Hardwaregeräte wurde in zertifizierten Testlabors gemessen. Um den Energieverbrauch eines Tokens zu bestimmen, wird zunächst der Energieverbrauch des/der Netzwerk(e) binance_smart_chain berechnet. Basierend auf dem Gasverbrauch des Krypto-Assets pro Netzwerk wird der Anteil des Gesamtverbrauchs des jeweiligen Netzwerks definiert, der diesem Asset zugewiesen wird.

Weitere Angaben zum Energieverbrauch

Anteil erneuerbarer Energien (in%)	Energieintensität (in kWh)	Scope 1 DLT GHG Emissionen - controlled (intCO ² e)	Scope 1 DLT GHG Emissionen - erworben (intCO ² e)	GHG Intensität (in kgCO ² e)
17.2043909674	0.00016	0.00000	273.81815	0.00005

Haupt-Energiequellen und Methodiken

Zur Ermittlung des Anteils erneuerbarer Energien sollen die Standorte der Knotenpunkte anhand von öffentlichen Informationsseiten, Open-Source-Crawlern und eigenentwickelten Crawlern ermittelt werden. Liegen keine Informationen über die geographische Verteilung der Knoten vor, werden Referenznetzwerke verwendet, die hinsichtlich ihrer Incentivierungsstruktur und ihres Konsensmechanismus vergleichbar sind. Diese Geoinformationen werden mit öffentlichen Informationen der Europäischen Umweltagentur (EUA) zusammengeführt und somit ermittelt.

Haupt-GHG-Quellen und Methodiken

Zur Ermittlung der GHG-Emissionen sollen die Standorte der Knotenpunkte mit Hilfe von öffentlichen Informationsseiten, Open-Source-Crawlern und eigenentwickelten Crawlern

bestimmt werden. Liegen keine Informationen über die geographische Verteilung der Knoten vor, werden Referenznetzwerke verwendet, die hinsichtlich ihrer Incentivierungsstruktur und ihres Konsensmechanismus vergleichbar sind. Diese Geoinformationen werden mit öffentlichen Informationen der Europäischen Umweltagentur (EUA) zusammengeführt und somit ermittelt.

ChainLink-Token

Konsens-Mechanismus

ChainLink Token ist in den folgenden Netzwerken vorhanden: binance_smart_chain, ethereum. Binance Smart Chain (BSC) verwendet einen hybriden Konsensmechanismus namens Proof of Staked Authority (PoSA), der Elemente von Delegated Proof of Stake (DPoS) und Proof of Authority (PoA) kombiniert. Diese Methode gewährleistet schnelle Blockzeiten und niedrige Gebühren bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung eines gewissen Maßes an Dezentralisierung und Sicherheit. Kernkomponenten

1. Validatoren (sogenannte „Kabinettsmitglieder“): Validatoren auf BSC sind für die Erstellung neuer Blöcke, die Validierung von Transaktionen und die Aufrechterhaltung der Netzwerksicherheit verantwortlich. Um Validator zu werden, muss eine Entität eine erhebliche Menge an BNB (Binance Coin) einsetzen. Validatoren werden durch Staking und Abstimmung durch Token-Inhaber ausgewählt. Es gibt zu jedem Zeitpunkt 21 aktive Validatoren, die rotieren, um Dezentralisierung und Sicherheit zu gewährleisten.
2. Delegatoren: Token-Inhaber, die keine Validator-knoten betreiben möchten, können ihre BNB-Token an Validatoren delegieren. Diese Delegation hilft Validatoren, ihren Einsatz zu erhöhen und verbessert ihre Chancen, für die Erstellung von Blöcken ausgewählt zu werden. Delegatoren verdienen einen Anteil der Belohnungen, die Validatoren erhalten, was eine breite Beteiligung an der Netzwerksicherheit fördert.
3. Kandidaten: Kandidaten sind Knoten, die die erforderliche Menge an BNB eingesetzt haben und im Pool darauf warten, Validatoren zu werden. Sie sind im Wesentlichen potenzielle Validatoren, die derzeit nicht aktiv sind, aber durch Community-Abstimmung in den Validatoren-Satz gewählt werden können. Kandidaten spielen eine entscheidende Rolle dabei, sicherzustellen, dass immer ein ausreichender Pool an Knoten vorhanden ist, die bereit sind, Validierungsaufgaben zu übernehmen, wodurch die Widerstandsfähigkeit und Dezentralisierung des Netzwerks aufrechterhalten wird.
4. Auswahl der Validatoren: Die Validatoren werden basierend auf der Menge an eingesetztem BNB und den von den Delegatoren erhaltenen Stimmen ausgewählt. Je mehr BNB eingesetzt und Stimmen erhalten wurden, desto höher ist die Chance, für die Validierung von Transaktionen und die Erstellung neuer Blöcke ausgewählt zu werden. Der Auswahlprozess umfasst sowohl die aktuellen Validatoren als auch den Kandidatenpool und gewährleistet eine dynamische und sichere Rotation der Knoten.
5. Blockproduktion: Die ausgewählten Validatoren produzieren abwechselnd Blöcke in einer PoA-ähnlichen Weise und stellen so sicher, dass Blöcke schnell und effizient generiert werden. Validatoren validieren Transaktionen, fügen sie neuen Blöcken hinzu und senden diese Blöcke an das Netzwerk.
6. Endgültigkeit der Transaktionen: BSC erreicht schnelle Blockzeiten von etwa 3 Sekunden und eine schnelle Endgültigkeit der Transaktionen. Dies wird durch den effizienten PoSA-Mechanismus erreicht, der es Validatoren ermöglicht, schnell einen Konsens zu erzielen. Sicherheit und wirtschaftliche Anreize
7. Staking: Validatoren müssen eine beträchtliche Menge BNB einsetzen, die als Sicherheit dient, um ihr ehrliches Verhalten sicherzustellen. Dieser eingesetzte Betrag kann gekürzt werden, wenn Validatoren böswillig

handeln. Staking motiviert Validatoren, im besten Interesse des Netzwerks zu handeln, um den Verlust ihrer eingesetzten BNB zu vermeiden. 8. Delegation und Belohnungen: Delegatoren erhalten Belohnungen proportional zu ihrem Einsatz an Validatoren. Dies motiviert sie, zuverlässige Validatoren auszuwählen und an der Sicherheit des Netzwerks teilzunehmen. Validatoren und Delegatoren teilen sich Transaktionsgebühren als Belohnung, was kontinuierliche wirtschaftliche Anreize bietet, die Netzwerksicherheit und -leistung aufrechtzuerhalten. 9. Transaktionsgebühren: BSC verwendet niedrige Transaktionsgebühren, die in BNB bezahlt werden, was es für Benutzer kostengünstig macht. Diese Gebühren werden von den Validierern als Teil ihrer Belohnung erhoben, was sie zusätzlich dazu anregt, Transaktionen genau und effizient zu validieren. Das Ethereum-Netzwerk verwendet einen Proof-of-Stake-Konsensmechanismus, um neue Transaktionen in der Blockchain zu validieren. Kernkomponenten

1. Validierer: Validierer sind dafür verantwortlich, neue Blöcke vorzuschlagen und zu validieren. Um Validierer zu werden, muss ein Benutzer 32 ETH in einen Smart Contract einzahlen (einsetzen). Dieser Einsatz dient als Sicherheit und kann gekürzt werden, wenn sich der Validierer unehrlich verhält.
2. Beacon Chain: Die Beacon Chain ist das Rückgrat von Ethereum 2.0. Sie koordiniert das Netzwerk der Validierer und verwaltet das Konsensprotokoll. Sie ist dafür verantwortlich, neue Blöcke zu erstellen, die Validierer in Ausschüssen zu organisieren und die Endgültigkeit der Blöcke umzusetzen.

Konsensprozess

1. Blockvorschlag: Validierer werden nach dem Zufallsprinzip ausgewählt, um neue Blöcke vorzuschlagen. Diese Auswahl basiert auf einer gewichteten Zufallsfunktion (WRF), bei der das Gewicht durch die Menge des eingesetzten ETH bestimmt wird.
2. Bescheinigung: Validatoren, die keinen Block vorschlagen, nehmen an der Bescheinigung teil. Sie bestätigen die Gültigkeit des vorgeschlagenen Blocks, indem sie dafür stimmen. Die Bestätigungen werden dann zusammengefasst, um einen einzigen Beweis für die Gültigkeit des Blocks zu bilden.
3. Ausschüsse: Validatoren werden in Ausschüssen organisiert, um den Validierungsprozess zu rationalisieren. Jeder Ausschuss ist für die Validierung von Blöcken innerhalb eines bestimmten Shards oder der Beacon Chain selbst verantwortlich. Dies gewährleistet Dezentralisierung und Sicherheit, da eine kleinere Gruppe von Validatoren schnell einen Konsens erzielen kann.
4. Endgültigkeit: Ethereum 2.0 verwendet einen Mechanismus namens Casper FFG (Friendly Finality Gadget), um Endgültigkeit zu erreichen. Endgültigkeit bedeutet, dass ein Block und seine Transaktionen als irreversibel und bestätigt gelten. Validatoren stimmen über die Endgültigkeit von Blöcken ab, und sobald eine Supermajorität erreicht ist, wird der Block abgeschlossen.
5. Anreize und Strafen: Validatoren erhalten Belohnungen für die Teilnahme am Netzwerk, einschließlich des Vorschlagens von Blöcken und der Bestätigung ihrer Gültigkeit. Umgekehrt können Validierer für böswilliges Verhalten, wie z. B. doppelte Signaturen oder längere Offline-Zeiten, bestraft werden. Dies gewährleistet eine ehrliche Teilnahme und Netzwerksicherheit.

Anreiz-Mechanismus und Gebühren

ChainLink Token ist in den folgenden Netzwerken vorhanden: binance_smart_chain, ethereum. Binance Smart Chain (BSC) verwendet den Proof of Staked Authority (PoSA)-Konsensmechanismus, um die Netzwerksicherheit zu gewährleisten und die Teilnahme von Validierern und Delegierern zu fördern. Anreizmechanismen

1. Validierer: Staking-Belohnungen: Validierer müssen eine erhebliche Menge an BNB einsetzen, um am Konsensprozess teilzunehmen. Sie erhalten Belohnungen in Form von Transaktionsgebühren

und Blockbelohnungen. Auswahlprozess: Validierer werden basierend auf der Menge an eingesetztem BNB und den von Delegierern erhaltenen Stimmen ausgewählt. Je mehr BNB eingesetzt und Stimmen erhalten werden, desto höher sind die Chancen, für die Validierung von Transaktionen und die Erstellung neuer Blöcke ausgewählt zu werden.

2. Delegierer: Delegiertes Staking: Token-Inhaber können ihr BNB an Validierer delegieren. Diese Delegation erhöht den Gesamteinsatz des Validierers und verbessert seine Chancen, für die Erstellung von Blöcken ausgewählt zu werden. Geteilte Belohnungen: Delegierer verdienen einen Teil der Belohnungen, die Validierer erhalten. Dies motiviert Token-Inhaber, sich an der Sicherheit und Dezentralisierung des Netzwerks zu beteiligen, indem sie zuverlässige Validierer auswählen.

3. Kandidaten: Pool potenzieller Validierer: Kandidaten sind Knoten, die die erforderliche Menge an BNB eingesetzt haben und darauf warten, aktive Validierer zu werden. Sie stellen sicher, dass immer ein ausreichender Pool an Knoten vorhanden ist, die bereit sind, Validierungsaufgaben zu übernehmen, wodurch die Netzwerkstabilität erhalten bleibt.

4. Wirtschaftliche Sicherheit: Kürzung: Validierer können für böswilliges Verhalten oder Nichterfüllung ihrer Pflichten bestraft werden. Zu den Strafen gehört die Kürzung eines Teils ihrer eingesetzten Token, um sicherzustellen, dass die Validierer im besten Interesse des Netzwerks handeln. Opportunitätskosten: Beim Staking müssen Validierer und Delegierer ihre BNB-Token sperren, was einen wirtschaftlichen Anreiz bietet, ehrlich zu handeln, um den Verlust ihrer eingesetzten Vermögenswerte zu vermeiden. Gebühren auf der Binance Smart Chain

5. Transaktionsgebühren: Niedrige Gebühren: BSC ist im Vergleich zu anderen Blockchain-Netzwerken für seine niedrigen Transaktionsgebühren bekannt. Diese Gebühren werden in BNB gezahlt und sind für die Aufrechterhaltung des Netzwerkbetriebs und die Vergütung der Validierer unerlässlich. Dynamische Gebührenstruktur: Transaktionsgebühren können je nach Netzwerküberlastung und Komplexität der Transaktionen variieren. BSC stellt jedoch sicher, dass die Gebühren deutlich niedriger bleiben als die im Ethereum-Mainnet.

6. Blockbelohnungen: Anreize für Validierer: Validierer erhalten zusätzlich zu den Transaktionsgebühren Blockbelohnungen. Diese Belohnungen werden an Validierer für ihre Rolle bei der Aufrechterhaltung des Netzwerks und der Verarbeitung von Transaktionen verteilt.

7. Cross-Chain-Gebühren: Interoperabilitätskosten: BSC unterstützt Cross-Chain-Kompatibilität, sodass Vermögenswerte zwischen Binance Chain und Binance Smart Chain übertragen werden können. Diese Cross-Chain-Operationen verursachen nur minimale Gebühren, was nahtlose Vermögensübertragungen ermöglicht und die Benutzererfahrung verbessert.

8. Smart-Contract-Gebühren: Bereitstellungs- und Ausführungskosten: Für die Bereitstellung und Interaktion mit Smart Contracts auf BSC fallen Gebühren an, die auf den erforderlichen Rechenressourcen basieren. Diese Gebühren werden ebenfalls in BNB gezahlt und sind so konzipiert, dass sie kostengünstig sind und Entwickler ermutigen, auf der BSC-Plattform aufzubauen.

Ethereum verwendet, insbesondere nach der Umstellung auf Ethereum 2.0 (Eth2), einen Proof-of-Stake (PoS)-Konsensmechanismus, um sein Netzwerk zu sichern. Die Anreize für Validierer und die Gebührenstrukturen spielen eine entscheidende Rolle bei der Aufrechterhaltung der Sicherheit und Effizienz der Blockchain.

Anreizmechanismen

1. Staking-Belohnungen: Validierer-Belohnungen: Validierer sind für den PoS-Mechanismus von entscheidender Bedeutung. Sie sind dafür verantwortlich, neue Blöcke vorzuschlagen und zu validieren. Um teilzunehmen, müssen sie mindestens 32 ETH einsetzen. Im Gegenzug erhalten sie Belohnungen für ihre Beiträge, die in ETH ausgezahlt werden. Diese Belohnungen sind eine Kombination aus neu geprägten ETH und Transaktionsgebühren aus den Blöcken, die sie validieren. Belohnungsrate: Die Belohnungsrate für Validierer ist dynamisch und hängt von der Gesamtmenge an im Netzwerk eingesetzten ETH ab. Je mehr ETH eingesetzt werden,

desto niedriger ist die individuelle Belohnungsrate und umgekehrt. Dies soll die Sicherheit des Netzwerks und den Anreiz zur Teilnahme ausbalancieren.

2. Transaktionsgebühren:

Grundgebühr: Nach der Umsetzung des Ethereum Improvement Proposal (EIP) 1559 wurde das Transaktionsgebührenmodell dahingehend geändert, dass eine Grundgebühr enthalten ist, die verbrannt (d. h. aus dem Verkehr gezogen) wird. Diese Grundgebühr wird dynamisch basierend auf der Netzwerknachfrage angepasst, um die Transaktionsgebühren zu stabilisieren und die Volatilität zu verringern.

Prioritätsgebühr (Trinkgeld): Benutzer können auch eine Prioritätsgebühr (Trinkgeld) einschließen, um Validierer zu motivieren, ihre Transaktionen schneller einzuschließen. Diese Gebühr geht direkt an die Validierer und bietet ihnen einen zusätzlichen Anreiz, Transaktionen effizient abzuwickeln.

3. Strafen für böswilliges Verhalten: Slashing: Validierer müssen mit Strafen (Slashing) rechnen, wenn sie böswilliges Verhalten an den Tag legen, z. B. doppelte Signaturen vornehmen oder falsche Informationen validieren. Slashing führt zum Verlust eines Teils ihrer eingesetzten ETH, wodurch böswillige Akteure abgeschreckt und sichergestellt wird, dass Validierer im besten Interesse des Netzwerks handeln.

Inaktivitätsstrafen: Validierer müssen auch mit Strafen für längere Inaktivität rechnen. Dies stellt sicher, dass Validierer aktiv bleiben und sich für die Aufrechterhaltung der Sicherheit und des Betriebs des Netzwerks einsetzen.

Auf der Ethereum-Blockchain geltende Gebühren

1. Gasgebühren: Berechnung: Gasgebühren werden auf Grundlage der Rechenkomplexität von Transaktionen und Smart-Contract-Ausführungen berechnet. Jeder Vorgang auf der Ethereum Virtual Machine (EVM) ist mit Gaskosten verbunden. Dynamische Anpassung: Die durch EIP-1559 eingeführte Grundgebühr passt sich dynamisch an die Netzwerküberlastung an. Wenn die Nachfrage nach Blockplatz hoch ist, steigt die Grundgebühr, und wenn die Nachfrage niedrig ist, sinkt sie.

2. Smart-Contract-Gebühren: Bereitstellung und Interaktion: Die Bereitstellung eines Smart Contracts auf Ethereum beinhaltet die Zahlung von Gasgebühren, die proportional zur Komplexität und Größe des Vertrags sind. Auch die Interaktion mit bereitgestellten Smart Contracts (z. B. Ausführen von Funktionen, Übertragen von Token) verursacht Gasgebühren. Optimierungen: Entwickler werden dazu angeregt, ihre Smart Contracts zu optimieren, um den Gasverbrauch zu minimieren und Transaktionen für Benutzer kostengünstiger zu machen.

3. Gebühren für Vermögensübertragungen: Token-Übertragungen: Die Übertragung von ERC-20 oder anderen Token-Standards ist mit Gasgebühren verbunden. Diese Gebühren variieren je nach Vertragsimplementierung des Tokens und der aktuellen Netzwerknachfrage.

Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs

Der Energieverbrauch dieses Assets wird über mehrere Komponenten aggregiert: Um den Energieverbrauch eines Tokens zu bestimmen, wird zunächst der Energieverbrauch des/der Netzwerk(e) binance_smart_chain, ethereum berechnet. Basierend auf dem Gasverbrauch des Krypto-Assets pro Netzwerk wird der Anteil von Definiert wird der Gesamtverbrauch des jeweiligen Netzes, der diesem Betriebsmittel zugeordnet ist.

Chiliz

Konsens-Mechanismus

Chiliz ist in den folgenden Netzwerken vorhanden: Ethereum, Solana, Binance_Beacon_Chain, Chiliz_2, Chiliz. Das Ethereum-Netzwerk verwendet einen Proof-of-Stake-Konsensmechanismus, um neue Transaktionen in der Blockchain zu validieren.

Kernkomponenten

- 1. Validatoren:** Validatoren sind für das Vorschlagen und Validieren neuer Blöcke verantwortlich. Um Validator zu werden, muss ein Benutzer 32 ETH in einen Smart Contract einzahlen (einsetzen). Dieser Einsatz dient als Sicherheit und kann gekürzt werden, wenn sich der Validator unehrlich verhält.
- 2. Beacon Chain:** Die Beacon Chain ist das Rückgrat von Ethereum 2.0. Sie koordiniert das Netzwerk der Validatoren und verwaltet das Konsensprotokoll. Sie ist für das Erstellen neuer Blöcke, die Organisation der Validatoren in Ausschüssen und die Implementierung der Endgültigkeit der Blöcke verantwortlich.

Konsensprozess

- 1. Blockvorschlag:** Validatoren werden nach dem Zufallsprinzip ausgewählt, um neue Blöcke vorzuschlagen. Diese Auswahl basiert auf einer gewichteten Zufallsfunktion (WRF), bei der das Gewicht durch die Menge des eingesetzten ETH bestimmt wird.
- 2. Bescheinigung:** Validatoren, die keinen Block vorschlagen, nehmen an der Bescheinigung teil. Sie bestätigen die Gültigkeit des vorgeschlagenen Blocks, indem sie dafür stimmen. Die Bestätigungen werden dann zusammengefasst, um einen einzigen Beweis für die Gültigkeit des Blocks zu bilden.
- 3. Ausschüsse:** Validatoren werden in Ausschüssen organisiert, um den Validierungsprozess zu rationalisieren. Jeder Ausschuss ist für die Validierung von Blöcken innerhalb eines bestimmten Shards oder der Beacon Chain selbst verantwortlich. Dies gewährleistet Dezentralisierung und Sicherheit, da eine kleinere Gruppe von Validatoren schnell einen Konsens erzielen kann.
- 4. Endgültigkeit:** Ethereum 2.0 verwendet einen Mechanismus namens Casper FFG (Friendly Finality Gadget), um Endgültigkeit zu erreichen. Endgültigkeit bedeutet, dass ein Block und seine Transaktionen als irreversibel und bestätigt gelten. Validatoren stimmen über die Endgültigkeit von Blöcken ab, und sobald eine Supermehrheit erreicht ist, wird der Block abgeschlossen.
- 5. Anreize und Strafen:** Validatoren erhalten Belohnungen für die Teilnahme am Netzwerk, einschließlich des Vorschlagens von Blöcken und der Bestätigung ihrer Gültigkeit. Umgekehrt können Validierer für böswilliges Verhalten, wie etwa doppelte Signatur oder längere Offline-Zeiten, bestraft (herabgesetzt) werden. Dies gewährleistet ehrliche Teilnahme und Netzwerksicherheit.

Solana verwendet eine einzigartige Kombination aus Proof of History (PoH) und Proof of Stake (PoS), um einen hohen Durchsatz, geringe Latenz und robuste Sicherheit zu erreichen. Hier ist eine detaillierte Erklärung, wie diese Mechanismen funktionieren:

- 1. Proof of History (PoH):** Mit Zeitstempel versehene Transaktionen: PoH ist eine kryptografische Technik, die Transaktionen mit Zeitstempeln versieht und so einen historischen Datensatz erstellt, der beweist, dass ein Ereignis zu einem bestimmten Zeitpunkt stattgefunden hat. Verifiable Delay Function: PoH verwendet eine Verifiable Delay Function (VDF), um einen eindeutigen Hash zu generieren, der die Transaktion und den Zeitpunkt ihrer Verarbeitung enthält. Diese Abfolge von Hashes bietet eine überprüfbare Reihenfolge der Ereignisse, wodurch sich das Netzwerk effizient auf die Abfolge der Transaktionen einigen kann.
- 2. Proof of Stake (PoS):** Auswahl des Validators: Validatoren werden ausgewählt, um neue Blöcke zu erstellen, basierend auf der Anzahl der von ihnen eingesetzten SOL-Token. Je mehr Token eingesetzt werden, desto höher ist die Chance, für die Validierung von Transaktionen und die Erstellung neuer Blöcke ausgewählt zu werden. Delegation: Token-Inhaber können ihre SOL-Token an Validatoren

delegieren und so Belohnungen erhalten, die proportional zu ihrem Einsatz sind, während gleichzeitig die Sicherheit des Netzwerks verbessert wird. Konsensprozess 1. Transaktionsvalidierung: Transaktionen werden an das Netzwerk gesendet und von Validatoren gesammelt. Jede Transaktion wird validiert, um sicherzustellen, dass sie die Kriterien des Netzwerks erfüllt, z. B. korrekte Signaturen und ausreichende Mittel. 2. PoH-Sequenzgenerierung: Ein Validator generiert mithilfe von PoH eine Hash-Sequenz, die jeweils einen Zeitstempel und den vorherigen Hash enthält. Dieser Prozess erstellt eine historische Aufzeichnung der Transaktionen und etabliert eine kryptografische Uhr für das Netzwerk. 3. Blockproduktion: Das Netzwerk verwendet PoS, um einen führenden Validator basierend auf seinem Einsatz auszuwählen. Der führende Validator ist dafür verantwortlich, die validierten Transaktionen in einem Block zu bündeln. Der führende Validierer verwendet die PoH-Sequenz, um Transaktionen innerhalb des Blocks zu ordnen und sicherzustellen, dass alle Transaktionen in der richtigen Reihenfolge verarbeitet werden. 4. Konsens und Finalisierung: Andere Validierer verifizieren den vom führenden Validierer erstellten Block. Sie überprüfen die Richtigkeit der PoH-Sequenz und validieren die Transaktionen innerhalb des Blocks. Sobald der Block verifiziert ist, wird er der Blockchain hinzugefügt. Validierer unterzeichnen den Block und er gilt als abgeschlossen. Sicherheit und wirtschaftliche Anreize 1. Anreize für Validierer: Blockbelohnungen: Validierer erhalten Belohnungen für die Erstellung und Validierung von Blöcken. Diese Belohnungen werden in SOL-Tokens verteilt und sind proportional zum Einsatz und zur Leistung des Validierers. Transaktionsgebühren: Validierer verdienen auch Transaktionsgebühren aus den Transaktionen, die in den von ihnen erstellten Blöcken enthalten sind. Diese Gebühren bieten Validierern einen zusätzlichen Anreiz, Transaktionen effizient zu verarbeiten. 2. Sicherheit: Staking: Validierer müssen SOL-Tokens einsetzen, um am Konsensprozess teilzunehmen. Dieses Staking dient als Sicherheit und motiviert Validierer, ehrlich zu handeln. Wenn sich ein Validator böswillig verhält oder seine Leistung nicht erbringt, riskiert er den Verlust seiner eingesetzten Token. Delegiertes Staking: Token-Inhaber können ihre SOL-Token an Validatoren delegieren, was die Netzwerksicherheit und Dezentralisierung verbessert. Delegatoren erhalten einen Anteil an den Belohnungen und werden dazu angeregt, zuverlässige Validatoren auszuwählen. 3. Wirtschaftliche Strafen: Slashing: Validatoren können für böswilliges Verhalten, wie z. B. Doppelsignatur oder die Erstellung ungültiger Blöcke, bestraft werden. Diese Strafe, bekannt als Slashing, führt zum Verlust eines Teils der eingesetzten Token und verhindert so unehrliches Handeln. Binance Beacon Chain basierte auf einem Delegated Proof of Stake (DPoS)-Konsensmechanismus, bevor sein Betrieb im Herbst 2024 eingestellt und auf Binance Smart Chain migriert wurde; Validatoren wurden von Token-Inhabern durch Staking und Abstimmung gewählt, was die aktive Teilnahme auf eine überschaubare Anzahl von Knoten beschränkte und gleichzeitig die Dezentralisierung aufrechterhalten; Validatoren wurden basierend auf dem Staking-Gewicht ihrer Delegatoren ausgewählt, um sicherzustellen, dass die Interessen der Stakeholder im Validierungsprozess proportional vertreten waren; Es wurde eine regelmäßige Rotation der Validierer eingeführt, um Fairness und Dezentralisierung zu fördern, indem mehreren Teilnehmern die Möglichkeit gegeben wird, zum Netzwerk beizutragen. Das System wurde so konzipiert, dass es ein gewisses Maß an Validiererfehlern toleriert, während die Betriebsintegrität des Netzwerks aufrechterhalten und so die Belastbarkeit gewährleistet wird. Die Chiliz Chain arbeitet mit einem Proof of Staked Authority (PoSA)-Konsensmodell, einem Hybrid, der Proof of Stake (PoS) und Proof of Authority (PoA) kombiniert, um das Netzwerk durch wirtschaftliche und Reputationsanreize zu sichern. Kernkomponenten: Proof of Staked Authority (PoSA)-Validiererauswahl: Die Validierer werden auf Grundlage ihres

Anteils an CHZ-Token und ihrer Reputation innerhalb des Netzwerks ausgewählt, was die Sicherheit und Vertrauenswürdigkeit verbessert. Sicherheitsanforderung: Die Validierer müssen einen Teil von CHZ als Sicherheit sperren, die gekürzt werden kann, wenn sie böswillig handeln oder Netzwerkstandards nicht erfüllen, um die Übereinstimmung mit der Netzwerksicherheit zu gewährleisten.

Anreiz-Mechanismus und Gebühren

Chiliz ist in den folgenden Netzwerken vertreten: Ethereum, Solana, Binance_Beacon_Chain, Chiliz_2, Chiliz. Ethereum verwendet, insbesondere nach der Umstellung auf Ethereum 2.0 (Eth2), einen Proof-of-Stake (PoS)-Konsensmechanismus, um sein Netzwerk zu sichern. Die Anreize für Validierer und die Gebührenstrukturen spielen eine entscheidende Rolle bei der Aufrechterhaltung der Sicherheit und Effizienz der Blockchain. Anreizmechanismen 1.

Staking-Belohnungen: Validierer-Belohnungen: Validierer sind für den PoS-Mechanismus von entscheidender Bedeutung. Sie sind für das Vorschlagen und Validieren neuer Blöcke verantwortlich. Um teilzunehmen, müssen sie mindestens 32 ETH einsetzen. Im Gegenzug erhalten sie Belohnungen für ihre Beiträge, die in ETH ausgezahlt werden. Diese Belohnungen sind eine Kombination aus neu geprägten ETH und Transaktionsgebühren aus den Blöcken, die sie validieren. Belohnungsrate: Die Belohnungsrate für Validierer ist dynamisch und hängt von der Gesamtmenge an ETH ab, die im Netzwerk eingesetzt wird. Je mehr ETH eingesetzt werden, desto niedriger ist die individuelle Belohnungsrate und umgekehrt. Dies soll die Sicherheit des Netzwerks und den Anreiz zur Teilnahme ausbalancieren. 2.

Transaktionsgebühren: Grundgebühr: Nach der Umsetzung des Ethereum Improvement Proposal (EIP) 1559 wurde das Transaktionsgebührenmodell dahingehend geändert, dass eine Grundgebühr enthalten ist, die verbrannt (d. h. aus dem Verkehr gezogen) wird. Diese Grundgebühr passt sich dynamisch an die Netzwerknachfrage an, um die Transaktionsgebühren zu stabilisieren und die Volatilität zu verringern. Prioritätsgebühr (Trinkgeld): Benutzer können auch eine Prioritätsgebühr (Trinkgeld) einschließen, um Validierer zu motivieren, ihre Transaktionen schneller einzuschließen. Diese Gebühr geht direkt an die Validierer und bietet ihnen einen zusätzlichen Anreiz, Transaktionen effizient abzuwickeln. 3. Strafen für böswilliges Verhalten: Slashing: Validierer müssen mit Strafen (Slashing) rechnen, wenn sie böswilliges Verhalten an den Tag legen, z. B. doppelte Signaturen vornehmen oder falsche Informationen validieren. Slashing führt zum Verlust eines Teils ihrer eingesetzten ETH, wodurch böswillige Akteure abgeschreckt und sichergestellt wird, dass Validierer im besten Interesse des Netzwerks handeln. Inaktivitätsstrafen: Validierer müssen auch mit Strafen für längere Inaktivität rechnen. Dadurch wird sichergestellt, dass die Validierer aktiv bleiben und sich für die Aufrechterhaltung der Sicherheit und des Betriebs des Netzwerks einsetzen. Auf der Ethereum-Blockchain geltende Gebühren 1. Gasgebühren:

Berechnung: Gasgebühren werden auf Grundlage der Rechenkomplexität von Transaktionen und Smart-Contract-Ausführungen berechnet. Jeder Vorgang auf der Ethereum Virtual Machine (EVM) ist mit Gaskosten verbunden. Dynamische Anpassung: Die durch EIP-1559 eingeführte Basisgebühr passt sich dynamisch der Netzwerküberlastung an. Bei hoher Nachfrage nach Blockplatz steigt die Basisgebühr, bei geringer Nachfrage sinkt sie. 2. Smart-Contract-Gebühren: Bereitstellung und Interaktion: Bei der Bereitstellung eines Smart Contracts auf Ethereum fallen Gasgebühren an, die proportional zur Komplexität und Größe des Vertrags sind. Auch die Interaktion mit bereitgestellten Smart Contracts (z. B. Ausführen

von Funktionen, Übertragen von Token) verursacht Gasgebühren. Optimierungen: Entwickler werden dazu angeregt, ihre Smart Contracts zu optimieren, um den Gasverbrauch zu minimieren und Transaktionen für Benutzer kostengünstiger zu gestalten.

3. Gebühren für Vermögensübertragungen: Token-Übertragungen: Für die Übertragung von ERC-20 oder anderen Token-Standards fallen Gasgebühren an. Diese Gebühren variieren je nach Vertragsimplementierung des Tokens und der aktuellen Netzwerknachfrage. Solana verwendet eine Kombination aus Proof of History (PoH) und Proof of Stake (PoS), um sein Netzwerk zu sichern und Transaktionen zu validieren. Hier ist eine detaillierte Erklärung der Anreizmechanismen und der geltenden Gebühren: Anreizmechanismen

4. Validatoren: Staking-Belohnungen: Validatoren werden basierend auf der Anzahl der von ihnen eingesetzten SOL-Token ausgewählt. Sie erhalten Belohnungen für die Erstellung und Validierung von Blöcken, die in SOL verteilt werden. Je mehr Token eingesetzt werden, desto höher sind die Chancen, für die Validierung von Transaktionen und die Erstellung neuer Blöcke ausgewählt zu werden. Transaktionsgebühren: Validatoren verdienen einen Teil der Transaktionsgebühren, die von Benutzern für die Transaktionen gezahlt werden, die sie in die Blöcke aufnehmen. Dies bietet Validatoren einen zusätzlichen finanziellen Anreiz, Transaktionen effizient zu verarbeiten und die Integrität des Netzwerks aufrechtzuerhalten.

5. Delegatoren: Delegiertes Staking: Token-Inhaber, die keinen Validierungsknoten betreiben möchten, können ihre SOL-Token an einen Validator delegieren. Im Gegenzug erhalten Delegatoren einen Anteil an den von den Validatoren verdienten Belohnungen. Dies fördert eine breite Beteiligung an der Sicherung des Netzwerks und gewährleistet Dezentralisierung.

6. Wirtschaftliche Sicherheit: Slashing: Validatoren können für böswilliges Verhalten bestraft werden, z. B. für die Erstellung ungültiger Blöcke oder häufiges Offline-Sein. Diese Strafe, bekannt als Slashing, beinhaltet den Verlust eines Teils ihrer eingesetzten Token. Slashing schreckt von unehrlichen Handlungen ab und stellt sicher, dass Validatoren im besten Interesse des Netzwerks handeln. Opportunitätskosten: Durch das Staking von SOL-Token sperren Validatoren und Delegatoren ihre Token, die andernfalls verwendet oder verkauft werden könnten. Diese Opportunitätskosten motivieren die Teilnehmer, ehrlich zu handeln, um Belohnungen zu erhalten und Strafen zu vermeiden. Auf der Solana-Blockchain geltende Gebühren

7. Transaktionsgebühren: Niedrige und vorhersehbare Gebühren: Solana ist für einen hohen Transaktionsdurchsatz ausgelegt, was dazu beiträgt, die Gebühren niedrig und vorhersehbar zu halten. Die durchschnittliche Transaktionsgebühr auf Solana ist im Vergleich zu anderen Blockchains wie Ethereum deutlich niedriger. Gebührenstruktur: Gebühren werden in SOL gezahlt und dienen dazu, Validatoren für die Ressourcen zu entschädigen, die sie für die Verarbeitung von Transaktionen aufwenden. Dazu gehören Rechenleistung und Netzwerkbandbreite.

8. Mietgebühren: Zustandsspeicher: Solana erhebt Mietgebühren für die Speicherung von Daten auf der Blockchain. Diese Gebühren sollen eine ineffiziente Nutzung des Zustandsspeichers verhindern und Entwickler dazu ermutigen, ungenutzten Zustand zu bereinigen. Mietgebühren helfen, die Effizienz und Leistung des Netzwerks aufrechtzuerhalten.

9. Smart-Contract-Gebühren: Ausführungskosten: Ähnlich wie Transaktionsgebühren basieren die Gebühren für die Bereitstellung und Interaktion mit Smart Contracts auf Solana auf den erforderlichen Rechenressourcen. Dies stellt sicher, dass den Benutzern anteilig die von ihnen verbrauchten Ressourcen in Rechnung gestellt werden. Die Binance Beacon Chain hat Validierer motiviert und Gebührentransparenz sichergestellt, bevor sie zur Binance Smart Chain migriert wurde. Validierer wurden ausschließlich durch Transaktionsgebühren belohnt, es gab keine Blockbelohnungen, wodurch die Anreize an die Netzwerknutzung und das Transaktionsvolumen angepasst wurden. Transaktionsgebühren

wurden im Voraus berechnet und angezeigt, um Klarheit für die Benutzer zu gewährleisten und Vertrauen in die Gebührenstruktur zu fördern. Ein Teil der in BNB eingenommenen Transaktionsgebühren wurde verbrannt, was das Gesamtangebot an Token reduzierte und zu einem deflationären Wirtschaftsmodell beitrug. Chiliz motiviert Validierer und Delegierer, durch Belohnungen und Transaktionsgebühren in CHZ zur Netzwerksicherheit beizutragen.

Anreizmechanismen: Staking-Belohnungen Validierer-Belohnungen: Validierer verdienen CHZ-Token für die Validierung von Transaktionen und die Aufrechterhaltung der Netzwerkintegrität. Delegierer-Belohnungen: CHZ-Inhaber, die ihre Token an Validierer delegieren, haben Anteil an Staking-Belohnungen und können so passiv an der Netzwerksicherheit teilnehmen.

Anwendbare Gebühren: Transaktionsgebühren CHZ-basierte Gebühren: Transaktionsgebühren werden in CHZ bezahlt und als zusätzliche Vergütung an die Validierer ausgezahlt, um die Anreize für die Validierer zu unterstützen und die Betriebskosten des Netzwerks zu decken.

Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs

Der Energieverbrauch dieses Assets wird über mehrere Komponenten aggregiert: Zur Berechnung der Energieverbräuche 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 durch die Nutzung von öffentlichen Informationsseiten, Open-Source-Crawlern und selbst entwickelten Crawlern. Hauptbestimmungsfaktoren 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. Zur Berechnung der Energieverbräuche 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 durch die Nutzung von öffentlichen Informationsseiten, Open-Source-Crawlern und selbst entwickelten Crawlern. Hauptbestimmungsfaktoren für die Schätzung der im Netzwerk verwendeten Hardware sind die Anforderungen für den Betrieb der Client-Software. Der Energieverbrauch der Hardwaregeräte wurde in zertifizierten Testlaboren gemessen. Um den Energieverbrauch eines Tokens zu ermitteln, wird zunächst der Energieverbrauch des/der Netzwerk(e) binance_beacon_chain, ethereum, solana berechnet. Basierend auf dem Gasverbrauch des Krypto-Assets pro Netzwerk wird der Anteil des Gesamtverbrauchs des jeweiligen Netzwerks bestimmt, der diesem Asset zugewiesen wird.

Curve DAO-Token

Konsens-Mechanismus

Curve DAO Token ist in den folgenden Netzwerken vorhanden: Arbitrum, Ethereum, Fantom, Solana, Gnosis_Chain. Arbitrum ist eine Layer-2-Lösung auf Ethereum, die Optimistic Rollups verwendet, um die Skalierbarkeit zu verbessern und die Transaktionskosten zu senken. Es geht standardmäßig davon aus, dass Transaktionen gültig sind, und verifiziert sie nur, wenn eine Anfechtung vorliegt (optimistisch): Kernkomponenten: -Sequencer: Ordnet

Transaktionen und erstellt Stapel zur Verarbeitung. -Bridge: Erleichtert Vermögensübertragungen zwischen Arbitrum und Ethereum. -Betrugsnachweise: Schutz vor ungültigen Transaktionen durch einen interaktiven Verifizierungsprozess.

Verifizierungsprozess: 1. Transaktionsübermittlung: Benutzer übermitteln Transaktionen an den Arbitrum Sequencer, der sie ordnet und in Stapel verarbeitet. 2. Staatliche Verpflichtung: Diese Stapel werden mit einer staatlichen Verpflichtung an Ethereum übermittelt. 3. Anfechtungszeitraum: Validierer haben einen bestimmten Zeitraum, um den Staat anzufechten, wenn sie Betrug vermuten. 4. Streitbeilegung: Wenn eine Anfechtung auftritt, wird der Streit durch einen iterativen Prozess beigelegt, um die betrügerische Transaktion zu identifizieren. Die letzte Operation wird auf Ethereum ausgeführt, um den korrekten Status zu bestimmen. 5. Rollback und Strafen: Wenn Betrug nachgewiesen wird, wird der Status zurückgesetzt und die unehrliche Partei bestraft. Sicherheit und Effizienz: Die Kombination aus Sequenzer, Brücke und interaktiven Betrugsnachweisen stellt sicher, dass das System sicher und effizient bleibt. Durch Minimieren der On-Chain-Daten und Nutzung von Off-Chain-Berechnungen kann Arbitrum einen hohen Durchsatz und niedrige Gebühren bieten. Das Ethereum-Netzwerk verwendet einen Proof-of-Stake-Konsensmechanismus, um neue Transaktionen auf der Blockchain zu validieren. Kernkomponenten 1. Validatoren: Validatoren sind dafür verantwortlich, neue Blöcke vorzuschlagen und zu validieren. Um Validator zu werden, muss ein Benutzer 32 ETH in einen Smart Contract einzahlen (einsetzen). Dieser Einsatz dient als Sicherheit und kann gekürzt werden, wenn sich der Validator unehrlich verhält. 2. Beacon Chain: Die Beacon Chain ist das Rückgrat von Ethereum 2.0. Sie koordiniert das Netzwerk der Validatoren und verwaltet das Konsensprotokoll. Es ist verantwortlich für die Erstellung neuer Blöcke, die Organisation der Validierer in Ausschüssen und die Umsetzung der Endgültigkeit von Blöcken. Konsensprozess 1. Blockvorschlag: Validierer werden nach dem Zufallsprinzip ausgewählt, um neue Blöcke vorzuschlagen. Diese Auswahl basiert auf einer gewichteten Zufallsfunktion (WRF), bei der das Gewicht durch die Menge des eingesetzten ETH bestimmt wird. 2. Bescheinigung: Validierer, die keinen Block vorschlagen, nehmen an der Bescheinigung teil. Sie bescheinigen die Gültigkeit des vorgeschlagenen Blocks, indem sie dafür stimmen. Die Bescheinigungen werden dann zusammengefasst, um einen einzigen Nachweis der Gültigkeit des Blocks zu bilden. 3. Ausschüsse: Validierer werden in Ausschüssen organisiert, um den Validierungsprozess zu rationalisieren. Jeder Ausschuss ist für die Validierung von Blöcken innerhalb eines bestimmten Shards oder der Beacon Chain selbst verantwortlich. Dies gewährleistet Dezentralisierung und Sicherheit, da eine kleinere Gruppe von Validierern schnell einen Konsens erzielen kann. 4. Endgültigkeit: Ethereum 2.0 verwendet einen Mechanismus namens Casper FFG (Friendly Finality Gadget), um Endgültigkeit zu erreichen. Endgültigkeit bedeutet, dass ein Block und seine Transaktionen als irreversibel und bestätigt gelten. Validatoren stimmen über die Endgültigkeit von Blöcken ab, und sobald eine Supermehrheit erreicht ist, wird der Block abgeschlossen. 5. Anreize und Strafen: Validatoren erhalten Belohnungen für die Teilnahme am Netzwerk, einschließlich der Vorschlagung von Blöcken und der Bestätigung ihrer Gültigkeit. Umgekehrt können Validatoren für böswilliges Verhalten, wie z. B. doppelte Signatur oder längere Offline-Zeiten, bestraft (gekürzt) werden. Dies gewährleistet eine ehrliche Teilnahme und Netzwerksicherheit. Fantom arbeitet mit dem Lachesis-Protokoll, einem asynchronen byzantinischen fehlertoleranten (aBFT) Konsensmechanismus, der für schnelle, sichere und skalierbare Transaktionen entwickelt wurde. Kernkomponenten des Konsenses von Fantom: 1. Lachesis-Protokoll (aBFT): Asynchron und führerlos: Lachesis ermöglicht es Knoten, unabhängig einen Konsens zu erreichen, ohne sich auf einen zentralen Anführer zu verlassen, was die

Dezentralisierung und Geschwindigkeit verbessert. DAG-Struktur: Anstelle einer linearen Blockchain verwendet Lachesis eine gerichtete azyklische Graphenstruktur (DAG), die die parallele Verarbeitung mehrerer Transaktionen über Knoten hinweg ermöglicht. Diese Struktur unterstützt einen hohen Durchsatz, wodurch das Netzwerk für Anwendungen geeignet ist, die eine schnelle Transaktionsverarbeitung erfordern. 2. Ereignisblöcke und sofortige Endgültigkeit: Ereignisblöcke: Transaktionen werden in Ereignisblöcke gruppiert, die asynchron von mehreren Validierern validiert werden. Wenn genügend Validierer einen Ereignisblock bestätigen, wird er Teil des Verlaufs des Fantom-Netzwerks. Sofortige Endgültigkeit: Transaktionen auf Fantom erreichen sofortige Endgültigkeit, d. h. sie sind bestätigt und können nicht rückgängig gemacht werden. Diese Eigenschaft ist ideal für Anwendungen, die schnelle und irreversible Transaktionen erfordern. Solana verwendet eine einzigartige Kombination aus Proof of History (PoH) und Proof of Stake (PoS), um einen hohen Durchsatz, geringe Latenz und robuste Sicherheit zu erreichen. Hier ist eine detaillierte Erklärung, wie diese Mechanismen funktionieren: Kernkonzepte 1. Proof of History (PoH): Mit Zeitstempel versehene Transaktionen: PoH ist eine kryptografische Technik, die Transaktionen mit einem Zeitstempel versieht und so einen historischen Datensatz erstellt, der beweist, dass ein Ereignis zu einem bestimmten Zeitpunkt stattgefunden hat. Verifizierbare Verzögerungsfunktion: PoH verwendet eine verifizierbare Verzögerungsfunktion (VDF), um einen eindeutigen Hash zu generieren, der die Transaktion und den Zeitpunkt ihrer Verarbeitung enthält. Diese Hash-Sequenz bietet eine verifizierbare Reihenfolge der Ereignisse, sodass sich das Netzwerk effizient auf die Transaktionssequenz einigen kann. 2. Proof of Stake (PoS): Auswahl des Validators: Validatoren werden ausgewählt, um neue Blöcke basierend auf der Anzahl der von ihnen eingesetzten SOL-Token zu erstellen. Je mehr Token eingesetzt werden, desto höher ist die Chance, für die Validierung von Transaktionen und die Erstellung neuer Blöcke ausgewählt zu werden. Delegation: Token-Inhaber können ihre SOL-Token an Validatoren delegieren und so Belohnungen erhalten, die proportional zu ihrem Einsatz sind, während gleichzeitig die Sicherheit des Netzwerks verbessert wird. Konsensprozess 1. Transaktionsvalidierung: Transaktionen werden an das Netzwerk gesendet und von Validatoren gesammelt. Jede Transaktion wird validiert, um sicherzustellen, dass sie die Kriterien des Netzwerks erfüllt, z. B. korrekte Signaturen und ausreichende Mittel. 2. PoH-Sequenzgenerierung: Ein Validator generiert mithilfe von PoH eine Hash-Sequenz, von denen jeder einen Zeitstempel und den vorherigen Hash enthält. Dieser Prozess erstellt einen historischen Datensatz der Transaktionen und etabliert eine kryptografische Uhr für das Netzwerk. 3. Blockproduktion: Das Netzwerk verwendet PoS, um einen führenden Validierer basierend auf seinem Einsatz auszuwählen. Der führende Validierer ist dafür verantwortlich, die validierten Transaktionen in einem Block zu bündeln. Der führende Validierer verwendet die PoH-Sequenz, um Transaktionen innerhalb des Blocks zu ordnen und sicherzustellen, dass alle Transaktionen in der richtigen Reihenfolge verarbeitet werden. 4. Konsens und Finalisierung: Andere Validierer verifizieren den vom führenden Validierer erstellten Block. Sie überprüfen die Richtigkeit der PoH-Sequenz und validieren die Transaktionen innerhalb des Blocks. Sobald der Block verifiziert ist, wird er der Blockchain hinzugefügt. Validierer unterzeichnen den Block und er gilt als abgeschlossen. Sicherheits- und wirtschaftliche Anreize 1. Anreize für Validierer: Blockbelohnungen: Validierer erhalten Belohnungen für die Erstellung und Validierung von Blöcken. Diese Belohnungen werden in SOL-Token verteilt und sind proportional zum Einsatz und zur Leistung des Validierers. Transaktionsgebühren: Validierer verdienen auch Transaktionsgebühren aus den Transaktionen, die in den von ihnen erstellten Blöcken enthalten sind. Diese Gebühren bieten Validierern einen zusätzlichen

Anreiz, Transaktionen effizient zu verarbeiten. 2. Sicherheit: Staking: Validatoren müssen SOL-Token einsetzen, um am Konsensprozess teilzunehmen. Dieses Staking dient als Sicherheit und motiviert Validatoren, ehrlich zu handeln. Wenn sich ein Validator böswillig verhält oder seine Leistung nicht erbringt, riskiert er den Verlust seiner eingesetzten Token. Delegiertes Staking: Token-Inhaber können ihre SOL-Token an Validatoren delegieren, was die Netzwerksicherheit und Dezentralisierung verbessert. Delegatoren haben Anteil an den Belohnungen und werden dazu angeregt, zuverlässige Validatoren auszuwählen. 3. Wirtschaftliche Strafen: Slashing: Validatoren können für böswilliges Verhalten bestraft werden, wie z. B. doppelte Signatur oder die Erstellung ungültiger Blöcke. Diese Strafe, bekannt als Slashing, führt zum Verlust eines Teils der eingesetzten Token und verhindert unehrliches Handeln. Gnosis Chain – Konsensmechanismus Gnosis Chain verwendet eine zweischichtige Struktur, um Skalierbarkeit und Sicherheit auszugleichen, und verwendet Proof of Stake (PoS) für seinen Kernkonsens und die Endgültigkeit der Transaktionen. Kernkomponenten: Zweischichtige Struktur Schicht 1: Gnosis Beacon Chain Die Gnosis Beacon Chain arbeitet mit einem Proof of Stake (PoS)-Mechanismus und fungiert als Sicherheits- und Konsens-Rückgrat. Validatoren setzen GNO-Token auf der Beacon Chain ein und validieren Transaktionen, um die Netzwerksicherheit und -endgültigkeit zu gewährleisten. Schicht 2: Gnosis xDai Chain Die Gnosis xDai Chain verarbeitet Transaktionen und dApp-Interaktionen und ermöglicht schnelle und kostengünstige Transaktionen. Die Transaktionsdaten der Schicht 2 werden auf der Gnosis Beacon Chain finalisiert, wodurch ein integriertes Framework erstellt wird, in dem Schicht 1 für Sicherheit und Endgültigkeit sorgt und Schicht 2 die Skalierbarkeit verbessert. Rolle des Validators und Staking Validatoren auf der Gnosis Beacon Chain setzen GNO-Token ein und nehmen am Konsens teil, indem sie Blöcke validieren. Dieses Setup stellt sicher, dass die Validatoren ein wirtschaftliches Interesse daran haben, die Sicherheit und Integrität sowohl der Beacon Chain (Schicht 1) als auch der xDai Chain (Schicht 2) aufrechtzuerhalten. Cross-Layer-Sicherheitstransaktionen auf Layer 2 werden letztendlich auf Layer 1 abgeschlossen, was Sicherheit und Endgültigkeit für alle Aktivitäten auf der Gnosis-Kette bietet. Diese Architektur ermöglicht es der Gnosis-Kette, die Geschwindigkeit und Kosteneffizienz von Layer 2 mit den Sicherheitsgarantien eines PoS-gesicherten Layer 1 zu kombinieren, wodurch sie sowohl für Hochfrequenzanwendungen als auch für sicheres Asset-Management geeignet ist.

Anreiz-Mechanismus und Gebühren

Curve DAO Token ist in den folgenden Netzwerken vorhanden: Arbitrum, Ethereum, Fantom, Solana, Gnosis_Chain. Arbitrum One, eine Layer-2-Skalierungslösung für Ethereum, verwendet mehrere Anreizmechanismen, um die Sicherheit und Integrität von Transaktionen in seinem Netzwerk zu gewährleisten. Die wichtigsten Mechanismen umfassen: 1. Validatoren und Sequenzer: o Sequenzer sind für die Anordnung von Transaktionen und die Erstellung von Batches verantwortlich, die außerhalb der Kette verarbeitet werden. Sie spielen eine entscheidende Rolle bei der Aufrechterhaltung der Effizienz und des Durchsatzes des Netzwerks. o Validatoren überwachen die Aktionen der Sequenzer und stellen sicher, dass Transaktionen korrekt verarbeitet werden. Validatoren überprüfen die Zustandsübergänge und stellen sicher, dass in den Batches keine ungültigen Transaktionen enthalten sind. 2. Betrugsnachweise: o Annahme der Gültigkeit: Transaktionen, die außerhalb der Kette verarbeitet werden, werden als gültig angesehen. Dies ermöglicht eine schnelle

Transaktionsendgültigkeit und einen hohen Durchsatz. o Anfechtungsfrist: Es gibt eine vordefinierte Frist, während der jeder die Gültigkeit einer Transaktion durch Einreichen eines Betrugsnachweises anfechten kann. Dieser Mechanismus dient als Abschreckung gegen böswilliges Verhalten. o Streitbeilegung: Wenn eine Anfechtung erhoben wird, wird ein interaktiver Verifizierungsprozess eingeleitet, um den genauen Schritt zu ermitteln, bei dem der Betrug aufgetreten ist. Wenn die Anfechtung gültig ist, wird die betrügerische Transaktion rückgängig gemacht und der unehrliche Akteur bestraft. 3. Wirtschaftliche Anreize: o Belohnungen für ehrliches Verhalten: Teilnehmer des Netzwerks, wie Validierer und Sequenzer, werden durch Belohnungen für die ehrliche und effiziente Erfüllung ihrer Aufgaben motiviert. Diese Belohnungen kommen aus Transaktionsgebühren und möglicherweise anderen Protokollanreizen. o Strafen für böswilliges Verhalten: Teilnehmer, die sich unehrlich verhalten oder ungültige Transaktionen einreichen, werden bestraft. Dies kann die Kürzung von eingesetzten Token oder andere Formen wirtschaftlicher Strafen umfassen, die dazu dienen, böswillige Handlungen zu verhindern. Gebühren auf der Arbitrum One Blockchain 1. Transaktionsgebühren: o Layer-2-Gebühren: Benutzer zahlen Gebühren für Transaktionen, die im Layer-2-Netzwerk verarbeitet werden. Diese Gebühren sind aufgrund der geringeren Rechenlast auf der Hauptkette in der Regel niedriger als die Ethereum-Mainnet-Gebühren. o Arbitrum -Transaktionsgebühr: Für jede vom Sequenzer verarbeitete Transaktion wird eine Gebühr erhoben. Diese Gebühr deckt die Kosten für die Verarbeitung der Transaktion und die Sicherstellung ihrer Aufnahme in einen Stapel. 2. L1-Datengebühren: o Stapel an Ethereum senden: In regelmäßigen Abständen werden die Statusaktualisierungen der Layer-2-Transaktionen als Calldata an das Ethereum-Mainnet gesendet. Dies ist mit einer Gebühr verbunden, die als L1-Datengebühr bezeichnet wird und das Gas berücksichtigt, das zum Veröffentlichen dieser Statusaktualisierungen auf Ethereum erforderlich ist. o Kostenteilung: Da Transaktionen gebündelt werden, werden die Fixkosten für das Senden von Statusaktualisierungen an Ethereum auf mehrere Transaktionen verteilt, was es für Benutzer kostengünstiger macht. Ethereum verwendet, insbesondere nach dem Übergang zu Ethereum 2.0 (Eth2), einen Proof-of-Stake-Konsensmechanismus (PoS), um sein Netzwerk zu sichern. Die Anreize für Validierer und die Gebührenstrukturen spielen eine entscheidende Rolle bei der Aufrechterhaltung der Sicherheit und Effizienz der Blockchain. Anreizmechanismen 1. Staking-Belohnungen: Validierer-Belohnungen: Validierer sind für den PoS-Mechanismus von entscheidender Bedeutung. Sie sind für das Vorschlagen und Validieren neuer Blöcke verantwortlich. Um teilzunehmen, müssen sie mindestens 32 ETH einsetzen. Im Gegenzug erhalten sie Belohnungen für ihre Beiträge, die in ETH ausgezahlt werden. Diese Belohnungen sind eine Kombination aus neu geprägten ETH und Transaktionsgebühren aus den Blöcken, die sie validieren. Belohnungsrate: Die Belohnungsrate für Validierer ist dynamisch und hängt von der Gesamtmenge an ETH ab, die im Netzwerk eingesetzt wird. Je mehr ETH eingesetzt werden, desto niedriger ist die individuelle Belohnungsrate und umgekehrt. Dies soll die Sicherheit des Netzwerks und den Anreiz zur Teilnahme in Einklang bringen. 2. Transaktionsgebühren: Grundgebühr: Nach der Umsetzung des Ethereum Improvement Proposal (EIP) 1559 wurde das Transaktionsgebührenmodell dahingehend geändert, dass eine Grundgebühr enthalten ist, die verbrannt (d. h. aus dem Verkehr gezogen) wird. Diese Grundgebühr passt sich dynamisch an die Netzwerknachfrage an, um die Transaktionsgebühren zu stabilisieren und die Volatilität zu verringern. Prioritätsgebühr (Trinkgeld): Benutzer können auch eine Prioritätsgebühr (Trinkgeld) einschließen, um Validierer zu motivieren, ihre Transaktionen schneller einzuschließen. Diese Gebühr geht direkt an die Validierer und bietet ihnen einen zusätzlichen

Anreiz, Transaktionen effizient abzuwickeln. 3. Strafen für böswilliges Verhalten: Slashing: Validatoren müssen mit Strafen (Slashing) rechnen, wenn sie böswilliges Verhalten an den Tag legen, wie z. B. doppelte Signaturen oder die Validierung falscher Informationen. Slashing führt zum Verlust eines Teils ihrer eingesetzten ETH, was böswillige Akteure abschreckt und sicherstellt, dass die Validatoren im besten Interesse des Netzwerks handeln. Strafen für Inaktivität: Validatoren müssen auch mit Strafen für längere Inaktivität rechnen. Dies stellt sicher, dass die Validatoren aktiv bleiben und sich für die Aufrechterhaltung der Sicherheit und des Betriebs des Netzwerks einsetzen. Auf der Ethereum-Blockchain geltende Gebühren

1. Gasgebühren: Berechnung: Gasgebühren werden basierend auf der Rechenkomplexität von Transaktionen und Smart-Contract-Ausführungen berechnet. Jeder Vorgang auf der Ethereum Virtual Machine (EVM) ist mit Gaskosten verbunden. Dynamische Anpassung: Die durch EIP-1559 eingeführte Grundgebühr passt sich dynamisch an die Netzwerküberlastung an. Wenn die Nachfrage nach Blockplatz hoch ist, steigt die Grundgebühr, und wenn die Nachfrage niedrig ist, sinkt sie. 2. Gebühren für Smart Contracts: Bereitstellung und Interaktion: Die Bereitstellung eines Smart Contracts auf Ethereum ist mit der Zahlung von Gasgebühren verbunden, die proportional zur Komplexität und Größe des Vertrags sind. Auch die Interaktion mit bereitgestellten Smart Contracts (z. B. Ausführen von Funktionen, Übertragen von Token) verursacht Gasgebühren. Optimierungen: Entwickler werden dazu angeregt, ihre Smart Contracts zu optimieren, um den Gasverbrauch zu minimieren und Transaktionen für Benutzer kostengünstiger zu machen. 3. Gebühren für Vermögensübertragungen: Token-Übertragungen: Die Übertragung von ERC-20 oder anderen Token-Standards ist mit Gasgebühren verbunden. Diese Gebühren variieren je nach Vertragsimplementierung des Tokens und der aktuellen Netzwerknachfrage. Das Anreizmodell von Fantom fördert die Netzwerksicherheit durch Staking-Belohnungen, Transaktionsgebühren und Delegationsoptionen und fördert eine breite Beteiligung.

Anreizmechanismen: 1. Staking-Belohnungen für Validierer: Belohnungen in FTM verdienen: Validierer, die am Konsensprozess teilnehmen, verdienen Belohnungen in FTM-Token, proportional zu dem Betrag, den sie eingesetzt haben. Dies motiviert Validierer, das Netzwerk aktiv zu sichern. Dynamische Staking-Rate: Die Staking-Belohnungsrate von Fantom ist dynamisch und wird basierend auf der Gesamtzahl der im Netzwerk eingesetzten FTM angepasst. Je mehr FTM eingesetzt wird, desto geringer können die einzelnen Belohnungen sein, wodurch eine ausgewogene Belohnungsstruktur aufrechterhalten wird, die die langfristige Netzwerksicherheit unterstützt. 2. Delegation für Token-Inhaber: Delegiertes Staking: Benutzer, die keine Validierungsknoten betreiben, können ihre FTM-Token an Validierer delegieren. Im Gegenzug erhalten sie Anteile an den Staking-Belohnungen und fördern so eine breitere Beteiligung an der Sicherung des Netzwerks. Anwendbare Gebühren: -Transaktionsgebühren in FTM: Benutzer zahlen Transaktionsgebühren in FTM-Token. Der hohe Durchsatz und die DAG-Struktur des Netzwerks halten die Gebühren niedrig, wodurch Fantom ideal für dezentrale Anwendungen (dApps) ist, die häufige Transaktionen erfordern. -Effizientes Gebührenmodell: Die niedrigen Gebühren und die Skalierbarkeit des Netzwerks machen es für Benutzer kosteneffizient und fördern ein günstiges Umfeld für Anwendungen mit hohem Volumen. Solana verwendet eine Kombination aus Proof of History (PoH) und Proof of Stake (PoS), um sein Netzwerk zu sichern und Transaktionen zu validieren. Hier ist eine detaillierte Erklärung der Anreizmechanismen und der anfallenden Gebühren:

Anreizmechanismen 4. Validatoren: Staking-Belohnungen: Validatoren werden basierend auf der Anzahl der von ihnen eingesetzten SOL-Token ausgewählt. Sie erhalten Belohnungen für die Erstellung und Validierung von Blöcken, die in SOL verteilt werden. Je mehr Token

eingesetzt werden, desto höher sind die Chancen, für die Validierung von Transaktionen und die Erstellung neuer Blöcke ausgewählt zu werden. Transaktionsgebühren: Validatoren verdienen einen Teil der Transaktionsgebühren, die von Benutzern für die Transaktionen gezahlt werden, die sie in die Blöcke aufnehmen. Dies bietet Validatoren einen zusätzlichen finanziellen Anreiz, Transaktionen effizient zu verarbeiten und die Integrität des Netzwerks aufrechtzuerhalten. 5. Delegatoren: Delegiertes Staking: Token-Inhaber, die keinen Validierungsknoten betreiben möchten, können ihre SOL-Token an einen Validator delegieren. Im Gegenzug erhalten Delegatoren einen Anteil an den von den Validatoren verdienten Belohnungen. Dies fördert eine breite Beteiligung an der Sicherung des Netzwerks und gewährleistet die Dezentralisierung. 6. Wirtschaftliche Sicherheit: Slashing: Validatoren können für böswilliges Verhalten bestraft werden, z. B. für die Erstellung ungültiger Blöcke oder häufiges Offline-Sein. Diese Strafe, Slashing genannt, beinhaltet den Verlust eines Teils ihrer eingesetzten Token. Slashing verhindert unehrliche Handlungen und stellt sicher, dass die Validierer im besten Interesse des Netzwerks handeln. Opportunitätskosten: Indem sie SOL-Token einsetzen, sperren Validierer und Delegierer ihre Token, die andernfalls verwendet oder verkauft werden könnten. Diese Opportunitätskosten motivieren die Teilnehmer, ehrlich zu handeln, um Belohnungen zu erhalten und Strafen zu vermeiden. Auf der Solana-Blockchain geltende Gebühren 7. Transaktionsgebühren: Niedrige und vorhersehbare Gebühren: Solana ist auf einen hohen Transaktionsdurchsatz ausgelegt, wodurch die Gebühren niedrig und vorhersehbar bleiben. Die durchschnittliche Transaktionsgebühr auf Solana ist im Vergleich zu anderen Blockchains wie Ethereum deutlich niedriger. Gebührenstruktur: Gebühren werden in SOL bezahlt und dienen dazu, die Validierer für die Ressourcen zu entschädigen, die sie für die Verarbeitung von Transaktionen aufwenden. Dazu gehören Rechenleistung und Netzwerkbandbreite. 8. Mietgebühren: Staatlicher Speicher: Solana erhebt Mietgebühren für die Speicherung von Daten auf der Blockchain. Diese Gebühren sollen eine ineffiziente Nutzung des Statusspeichers verhindern und Entwickler dazu ermutigen, ungenutzten Status zu bereinigen. Mietgebühren helfen, die Effizienz und Leistung des Netzwerks aufrechtzuerhalten. 9. Smart-Contract-Gebühren: Ausführungskosten: Ähnlich wie Transaktionsgebühren basieren die Gebühren für die Bereitstellung und Interaktion mit Smart Contracts auf Solana auf den erforderlichen Rechenressourcen. Dadurch wird sichergestellt, dass den Benutzern die von ihnen verbrauchten Ressourcen proportional in Rechnung gestellt werden. Die Anreiz- und Gebührenmodelle der Gnosis Chain fördern sowohl die Teilnahme der Validatoren als auch die Netzwerkzugänglichkeit und verwenden ein Dual-Token-System, um niedrige Transaktionskosten und effektive Staking-Belohnungen aufrechtzuerhalten. Anreizmechanismen: Staking-Belohnungen für Validatoren GNO-Belohnungen: Validatoren erhalten Staking-Belohnungen in GNO-Token für ihre Teilnahme am Konsens und die Sicherung des Netzwerks. Delegationsmodell: GNO-Inhaber, die keine Validator-Knoten betreiben, können ihre GNO-Token an Validatoren delegieren, wodurch diese an Staking-Belohnungen teilhaben und eine breitere Teilnahme an der Netzwerksicherheit gefördert wird. Dual-Token-Modell GNO: GNO wird für Staking, Governance und Validator-Belohnungen verwendet und richtet langfristige Netzwerksicherheitsanreize an den wirtschaftlichen Interessen der Token-Inhaber aus. xDai: Dient als primäre Transaktionswährung und bietet stabile und kostengünstige Transaktionen. Die Verwendung eines stabilen Tokens (xDai) für Gebühren minimiert die Volatilität und bietet vorhersehbare Kosten für Benutzer und Entwickler. Anwendbare Gebühren: Transaktionsgebühren in xDai Benutzer zahlen Transaktionsgebühren in xDai, dem stabilen Gebühren-Token, wodurch die Kosten

erschwinglich und vorhersehbar werden. Dieses Modell eignet sich besonders für Hochfrequenzanwendungen und dApps, bei denen niedrige Transaktionsgebühren unerlässlich sind. xDai-Transaktionsgebühren werden als Teil ihrer Vergütung an die Validierer umverteilt, wodurch ihre Belohnungen an die Netzwerkaktivität angepasst werden. Delegierte Staking-Belohnungen Durch delegiertes Staking können GNO-Inhaber einen Anteil an Staking-Belohnungen verdienen, indem sie ihre Token an aktive Validierer delegieren und so die Benutzerbeteiligung an der Netzwerksicherheit fördern, ohne direkt an Konsensoperationen beteiligt sein zu müssen.

Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs

Der Energieverbrauch dieses Assets wird über mehrere Komponenten aggregiert: Um den Energieverbrauch eines Tokens zu bestimmen, wird zunächst der Energieverbrauch der Netzwerke Fantom, Gnosis_Chain, Arbitrum, Ethereum und Solana berechnet. Basierend auf dem Gasverbrauch des Krypto-Assets pro Netz wird der Anteil am Gesamtverbrauch des jeweiligen Netzes definiert, der diesem Betriebsmittel zugeordnet ist.

Decentraland

Konsens-Mechanismus

Decentraland ist in den folgenden Netzwerken vertreten: Solana, Gnosis_Chain, Ethereum. Solana verwendet eine einzigartige Kombination aus Proof of History (PoH) und Proof of Stake (PoS), um einen hohen Durchsatz, geringe Latenz und robuste Sicherheit zu erreichen. Hier ist eine detaillierte Erklärung, wie diese Mechanismen funktionieren: Kernkonzepte 1. Proof of History (PoH): Mit Zeitstempel versehene Transaktionen: PoH ist eine kryptografische Technik, die Transaktionen mit Zeitstempeln versieht und so einen historischen Datensatz erstellt, der beweist, dass ein Ereignis zu einem bestimmten Zeitpunkt stattgefunden hat. Verifizierbare Verzögerungsfunktion: PoH verwendet eine verifizierbare Verzögerungsfunktion (VDF), um einen einzigartigen Hash zu generieren, der die Transaktion und den Zeitpunkt ihrer Verarbeitung enthält. Diese Hash-Sequenz bietet eine überprüfbare Reihenfolge der Ereignisse, sodass sich das Netzwerk effizient auf die Abfolge der Transaktionen einigen kann. 2. Proof of Stake (PoS): Auswahl des Validators: Validatoren werden ausgewählt, um neue Blöcke basierend auf der Anzahl der von ihnen eingesetzten SOL-Token zu erstellen. Je mehr Token eingesetzt werden, desto höher ist die Chance, für die Validierung von Transaktionen und die Erstellung neuer Blöcke ausgewählt zu werden. Delegation: Token-Inhaber können ihre SOL-Token an Validierer delegieren und so Belohnungen erhalten, die proportional zu ihrem Einsatz sind, während gleichzeitig die Sicherheit des Netzwerks verbessert wird. Konsensprozess 1. Transaktionsvalidierung: Transaktionen werden an das Netzwerk gesendet und von Validierern gesammelt. Jede Transaktion wird validiert, um sicherzustellen, dass sie die Kriterien des Netzwerks erfüllt, z. B. korrekte Signaturen und ausreichende Mittel. 2. PoH-Sequenzgenerierung: Ein Validierer generiert mithilfe von PoH eine Hash-Sequenz, von denen jeder einen Zeitstempel und den vorherigen Hash enthält. Dieser Prozess erstellt eine historische Aufzeichnung der Transaktionen und etabliert eine kryptografische Uhr für das Netzwerk. 3. Blockproduktion: Das Netzwerk verwendet PoS, um einen führenden Validierer

basierend auf seinem Einsatz auszuwählen. Der führende Validierer ist dafür verantwortlich, die validierten Transaktionen in einem Block zu bündeln. Der führende Validierer verwendet die PoH-Sequenz, um Transaktionen innerhalb des Blocks zu ordnen und sicherzustellen, dass alle Transaktionen in der richtigen Reihenfolge verarbeitet werden. 4. Konsens und Finalisierung: Andere Validierer überprüfen den vom führenden Validierer erstellten Block. Sie prüfen die Richtigkeit der PoH-Sequenz und validieren die Transaktionen innerhalb des Blocks. Sobald der Block verifiziert ist, wird er der Blockchain hinzugefügt. Validatoren unterzeichnen den Block und er gilt als abgeschlossen. Sicherheit und wirtschaftliche Anreize

1. Anreize für Validatoren: Blockbelohnungen: Validatoren erhalten Belohnungen für die Erstellung und Validierung von Blöcken. Diese Belohnungen werden in SOL-Token verteilt und sind proportional zum Einsatz und zur Leistung des Validators. Transaktionsgebühren: Validatoren verdienen auch Transaktionsgebühren aus den Transaktionen, die in den von ihnen erstellten Blöcken enthalten sind. Diese Gebühren bieten Validatoren einen zusätzlichen Anreiz, Transaktionen effizient abzuwickeln. 2. Sicherheit: Staking: Validatoren müssen SOL-Token einsetzen, um am Konsensprozess teilzunehmen. Dieses Staking dient als Sicherheit und motiviert Validatoren, ehrlich zu handeln. Wenn sich ein Validator böswillig verhält oder seine Leistung nicht erbringt, riskiert er, seine eingesetzten Tokens zu verlieren. Delegiertes Staking: Tokeninhaber können ihre SOL-Token an Validatoren delegieren, was die Netzwerksicherheit und Dezentralisierung verbessert. Delegatoren haben Anteil an den Belohnungen und werden dazu angeregt, zuverlässige Validierer auszuwählen. 3. Wirtschaftliche Strafen: Slashing: Validierer können für böswilliges Verhalten, wie etwa Doppelsignatur oder die Erstellung ungültiger Blöcke, bestraft werden. Diese als Slashing bezeichnete Strafe führt zum Verlust eines Teils der eingesetzten Token und verhindert so unehrliche Handlungen.

Gnosis Chain – Konsensmechanismus Gnosis Chain verwendet eine zweischichtige Struktur, um Skalierbarkeit und Sicherheit auszubalancieren, und verwendet Proof of Stake (PoS) für seinen Kernkonsens und die Endgültigkeit der Transaktionen. Kernkomponenten: Zweischichtige Struktur Schicht 1: Gnosis Beacon Chain Die Gnosis Beacon Chain arbeitet mit einem Proof of Stake (PoS)-Mechanismus und fungiert als Sicherheits- und Konsens-Rückgrat. Validierer setzen GNO-Token auf der Beacon Chain ein und validieren Transaktionen, wodurch Netzwerksicherheit und -endgültigkeit gewährleistet werden. Schicht 2: Gnosis xDai Chain Gnosis xDai Chain verarbeitet Transaktionen und dApp-Interaktionen und ermöglicht schnelle und kostengünstige Transaktionen. Layer-2-Transaktionsdaten werden auf der Gnosis Beacon Chain finalisiert, wodurch ein integriertes Framework entsteht, bei dem Layer 1 für Sicherheit und Endgültigkeit sorgt und Layer 2 die Skalierbarkeit verbessert. Validatorrolle und Staking Validatoren auf der Gnosis Beacon Chain setzen GNO-Token ein und nehmen am Konsens teil, indem sie Blöcke validieren. Dieses Setup stellt sicher, dass Validatoren ein wirtschaftliches Interesse daran haben, die Sicherheit und Integrität sowohl der Beacon Chain (Layer 1) als auch der xDai Chain (Layer 2) aufrechtzuerhalten. Cross-Layer-Sicherheit Transaktionen auf Layer 2 werden letztendlich auf Layer 1 finalisiert, was allen Aktivitäten auf der Gnosis Chain Sicherheit und Endgültigkeit verleiht. Diese Architektur ermöglicht es der Gnosis Chain, die Geschwindigkeit und Kosteneffizienz von Layer 2 mit den Sicherheitsgarantien eines PoS-gesicherten Layer 1 zu kombinieren, wodurch sie sowohl für Hochfrequenzanwendungen als auch für sicheres Asset-Management geeignet ist. Das Ethereum-Netzwerk verwendet einen Proof-of-Stake-Konsensmechanismus, um neue Transaktionen auf der Blockchain zu validieren. Kernkomponenten 1. Validatoren: Validatoren sind dafür verantwortlich, neue Blöcke vorzuschlagen und zu validieren. Um Validierer zu werden, muss ein Benutzer 32 ETH in einen

Smart Contract einzahlen (einsetzen). Dieser Einsatz dient als Sicherheit und kann gekürzt werden, wenn sich der Validierer unehrlich verhält. 2. Beacon Chain: Die Beacon Chain ist das Rückgrat von Ethereum 2.0. Sie koordiniert das Netzwerk der Validierer und verwaltet das Konsensprotokoll. Sie ist verantwortlich für die Erstellung neuer Blöcke, die Organisation der Validierer in Ausschüssen und die Umsetzung der Endgültigkeit der Blöcke. Konsensprozess

1. Blockvorschlag: Validierer werden nach dem Zufallsprinzip ausgewählt, um neue Blöcke vorzuschlagen. Diese Auswahl basiert auf einer gewichteten Zufallsfunktion (WRF), bei der das Gewicht durch die Menge des eingesetzten ETH bestimmt wird.
2. Bescheinigung: Validierer, die keinen Block vorschlagen, nehmen an der Bescheinigung teil. Sie bestätigen die Gültigkeit des vorgeschlagenen Blocks, indem sie dafür stimmen. Die Bescheinigungen werden dann zusammengefasst, um einen einzigen Beweis der Gültigkeit des Blocks zu bilden.
3. Ausschüsse: Validierer werden in Ausschüssen organisiert, um den Validierungsprozess zu rationalisieren. Jedes Komitee ist für die Validierung von Blöcken innerhalb eines bestimmten Shards oder der Beacon Chain selbst verantwortlich. Dies gewährleistet Dezentralisierung und Sicherheit, da eine kleinere Gruppe von Validierern schnell einen Konsens erzielen kann.
4. Endgültigkeit: Ethereum 2.0 verwendet einen Mechanismus namens Casper FFG (Friendly Finality Gadget), um Endgültigkeit zu erreichen. Endgültigkeit bedeutet, dass ein Block und seine Transaktionen als irreversibel und bestätigt gelten. Validierer stimmen über die Endgültigkeit von Blöcken ab, und sobald eine Supermajorität erreicht ist, ist der Block abgeschlossen.
5. Anreize und Strafen: Validierer erhalten Belohnungen für die Teilnahme am Netzwerk, einschließlich des Vorschlagens von Blöcken und der Bestätigung ihrer Gültigkeit. Umgekehrt können Validierer für böswilliges Verhalten, wie z. B. doppelte Signatur oder längere Offline-Zeiträume, bestraft (gekürzt) werden. Dies gewährleistet ehrliche Teilnahme und Netzwerksicherheit.

Anreiz-Mechanismus und Gebühren

Decentraland ist in den folgenden Netzwerken vertreten: Solana, Gnosis_Chain, Ethereum. Solana verwendet eine Kombination aus Proof of History (PoH) und Proof of Stake (PoS), um sein Netzwerk zu sichern und Transaktionen zu validieren. Hier ist eine detaillierte Erklärung der Anreizmechanismen und der geltenden Gebühren: Anreizmechanismen

4. Validatoren: Staking-Belohnungen: Validatoren werden basierend auf der Anzahl der SOL-Token ausgewählt, die sie eingesetzt haben. Sie erhalten Belohnungen für die Erstellung und Validierung von Blöcken, die in SOL verteilt werden. Je mehr Token eingesetzt werden, desto höher sind die Chancen, für die Validierung von Transaktionen und die Erstellung neuer Blöcke ausgewählt zu werden. Transaktionsgebühren: Validatoren verdienen einen Teil der Transaktionsgebühren, die von Benutzern für die Transaktionen gezahlt werden, die sie in die Blöcke aufnehmen. Dies bietet einen zusätzlichen finanziellen Anreiz für Validatoren, Transaktionen effizient zu verarbeiten und die Integrität des Netzwerks aufrechtzuerhalten.
5. Delegatoren: Delegiertes Staking: Token-Inhaber, die keinen Validatorknoten betreiben möchten, können ihre SOL-Token an einen Validator delegieren. Im Gegenzug haben die Delegatoren Anteil an den Belohnungen, die die Validierer erhalten. Dies fördert eine breite Beteiligung an der Sicherung des Netzwerks und sorgt für Dezentralisierung.
6. Wirtschaftliche Sicherheit: Slashing: Validierer können für böswilliges Verhalten bestraft werden, wie z. B. das Erstellen ungültiger Blöcke oder häufiges Offline-Sein. Diese Strafe, bekannt als Slashing, beinhaltet den Verlust eines Teils ihrer eingesetzten Token. Slashing

schreckt von unehrlichen Handlungen ab und stellt sicher, dass die Validierer im besten Interesse des Netzwerks handeln. Opportunitätskosten: Indem sie SOL-Token einsetzen, sperren Validierer und Delegierer ihre Token, die andernfalls verwendet oder verkauft werden könnten. Diese Opportunitätskosten motivieren die Teilnehmer, ehrlich zu handeln, um Belohnungen zu verdienen und Strafen zu vermeiden. Auf der Solana-Blockchain geltende Gebühren

7. Transaktionsgebühren: Niedrige und vorhersehbare Gebühren: Solana ist für einen hohen Transaktionsdurchsatz ausgelegt, was dazu beiträgt, die Gebühren niedrig und vorhersehbar zu halten. Die durchschnittliche Transaktionsgebühr auf Solana ist im Vergleich zu anderen Blockchains wie Ethereum deutlich niedriger. Gebührenstruktur: Gebühren werden in SOL gezahlt und dienen dazu, Validierer für die Ressourcen zu entschädigen, die sie für die Verarbeitung von Transaktionen aufwenden. Dazu gehören Rechenleistung und Netzwerkbandbreite.

8. Mietgebühren: State Storage: Solana erhebt Mietgebühren für die Speicherung von Daten auf der Blockchain. Diese Gebühren sollen eine ineffiziente Nutzung des State Storage verhindern und Entwickler dazu ermutigen, ungenutzten State zu bereinigen. Mietgebühren helfen, die Effizienz und Leistung des Netzwerks aufrechtzuerhalten.

9. Smart Contract-Gebühren: Ausführungskosten: Ähnlich wie Transaktionsgebühren basieren Gebühren für die Bereitstellung und Interaktion mit Smart Contracts auf Solana auf den erforderlichen Rechenressourcen. Dadurch wird sichergestellt, dass den Benutzern die von ihnen verbrauchten Ressourcen proportional in Rechnung gestellt werden. Die Anreiz- und Gebührenmodelle der Gnosis Chain fördern sowohl die Teilnahme der Validierer als auch die Netzwerkzugänglichkeit und verwenden ein Dual-Token-System, um niedrige Transaktionskosten und effektive Staking-Belohnungen aufrechtzuerhalten.

Anreizmechanismen: Staking-Belohnungen für Validierer GNO-Belohnungen: Validierer erhalten Staking-Belohnungen in GNO-Token für ihre Teilnahme am Konsens und die Sicherung des Netzwerks. Delegationsmodell: GNO-Inhaber, die keine Validierungsknoten betreiben, können ihre GNO-Token an Validierer delegieren, sodass diese an Staking-Belohnungen teilhaben und eine breitere Beteiligung an der Netzwerksicherheit gefördert wird. Dual-Token-Modell GNO: GNO wird für Staking, Governance und Validierer-Belohnungen verwendet und richtet langfristige Netzwerksicherheitsanreize mit den wirtschaftlichen Interessen der Token-Inhaber aus.

xDai: Dient als primäre Transaktionswährung und bietet stabile und kostengünstige Transaktionen. Die Verwendung eines stabilen Tokens (xDai) für Gebühren minimiert die Volatilität und bietet vorhersehbare Kosten für Benutzer und Entwickler. Anwendbare Gebühren: Transaktionsgebühren in xDai Benutzer zahlen Transaktionsgebühren in xDai, dem stabilen Gebühren-Token, wodurch die Kosten erschwinglich und vorhersehbar werden. Dieses Modell eignet sich besonders für Hochfrequenzanwendungen und dApps, bei denen niedrige Transaktionsgebühren unerlässlich sind. xDai-Transaktionsgebühren werden als Teil ihrer Vergütung an die Validierer umverteilt, wodurch ihre Belohnungen an die Netzwerkaktivität angepasst werden.

Belohnungen für delegiertes Staking Durch delegiertes Staking können GNO-Inhaber einen Anteil an Staking-Belohnungen verdienen, indem sie ihre Token an aktive Validierer delegieren und so die Beteiligung der Benutzer an der Netzwerksicherheit fördern, ohne dass eine direkte Beteiligung an Konsensoperationen erforderlich ist. Ethereum verwendet, insbesondere nach der Umstellung auf Ethereum 2.0 (Eth2), einen Proof-of-Stake-Konsensmechanismus (PoS), um sein Netzwerk zu sichern. Die Anreize für Validierer und die Gebührenstrukturen spielen eine entscheidende Rolle bei der Aufrechterhaltung der Sicherheit und Effizienz der Blockchain. Anreizmechanismen

1. Staking-Belohnungen: Validierer-Belohnungen: Validierer sind für den PoS-Mechanismus von entscheidender Bedeutung. Sie sind für das Vorschlagen

und Validieren neuer Blöcke verantwortlich. Um teilzunehmen, müssen sie mindestens 32 ETH einsetzen. Im Gegenzug erhalten sie Belohnungen für ihre Beiträge, die in ETH ausgezahlt werden. Diese Belohnungen sind eine Kombination aus neu geprägten ETH und Transaktionsgebühren aus den Blöcken, die sie validieren. Belohnungsrate: Die Belohnungsrate für Validierer ist dynamisch und hängt von der Gesamtmenge an ETH ab, die im Netzwerk eingesetzt wird. Je mehr ETH eingesetzt werden, desto niedriger ist die individuelle Belohnungsrate und umgekehrt. Dies soll die Sicherheit des Netzwerks und den Anreiz zur Teilnahme ausbalancieren. 2. Transaktionsgebühren: Grundgebühr: Nach der Umsetzung des Ethereum Improvement Proposal (EIP) 1559 wurde das Transaktionsgebührenmodell dahingehend geändert, dass eine Grundgebühr enthalten ist, die verbrannt (d. h. aus dem Verkehr gezogen) wird. Diese Grundgebühr passt sich dynamisch an die Netzwerknachfrage an, um die Transaktionsgebühren zu stabilisieren und die Volatilität zu verringern. Prioritätsgebühr (Trinkgeld): Benutzer können auch eine Prioritätsgebühr (Trinkgeld) einschließen, um Validierer zu motivieren, ihre Transaktionen schneller einzuschließen. Diese Gebühr geht direkt an die Validierer und bietet ihnen einen zusätzlichen Anreiz, Transaktionen effizient abzuwickeln. 3. Strafen für böswilliges Verhalten: Slashing: Validierer müssen mit Strafen (Slashing) rechnen, wenn sie böswilliges Verhalten an den Tag legen, z. B. doppelt unterschreiben oder falsche Informationen validieren. Slashing führt zum Verlust eines Teils ihrer eingesetzten ETH, was böswillige Akteure abschreckt und sicherstellt, dass Validierer im besten Interesse des Netzwerks handeln. Inaktivitätsstrafen: Validatoren müssen auch mit Strafen für längere Inaktivität rechnen. Dadurch wird sichergestellt, dass Validatoren aktiv bleiben und sich für die Aufrechterhaltung der Sicherheit und des Betriebs des Netzwerks einsetzen. Auf der Ethereum-Blockchain geltende Gebühren 1. Gasgebühren: Berechnung: Gasgebühren werden basierend auf der Rechenkomplexität von Transaktionen und Smart-Contract-Ausführungen berechnet. Jeder Vorgang auf der Ethereum Virtual Machine (EVM) ist mit Gaskosten verbunden. Dynamische Anpassung: Die durch EIP-1559 eingeführte Basisgebühr passt sich dynamisch an die Netzwerküberlastung an. Wenn die Nachfrage nach Blockplatz hoch ist, erhöht sich die Basisgebühr, und wenn die Nachfrage niedrig ist, sinkt sie. 2. Smart-Contract-Gebühren: Bereitstellung und Interaktion: Die Bereitstellung eines Smart Contracts auf Ethereum beinhaltet die Zahlung von Gasgebühren, die proportional zur Komplexität und Größe des Vertrags sind. Auch die Interaktion mit bereitgestellten Smart Contracts (z. B. Ausführen von Funktionen, Übertragen von Token) verursacht Gasgebühren. Optimierungen: Entwickler werden dazu angeregt, ihre Smart Contracts zu optimieren, um den Gasverbrauch zu minimieren und Transaktionen für Benutzer kostengünstiger zu machen. 3. Gebühren für Vermögensübertragungen: Token-Übertragungen: Die Übertragung von ERC-20 oder anderen Token-Standards ist mit Gasgebühren verbunden. Diese Gebühren variieren je nach Vertragsimplementierung des Tokens und der aktuellen Netzwerknachfrage.

Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs

Der Energieverbrauch dieses Assets wird über mehrere Komponenten aggregiert: Um den Energieverbrauch eines Tokens zu bestimmen, wird zunächst der Energieverbrauch der Netzwerke Solana, Gnosis_Chain und Ethereum berechnet. Basierend auf dem Gasverbrauch des Krypto-Assets pro Netzwerk wird der Definiert wird der Anteil am Gesamtverbrauch des jeweiligen Netzes, der diesem Betriebsmittel zugeordnet ist.

Dogecoin

Konsens-Mechanismus

Dogecoin ist in den folgenden Netzwerken vorhanden: dogecoin, binance_smart_chain. Dogecoin (DOGE) verwendet einen Proof of Work (PoW)-Konsensmechanismus, der Bitcoin ähnelt, aber einige wesentliche Unterschiede aufweist. Kernkonzepte

- 1. Knoten und Miner:**
 - Knoten:** Knoten im Dogecoin-Netzwerk sind Computer, auf denen die Dogecoin-Software läuft. Sie validieren Transaktionen, pflegen die Blockchain und leiten Informationen über das Netzwerk weiter.
 - Miner:** Miner sind spezialisierte Knoten, die kryptografische Rätsel lösen, um neue Blöcke zu erstellen und Transaktionen zu validieren. Dieser Vorgang wird als Mining bezeichnet.
- 2. Blockchain:** Die Blockchain ist ein öffentliches Hauptbuch, das alle Dogecoin-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:** Dogecoin verwendet die Scrypt-Hash-Funktion, die sich von SHA-256 von Bitcoin unterscheidet. Scrypt ist speicherintensiver konzipiert, was es widerstandsfähiger gegen ASIC-Mining (Application-Specific Integrated Circuit) macht und eine breitere Teilnahme von normalen Benutzern mit weniger leistungsstarker Hardware fördert.

Konsensprozess

- 1. Transaktionsvalidierung:** Transaktionen werden an das Netzwerk gesendet und von Minern in einem Block gesammelt. Jede Transaktion wird von Knoten validiert, um sicherzustellen, dass sie den Netzwerkregeln entspricht, wie z. B. korrekte Signaturen und ausreichende Mittel.
- 2. Mining und Blockerstellung:**
 - Nonce- und Hash-Puzzle:** Miner konkurrieren darum, einen Nonce zu finden, der, wenn er mit den Daten des Blocks kombiniert und durch die Scrypt-Hash-Funktion geleitet wird, einen Hash unter einem bestimmten Zielwert erzeugt. Dieser Zielwert wird regelmäßig angepasst, um eine konsistente Blockerstellungzeit aufrechtzuerhalten.
 - Proof of Work:** Das Finden eines gültigen Nonce erfordert erheblichen Rechenaufwand. Sobald ein Miner einen gültigen Nonce findet, wird der neue Block an das Netzwerk gesendet.
- 3. Blockvalidierung und -hinzufügung:** Andere Knoten im Netzwerk überprüfen den neuen Block, um sicherzustellen, dass der Hash korrekt ist und dass alle Transaktionen innerhalb des Blocks gültig sind. Wenn der Block gültig ist, fügen die Knoten ihn ihrer Kopie der Blockchain hinzu und der Vorgang wiederholt sich für den nächsten Block.
- 4. Kettenkonsens:** Die längste Kette (die Kette mit dem größten angesammelten Arbeitsnachweis) wird vom Netzwerk als gültige Kette betrachtet. Die Knoten arbeiten immer daran, die längste gültige Kette zu verlängern. Im Fall mehrerer gültiger Ketten (Forks) wird das Netzwerk den Fork schließlich auflösen, indem es weiter schürft und eine Kette verlängert, bis sie länger wird.

Sicherheit und wirtschaftliche Anreize

- 1. Anreize für Miner:**
 - Blockbelohnungen:** Miner werden durch Blockbelohnungen dazu motiviert, am Netzwerk teilzunehmen. Ursprünglich hatte Dogecoin eine variable Blockbelohnung, aber jetzt bietet es eine feste Belohnung von 10.000 DOGE pro Block.
 - Transaktionsgebühren:** Miner erheben auch Transaktionsgebühren für die im Block enthaltenen Transaktionen. Diese Gebühren stellen einen zusätzlichen Anreiz für Miner dar.
- 2. Sicherheit: Hash-Rate und Schwierigkeit:** Die Sicherheit des Dogecoin-Netzwerks ist direkt proportional zu seiner Hash-Rate, der gesamten Rechenleistung aller Miner. Eine höhere Hash-Rate bedeutet schwierigere und kostspieligere Angriffe.

51 %-Angriff: Ein Angreifer müsste mehr als 50 % der Hash-Rate des Netzwerks kontrollieren, um Teile der Blockchain

doppelt auszugeben oder neu zu schreiben. Die Kosten und der Ressourcenbedarf für einen solchen Angriff machen ihn für ein ausreichend großes und dezentrales Netzwerk wie Dogecoin unpraktisch. 3. Merged Mining: Dogecoin unterstützt Merged Mining mit Litecoin (LTC). Dies bedeutet, dass Miner sowohl Dogecoin als auch Litecoin gleichzeitig ohne zusätzlichen Rechenaufwand minen können. Dies erhöht die Sicherheit beider Netzwerke durch die Bündelung ihrer Hash-Raten. Binance Smart Chain (BSC) verwendet einen hybriden Konsensmechanismus namens Proof of Staked Authority (PoSA), der Elemente von Delegated Proof of Stake (DPoS) und Proof of Authority (PoA) kombiniert. Diese Methode gewährleistet schnelle Blockzeiten und niedrige Gebühren bei gleichzeitiger Beibehaltung eines gewissen Maßes an Dezentralisierung und Sicherheit. Kernkomponenten

1. Validatoren (sogenannte „Kabinettsmitglieder“): Validatoren auf BSC sind für die Erstellung neuer Blöcke, die Validierung von Transaktionen und die Aufrechterhaltung der Netzwerksicherheit verantwortlich. Um Validator zu werden, muss eine Entität eine erhebliche Menge an BNB (Binance Coin) einsetzen. Validatoren werden durch Einsätze und Abstimmungen von Token-Inhabern ausgewählt. Es gibt zu jedem Zeitpunkt 21 aktive Validatoren, die rotieren, um Dezentralisierung und Sicherheit zu gewährleisten.
2. Delegatoren: Token-Inhaber, die keine Validatorknoten betreiben möchten, können ihre BNB-Token an Validatoren delegieren. Diese Delegation hilft Validatoren, ihren Einsatz zu erhöhen und verbessert ihre Chancen, für die Erstellung von Blöcken ausgewählt zu werden. Delegatoren verdienen einen Anteil der Belohnungen, die Validatoren erhalten, was eine breite Beteiligung an der Netzwerksicherheit fördert.
3. Kandidaten: Kandidaten sind Knoten, die die erforderliche Menge an BNB eingesetzt haben und im Pool darauf warten, Validatoren zu werden. Sie sind im Wesentlichen potenzielle Validatoren, die derzeit nicht aktiv sind, aber durch Community-Abstimmung in den Validator-Satz gewählt werden können. Kandidaten spielen eine entscheidende Rolle, um sicherzustellen, dass immer ein ausreichender Pool an Knoten vorhanden ist, die bereit sind, Validierungsaufgaben zu übernehmen, wodurch die Widerstandsfähigkeit und Dezentralisierung des Netzwerks aufrechterhalten werden.

Konsensprozess

4. Auswahl der Validierer: Die Validierer werden basierend auf der Menge an eingesetztem BNB und den von den Delegierern erhaltenen Stimmen ausgewählt. Je mehr BNB eingesetzt und je mehr Stimmen erhalten werden, desto höher ist die Chance, für die Validierung von Transaktionen und die Erstellung neuer Blöcke ausgewählt zu werden. Der Auswahlprozess umfasst sowohl die aktuellen Validierer als auch den Kandidatenpool, wodurch eine dynamische und sichere Rotation der Knoten gewährleistet wird.
5. Blockproduktion: Die ausgewählten Validierer produzieren abwechselnd Blöcke in einer PoA-ähnlichen Weise und stellen so sicher, dass Blöcke schnell und effizient generiert werden. Validierer validieren Transaktionen, fügen sie neuen Blöcken hinzu und senden diese Blöcke an das Netzwerk.
6. Finalität der Transaktionen: BSC erreicht schnelle Blockzeiten von etwa 3 Sekunden und eine schnelle Finalität der Transaktionen. Dies wird durch den effizienten PoSA-Mechanismus erreicht, der es Validierern ermöglicht, schnell einen Konsens zu erzielen.

Sicherheit und wirtschaftliche Anreize

7. Staking: Validatoren müssen eine beträchtliche Menge BNB einsetzen, die als Sicherheit dient, um ihr ehrliches Verhalten sicherzustellen. Dieser eingesetzte Betrag kann gekürzt werden, wenn Validatoren böswillig handeln. Staking motiviert Validatoren, im besten Interesse des Netzwerks zu handeln, um den Verlust ihrer eingesetzten BNB zu vermeiden.
8. Delegation und Belohnungen: Delegatoren erhalten Belohnungen proportional zu ihrem Einsatz an Validatoren. Dies motiviert sie, zuverlässige Validatoren auszuwählen und an der Sicherheit des Netzwerks teilzunehmen. Validatoren und Delegatoren teilen sich Transaktionsgebühren als Belohnung, was kontinuierliche wirtschaftliche Anreize bietet, die Netzwerksicherheit und

-leistung aufrechtzuerhalten. 9. Transaktionsgebühren: BSC verwendet niedrige Transaktionsgebühren, die in BNB bezahlt werden, was es für Benutzer kostengünstig macht. Diese Gebühren werden von Validatoren als Teil ihrer Belohnungen erhoben, was sie zusätzlich dazu anregt, Transaktionen genau und effizient zu validieren.

Anreiz-Mechanismus und Gebühren

Dogecoin ist in den folgenden Netzwerken vertreten: dogecoin, binance_smart_chain. Dogecoin verwendet einen Proof of Work (PoW)-Konsensmechanismus, um die Sicherheit und Integrität des Netzwerks zu gewährleisten, und stützt sich dabei auf wirtschaftliche Anreize für Miner und Transaktionsgebühren von Benutzern. Hier ist ein genauere Blick auf diese Mechanismen: Anreizmechanismen

1. Miner: Blockbelohnungen: Miner erhalten Blockbelohnungen für das erfolgreiche Mining neuer Blöcke. Ursprünglich hatte Dogecoin eine variable Blockbelohnung, bietet jetzt aber eine feste Belohnung von 10.000 DOGE pro Block. Diese Belohnungen sind ein Hauptanreiz für Miner, in die Rechenleistung zu investieren, die zur Sicherung des Netzwerks erforderlich ist. Transaktionsgebühren: Zusätzlich zu den Blockbelohnungen verdienen Miner auch Transaktionsgebühren aus den Transaktionen, die sie in die von ihnen geminten Blöcke aufnehmen. Obwohl die Transaktionsgebühren von Dogecoin normalerweise niedrig sind, stellen sie für Miner dennoch ein wichtiges Zusatzeinkommen dar. Merged Mining: Dogecoin unterstützt Merged Mining mit Litecoin, sodass Miner beide Kryptowährungen gleichzeitig ohne zusätzlichen Rechenaufwand minen können. Dieser Prozess erhöht die Hash-Rate und Sicherheit beider Netzwerke durch Bündelung ihrer Ressourcen.
2. Sicherheit: Hash-Rate und Schwierigkeit: Die Sicherheit des Dogecoin-Netzwerks hängt direkt mit seiner Hash-Rate zusammen, der gesamten Rechenleistung, die von allen Minern verwendet wird. Eine höhere Hash-Rate macht das Netzwerk widerstandsfähiger gegen Angriffe. Die Mining-Schwierigkeit wird regelmäßig angepasst, um sicherzustellen, dass Blöcke ungefähr jede Minute geschürft werden, wodurch die Netzwerkstabilität aufrechterhalten wird. 51 % Angriffsabschreckung: Die Kontrolle von mehr als 50 % der Hash-Rate des Netzwerks zur Durchführung eines 51 %-Angriffs ist teuer und schwierig. Die erhebliche Rechenleistung und der Energieaufwand machen solche Angriffe für ein großes und dezentrales Netzwerk wie Dogecoin unpraktisch. Auf der Dogecoin-Blockchain geltende Gebühren

1. Transaktionsgebühren: Pauschale Gebührenstruktur: Dogecoin verwendet eine relativ einfache Gebührenstruktur. Die typische Transaktionsgebühr beträgt 1 DOGE pro Kilobyte Transaktionsdaten. Diese niedrige Gebühr ist einer der Reize von Dogecoin, wodurch es sich für kleine und Mikrotransaktionen eignet. Anreize für schnellere Verarbeitung: Obwohl die Transaktionsgebühren im Allgemeinen niedrig sind, können Benutzer sich dafür entscheiden, höhere Gebühren zu zahlen, um die Miner zu motivieren, ihre Transaktionen in den nächsten Block aufzunehmen, was schnellere Verarbeitungszeiten gewährleistet.

2. Mining-Belohnungen: Blocksubvention: Die feste Blockbelohnung von 10.000 DOGE motiviert die Miner, das Netzwerk weiterhin zu sichern. Diese Belohnung bleibt bestehen, da Dogecoin keine maximale Angebotsobergrenze hat, was kontinuierliche Anreize für die Miner gewährleistet. Gebühreneinbeziehung: Neben der Blocksubvention bietet die Einbeziehung von Transaktionsgebühren einen zusätzlichen, wenn auch kleineren Anreiz für die Miner, Transaktionen effizient abzuwickeln. Binance Smart Chain (BSC) verwendet den Proof of Staked Authority (PoSA)-Konsensmechanismus, um die Netzwerksicherheit zu gewährleisten und die Teilnahme von Validierern und Delegierern

zu fördern. Anreizmechanismen

1. Validierer: Staking-Belohnungen: Validierer müssen eine erhebliche Menge an BNB einsetzen, um am Konsensprozess teilzunehmen. Sie erhalten Belohnungen in Form von Transaktionsgebühren und Blockbelohnungen. Auswahlverfahren: Die Auswahl der Validierer erfolgt auf Grundlage der eingesetzten BNB-Menge und der von den Delegierern erhaltenen Stimmen. Je mehr BNB eingesetzt und je mehr Stimmen erhalten werden, desto höher sind die Chancen, für die Validierung von Transaktionen und die Erstellung neuer Blöcke ausgewählt zu werden.
2. Delegierer: Delegiertes Staking: Token-Inhaber können ihr BNB an Validierer delegieren. Diese Delegation erhöht den Gesamteinsatz des Validierers und verbessert seine Chancen, für die Erstellung von Blöcken ausgewählt zu werden. Geteilte Belohnungen: Delegierer verdienen einen Teil der Belohnungen, die die Validierer erhalten. Dies motiviert die Token-Inhaber, sich an der Sicherheit und Dezentralisierung des Netzwerks zu beteiligen, indem sie zuverlässige Validierer auswählen.
3. Kandidaten: Pool potenzieller Validierer: Kandidaten sind Knoten, die die erforderliche Menge an BNB eingesetzt haben und darauf warten, aktive Validierer zu werden. Sie stellen sicher, dass immer ein ausreichender Pool an Knoten vorhanden ist, die bereit sind, Validierungsaufgaben zu übernehmen, wodurch die Netzwerkstabilität aufrechterhalten wird.
4. Wirtschaftliche Sicherheit: Kürzung: Validierer können für böswilliges Verhalten oder Nichterfüllung ihrer Pflichten bestraft werden. Zu den Strafen gehört die Kürzung eines Teils ihrer eingesetzten Token, um sicherzustellen, dass die Validierer im besten Interesse des Netzwerks handeln. Opportunitätskosten: Beim Staking müssen Validierer und Delegierer ihre BNB-Token sperren, was einen wirtschaftlichen Anreiz bietet, ehrlich zu handeln, um den Verlust ihrer eingesetzten Vermögenswerte zu vermeiden. Gebühren auf der Binance Smart Chain
5. Transaktionsgebühren: Niedrige Gebühren: BSC ist im Vergleich zu anderen Blockchain-Netzwerken für seine niedrigen Transaktionsgebühren bekannt. Diese Gebühren werden in BNB bezahlt und sind für die Aufrechterhaltung des Netzwerkbetriebs und die Vergütung der Validierer unerlässlich. Dynamische Gebührenstruktur: Die Transaktionsgebühren können je nach Netzwerküberlastung und Komplexität der Transaktionen variieren. BSC stellt jedoch sicher, dass die Gebühren deutlich niedriger bleiben als die im Ethereum-Mainnet.
6. Blockbelohnungen: Anreize für Validierer: Validierer erhalten zusätzlich zu den Transaktionsgebühren Blockbelohnungen. Diese Belohnungen werden an die Validierer für ihre Rolle bei der Aufrechterhaltung des Netzwerks und der Verarbeitung von Transaktionen verteilt.
7. Cross-Chain-Gebühren: Interoperabilitätskosten: BSC unterstützt Cross-Chain-Kompatibilität, sodass Vermögenswerte zwischen Binance Chain und Binance Smart Chain übertragen werden können. Diese Cross-Chain-Operationen verursachen nur minimale Gebühren, was einen nahtlosen Vermögenstransfer ermöglicht und das Benutzererlebnis verbessert.
8. Smart-Contract-Gebühren: Bereitstellungs- und Ausführungskosten: Für die Bereitstellung und Interaktion mit Smart Contracts auf BSC fallen Gebühren an, die auf den erforderlichen Rechenressourcen basieren. Diese Gebühren werden ebenfalls in BNB gezahlt und sind so konzipiert, dass sie kostengünstig sind und Entwickler ermutigen, auf der BSC-Plattform aufzubauen.

Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs

Der Energieverbrauch dieses Assets wird über mehrere Komponenten aggregiert: Zur 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 gelten als zentraler Faktor für den Energieverbrauch des Netzwerks. Die Hardware wird auf Grundlage des Hash-Algorithmus des Konsensmechanismus vorselektiert: Scrypt. Eine aktuelle Rentabilitätsschwelle wird auf Grundlage der Umsatz- und Kostenstruktur für den Mining-Betrieb ermittelt. Nur Hardware über der Rentabilitätsschwelle wird für das Netzwerk berücksichtigt. Der Energieverbrauch des Netzwerks kann bestimmt werden, indem die Verteilung der Hardware, die Effizienzstufen für den Betrieb der Hardware und On-Chain-Informationen zu den Umsatzmöglichkeiten der Miner berücksichtigt werden. Wenn eine signifikante Nutzung von Merge Mining bekannt ist, wird dies berücksichtigt. Um den Energieverbrauch eines Tokens zu bestimmen, wird zunächst der Energieverbrauch des/der Netzwerks/Netzwerke binance_smart_chain berechnet. Basierend auf dem Gasverbrauch des Krypto-Assets pro Netzwerk wird der Anteil des Gesamtverbrauchs des jeweiligen Netzwerks definiert, der diesem Asset zugewiesen wird.

Weitere Angaben zum Energieverbrauch

Anteil erneuerbarer Energien (in%)	Energieintensität (in kWh)	Scope 1 DLT GHG Emissionen - controlled (intCO ² e)	Scope 1 DLT GHG Emissionen - erworben (intCO ² e)	GHG Intensität (in kgCO ² e)
15.1161113934	0.08145	0.00000	4054365.94294	0.03356

Haupt-Energiequellen und Methodiken

Zur Ermittlung des Anteils erneuerbarer Energien sollen die Standorte der Knotenpunkte anhand von öffentlichen Informationsseiten, Open-Source-Crawlern und eigenentwickelten Crawlern ermittelt werden. Liegen keine Informationen über die geographische Verteilung der Knoten vor, werden Referenznetzwerke verwendet, die hinsichtlich ihrer Incentivierungsstruktur und ihres Konsensmechanismus vergleichbar sind. Diese Geoinformationen werden mit öffentlichen Informationen der Europäischen Umweltagentur (EUA) zusammengeführt und somit ermittelt.

Haupt-GHG-Quellen und Methodiken

Zur Ermittlung der GHG-Emissionen sollen die Standorte der Knotenpunkte mit Hilfe von öffentlichen Informationsseiten, Open-Source-Crawlern und eigenentwickelten Crawlern bestimmt werden. Liegen keine Informationen über die geographische Verteilung der Knoten vor, werden Referenznetzwerke verwendet, die hinsichtlich ihrer Incentivierungsstruktur und ihres Konsensmechanismus vergleichbar sind. Diese Geoinformationen werden mit öffentlichen Informationen der Europäischen Umweltagentur (EUA) zusammengeführt und somit ermittelt.

Enjin

Konsens-Mechanismus

Enjin ist in den folgenden Netzwerken vertreten: Solana, Ethereum. Solana verwendet eine einzigartige Kombination aus Proof of History (PoH) und Proof of Stake (PoS), um einen hohen Durchsatz, geringe Latenz und robuste Sicherheit zu erreichen. Hier ist eine detaillierte Erklärung, wie diese Mechanismen funktionieren: Kernkonzepte

- 1. Proof of History (PoH):** Mit Zeitstempel versehene Transaktionen: PoH ist eine kryptografische Technik, die Transaktionen mit Zeitstempeln versieht und so einen historischen Datensatz erstellt, der beweist, dass ein Ereignis zu einem bestimmten Zeitpunkt stattgefunden hat. Verifiable Delay Function: PoH verwendet eine Verifiable Delay Function (VDF), um einen eindeutigen Hash zu generieren, der die Transaktion und den Zeitpunkt ihrer Verarbeitung umfasst. Diese Hash-Sequenz bietet eine überprüfbare Reihenfolge der Ereignisse, wodurch sich das Netzwerk effizient auf die Abfolge der Transaktionen einigen kann.
- 2. Proof of Stake (PoS):** Auswahl des Validators: Validatoren werden ausgewählt, um neue Blöcke basierend auf der Anzahl der von ihnen eingesetzten SOL-Token zu erstellen. Je mehr Token eingesetzt werden, desto höher ist die Chance, für die Validierung von Transaktionen und die Erstellung neuer Blöcke ausgewählt zu werden. Delegation: Token-Inhaber können ihre SOL-Token an Validierer delegieren und so Belohnungen erhalten, die proportional zu ihrem Einsatz sind, während gleichzeitig die Sicherheit des Netzwerks verbessert wird.

Konsensprozess

- 1. Transaktionsvalidierung:** Transaktionen werden an das Netzwerk gesendet und von Validierern gesammelt. Jede Transaktion wird validiert, um sicherzustellen, dass sie die Kriterien des Netzwerks erfüllt, z. B. korrekte Signaturen und ausreichende Mittel.
- 2. PoH-Sequenzgenerierung:** Ein Validierer generiert mithilfe von PoH eine Hash-Sequenz, von denen jeder einen Zeitstempel und den vorherigen Hash enthält. Dieser Prozess erstellt eine historische Aufzeichnung der Transaktionen und etabliert eine kryptografische Uhr für das Netzwerk.
- 3. Blockproduktion:** Das Netzwerk verwendet PoS, um einen führenden Validierer basierend auf seinem Einsatz auszuwählen. Der führende Validierer ist dafür verantwortlich, die validierten Transaktionen in einem Block zu bündeln. Der führende Validierer verwendet die PoH-Sequenz, um Transaktionen innerhalb des Blocks zu ordnen und sicherzustellen, dass alle Transaktionen in der richtigen Reihenfolge verarbeitet werden.
- 4. Konsens und Finalisierung:** Andere Validierer überprüfen den vom führenden Validierer erstellten Block. Sie prüfen die Richtigkeit der PoH-Sequenz und validieren die Transaktionen innerhalb des Blocks. Sobald der Block verifiziert ist, wird er der Blockchain hinzugefügt. Validatoren unterzeichnen den Block und er gilt als abgeschlossen.

Sicherheit und wirtschaftliche Anreize

- 1. Anreize für Validatoren:**
 - Blockbelohnungen:** Validatoren erhalten Belohnungen für die Erstellung und Validierung von Blöcken. Diese Belohnungen werden in SOL-Token verteilt und sind proportional zum Einsatz und zur Leistung des Validators.
 - Transaktionsgebühren:** Validatoren verdienen auch Transaktionsgebühren aus den Transaktionen, die in den von ihnen erstellten Blöcken enthalten sind. Diese Gebühren bieten Validatoren einen zusätzlichen Anreiz, Transaktionen effizient abzuwickeln.
- 2. Sicherheit: Staking:** Validatoren müssen SOL-Token einsetzen, um am Konsensprozess teilzunehmen. Dieses Staking dient als Sicherheit und motiviert Validatoren, ehrlich zu handeln. Wenn sich ein Validator böswillig verhält oder seine Leistung nicht erbringt, riskiert er, seine eingesetzten Tokens zu verlieren. Delegiertes Staking: Tokeninhaber können ihre SOL-Token an Validatoren delegieren, was die Netzwerksicherheit und Dezentralisierung verbessert. Delegatoren erhalten einen Anteil an den Belohnungen

und werden dazu angeregt, zuverlässige Validierer auszuwählen. 3. Wirtschaftliche Strafen: Slashing: Validierer können für böswilliges Verhalten wie Doppelsignatur oder die Erstellung ungültiger Blöcke bestraft werden. Diese als Slashing bezeichnete Strafe führt zum Verlust eines Teils der eingesetzten Token und verhindert so unehrliches Handeln. Das Ethereum-Netzwerk verwendet einen Proof-of-Stake-Konsensmechanismus, um neue Transaktionen in der Blockchain zu validieren. Kernkomponenten 1. Validierer: Validierer sind dafür verantwortlich, neue Blöcke vorzuschlagen und zu validieren. Um Validierer zu werden, muss ein Benutzer 32 ETH in einen Smart Contract einzahlen (einsetzen). Dieser Einsatz dient als Sicherheit und kann gekürzt werden, wenn sich der Validierer unehrlich verhält. 2. Beacon Chain: Die Beacon Chain ist das Rückgrat von Ethereum 2.0. Sie koordiniert das Netzwerk der Validierer und verwaltet das Konsensprotokoll. Sie ist dafür verantwortlich, neue Blöcke zu erstellen, Validierer in Ausschüssen zu organisieren und die Endgültigkeit von Blöcken umzusetzen. Konsensprozess 1. Blockvorschlag: Validatoren werden nach dem Zufallsprinzip ausgewählt, um neue Blöcke vorzuschlagen. Diese Auswahl basiert auf einer gewichteten Zufallsfunktion (WRF), bei der das Gewicht durch die Menge des eingesetzten ETH bestimmt wird. 2. Bescheinigung: Validatoren, die keinen Block vorschlagen, nehmen an der Bescheinigung teil. Sie bestätigen die Gültigkeit des vorgeschlagenen Blocks, indem sie dafür stimmen. Die Bescheinigungen werden dann zusammengefasst, um einen einzigen Beweis für die Gültigkeit des Blocks zu bilden. 3. Ausschüsse: Validatoren werden in Ausschüssen organisiert, um den Validierungsprozess zu rationalisieren. Jeder Ausschuss ist für die Validierung von Blöcken innerhalb eines bestimmten Shards oder der Beacon Chain selbst verantwortlich. Dies gewährleistet Dezentralisierung und Sicherheit, da eine kleinere Gruppe von Validatoren schnell einen Konsens erzielen kann. 4. Endgültigkeit: Ethereum 2.0 verwendet einen Mechanismus namens Casper FFG (Friendly Finality Gadget), um Endgültigkeit zu erreichen. Endgültigkeit bedeutet, dass ein Block und seine Transaktionen als irreversibel und bestätigt gelten. Validatoren stimmen über die Endgültigkeit von Blöcken ab, und sobald eine Supermehrheit erreicht ist, wird der Block abgeschlossen. 5. Anreize und Strafen: Validierer erhalten Belohnungen für die Teilnahme am Netzwerk, einschließlich der Vorschlagung von Blöcken und der Bestätigung ihrer Gültigkeit. Umgekehrt können Validierer für böswilliges Verhalten, wie z. B. doppelte Signatur oder längere Offline-Zeiten, bestraft (gekürzt) werden. Dies gewährleistet eine ehrliche Teilnahme und Netzwerksicherheit.

Anreiz-Mechanismus und Gebühren

Enjin ist in den folgenden Netzwerken vertreten: Solana, Ethereum. Solana verwendet eine Kombination aus Proof of History (PoH) und Proof of Stake (PoS), um sein Netzwerk zu sichern und Transaktionen zu validieren. Hier ist eine detaillierte Erklärung der Anreizmechanismen und der geltenden Gebühren: Anreizmechanismen 4. Validatoren: Staking-Belohnungen: Validatoren werden basierend auf der Anzahl der SOL-Token ausgewählt, die sie eingesetzt haben. Sie erhalten Belohnungen für die Erstellung und Validierung von Blöcken, die in SOL verteilt werden. Je mehr Token eingesetzt werden, desto höher sind die Chancen, für die Validierung von Transaktionen und die Erstellung neuer Blöcke ausgewählt zu werden. Transaktionsgebühren: Validatoren verdienen einen Teil der Transaktionsgebühren, die von Benutzern für die Transaktionen gezahlt werden, die sie in die Blöcke aufnehmen. Dies bietet Validatoren einen zusätzlichen finanziellen Anreiz, Transaktionen effizient zu verarbeiten und die Integrität des Netzwerks aufrechtzuerhalten. 5. Delegatoren: Delegiertes

Staking: Token-Inhaber, die keinen Validierungsknoten betreiben möchten, können ihre SOL-Token an einen Validator delegieren. Im Gegenzug erhalten Delegatoren einen Anteil an den von den Validatoren verdienten Belohnungen. Dies fördert eine breite Beteiligung an der Sicherung des Netzwerks und gewährleistet Dezentralisierung.

6. Wirtschaftliche Sicherheit: Slashing: Validatoren können für böswilliges Verhalten bestraft werden, z. B. für die Erstellung ungültiger Blöcke oder häufiges Offline-Sein. Diese Strafe, bekannt als Slashing, beinhaltet den Verlust eines Teils ihrer eingesetzten Token. Slashing schreckt von unehrlichen Handlungen ab und stellt sicher, dass Validatoren im besten Interesse des Netzwerks handeln.

Opportunitätskosten: Durch das Staking von SOL-Token sperren Validatoren und Delegatoren ihre Token, die andernfalls verwendet oder verkauft werden könnten. Diese Opportunitätskosten motivieren die Teilnehmer, ehrlich zu handeln, um Belohnungen zu erhalten und Strafen zu vermeiden. Auf der Solana-Blockchain geltende Gebühren

7. Transaktionsgebühren: Niedrige und vorhersehbare Gebühren: Solana ist für einen hohen Transaktionsdurchsatz ausgelegt, was dazu beiträgt, die Gebühren niedrig und vorhersehbar zu halten. Die durchschnittliche Transaktionsgebühr auf Solana ist im Vergleich zu anderen Blockchains wie Ethereum deutlich niedriger.

Gebührenstruktur: Gebühren werden in SOL gezahlt und dienen dazu, Validatoren für die Ressourcen zu entschädigen, die sie für die Verarbeitung von Transaktionen aufwenden. Dazu gehören Rechenleistung und Netzwerkbandbreite.

8. Mietgebühren: State Storage: Solana erhebt Mietgebühren für die Speicherung von Daten auf der Blockchain. Diese Gebühren sollen eine ineffiziente Nutzung des State Storage verhindern und Entwickler dazu ermutigen, ungenutzten State zu bereinigen. Mietgebühren helfen, die Effizienz und Leistung des Netzwerks aufrechtzuerhalten.

9. Smart Contract-Gebühren: Ausführungskosten: Ähnlich wie Transaktionsgebühren basieren die Gebühren für die Bereitstellung und Interaktion mit Smart Contracts auf Solana auf den erforderlichen Rechenressourcen. Dadurch wird sichergestellt, dass den Benutzern die von ihnen verbrauchten Ressourcen proportional in Rechnung gestellt werden.

Ethereum verwendet, insbesondere nach der Umstellung auf Ethereum 2.0 (Eth2), einen Proof-of-Stake (PoS)-Konsensmechanismus, um sein Netzwerk zu sichern. Die Anreize für Validierer und die Gebührenstrukturen spielen eine entscheidende Rolle bei der Aufrechterhaltung der Sicherheit und Effizienz der Blockchain.

Anreizmechanismen

1. Staking-Belohnungen: Validierer-Belohnungen: Validierer sind für den PoS-Mechanismus von entscheidender Bedeutung. Sie sind dafür verantwortlich, neue Blöcke vorzuschlagen und zu validieren. Um teilzunehmen, müssen sie mindestens 32 ETH einsetzen. Im Gegenzug erhalten sie Belohnungen für ihre Beiträge, die in ETH ausgezahlt werden. Diese Belohnungen sind eine Kombination aus neu geprägten ETH und Transaktionsgebühren aus den Blöcken, die sie validieren.

Belohnungsrate: Die Belohnungsrate für Validierer ist dynamisch und hängt von der Gesamtmenge an ETH ab, die im Netzwerk eingesetzt wird. Je mehr ETH eingesetzt werden, desto niedriger ist die individuelle Belohnungsrate und umgekehrt. Dies soll die Sicherheit des Netzwerks und den Anreiz zur Teilnahme ausbalancieren.

2. Transaktionsgebühren: Grundgebühr: Nach der Umsetzung des Ethereum Improvement Proposal (EIP) 1559 wurde das Transaktionsgebührenmodell dahingehend geändert, dass eine Grundgebühr enthalten ist, die verbrannt (d. h. aus dem Verkehr gezogen) wird. Diese Grundgebühr passt sich dynamisch an die Netzwerknachfrage an, um die Transaktionsgebühren zu stabilisieren und die Volatilität zu verringern.

Prioritätsgebühr (Trinkgeld): Benutzer können auch eine Prioritätsgebühr (Trinkgeld) einschließen, um Validierer zu motivieren, ihre Transaktionen schneller einzuschließen. Diese Gebühr geht direkt an die Validierer und bietet ihnen einen zusätzlichen Anreiz, Transaktionen effizient

abzuwickeln. 3. Strafen für böswilliges Verhalten: Slashing: Validatoren müssen mit Strafen (Slashing) rechnen, wenn sie böswilliges Verhalten an den Tag legen, wie z. B. doppelte Signaturen oder die Validierung falscher Informationen. Slashing führt zum Verlust eines Teils ihrer eingesetzten ETH, was böswillige Akteure abschreckt und sicherstellt, dass die Validatoren im besten Interesse des Netzwerks handeln. Strafen für Inaktivität: Validatoren müssen auch mit Strafen für längere Inaktivität rechnen. Dies stellt sicher, dass die Validatoren aktiv bleiben und sich für die Aufrechterhaltung der Sicherheit und des Betriebs des Netzwerks einsetzen. Auf der Ethereum-Blockchain geltende Gebühren 1. Gasgebühren: Berechnung: Gasgebühren werden basierend auf der Rechenkomplexität von Transaktionen und Smart-Contract-Ausführungen berechnet. Jeder Vorgang auf der Ethereum Virtual Machine (EVM) ist mit Gaskosten verbunden. Dynamische Anpassung: Die durch EIP-1559 eingeführte Grundgebühr passt sich dynamisch an die Netzwerküberlastung an. Wenn die Nachfrage nach Blockplatz hoch ist, steigt die Grundgebühr, und wenn die Nachfrage niedrig ist, sinkt sie. 2. Gebühren für Smart Contracts: Bereitstellung und Interaktion: Bei der Bereitstellung eines Smart Contracts auf Ethereum fallen Gasgebühren an, die proportional zur Komplexität und Größe des Vertrags sind. Auch bei der Interaktion mit bereitgestellten Smart Contracts (z. B. Ausführen von Funktionen, Übertragen von Token) fallen Gasgebühren an. Optimierungen: Entwickler werden dazu angeregt, ihre Smart Contracts zu optimieren, um den Gasverbrauch zu minimieren und Transaktionen für Benutzer kostengünstiger zu gestalten. 3. Gebühren für Vermögensübertragungen: Token-Übertragungen: Bei der Übertragung von ERC-20 oder anderen Token-Standards fallen Gasgebühren an. Diese Gebühren variieren je nach Vertragsimplementierung des Tokens und der aktuellen Netzwerknachfrage.

Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs

Der Energieverbrauch dieses Assets wird über mehrere Komponenten aggregiert: Um den Energieverbrauch eines Tokens zu bestimmen, wird zunächst der Energieverbrauch des/der Netzwerk(e) Solana, Ethereum berechnet. Basierend auf dem Gasverbrauch des Krypto-Assets pro Netzwerk wird der Anteil von Definiert wird der Gesamtverbrauch des jeweiligen Netzes, der diesem Betriebsmittel zugeordnet ist.

Ethereum ETH

Konsens-Mechanismus

Das Ethereum-Netzwerk verwendet einen Proof-of-Stake-Konsensmechanismus, um neue Transaktionen in der Blockchain zu validieren. Kernkomponenten 1. Validatoren: Validatoren sind für das Vorschlagen und Validieren neuer Blöcke verantwortlich. Um Validator zu werden, muss ein Benutzer 32 ETH in einen Smart Contract einzahlen (einsetzen). Dieser Einsatz dient als Sicherheit und kann gekürzt werden, wenn sich der Validator unehrlich verhält. 2. Beacon Chain: Die Beacon Chain ist das Rückgrat von Ethereum 2.0. Sie koordiniert das Netzwerk der Validatoren und verwaltet das Konsensprotokoll. Sie ist für das Erstellen neuer Blöcke, die Organisation der Validatoren in Ausschüssen und die Implementierung der Endgültigkeit von Blöcken verantwortlich. Konsensprozess 1. Blockvorschlag: Validatoren werden nach dem Zufallsprinzip ausgewählt, um neue Blöcke vorzuschlagen. Diese Auswahl basiert auf einer

gewichteten Zufallsfunktion (WRF), bei der das Gewicht durch die Menge des eingesetzten ETH bestimmt wird. 2. Bescheinigung: Validatoren, die keinen Block vorschlagen, nehmen an der Bescheinigung teil. Sie bestätigen die Gültigkeit des vorgeschlagenen Blocks, indem sie dafür stimmen. Die Bestätigungen werden dann zusammengefasst, um einen einzigen Beweis für die Gültigkeit des Blocks zu bilden. 3. Komitees: Validierer werden in Komitees organisiert, um den Validierungsprozess zu rationalisieren. Jedes Komitee ist für die Validierung von Blöcken innerhalb eines bestimmten Shards oder der Beacon Chain selbst verantwortlich. Dies gewährleistet Dezentralisierung und Sicherheit, da eine kleinere Gruppe von Validierern schnell einen Konsens erzielen kann. 4. Endgültigkeit: Ethereum 2.0 verwendet einen Mechanismus namens Casper FFG (Friendly Finality Gadget), um Endgültigkeit zu erreichen. Endgültigkeit bedeutet, dass ein Block und seine Transaktionen als irreversibel und bestätigt gelten. Validierer stimmen über die Endgültigkeit von Blöcken ab, und sobald eine Supermehrheit erreicht ist, ist der Block abgeschlossen. 5. Anreize und Strafen: Validierer erhalten Belohnungen für die Teilnahme am Netzwerk, einschließlich des Vorschlagens von Blöcken und der Bestätigung ihrer Gültigkeit. Umgekehrt können Validierer für böswilliges Verhalten, wie z. B. doppelte Signatur oder längere Offline-Zeiträume, bestraft (gekürzt) werden. Dies gewährleistet ehrliche Teilnahme und Netzwerksicherheit.

Anreiz-Mechanismus und Gebühren

Ethereum verwendet, insbesondere nach der Umstellung auf Ethereum 2.0 (Eth2), einen Proof-of-Stake (PoS)-Konsensmechanismus, um sein Netzwerk zu sichern. Die Anreize für Validierer und die Gebührenstrukturen spielen eine entscheidende Rolle bei der Aufrechterhaltung der Sicherheit und Effizienz der Blockchain. Anreizmechanismen 1. Staking-Belohnungen: Validierer-Belohnungen: Validierer sind für den PoS-Mechanismus von entscheidender Bedeutung. Sie sind dafür verantwortlich, neue Blöcke vorzuschlagen und zu validieren. Um teilzunehmen, müssen sie mindestens 32 ETH einsetzen. Im Gegenzug erhalten sie Belohnungen für ihre Beiträge, die in ETH ausgezahlt werden. Diese Belohnungen sind eine Kombination aus neu geprägten ETH und Transaktionsgebühren aus den Blöcken, die sie validieren. Belohnungsrate: Die Belohnungsrate für Validierer ist dynamisch und hängt von der Gesamtmenge der im Netzwerk eingesetzten ETH ab. Je mehr ETH eingesetzt werden, desto niedriger ist die individuelle Belohnungsrate und umgekehrt. Dies soll die Sicherheit des Netzwerks und den Anreiz zur Teilnahme ausbalancieren. 2. Transaktionsgebühren: Grundgebühr: Nach der Umsetzung des Ethereum Improvement Proposal (EIP) 1559 wurde das Transaktionsgebührenmodell dahingehend geändert, dass eine Grundgebühr enthalten ist, die verbrannt (d. h. aus dem Verkehr gezogen) wird. Diese Grundgebühr wird dynamisch basierend auf der Netzwerknachfrage angepasst, um die Transaktionsgebühren zu stabilisieren und die Volatilität zu verringern. Prioritätsgebühr (Trinkgeld): Benutzer können auch eine Prioritätsgebühr (Trinkgeld) einschließen, um Validierer zu motivieren, ihre Transaktionen schneller einzuschließen. Diese Gebühr geht direkt an die Validierer und bietet ihnen einen zusätzlichen Anreiz, Transaktionen effizient abzuwickeln. 3. Strafen für böswilliges Verhalten: Slashing: Validierer müssen mit Strafen (Slashing) rechnen, wenn sie böswilliges Verhalten an den Tag legen, z. B. doppelte Signaturen vornehmen oder falsche Informationen validieren. Slashing führt zum Verlust eines Teils ihrer eingesetzten ETH, wodurch böswillige Akteure abgeschreckt und sichergestellt wird, dass Validierer im besten Interesse des Netzwerks handeln. Inaktivitätsstrafen: Validierer

müssen auch mit Strafen für längere Inaktivität rechnen. Dies stellt sicher, dass Validierer aktiv bleiben und sich für die Aufrechterhaltung der Sicherheit und des Betriebs des Netzwerks einsetzen. Auf der Ethereum-Blockchain geltende Gebühren

1. Gasgebühren: Berechnung: Gasgebühren werden auf Grundlage der Rechenkomplexität von Transaktionen und Smart-Contract-Ausführungen berechnet. Jeder Vorgang auf der Ethereum Virtual Machine (EVM) ist mit Gaskosten verbunden. Dynamische Anpassung: Die durch EIP-1559 eingeführte Grundgebühr passt sich dynamisch an die Netzwerküberlastung an. Wenn die Nachfrage nach Blockplatz hoch ist, steigt die Grundgebühr, und wenn die Nachfrage niedrig ist, sinkt sie.

2. Smart-Contract-Gebühren: Bereitstellung und Interaktion: Die Bereitstellung eines Smart Contracts auf Ethereum beinhaltet die Zahlung von Gasgebühren, die proportional zur Komplexität und Größe des Vertrags sind. Auch die Interaktion mit bereitgestellten Smart Contracts (z. B. Ausführen von Funktionen, Übertragen von Token) verursacht Gasgebühren. Optimierungen: Entwickler werden dazu angeregt, ihre Smart Contracts zu optimieren, um den Gasverbrauch zu minimieren und Transaktionen für Benutzer kostengünstiger zu machen.

3. Gebühren für Vermögensübertragungen: Token-Übertragungen: Die Übertragung von ERC-20 oder anderen Token-Standards ist mit Gasgebühren verbunden. Diese Gebühren variieren je nach Vertragsimplementierung des Tokens und der aktuellen Netzwerknachfrage.

Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs

Zur Berechnung der Energieverbräuche wird der sogenannte „Bottom-Up“-Ansatz verwendet. Dabei werden die Knoten als zentrale Größe für den Energieverbrauch des Netzes betrachtet. Diese Annahmen basieren auf empirischen Erkenntnissen durch die Verwendung von öffentlichen Informationsseiten, Open-Source-Crawlern und selbst entwickelten Crawlern. Die wichtigsten Einflussfaktoren für die Einschätzung der im Netzwerk eingesetzten Hardware sind die Anforderungen für den Betrieb der Client-Software. Der Energieverbrauch der Hardwaregeräte wurde in zertifizierten Testlaboren gemessen.

Weitere Angaben zum Energieverbrauch

Anteil erneuerbarer Energien (in%)	Energieintensität (in kWh)	Scope 1 DLT GHG Emissionen - controlled (intCO ² e)	Scope 1 DLT GHG Emissionen - erworben (intCO ² e)	GHG Intensität (in kgCO ² e)
17.2043909674	0.00013	0.00000	946.94704	0.00004

Haupt-Energiequellen und Methodiken

Zur Ermittlung des Anteils erneuerbarer Energien sollen die Standorte der Knotenpunkte anhand von öffentlichen Informationsseiten, Open-Source-Crawlern und eigenentwickelten Crawlern ermittelt werden. Liegen keine Informationen über die geographische Verteilung der Knoten vor, werden Referenznetzwerke verwendet, die hinsichtlich ihrer Incentivierungsstruktur und ihres Konsensmechanismus vergleichbar sind. Diese

Geoinformationen werden mit öffentlichen Informationen der Europäischen Umweltagentur (EUA) zusammengeführt und somit ermittelt.

Haupt-GHG-Quellen und Methodiken

Zur Ermittlung der GHG-Emissionen sollen die Standorte der Knotenpunkte mit Hilfe von öffentlichen Informationsseiten, Open-Source-Crawlern und eigenentwickelten Crawlern bestimmt werden. Liegen keine Informationen über die geographische Verteilung der Knoten vor, werden Referenznetzwerke verwendet, die hinsichtlich ihrer Incentivierungsstruktur und ihres Konsensmechanismus vergleichbar sind. Diese Geoinformationen werden mit öffentlichen Informationen der Europäischen Umweltagentur (EUA) zusammengeführt und somit ermittelt.

Fantom

Konsens-Mechanismus

Fantom arbeitet mit dem Lachesis-Protokoll, einem asynchronen byzantinischen fehlertoleranten (aBFT) Konsensmechanismus, der für schnelle, sichere und skalierbare Transaktionen entwickelt wurde. Kernkomponenten des Konsenses von Fantom: 1. Lachesis-Protokoll (aBFT): Asynchron und ohne Anführer: Lachesis ermöglicht es Knoten, unabhängig voneinander einen Konsens zu erreichen, ohne sich auf einen zentralen Anführer zu verlassen, was Dezentralisierung und Geschwindigkeit verbessert. DAG-Struktur: Anstelle einer linearen Blockchain verwendet Lachesis eine DAG-Struktur (Directed Acyclic Graph), die es ermöglicht, mehrere Transaktionen parallel über Knoten hinweg zu verarbeiten. Diese Struktur unterstützt einen hohen Durchsatz, wodurch das Netzwerk für Anwendungen geeignet ist, die eine schnelle Transaktionsverarbeitung erfordern. 2. Ereignisblöcke und sofortige Endgültigkeit: Ereignisblöcke: Transaktionen werden in Ereignisblöcke gruppiert, die asynchron von mehreren Validierern validiert werden. Wenn genügend Validierer einen Ereignisblock bestätigen, wird er Teil des Verlaufs des Fantom-Netzwerks. Sofortige Endgültigkeit: Transaktionen auf Fantom erreichen sofortige Endgültigkeit, d. h. sie werden bestätigt und können nicht rückgängig gemacht werden. Diese Eigenschaft ist ideal für Anwendungen, die schnelle und irreversible Transaktionen erfordern.

Anreiz-Mechanismus und Gebühren

Das Anreizmodell von Fantom fördert die Netzwerksicherheit durch Staking-Belohnungen, Transaktionsgebühren und Delegationsoptionen und fördert so eine breite Beteiligung. Anreizmechanismen: 1. Staking-Belohnungen für Validierer: Belohnungen in FTM verdienen: Validierer, die am Konsensprozess teilnehmen, verdienen Belohnungen in FTM-Token, proportional zu dem Betrag, den sie eingesetzt haben. Dies motiviert die Validierer, das Netzwerk aktiv zu sichern. Dynamische Staking-Rate: Die Staking-Belohnungsrate von Fantom ist dynamisch und wird basierend auf der Gesamtzahl der im gesamten Netzwerk eingesetzten FTM angepasst. Je mehr FTM eingesetzt wird, desto geringer können die einzelnen Belohnungen sein, wodurch eine ausgewogene Belohnungsstruktur

aufrechterhalten wird, die die langfristige Netzwerksicherheit unterstützt. 2. Delegation für Token-Inhaber: Delegiertes Staking: Benutzer, die keine Validiererknoten betreiben, können ihre FTM-Token an Validierer delegieren. Im Gegenzug erhalten sie einen Anteil an den Staking-Belohnungen und fördern so eine breitere Beteiligung an der Sicherung des Netzwerks. Geltende Gebühren: -Transaktionsgebühren in FTM: Benutzer zahlen Transaktionsgebühren in FTM-Token. Der hohe Durchsatz und die DAG-Struktur des Netzwerks halten die Gebühren niedrig, was Fantom ideal für dezentrale Anwendungen (dApps) macht, die häufige Transaktionen erfordern. -Effizientes Gebührenmodell: Die niedrigen Gebühren und die Skalierbarkeit des Netzwerks machen es für Benutzer kosteneffizient und fördern ein günstiges Umfeld für Anwendungen mit hohem Volumen.

Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs

Zur Berechnung der Energieverbräuche wird der sogenannte „Bottom-Up“-Ansatz verwendet. Dabei werden die Knoten als zentrale Größe für den Energieverbrauch des Netzes betrachtet. Diese Annahmen basieren auf empirischen Erkenntnissen durch die Verwendung von öffentlichen Informationsseiten, Open-Source-Crawlern und selbst entwickelten Crawlern. Die wichtigsten Einflussfaktoren für die Einschätzung der im Netzwerk eingesetzten Hardware sind die Anforderungen für den Betrieb der Client-Software. Der Energieverbrauch der Hardwaregeräte wurde in zertifizierten Testlaboren gemessen.

Graph-Token

Konsens-Mechanismus

Graph Token ist in den folgenden Netzwerken vorhanden: Arbitrum, Ethereum. Arbitrum ist eine Layer-2-Lösung auf Ethereum, die Optimistic Rollups verwendet, um die Skalierbarkeit zu verbessern und die Transaktionskosten zu senken. Es geht standardmäßig davon aus, dass Transaktionen gültig sind, und überprüft sie nur, wenn eine Anfechtung vorliegt (optimistisch): Kernkomponenten: -Sequencer: Ordnet Transaktionen und erstellt Stapel zur Verarbeitung.-Bridge: Erleichtert Vermögensübertragungen zwischen Arbitrum und Ethereum.-Betrugsnachweise: Schutz vor ungültigen Transaktionen durch einen interaktiven Überprüfungsprozess. Überprüfungsprozess: 1. Transaktionsübermittlung: Benutzer übermitteln Transaktionen an den Arbitrum Sequencer, der sie ordnet und in Stapel verarbeitet. 2. Statusverpflichtung: Diese Stapel werden mit einer Statusverpflichtung an Ethereum übermittelt. 3. Anfechtungszeitraum: Validierer haben einen bestimmten Zeitraum, um den Status anzufechten, wenn sie Betrug vermuten. 4. Streitbeilegung: Wenn eine Anfechtung auftritt, wird der Streit durch einen iterativen Prozess beigelegt, um die betrügerische Transaktion zu identifizieren. Die letzte Operation wird auf Ethereum ausgeführt, um den richtigen Status zu bestimmen. 5. Rollback und Strafen: Wenn Betrug nachgewiesen wird, wird der Status zurückgesetzt und die unehrliche Partei bestraft. Sicherheit und Effizienz: Die Kombination aus Sequenzer, Brücke und interaktiven Betrugsnachweisen stellt sicher, dass das System sicher und effizient bleibt. Durch Minimierung der On-Chain-Daten und Nutzung von Off-Chain-Berechnungen kann Arbitrum einen hohen Durchsatz und niedrige Gebühren bieten. Das Ethereum-Netzwerk verwendet

einen Proof-of-Stake-Konsensmechanismus, um neue Transaktionen auf der Blockchain zu validieren. Kernkomponenten

1. Validatoren: Validatoren sind für das Vorschlagen und Validieren neuer Blöcke verantwortlich. Um Validator zu werden, muss ein Benutzer 32 ETH in einen Smart Contract einzahlen (einsetzen). Dieser Einsatz dient als Sicherheit und kann gekürzt werden, wenn sich der Validator unehrlich verhält.
2. Beacon Chain: Die Beacon Chain ist das Rückgrat von Ethereum 2.0. Sie koordiniert das Netzwerk der Validatoren und verwaltet das Konsensprotokoll. Es ist verantwortlich für die Erstellung neuer Blöcke, die Organisation der Validierer in Ausschüssen und die Umsetzung der Endgültigkeit von Blöcken.
- Konsensprozess

 1. Blockvorschlag: Validierer werden nach dem Zufallsprinzip ausgewählt, um neue Blöcke vorzuschlagen. Diese Auswahl basiert auf einer gewichteten Zufallsfunktion (WRF), bei der das Gewicht durch die Menge des eingesetzten ETH bestimmt wird.
 2. Bescheinigung: Validierer, die keinen Block vorschlagen, nehmen an der Bescheinigung teil. Sie bescheinigen die Gültigkeit des vorgeschlagenen Blocks, indem sie dafür stimmen. Die Bescheinigungen werden dann zusammengefasst, um einen einzigen Nachweis der Gültigkeit des Blocks zu bilden.
 3. Ausschüsse: Validierer werden in Ausschüssen organisiert, um den Validierungsprozess zu rationalisieren. Jeder Ausschuss ist für die Validierung von Blöcken innerhalb eines bestimmten Shards oder der Beacon Chain selbst verantwortlich. Dies gewährleistet Dezentralisierung und Sicherheit, da eine kleinere Gruppe von Validierern schnell einen Konsens erzielen kann.
 4. Endgültigkeit: Ethereum 2.0 verwendet einen Mechanismus namens Casper FFG (Friendly Finality Gadget), um Endgültigkeit zu erreichen. Endgültigkeit bedeutet, dass ein Block und seine Transaktionen als irreversibel und bestätigt gelten. Validatoren stimmen über die Endgültigkeit von Blöcken ab, und sobald eine Zweidrittelmehrheit erreicht ist, wird der Block abgeschlossen.
 5. Anreize und Strafen: Validatoren erhalten Belohnungen für die Teilnahme am Netzwerk, einschließlich der Vorschlagung von Blöcken und der Bestätigung ihrer Gültigkeit. Umgekehrt können Validatoren für böswilliges Verhalten, wie z. B. doppelte Signatur oder längere Offline-Zeiten, bestraft (gekürzt) werden. Dies gewährleistet eine ehrliche Teilnahme und Netzwerksicherheit.

Anreiz-Mechanismus und Gebühren

Graph Token ist in den folgenden Netzwerken vorhanden: Arbitrum, Ethereum. Arbitrum One, eine Layer-2-Skalierungslösung für Ethereum, verwendet mehrere Anreizmechanismen, um die Sicherheit und Integrität von Transaktionen in seinem Netzwerk zu gewährleisten. Die wichtigsten Mechanismen umfassen:

1. Validatoren und Sequenzer: o Sequenzer sind für die Anordnung von Transaktionen und die Erstellung von Batches verantwortlich, die außerhalb der Kette verarbeitet werden. Sie spielen eine entscheidende Rolle bei der Aufrechterhaltung der Effizienz und des Durchsatzes des Netzwerks. o Validatoren überwachen die Aktionen der Sequenzer und stellen sicher, dass Transaktionen korrekt verarbeitet werden. Validatoren überprüfen die Zustandsübergänge und stellen sicher, dass in den Batches keine ungültigen Transaktionen enthalten sind.
2. Betrugsnachweise: o Annahme der Gültigkeit: Transaktionen, die außerhalb der Kette verarbeitet werden, werden als gültig angesehen. Dies ermöglicht eine schnelle Transaktionsendgültigkeit und einen hohen Durchsatz. o Anfechtungsfrist: Es gibt eine vordefinierte Frist, während der jeder die Gültigkeit einer Transaktion durch Einreichen eines Betrugsnachweises anfechten kann. Dieser Mechanismus dient als Abschreckung gegen böswilliges Verhalten. o Streitbeilegung: Wenn eine Anfechtung erhoben wird, wird ein interaktiver Verifizierungsprozess eingeleitet, um den genauen

Schritt zu ermitteln, bei dem der Betrug aufgetreten ist. Wenn die Anfechtung gültig ist, wird die betrügerische Transaktion rückgängig gemacht und der unehrliche Akteur bestraft. 3. Wirtschaftliche Anreize: o Belohnungen für ehrliches Verhalten: Teilnehmer des Netzwerks, wie Validierer und Sequenzer, werden durch Belohnungen für die ehrliche und effiziente Erfüllung ihrer Aufgaben motiviert. Diese Belohnungen kommen aus Transaktionsgebühren und möglicherweise anderen Protokollanreizen. o Strafen für böswilliges Verhalten: Teilnehmer, die sich unehrlich verhalten oder ungültige Transaktionen einreichen, werden bestraft. Dies kann die Kürzung von eingesetzten Token oder andere Formen wirtschaftlicher Strafen umfassen, die dazu dienen, böswillige Handlungen zu verhindern. Gebühren auf der Arbitrum One Blockchain 1. Transaktionsgebühren: o Layer-2-Gebühren: Benutzer zahlen Gebühren für Transaktionen, die im Layer-2-Netzwerk verarbeitet werden. Diese Gebühren sind aufgrund der geringeren Rechenlast auf der Hauptkette in der Regel niedriger als die Ethereum-Mainnet-Gebühren. o Arbitrum-Transaktionsgebühr: Für jede vom Sequenzer verarbeitete Transaktion wird eine Gebühr erhoben. Diese Gebühr deckt die Kosten für die Verarbeitung der Transaktion und die Sicherstellung ihrer Aufnahme in einen Stapel. 2. L1-Datengebühren: o Stapel an Ethereum senden: In regelmäßigen Abständen werden die Statusaktualisierungen der Layer-2-Transaktionen als Calldata an das Ethereum-Mainnet gesendet. Dies ist mit einer Gebühr verbunden, die als L1-Datengebühr bezeichnet wird und das Gas berücksichtigt, das zum Veröffentlichen dieser Statusaktualisierungen auf Ethereum erforderlich ist. o Kostenteilung: Da Transaktionen gebündelt werden, werden die Fixkosten für das Senden von Statusaktualisierungen an Ethereum auf mehrere Transaktionen verteilt, was es für Benutzer kostengünstiger macht. Ethereum verwendet, insbesondere nach dem Übergang zu Ethereum 2.0 (Eth2), einen Proof-of-Stake-Konsensmechanismus (PoS), um sein Netzwerk zu sichern. Die Anreize für Validierer und die Gebührenstrukturen spielen eine entscheidende Rolle bei der Aufrechterhaltung der Sicherheit und Effizienz der Blockchain. Anreizmechanismen 1. Staking-Belohnungen: Validierer-Belohnungen: Validierer sind für den PoS-Mechanismus von entscheidender Bedeutung. Sie sind für das Vorschlagen und Validieren neuer Blöcke verantwortlich. Um teilzunehmen, müssen sie mindestens 32 ETH einsetzen. Im Gegenzug erhalten sie Belohnungen für ihre Beiträge, die in ETH ausgezahlt werden. Diese Belohnungen sind eine Kombination aus neu geprägten ETH und Transaktionsgebühren aus den Blöcken, die sie validieren. Belohnungsrate: Die Belohnungsrate für Validierer ist dynamisch und hängt von der Gesamtmenge an ETH ab, die im Netzwerk eingesetzt wird. Je mehr ETH eingesetzt werden, desto niedriger ist die individuelle Belohnungsrate und umgekehrt. Dies soll die Sicherheit des Netzwerks und den Anreiz zur Teilnahme in Einklang bringen. 2. Transaktionsgebühren: Grundgebühr: Nach der Umsetzung des Ethereum Improvement Proposal (EIP) 1559 wurde das Transaktionsgebührenmodell dahingehend geändert, dass eine Grundgebühr enthalten ist, die verbrannt (d. h. aus dem Verkehr gezogen) wird. Diese Grundgebühr passt sich dynamisch an die Netzwerknachfrage an, um die Transaktionsgebühren zu stabilisieren und die Volatilität zu verringern. Prioritätsgebühr (Trinkgeld): Benutzer können auch eine Prioritätsgebühr (Trinkgeld) einschließen, um Validierer zu motivieren, ihre Transaktionen schneller einzuschließen. Diese Gebühr geht direkt an die Validierer und bietet ihnen einen zusätzlichen Anreiz, Transaktionen effizient abzuwickeln. 3. Strafen für böswilliges Verhalten: Slashing: Validatoren müssen mit Strafen (Slashing) rechnen, wenn sie böswilliges Verhalten an den Tag legen, wie z. B. doppelte Signaturen oder die Validierung falscher Informationen. Slashing führt zum Verlust eines Teils ihrer eingesetzten ETH, was böswillige Akteure abschreckt und sicherstellt, dass die Validatoren im besten Interesse des Netzwerks handeln. Strafen für

Inaktivität: Validatoren müssen auch mit Strafen für längere Inaktivität rechnen. Dies stellt sicher, dass die Validatoren aktiv bleiben und sich für die Aufrechterhaltung der Sicherheit und des Betriebs des Netzwerks einsetzen. Auf der Ethereum-Blockchain geltende Gebühren

1. Gasgebühren: Berechnung: Gasgebühren werden basierend auf der Rechenkomplexität von Transaktionen und Smart-Contract-Ausführungen berechnet. Jeder Vorgang auf der Ethereum Virtual Machine (EVM) ist mit Gaskosten verbunden. Dynamische Anpassung: Die durch EIP-1559 eingeführte Grundgebühr passt sich dynamisch an die Netzwerküberlastung an. Wenn die Nachfrage nach Blockplatz hoch ist, steigt die Grundgebühr, und wenn die Nachfrage niedrig ist, sinkt sie.
2. Gebühren für Smart Contracts: Bereitstellung und Interaktion: Bei der Bereitstellung eines Smart Contracts auf Ethereum fallen Gasgebühren an, die proportional zur Komplexität und Größe des Vertrags sind. Auch bei der Interaktion mit bereitgestellten Smart Contracts (z. B. Ausführen von Funktionen, Übertragen von Token) fallen Gasgebühren an. Optimierungen: Entwickler werden dazu angeregt, ihre Smart Contracts zu optimieren, um den Gasverbrauch zu minimieren und Transaktionen für Benutzer kostengünstiger zu gestalten.
3. Gebühren für Vermögensübertragungen: Token-Übertragungen: Bei der Übertragung von ERC-20 oder anderen Token-Standards fallen Gasgebühren an. Diese Gebühren variieren je nach Vertragsimplementierung des Tokens und der aktuellen Netzwerknachfrage.

Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs

Der Energieverbrauch dieses Assets wird über mehrere Komponenten aggregiert: Um den Energieverbrauch eines Tokens zu bestimmen, wird zunächst der Energieverbrauch des/des Netzwerk(e) berechnet. Basierend auf dem Gasverbrauch des Krypto-Assets pro Netzwerk wird der Anteil von Definiert wird der Gesamtverbrauch des jeweiligen Netzes, der diesem Betriebsmittel zugeordnet ist.

Litecoin

Konsens-Mechanismus

Litecoin ist in den folgenden Netzwerken vorhanden: `litecoin`, `binance_smart_chain`. Litecoin verwendet wie Bitcoin Proof of Work (PoW) als Konsensmechanismus, jedoch 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. Dies macht das Mining von Litecoin für normale Benutzer zugänglicher und begrenzt die Vorteile spezialisierter Hardware (wie ASICs) in den Anfangsjahren.
2. Mining und Blockerstellung: Miner konkurrieren darum, kryptografische Rätsel zu lösen und bei Erfolg neue Blöcke zur Blockchain hinzuzufügen. Dieser Prozess beinhaltet das Lösen des Scrypt-Algorithmus, was Rechenarbeit erfordert. Der erste Miner, der das Problem löst, verdient 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 allgemeine Netzwerkgeschwindigkeit 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 verringert sich nach jeder Halbierung um die Hälfte. Dieser Prozess wird fortgesetzt, bis das maximale Angebot von 84 Millionen LTC erreicht ist. 5. Schwierigkeitsanpassung: 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 abgebaut werden, unabhängig von Schwankungen der gesamten Netzwerk-Hash-Rate. Binance Smart Chain (BSC) verwendet einen hybriden Konsensmechanismus namens Proof of Staked Authority (PoSA), der Elemente von Delegated Proof of Stake (DPoS) und Proof of Authority (PoA) kombiniert. Diese Methode gewährleistet schnelle Blockzeiten und niedrige Gebühren bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung eines gewissen Maßes an Dezentralisierung und Sicherheit. Kernkomponenten 1. Validatoren (sogenannte „Kabinettsmitglieder“): Validatoren auf BSC sind für die Erstellung neuer Blöcke, die Validierung von Transaktionen und die Aufrechterhaltung der Netzwerksicherheit verantwortlich. Um Validator zu werden, muss eine Entität eine erhebliche Menge an BNB (Binance Coin) einsetzen. Validatoren werden durch Einsätze und Abstimmungen von Token-Inhabern ausgewählt. Es gibt zu jedem Zeitpunkt 21 aktive Validatoren, die rotieren, um Dezentralisierung und Sicherheit zu gewährleisten. 2. Delegatoren: Token-Inhaber, die keine Validator-Knoten betreiben möchten, können ihre BNB-Token an Validatoren delegieren. Diese Delegation hilft Validatoren, ihren Einsatz zu erhöhen und verbessert ihre Chancen, für die Erstellung von Blöcken ausgewählt zu werden. Delegatoren verdienen einen Anteil der Belohnungen, die Validatoren erhalten, was eine breite Beteiligung an der Netzwerksicherheit fördert. 3. Kandidaten: Kandidaten sind Knoten, die die erforderliche Menge an BNB eingesetzt haben und im Pool darauf warten, Validatoren zu werden. Sie sind im Wesentlichen potenzielle Validatoren, die derzeit nicht aktiv sind, aber durch Community-Abstimmung in den Validator-Satz gewählt werden können. Kandidaten spielen eine entscheidende Rolle, um sicherzustellen, dass immer ein ausreichender Pool an Knoten vorhanden ist, die bereit sind, Validierungsaufgaben zu übernehmen, wodurch die Widerstandsfähigkeit und Dezentralisierung des Netzwerks aufrechterhalten werden. Konsensprozess 4. Auswahl der Validierer: Die Validierer werden basierend auf der Menge an eingesetztem BNB und den von den Delegierern erhaltenen Stimmen ausgewählt. Je mehr BNB eingesetzt und je mehr Stimmen erhalten werden, desto höher ist die Chance, für die Validierung von Transaktionen und die Erstellung neuer Blöcke ausgewählt zu werden. Der Auswahlprozess umfasst sowohl die aktuellen Validierer als auch den Kandidatenpool, wodurch eine dynamische und sichere Rotation der Knoten gewährleistet wird. 5. Blockproduktion: Die ausgewählten Validierer produzieren abwechselnd Blöcke in einer PoA-ähnlichen Weise und stellen so sicher, dass Blöcke schnell und effizient generiert werden. Validierer validieren Transaktionen, fügen sie neuen Blöcken hinzu und senden diese Blöcke an das Netzwerk. 6. Finalität der Transaktionen: BSC erreicht schnelle Blockzeiten von etwa 3 Sekunden und eine schnelle Finalität der Transaktionen. Dies wird durch den effizienten PoSA-Mechanismus erreicht, der es Validierern ermöglicht, schnell einen Konsens zu erzielen. Sicherheit und wirtschaftliche Anreize 7. Staking: Validatoren müssen eine beträchtliche Menge BNB einsetzen, die als Sicherheit dient, um ihr ehrliches Verhalten sicherzustellen. Dieser eingesetzte Betrag kann gekürzt werden, wenn Validatoren böswillig handeln. Staking motiviert Validatoren, im besten Interesse des Netzwerks zu handeln, um den Verlust ihrer eingesetzten BNB zu vermeiden. 8. Delegation und Belohnungen: Delegatoren erhalten Belohnungen proportional zu ihrem Einsatz an Validatoren. Dies motiviert sie, zuverlässige Validatoren auszuwählen und an der Sicherheit des Netzwerks teilzunehmen. Validatoren und Delegatoren teilen sich Transaktionsgebühren als Belohnung, was kontinuierliche

wirtschaftliche Anreize bietet, die Netzwerksicherheit und -leistung aufrechtzuerhalten. 9. Transaktionsgebühren: BSC verwendet niedrige Transaktionsgebühren, die in BNB bezahlt werden, was es für Benutzer kostengünstig macht. Diese Gebühren werden von Validatoren als Teil ihrer Belohnungen erhoben, was sie zusätzlich dazu anregt, Transaktionen genau und effizient zu validieren.

Anreiz-Mechanismus und Gebühren

Litecoin ist in den folgenden Netzwerken vorhanden: litecoin, binance_smart_chain. Litecoin verwendet wie Bitcoin den Proof of Work (PoW)-Konsensmechanismus, um Transaktionen abzusichern und Miner zu motivieren. Anreizmechanismen

1. Mining-Belohnungen: Blockbelohnungen: Miner werden für das erfolgreiche Mining neuer Blöcke mit Litecoin (LTC) belohnt. Anfangs erhielten Miner 50 LTC pro Block, aber diese Belohnung halbiert sich ungefähr 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. Dies macht das Mining wertvoller, da das im Umlauf befindliche Angebot knapper wird, und motiviert Miner, weiterhin am Netzwerk teilzunehmen, auch wenn die Blockbelohnungen sinken.
3. Wirtschaftliche Sicherheit: Die Kosten des Minings (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 Rechenleistung zu verlieren, da ungültige Blöcke vom Netzwerk abgelehnt werden.

Gebühren auf der Litecoin-Blockchain

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

Binance Smart Chain (BSC) verwendet den Proof of Staked Authority (PoSA)-Konsensmechanismus, um die Netzwerksicherheit zu gewährleisten und die Teilnahme von Validierern und Delegierern zu fördern. Anreizmechanismen

1. Validierer: Staking-Belohnungen: Validierer müssen eine erhebliche Menge an BNB einsetzen, um am Konsensprozess teilzunehmen. Sie erhalten Belohnungen in Form von Transaktionsgebühren und Blockbelohnungen. Auswahlverfahren: Die Auswahl der Validierer erfolgt auf Grundlage der eingesetzten BNB-Menge und der von den Delegierern erhaltenen Stimmen. Je mehr BNB eingesetzt und je mehr Stimmen erhalten werden, desto höher sind die Chancen, für die Validierung von Transaktionen und die Erstellung neuer Blöcke ausgewählt zu werden.
2. Delegierer: Delegiertes Staking: Token-Inhaber können ihr BNB an Validierer delegieren. Diese Delegation erhöht den Gesamteinsatz des Validierers und verbessert seine Chancen, für die Erstellung von Blöcken ausgewählt zu werden. Geteilte Belohnungen: Delegierer verdienen einen Teil der Belohnungen, die die Validierer erhalten. Dies motiviert die Token-Inhaber, sich an der Sicherheit und Dezentralisierung des Netzwerks zu beteiligen, indem sie zuverlässige Validierer auswählen.

3. Kandidaten: Pool potenzieller Validierer: Kandidaten sind Knoten, die die erforderliche Menge an BNB eingesetzt haben und darauf warten, aktive Validierer zu werden. Sie stellen sicher, dass immer ein ausreichender Pool an Knoten vorhanden ist, die bereit sind, Validierungsaufgaben zu übernehmen, wodurch die Netzwerkstabilität aufrechterhalten wird. 4. Wirtschaftliche Sicherheit: Kürzung: Validierer können für böswilliges Verhalten oder Nichterfüllung ihrer Pflichten bestraft werden. Zu den Strafen gehört die Kürzung eines Teils ihrer eingesetzten Token, um sicherzustellen, dass die Validierer im besten Interesse des Netzwerks handeln. Opportunitätskosten: Beim Staking müssen Validierer und Delegierer ihre BNB-Token sperren, was einen wirtschaftlichen Anreiz bietet, ehrlich zu handeln, um den Verlust ihrer eingesetzten Vermögenswerte zu vermeiden. Gebühren auf der Binance Smart Chain 5. Transaktionsgebühren: Niedrige Gebühren: BSC ist im Vergleich zu anderen Blockchain-Netzwerken für seine niedrigen Transaktionsgebühren bekannt. Diese Gebühren werden in BNB bezahlt und sind für die Aufrechterhaltung des Netzwerkbetriebs und die Vergütung der Validierer unerlässlich. Dynamische Gebührenstruktur: Die Transaktionsgebühren können je nach Netzwerküberlastung und Komplexität der Transaktionen variieren. BSC stellt jedoch sicher, dass die Gebühren deutlich niedriger bleiben als die im Ethereum-Mainnet. 6. Blockbelohnungen: Anreize für Validierer: Validierer erhalten zusätzlich zu den Transaktionsgebühren Blockbelohnungen. Diese Belohnungen werden an die Validierer für ihre Rolle bei der Aufrechterhaltung des Netzwerks und der Verarbeitung von Transaktionen verteilt. 7. Cross-Chain-Gebühren: Interoperabilitätskosten: BSC unterstützt Cross-Chain-Kompatibilität, sodass Vermögenswerte zwischen Binance Chain und Binance Smart Chain übertragen werden können. Diese Cross-Chain-Operationen verursachen nur minimale Gebühren, was einen nahtlosen Vermögenstransfer ermöglicht und das Benutzererlebnis verbessert. 8. Smart-Contract-Gebühren: Bereitstellungs- und Ausführungskosten: Für die Bereitstellung und Interaktion mit Smart Contracts auf BSC fallen Gebühren an, die auf den erforderlichen Rechenressourcen basieren. Diese Gebühren werden ebenfalls in BNB gezahlt und sind so konzipiert, dass sie kostengünstig sind und Entwickler ermutigen, auf der BSC-Plattform aufzubauen.

Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs

Der Energieverbrauch dieses Assets wird über mehrere Komponenten aggregiert: Zur 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 gelten als zentraler Faktor für den Energieverbrauch des Netzwerks. Die Hardware wird auf Grundlage des Hash-Algorithmus des Konsensmechanismus vorselektiert: Scrypt. Eine aktuelle Rentabilitätsschwelle wird auf Grundlage der Umsatz- und Kostenstruktur für den Mining-Betrieb ermittelt. Nur Hardware über der Rentabilitätsschwelle wird für das Netzwerk berücksichtigt. Der Energieverbrauch des Netzwerks kann bestimmt werden, indem die Verteilung der Hardware, die Effizienzstufen für den Betrieb der Hardware und On-Chain-Informationen zu den Umsatzmöglichkeiten der Miner berücksichtigt werden. Wenn eine signifikante Nutzung von Merge Mining bekannt ist, wird dies berücksichtigt. Um den Energieverbrauch eines Tokens zu bestimmen, wird zunächst der Energieverbrauch des/der Netzwerks/Netzwerke binance_smart_chain berechnet. Basierend auf dem Gasverbrauch des Krypto-Assets pro Netzwerk wird der Anteil des Gesamtverbrauchs des jeweiligen Netzwerks definiert, der diesem Asset zugewiesen wird.

Weitere Angaben zum Energieverbrauch

Anteil erneuerbarer Energien (in%)	Energieintensität (in kWh)	Scope 1 DLT GHG Emissionen - controlled (intCO ² e)	Scope 1 DLT GHG Emissionen - erworben (intCO ² e)	GHG Intensität (in kgCO ² e)
15.1161113934	0.02421	0.00000	264239.52991	0.00997

Haupt-Energiequellen und Methodiken

Zur Ermittlung des Anteils erneuerbarer Energien sollen die Standorte der Knotenpunkte anhand von öffentlichen Informationsseiten, Open-Source-Crawlern und eigenentwickelten Crawlern ermittelt werden. Liegen keine Informationen über die geographische Verteilung der Knoten vor, werden Referenznetzwerke verwendet, die hinsichtlich ihrer Incentivierungsstruktur und ihres Konsensmechanismus vergleichbar sind. Diese Geoinformationen werden mit öffentlichen Informationen der Europäischen Umweltagentur (EUA) zusammengeführt und somit ermittelt.

Haupt-GHG-Quellen und Methodiken

Zur Ermittlung der GHG-Emissionen sollen die Standorte der Knotenpunkte mit Hilfe von öffentlichen Informationsseiten, Open-Source-Crawlern und eigenentwickelten Crawlern bestimmt werden. Liegen keine Informationen über die geographische Verteilung der Knoten vor, werden Referenznetzwerke verwendet, die hinsichtlich ihrer Incentivierungsstruktur und ihres Konsensmechanismus vergleichbar sind. Diese Geoinformationen werden mit öffentlichen Informationen der Europäischen Umweltagentur (EUA) zusammengeführt und somit ermittelt.

LoopringCoin V2

Konsens-Mechanismus

LoopringCoin V2 ist in den folgenden Netzwerken vorhanden: Solana, Ethereum. Solana verwendet eine einzigartige Kombination aus Proof of History (PoH) und Proof of Stake (PoS), um einen hohen Durchsatz, geringe Latenz und robuste Sicherheit zu erreichen. Hier ist eine detaillierte Erklärung, wie diese Mechanismen funktionieren: Kernkonzepte 1. Proof of History (PoH): Mit Zeitstempel versehene Transaktionen: PoH ist eine kryptografische Technik, die Transaktionen mit Zeitstempeln versieht und so einen historischen Datensatz erstellt, der beweist, dass ein Ereignis zu einem bestimmten Zeitpunkt stattgefunden hat. Verifiable Delay Function: PoH verwendet eine Verifiable Delay Function (VDF), um einen eindeutigen Hash zu generieren, der die Transaktion und den Zeitpunkt ihrer Verarbeitung umfasst. Diese Hash-Sequenz bietet eine überprüfbare Reihenfolge der Ereignisse, sodass sich das Netzwerk effizient auf die Abfolge der Transaktionen einigen kann. 2. Proof of Stake (PoS): Auswahl des Validators: Validatoren werden ausgewählt, um neue Blöcke basierend auf der Anzahl der von

ihnen eingesetzten SOL-Token zu erstellen. Je mehr Token eingesetzt werden, desto höher ist die Chance, für die Validierung von Transaktionen und die Erstellung neuer Blöcke ausgewählt zu werden.

Delegation: Token-Inhaber können ihre SOL-Token an Validierer delegieren und so Belohnungen erhalten, die proportional zu ihrem Einsatz sind, während gleichzeitig die Sicherheit des Netzwerks verbessert wird.

Konsensprozess

- 1. Transaktionsvalidierung:** Transaktionen werden an das Netzwerk gesendet und von Validierern gesammelt. Jede Transaktion wird validiert, um sicherzustellen, dass sie die Kriterien des Netzwerks erfüllt, z. B. korrekte Signaturen und ausreichende Mittel.
- 2. PoH-Sequenzgenerierung:** Ein Validierer generiert mithilfe von PoH eine Hash-Sequenz, von denen jeder einen Zeitstempel und den vorherigen Hash enthält. Dieser Prozess erstellt eine historische Aufzeichnung der Transaktionen und etabliert eine kryptografische Uhr für das Netzwerk.
- 3. Blockproduktion:** Das Netzwerk verwendet PoS, um einen führenden Validierer basierend auf seinem Einsatz auszuwählen. Der führende Validierer ist dafür verantwortlich, die validierten Transaktionen in einem Block zu bündeln. Der führende Validierer verwendet die PoH-Sequenz, um Transaktionen innerhalb des Blocks zu ordnen und sicherzustellen, dass alle Transaktionen in der richtigen Reihenfolge verarbeitet werden.
- 4. Konsens und Finalisierung:** Andere Validierer überprüfen den vom führenden Validierer erstellten Block. Sie prüfen die Richtigkeit der PoH-Sequenz und validieren die Transaktionen innerhalb des Blocks. Sobald der Block verifiziert ist, wird er der Blockchain hinzugefügt. Validatoren unterzeichnen den Block und er gilt als abgeschlossen.

Sicherheit und wirtschaftliche Anreize

- 1. Anreize für Validatoren:**
 - Blockbelohnungen:** Validatoren erhalten Belohnungen für die Erstellung und Validierung von Blöcken. Diese Belohnungen werden in SOL-Token verteilt und sind proportional zum Einsatz und zur Leistung des Validators.
 - Transaktionsgebühren:** Validatoren verdienen auch Transaktionsgebühren aus den Transaktionen, die in den von ihnen erstellten Blöcken enthalten sind. Diese Gebühren bieten Validatoren einen zusätzlichen Anreiz, Transaktionen effizient abzuwickeln.
- 2. Sicherheit: Staking:** Validatoren müssen SOL-Token einsetzen, um am Konsensprozess teilzunehmen. Dieses Staking dient als Sicherheit und motiviert Validatoren, ehrlich zu handeln. Wenn sich ein Validator böswillig verhält oder seine Leistung nicht erbringt, riskiert er, seine eingesetzten Tokens zu verlieren.
- Delegiertes Staking:** Tokeninhaber können ihre SOL-Token an Validatoren delegieren, was die Netzwerksicherheit und Dezentralisierung verbessert. Delegatoren erhalten einen Anteil an den Belohnungen und werden dazu angeregt, zuverlässige Validierer auszuwählen.

3. Wirtschaftliche Strafen: Slashing: Validierer können für böswilliges Verhalten wie Doppelsignatur oder die Erstellung ungültiger Blöcke bestraft werden. Diese als Slashing bezeichnete Strafe führt zum Verlust eines Teils der eingesetzten Token und verhindert so unehrliches Handeln. Das Ethereum-Netzwerk verwendet einen Proof-of-Stake-Konsensmechanismus, um neue Transaktionen in der Blockchain zu validieren.

Kernkomponenten

- 1. Validierer:** Validierer sind dafür verantwortlich, neue Blöcke vorzuschlagen und zu validieren. Um Validierer zu werden, muss ein Benutzer 32 ETH in einen Smart Contract einzahlen (einsetzen). Dieser Einsatz dient als Sicherheit und kann gekürzt werden, wenn sich der Validierer unehrlich verhält.
- 2. Beacon Chain:** Die Beacon Chain ist das Rückgrat von Ethereum 2.0. Sie koordiniert das Netzwerk der Validierer und verwaltet das Konsensprotokoll. Sie ist dafür verantwortlich, neue Blöcke zu erstellen, Validierer in Ausschüssen zu organisieren und die Endgültigkeit von Blöcken umzusetzen.

Konsensprozess

- 1. Blockvorschlag:** Validatoren werden nach dem Zufallsprinzip ausgewählt, um neue Blöcke vorzuschlagen. Diese Auswahl basiert auf einer gewichteten Zufallsfunktion (WRF), bei der das Gewicht durch die Menge des eingesetzten ETH bestimmt wird.
- 2. Bescheinigung:** Validatoren, die keinen Block vorschlagen, nehmen

an der Bescheinigung teil. Sie bestätigen die Gültigkeit des vorgeschlagenen Blocks, indem sie dafür stimmen. Die Bescheinigungen werden dann zusammengefasst, um einen einzigen Beweis für die Gültigkeit des Blocks zu bilden. 3. Ausschüsse: Validatoren werden in Ausschüssen organisiert, um den Validierungsprozess zu rationalisieren. Jeder Ausschuss ist für die Validierung von Blöcken innerhalb eines bestimmten Shards oder der Beacon Chain selbst verantwortlich. Dies gewährleistet Dezentralisierung und Sicherheit, da eine kleinere Gruppe von Validatoren schnell einen Konsens erzielen kann. 4. Endgültigkeit: Ethereum 2.0 verwendet einen Mechanismus namens Casper FFG (Friendly Finality Gadget), um Endgültigkeit zu erreichen. Endgültigkeit bedeutet, dass ein Block und seine Transaktionen als irreversibel und bestätigt gelten. Validatoren stimmen über die Endgültigkeit von Blöcken ab, und sobald eine Supermehrheit erreicht ist, wird der Block abgeschlossen. 5. Anreize und Strafen: Validierer erhalten Belohnungen für die Teilnahme am Netzwerk, einschließlich der Vorschlagung von Blöcken und der Bestätigung ihrer Gültigkeit. Umgekehrt können Validierer für böswilliges Verhalten, wie z. B. doppelte Signatur oder längere Offline-Zeiten, bestraft (gekürzt) werden. Dies gewährleistet eine ehrliche Teilnahme und Netzwerksicherheit.

Anreiz-Mechanismus und Gebühren

LoopringCoin V2 ist in den folgenden Netzwerken vorhanden: Solana, Ethereum. Solana verwendet eine Kombination aus Proof of History (PoH) und Proof of Stake (PoS), um sein Netzwerk zu sichern und Transaktionen zu validieren. Hier ist eine detaillierte Erklärung der Anreizmechanismen und der geltenden Gebühren: Anreizmechanismen 4. Validatoren: Staking-Belohnungen: Validatoren werden basierend auf der Anzahl der SOL-Token ausgewählt, die sie eingesetzt haben. Sie erhalten Belohnungen für die Erstellung und Validierung von Blöcken, die in SOL verteilt werden. Je mehr Token eingesetzt werden, desto höher sind die Chancen, für die Validierung von Transaktionen und die Erstellung neuer Blöcke ausgewählt zu werden. Transaktionsgebühren: Validatoren verdienen einen Teil der Transaktionsgebühren, die von Benutzern für die Transaktionen gezahlt werden, die sie in die Blöcke aufnehmen. Dies bietet einen zusätzlichen finanziellen Anreiz für Validatoren, Transaktionen effizient zu verarbeiten und die Integrität des Netzwerks aufrechtzuerhalten. 5. Delegatoren: Delegiertes Staking: Token-Inhaber, die keinen Validierungsknoten betreiben möchten, können ihre SOL-Token an einen Validator delegieren. Im Gegenzug erhalten Delegatoren einen Anteil an den von den Validatoren verdienten Belohnungen. Dies fördert eine breite Beteiligung an der Sicherung des Netzwerks und gewährleistet Dezentralisierung. 6. Wirtschaftliche Sicherheit: Slashing: Validatoren können für böswilliges Verhalten bestraft werden, z. B. für die Erstellung ungültiger Blöcke oder häufiges Offline-Sein. Diese Strafe, bekannt als Slashing, beinhaltet den Verlust eines Teils ihrer eingesetzten Token. Slashing schreckt von unehrlichen Handlungen ab und stellt sicher, dass Validatoren im besten Interesse des Netzwerks handeln. Opportunitätskosten: Durch das Staking von SOL-Token sperren Validatoren und Delegatoren ihre Token, die andernfalls verwendet oder verkauft werden könnten. Diese Opportunitätskosten motivieren die Teilnehmer, ehrlich zu handeln, um Belohnungen zu erhalten und Strafen zu vermeiden. Auf der Solana-Blockchain geltende Gebühren 7. Transaktionsgebühren: Niedrige und vorhersehbare Gebühren: Solana ist für einen hohen Transaktionsdurchsatz ausgelegt, was dazu beiträgt, die Gebühren niedrig und vorhersehbar zu halten. Die durchschnittliche Transaktionsgebühr auf Solana ist im Vergleich zu anderen Blockchains wie Ethereum deutlich niedriger. Gebührenstruktur:

Gebühren werden in SOL gezahlt und dienen dazu, Validatoren für die Ressourcen zu entschädigen, die sie für die Verarbeitung von Transaktionen aufwenden. Dazu gehören Rechenleistung und Netzwerkbandbreite.

8. Mietgebühren: State Storage: Solana erhebt Mietgebühren für die Speicherung von Daten auf der Blockchain. Diese Gebühren sollen eine ineffiziente Nutzung des State Storage verhindern und Entwickler dazu ermutigen, ungenutzten State zu bereinigen. Mietgebühren helfen, die Effizienz und Leistung des Netzwerks aufrechtzuerhalten.

9. Smart Contract-Gebühren: Ausführungskosten: Ähnlich wie Transaktionsgebühren basieren die Gebühren für die Bereitstellung und Interaktion mit Smart Contracts auf Solana auf den erforderlichen Rechenressourcen. Dadurch wird sichergestellt, dass den Benutzern die von ihnen verbrauchten Ressourcen proportional in Rechnung gestellt werden.

Ethereum verwendet, insbesondere nach der Umstellung auf Ethereum 2.0 (Eth2), einen Proof-of-Stake (PoS)-Konsensmechanismus, um sein Netzwerk zu sichern. Die Anreize für Validierer und die Gebührenstrukturen spielen eine entscheidende Rolle bei der Aufrechterhaltung der Sicherheit und Effizienz der Blockchain.

Anreizmechanismen

1. Staking-Belohnungen: Validierer-Belohnungen: Validierer sind für den PoS-Mechanismus von entscheidender Bedeutung. Sie sind dafür verantwortlich, neue Blöcke vorzuschlagen und zu validieren. Um teilzunehmen, müssen sie mindestens 32 ETH einsetzen. Im Gegenzug erhalten sie Belohnungen für ihre Beiträge, die in ETH ausgezahlt werden. Diese Belohnungen sind eine Kombination aus neu geprägten ETH und Transaktionsgebühren aus den Blöcken, die sie validieren.

Belohnungsrate: Die Belohnungsrate für Validierer ist dynamisch und hängt von der Gesamtmenge an ETH ab, die im Netzwerk eingesetzt wird. Je mehr ETH eingesetzt werden, desto niedriger ist die individuelle Belohnungsrate und umgekehrt. Dies soll die Sicherheit des Netzwerks und den Anreiz zur Teilnahme ausbalancieren.

2. Transaktionsgebühren: Grundgebühr: Nach der Umsetzung des Ethereum Improvement Proposal (EIP) 1559 wurde das Transaktionsgebührenmodell dahingehend geändert, dass es eine Grundgebühr enthält, die verbrannt (d. h. aus dem Verkehr gezogen) wird. Diese Grundgebühr passt sich dynamisch an die Netzwerknachfrage an, um die Transaktionsgebühren zu stabilisieren und die Volatilität zu verringern.

Prioritätsgebühr (Trinkgeld): Benutzer können auch eine Prioritätsgebühr (Trinkgeld) einschließen, um Validierer zu motivieren, ihre Transaktionen schneller einzuschließen. Diese Gebühr geht direkt an die Validierer und bietet ihnen einen zusätzlichen Anreiz, Transaktionen effizient abzuwickeln.

3. Strafen für böswilliges Verhalten: Slashing: Validatoren müssen mit Strafen (Slashing) rechnen, wenn sie böswilliges Verhalten an den Tag legen, wie z. B. doppelte Signaturen oder die Validierung falscher Informationen. Slashing führt zum Verlust eines Teils ihrer eingesetzten ETH, was böswillige Akteure abschreckt und sicherstellt, dass die Validatoren im besten Interesse des Netzwerks handeln.

Strafen für Inaktivität: Validatoren müssen auch mit Strafen für längere Inaktivität rechnen. Dies stellt sicher, dass die Validatoren aktiv bleiben und sich für die Aufrechterhaltung der Sicherheit und des Betriebs des Netzwerks einsetzen.

Auf der Ethereum-Blockchain geltende Gebühren

1. Gasgebühren: Berechnung: Gasgebühren werden basierend auf der Rechenkomplexität von Transaktionen und Smart-Contract-Ausführungen berechnet. Jeder Vorgang auf der Ethereum Virtual Machine (EVM) ist mit Gaskosten verbunden. Dynamische Anpassung: Die durch EIP-1559 eingeführte Grundgebühr passt sich dynamisch an die Netzwerküberlastung an. Wenn die Nachfrage nach Blockplatz hoch ist, steigt die Grundgebühr, und wenn die Nachfrage niedrig ist, sinkt sie.

2. Gebühren für Smart Contracts: Bereitstellung und Interaktion: Bei der Bereitstellung eines Smart Contracts auf Ethereum fallen Gasgebühren an, die proportional zur Komplexität und Größe des Vertrags sind. Auch bei der Interaktion mit bereitgestellten

Smart Contracts (z. B. Ausführen von Funktionen, Übertragen von Token) fallen Gasgebühren an. Optimierungen: Entwickler werden dazu angeregt, ihre Smart Contracts zu optimieren, um den Gasverbrauch zu minimieren und Transaktionen für Benutzer kostengünstiger zu gestalten. 3. Gebühren für Vermögensübertragungen: Token-Übertragungen: Bei der Übertragung von ERC-20 oder anderen Token-Standards fallen Gasgebühren an. Diese Gebühren variieren je nach Vertragsimplementierung des Tokens und der aktuellen Netzwerknachfrage.

Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs

Der Energieverbrauch dieses Assets wird über mehrere Komponenten aggregiert: Um den Energieverbrauch eines Tokens zu bestimmen, wird zunächst der Energieverbrauch des/der Netzwerk(e) Solana, Ethereum berechnet. Basierend auf dem Gasverbrauch des Krypto-Assets pro Netzwerk wird der Anteil von Definiert wird der Gesamtverbrauch des jeweiligen Netzes, der diesem Betriebsmittel zugeordnet ist.

Maker

Konsens-Mechanismus

Maker ist in den folgenden Netzwerken vertreten: binance_smart_chain, avalanche, ethereum. Binance Smart Chain (BSC) verwendet einen hybriden Konsensmechanismus namens Proof of Staked Authority (PoSA), der Elemente von Delegated Proof of Stake (DPoS) und Proof of Authority (PoA), kombiniert. Diese Methode gewährleistet schnelle Blockzeiten und niedrige Gebühren bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung eines gewissen Maßes an Dezentralisierung und Sicherheit. Kernkomponenten 1. Validatoren (sogenannte „Kabinettsmitglieder“): Validatoren auf BSC sind für die Erstellung neuer Blöcke, die Validierung von Transaktionen und die Aufrechterhaltung der Sicherheit des Netzwerks verantwortlich. Um Validator zu werden, muss eine Entität eine erhebliche Menge an BNB (Binance Coin) einsetzen. Validatoren werden durch Staking und Abstimmung durch Token-Inhaber ausgewählt. Es gibt zu jedem Zeitpunkt 21 aktive Validatoren, die rotieren, um Dezentralisierung und Sicherheit zu gewährleisten. 2. Delegatoren: Token-Inhaber, die keine Validatorknoten betreiben möchten, können ihre BNB-Token an Validatoren delegieren. Diese Delegation hilft Validierern, ihren Einsatz zu erhöhen und verbessert ihre Chancen, für die Erstellung von Blöcken ausgewählt zu werden. Delegierer verdienen einen Anteil der Belohnungen, die Validierer erhalten, was eine breite Beteiligung an der Netzwerksicherheit fördert. 3. Kandidaten: Kandidaten sind Knoten, die die erforderliche Menge an BNB eingesetzt haben und im Pool darauf warten, Validierer zu werden. Sie sind im Wesentlichen potenzielle Validierer, die derzeit nicht aktiv sind, aber durch Community-Abstimmung in den Validierer-Satz gewählt werden können. Kandidaten spielen eine entscheidende Rolle dabei, sicherzustellen, dass immer ein ausreichender Pool an Knoten vorhanden ist, die bereit sind, Validierungsaufgaben zu übernehmen, wodurch die Widerstandsfähigkeit und Dezentralisierung des Netzwerks aufrechterhalten wird. Konsensprozess 4. Auswahl der Validierer: Validierer werden basierend auf der Menge an eingesetztem BNB und den von Delegierern erhaltenen Stimmen ausgewählt. Je mehr BNB eingesetzt und je mehr Stimmen erhalten wurden, desto höher ist die Chance, für die Validierung von Transaktionen und die Erstellung neuer Blöcke ausgewählt zu werden. Der

Auswahlprozess umfasst sowohl die aktuellen Validierer als auch den Kandidatenpool und gewährleistet eine dynamische und sichere Rotation der Knoten. 5. Blockproduktion: Die ausgewählten Validierer produzieren abwechselnd Blöcke in einer PoA-ähnlichen Weise und stellen so sicher, dass Blöcke schnell und effizient generiert werden. Validierer validieren Transaktionen, fügen sie neuen Blöcken hinzu und senden diese Blöcke an das Netzwerk. 6. Transaktionsfinalität: BSC erreicht schnelle Blockzeiten von etwa 3 Sekunden und eine schnelle Transaktionsfinalität. Dies wird durch den effizienten PoSA-Mechanismus erreicht, der es Validierern ermöglicht, schnell einen Konsens zu erzielen. Sicherheit und wirtschaftliche Anreize 7. Staking: Validierer müssen eine beträchtliche Menge BNB einsetzen, die als Sicherheit dient, um ihr ehrliches Verhalten sicherzustellen. Dieser eingesetzte Betrag kann gekürzt werden, wenn Validierer böswillig handeln. Staking motiviert Validierer, im besten Interesse des Netzwerks zu handeln, um den Verlust ihrer eingesetzten BNB zu vermeiden. 8. Delegation und Belohnungen: Delegierer erhalten Belohnungen proportional zu ihrem Einsatz an Validierern. Dies motiviert sie, zuverlässige Validierer auszuwählen und an der Sicherheit des Netzwerks teilzunehmen. Validierer und Delegierer teilen sich Transaktionsgebühren als Belohnung, was kontinuierliche wirtschaftliche Anreize bietet, um die Sicherheit und Leistung des Netzwerks aufrechtzuerhalten. 9. Transaktionsgebühren: BSC erhebt niedrige Transaktionsgebühren, die in BNB bezahlt werden, was es für Benutzer kostengünstig macht. Diese Gebühren werden von den Validierern als Teil ihrer Belohnungen erhoben, was sie zusätzlich dazu anregt, Transaktionen genau und effizient zu validieren. Das Avalanche-Blockchain-Netzwerk verwendet einen einzigartigen Proof-of-Stake-Konsensmechanismus namens Avalanche Consensus, der drei miteinander verbundene Protokolle umfasst: Snowball, Snowflake und Avalanche. Avalanche-Konsensprozess 1. Snowball-Protokoll: o Zufallsstichproben: Jeder Validierer zieht zufällig eine kleine, konstant große Teilmenge anderer Validierer. Wiederholte Abfragen: Die Validierer fragen die abgefragten Validierer wiederholt ab, um die bevorzugte Transaktion zu bestimmen. Vertrauenszähler: Die Validierer führen Vertrauenszähler für jede Transaktion und erhöhen sie jedes Mal, wenn ein abgefragter Validierer ihre bevorzugte Transaktion unterstützt. Entscheidungsschwelle: Sobald der Vertrauenszähler eine vordefinierte Schwelle überschreitet, gilt die Transaktion als akzeptiert. 2. Snowflake-Protokoll: Binäre Entscheidung: Verbessert das Snowball-Protokoll durch die Einbindung eines binären Entscheidungsprozesses. Validatoren entscheiden zwischen zwei widersprüchlichen Transaktionen. Binäres Vertrauen: Vertrauenszähler werden verwendet, um die bevorzugte binäre Entscheidung zu verfolgen. Endgültigkeit: Wenn eine binäre Entscheidung ein bestimmtes Vertrauensniveau erreicht, wird sie endgültig. 3. Avalanche-Protokoll: DAG-Struktur: Verwendet eine DAG-Struktur (Directed Acyclic Graph), um Transaktionen zu organisieren, was eine parallele Verarbeitung und einen höheren Durchsatz ermöglicht. Transaktionsreihenfolge: Transaktionen werden dem DAG basierend auf ihren Abhängigkeiten hinzugefügt, wodurch eine konsistente Reihenfolge gewährleistet wird. Konsens über DAG: Während die meisten Proof-of-Stake-Protokolle einen Byzantine Fault Tolerant (BFT)-Konsens verwenden, verwendet Avalanche den Avalanche-Konsens. Validatoren erzielen durch wiederholtes Snowball und Snowflake einen Konsens über die Struktur und den Inhalt des DAG. Das Ethereum-Netzwerk verwendet einen Proof-of-Stake-Konsensmechanismus, um neue Transaktionen auf der Blockchain zu validieren. Kernkomponenten 1. Validatoren: Validatoren sind für das Vorschlagen und Validieren neuer Blöcke verantwortlich. Um Validator zu werden, muss ein Benutzer 32 ETH in einen Smart Contract einzahlen (einsetzen). Dieser Einsatz dient als Sicherheit und kann gekürzt werden, wenn sich der Validator unehrlich

verhält. 2. Beacon Chain: Die Beacon Chain ist das Rückgrat von Ethereum 2.0. Sie koordiniert das Netzwerk der Validatoren und verwaltet das Konsensprotokoll. Sie ist für das Erstellen neuer Blöcke, das Organisieren der Validatoren in Komitees und das Implementieren der Endgültigkeit von Blöcken verantwortlich. Konsensprozess 1. Blockvorschlag: Validatoren werden nach dem Zufallsprinzip ausgewählt, um neue Blöcke vorzuschlagen. Diese Auswahl basiert auf einer gewichteten Zufallsfunktion (WRF), bei der das Gewicht durch die Menge des eingesetzten ETH bestimmt wird. 2. Attestierung: Validatoren, die keinen Block vorschlagen, nehmen an der Attestierung teil. Sie bestätigen die Gültigkeit des vorgeschlagenen Blocks, indem sie dafür stimmen. Die Attestierungen werden dann zusammengefasst, um einen einzigen Beweis für die Gültigkeit des Blocks zu bilden. 3. Komitees: Validierer sind in Komitees organisiert, um den Validierungsprozess zu rationalisieren. Jedes Komitee ist für die Validierung von Blöcken innerhalb eines bestimmten Shards oder der Beacon Chain selbst verantwortlich. Dies gewährleistet Dezentralisierung und Sicherheit, da eine kleinere Gruppe von Validierern schnell einen Konsens erzielen kann. 4. Endgültigkeit: Ethereum 2.0 verwendet einen Mechanismus namens Casper FFG (Friendly Finality Gadget), um Endgültigkeit zu erreichen. Endgültigkeit bedeutet, dass ein Block und seine Transaktionen als irreversibel und bestätigt gelten. Validierer stimmen über die Endgültigkeit von Blöcken ab, und sobald eine Supermehrheit erreicht ist, ist der Block abgeschlossen. 5. Anreize und Strafen: Validierer erhalten Belohnungen für die Teilnahme am Netzwerk, einschließlich des Vorschlagens von Blöcken und der Bestätigung ihrer Gültigkeit. Umgekehrt können Validierer für böswilliges Verhalten, wie z. B. doppelte Signatur oder längere Offline-Zeiträume, bestraft (gekürzt) werden. Dies gewährleistet ehrliche Teilnahme und Netzwerksicherheit.

Anreiz-Mechanismus und Gebühren

Maker ist in den folgenden Netzwerken vertreten: binance_smart_chain, avalanche, ethereum. Binance Smart Chain (BSC) verwendet den Konsensmechanismus Proof of Staked Authority (PoSA), um die Netzwerksicherheit zu gewährleisten und die Teilnahme von Validierern und Delegierern zu fördern. Anreizmechanismen 1. Validierer: Staking-Belohnungen: Validierer müssen eine erhebliche Menge BNB einsetzen, um am Konsensprozess teilzunehmen. Sie erhalten Belohnungen in Form von Transaktionsgebühren und Blockbelohnungen. Auswahlprozess: Validierer werden basierend auf der Menge des eingesetzten BNB und den von Delegierern erhaltenen Stimmen ausgewählt. Je mehr BNB eingesetzt und Stimmen erhalten werden, desto höher sind die Chancen, für die Validierung von Transaktionen und die Erstellung neuer Blöcke ausgewählt zu werden. 2. Delegierer: Delegiertes Staking: Token-Inhaber können ihr BNB an Validierer delegieren. Diese Delegation erhöht den Gesamteinsatz des Validierers und verbessert seine Chancen, für die Erstellung von Blöcken ausgewählt zu werden. Geteilte Belohnungen: Delegierer verdienen einen Teil der Belohnungen, die Validierer erhalten. Dies motiviert Token-Inhaber, sich an der Sicherheit und Dezentralisierung des Netzwerks zu beteiligen, indem sie zuverlässige Validierer auswählen. 3. Kandidaten: Pool potenzieller Validierer: Kandidaten sind Knoten, die die erforderliche Menge an BNB eingesetzt haben und darauf warten, aktive Validierer zu werden. Sie stellen sicher, dass immer ein ausreichender Pool an Knoten vorhanden ist, die bereit sind, Validierungsaufgaben zu übernehmen, wodurch die Netzwerkstabilität erhalten bleibt. 4. Wirtschaftliche Sicherheit: Kürzung: Validierer können für böswilliges Verhalten oder Nichterfüllung ihrer Pflichten bestraft werden. Zu den Strafen gehört die Kürzung eines Teils ihrer eingesetzten Token, um

sicherzustellen, dass die Validierer im besten Interesse des Netzwerks handeln.

Opportunitätskosten: Beim Staking müssen Validierer und Delegierer ihre BNB-Token sperren, was einen wirtschaftlichen Anreiz bietet, ehrlich zu handeln, um den Verlust ihrer eingesetzten Vermögenswerte zu vermeiden. Gebühren auf der Binance Smart Chain 5.

Transaktionsgebühren: Niedrige Gebühren: BSC ist im Vergleich zu anderen Blockchain-Netzwerken für seine niedrigen Transaktionsgebühren bekannt. Diese Gebühren werden in BNB gezahlt und sind für die Aufrechterhaltung des Netzwerkbetriebs und die Vergütung der Validierer unerlässlich. Dynamische Gebührenstruktur: Transaktionsgebühren können je nach Netzwerküberlastung und Komplexität der Transaktionen variieren. BSC stellt jedoch sicher, dass die Gebühren deutlich niedriger bleiben als die im Ethereum-Mainnet. 6.

Blockbelohnungen: Anreize für Validierer: Validierer erhalten zusätzlich zu den Transaktionsgebühren Blockbelohnungen. Diese Belohnungen werden an Validierer für ihre Rolle bei der Aufrechterhaltung des Netzwerks und der Verarbeitung von Transaktionen verteilt. 7. Cross-Chain-Gebühren: Interoperabilitätskosten: BSC unterstützt Cross-Chain-Kompatibilität, sodass Vermögenswerte zwischen Binance Chain und Binance Smart Chain übertragen werden können. Diese Cross-Chain-Operationen verursachen nur minimale Gebühren, was nahtlose Vermögensübertragungen ermöglicht und die Benutzererfahrung verbessert. 8. Smart-Contract-Gebühren: Bereitstellungs- und Ausführungskosten: Für die Bereitstellung und Interaktion mit Smart Contracts auf BSC fallen Gebühren an, die auf den erforderlichen Rechenressourcen basieren. Diese Gebühren werden ebenfalls in BNB gezahlt und sind so konzipiert, dass sie kostengünstig sind und Entwickler ermutigen, auf der BSC-Plattform aufzubauen. Avalanche verwendet einen Konsensmechanismus namens Avalanche Consensus, der auf einer Kombination aus Validierern, Staking und einem neuartigen Konsensansatz beruht, um die Sicherheit und Integrität des Netzwerks zu gewährleisten. Validierer: Staking: Validierer im Avalanche-Netzwerk müssen AVAX-Token einsetzen. Der eingesetzte Betrag beeinflusst ihre Wahrscheinlichkeit, ausgewählt zu werden, um neue Blöcke vorzuschlagen oder zu validieren. Belohnungen: Validierer erhalten Belohnungen für ihre Teilnahme am Konsensprozess. Diese Belohnungen sind proportional zur eingesetzten AVAX-Menge und ihrer Betriebszeit und Leistung bei der Validierung von Transaktionen. Delegation: Validierer können auch Delegationen von anderen Token-Inhabern akzeptieren. Delegierer teilen sich die Belohnungen basierend auf dem von ihnen delegierten Betrag, was kleinere Inhaber dazu anregt, indirekt an der Sicherung des Netzwerks teilzunehmen. 2. Wirtschaftliche Anreize: Blockbelohnungen: Validierer erhalten Blockbelohnungen für das Vorschlagen und Validieren von Blöcken. Diese Belohnungen werden aus der inflationären Ausgabe von AVAX-Token durch das Netzwerk verteilt. Transaktionsgebühren: Validierer verdienen auch einen Teil der von Benutzern gezahlten Transaktionsgebühren. Dazu gehören Gebühren für einfache Transaktionen, Smart-Contract-Interaktionen und die Erstellung neuer Assets im Netzwerk. 3. Strafen: Slashing: Anders als einige andere PoS-Systeme setzt Avalanche kein Slashing (also die Beschlagnahmung von eingesetzten Token) als Strafe für Fehlverhalten ein. Stattdessen verlässt sich das Netzwerk auf den finanziellen Anreiz verlorener zukünftiger Belohnungen für Validierer, die nicht durchgehend online sind oder böswillig handeln. o Verfügbarkeitsanforderungen: Validierer müssen eine hohe Verfügbarkeit aufrechterhalten und Transaktionen korrekt validieren, um weiterhin Belohnungen zu erhalten. Schlechte Leistung oder böswillige Aktionen führen zu verpassten Belohnungen und bieten so einen starken wirtschaftlichen Anreiz, ehrlich zu handeln. Gebühren auf der Avalanche-Blockchain 1. Transaktionsgebühren: Dynamische Gebühren: Die Transaktionsgebühren auf Avalanche sind dynamisch und variieren je nach

Netzwerknachfrage und Komplexität der Transaktionen. Dadurch wird sichergestellt, dass die Gebühren fair und im Verhältnis zur Netzwerknutzung stehen. **Gebührenvernichtung:** Ein Teil der Transaktionsgebühren wird vernichtet und damit dauerhaft aus dem Verkehr gezogen. Dieser deflationäre Mechanismus hilft, die Inflation durch Blockbelohnungen auszugleichen und motiviert Token-Inhaber, indem er den Wert von AVAX im Laufe der Zeit potenziell steigert.

2. Smart-Contract-Gebühren: Ausführungskosten: Gebühren für die Bereitstellung und Interaktion mit Smart Contracts werden durch die erforderlichen Rechenressourcen bestimmt. Diese Gebühren stellen sicher, dass das Netzwerk effizient bleibt und Ressourcen verantwortungsvoll genutzt werden.

3. Gebühren für die Erstellung von Vermögenswerten: Erstellung neuer Vermögenswerte: Für die Erstellung neuer Vermögenswerte (Token) im Avalanche-Netzwerk fallen Gebühren an. Diese Gebühren helfen, Spam zu verhindern und sicherzustellen, dass nur ernsthafte Projekte die Ressourcen des Netzwerks nutzen. Ethereum verwendet, insbesondere nach der Umstellung auf Ethereum 2.0 (Eth2), einen Proof-of-Stake (PoS)-Konsensmechanismus, um sein Netzwerk zu sichern. Die Anreize für Validierer und die Gebührenstrukturen spielen eine entscheidende Rolle bei der Aufrechterhaltung der Sicherheit und Effizienz der Blockchain.

Anreizmechanismen

1. Staking-Belohnungen: Validierer-Belohnungen: Validierer sind für den PoS-Mechanismus von entscheidender Bedeutung. Sie sind für das Vorschlagen und Validieren neuer Blöcke verantwortlich. Um teilzunehmen, müssen sie mindestens 32 ETH einsetzen. Im Gegenzug erhalten sie Belohnungen für ihre Beiträge, die in ETH ausgezahlt werden. Diese Belohnungen sind eine Kombination aus neu geprägten ETH und Transaktionsgebühren aus den Blöcken, die sie validieren. **Belohnungsrate:** Die Belohnungsrate für Validierer ist dynamisch und hängt von der Gesamtmenge an ETH ab, die im Netzwerk eingesetzt wird. Je mehr ETH eingesetzt werden, desto niedriger ist die individuelle Belohnungsrate und umgekehrt. Dies soll die Sicherheit des Netzwerks und den Anreiz zur Teilnahme in Einklang bringen.

2. Transaktionsgebühren: Grundgebühr: Nach der Umsetzung des Ethereum Improvement Proposal (EIP) 1559 wurde das Transaktionsgebührenmodell dahingehend geändert, dass eine Grundgebühr enthalten ist, die verbrannt (d. h. aus dem Verkehr gezogen) wird. Diese Grundgebühr passt sich dynamisch an die Netzwerknachfrage an, um die Transaktionsgebühren zu stabilisieren und die Volatilität zu verringern. **Prioritätsgebühr (Trinkgeld):** Benutzer können auch eine Prioritätsgebühr (Trinkgeld) einschließen, um Validierer zu motivieren, ihre Transaktionen schneller einzuschließen. Diese Gebühr geht direkt an die Validierer und bietet ihnen einen zusätzlichen Anreiz, Transaktionen effizient abzuwickeln.

3. Strafen für böswilliges Verhalten: Slashing: Validatoren müssen mit Strafen (Slashing) rechnen, wenn sie böswilliges Verhalten an den Tag legen, wie z. B. doppelte Signaturen oder die Validierung falscher Informationen. Slashing führt zum Verlust eines Teils ihrer eingesetzten ETH, was böswillige Akteure abschreckt und sicherstellt, dass die Validatoren im besten Interesse des Netzwerks handeln. **Strafen für Inaktivität:** Validatoren müssen auch mit Strafen für längere Inaktivität rechnen. Dies stellt sicher, dass die Validatoren aktiv bleiben und sich für die Aufrechterhaltung der Sicherheit und des Betriebs des Netzwerks einsetzen. Auf der Ethereum-Blockchain geltende Gebühren

1. Gasgebühren: Berechnung: Gasgebühren werden basierend auf der Rechenkomplexität von Transaktionen und Smart-Contract-Ausführungen berechnet. Jeder Vorgang auf der Ethereum Virtual Machine (EVM) ist mit Gaskosten verbunden. **Dynamische Anpassung:** Die durch EIP-1559 eingeführte Grundgebühr passt sich dynamisch an die Netzwerküberlastung an. Wenn die Nachfrage nach Blockplatz hoch ist, steigt die Grundgebühr, und wenn die Nachfrage niedrig ist, sinkt sie.

2. Gebühren für Smart Contracts: Bereitstellung und Interaktion: Bei der Bereitstellung eines Smart Contracts auf Ethereum

fallen Gasgebühren an, die proportional zur Komplexität und Größe des Vertrags sind. Auch bei der Interaktion mit bereitgestellten Smart Contracts (z. B. Ausführen von Funktionen, Übertragen von Token) fallen Gasgebühren an. Optimierungen: Entwickler werden dazu angeregt, ihre Smart Contracts zu optimieren, um den Gasverbrauch zu minimieren und Transaktionen für Benutzer kostengünstiger zu gestalten. 3. Gebühren für Vermögensübertragungen: Token-Übertragungen: Bei der Übertragung von ERC-20 oder anderen Token-Standards fallen Gasgebühren an. Diese Gebühren variieren je nach Vertragsimplementierung des Tokens und der aktuellen Netzwerknachfrage.

Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs

Der Energieverbrauch dieses Assets wird über mehrere Komponenten aggregiert: Um den Energieverbrauch eines Tokens zu bestimmen, wird zunächst der Energieverbrauch der Netzwerke `binance_smart_chain`, `avalanche`, `ethereum` berechnet. Basierend auf dem Gasverbrauch des Krypto-Assets pro Netzwerk wird der Anteil am Gesamtverbrauch des jeweiligen Netzes, der diesem Betriebsmittel zugeordnet ist.

NEAR Protocol

Konsens-Mechanismus

Das NEAR-Protokoll ist in den folgenden Netzwerken vorhanden: `near_protocol`, `binance_smart_chain`, `ethereum`. Das NEAR-Protokoll verwendet einen einzigartigen Konsensmechanismus, der Proof of Stake (PoS) und einen neuartigen Ansatz namens Doomslog kombiniert, der eine hohe Effizienz, schnelle Transaktionsverarbeitung und sichere Endgültigkeit in seinen Operationen ermöglicht. Hier ist ein Überblick über die Funktionsweise: Kernkonzepte 1. Doomslog und Proof of Stake: - Der Konsensmechanismus von NEAR dreht sich hauptsächlich um PoS, wo Validierer NEAR-Token einsetzen, um an der Sicherung des Netzwerks mitzuwirken. Die Implementierung von NEAR wird jedoch durch das Doomslog-Protokoll verbessert. - Doomslog ermöglicht es dem Netzwerk, eine schnelle Blockendgültigkeit zu erreichen, indem Blöcke in zwei Phasen bestätigt werden müssen. Validierer schlagen im ersten Schritt Blöcke vor und die Finalisierung erfolgt, wenn zwei Drittel der Validierer den Block genehmigen, wodurch eine schnelle Transaktionsbestätigung sichergestellt wird. 2. Sharding mit Nightshade: - NEAR verwendet eine dynamische Sharding-Technik namens Nightshade. Diese Methode teilt das Netzwerk in mehrere Shards auf, wodurch die parallele Verarbeitung von Transaktionen im gesamten Netzwerk ermöglicht und der Durchsatz deutlich erhöht wird. Jeder Shard verarbeitet einen Teil der Transaktionen und die Ergebnisse werden in einem einzigen „Snapshot“-Block zusammengeführt. - Dieser Sharding-Ansatz gewährleistet Skalierbarkeit, sodass das Netzwerk wachsen und die steigende Nachfrage effizient bewältigen kann. Konsensprozess 1. Auswahl des Validators: - Validatoren werden ausgewählt, um Blöcke basierend auf der Menge der eingesetzten NEAR-Token vorzuschlagen und zu validieren. Dieser Auswahlprozess soll sicherstellen, dass nur Validatoren mit erheblichen Einsätzen und Vertrauen der Community an der Sicherung des Netzwerks teilnehmen. 2. Endgültigkeit der Transaktion: - NEAR erreicht die Endgültigkeit der Transaktion durch sein PoS-basiertes System, bei dem Validatoren über Blöcke

abstimmen. Sobald zwei Drittel der Validatoren einen Block genehmigen, erreicht er unter Doomsday die Endgültigkeit, was bedeutet, dass keine Forks den bestätigten Status ändern können. 3. Epochen und Rotation: – Validatoren werden in Epochen rotiert, um Fairness und Dezentralisierung zu gewährleisten. Epochen sind Intervalle, in denen Validatoren neu gemischt und neue Blockvorschlagssteller ausgewählt werden, um ein Gleichgewicht zwischen Leistung und Dezentralisierung sicherzustellen. Binance Smart Chain (BSC) verwendet einen hybriden Konsensmechanismus namens Proof of Staked Authority (PoSA), der Elemente von Delegated Proof of Stake (DPoS) und Proof of Authority (PoA) kombiniert. Diese Methode gewährleistet schnelle Blockzeiten und niedrige Gebühren bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung eines gewissen Maßes an Dezentralisierung und Sicherheit.

Kernkomponenten

- 1. Validatoren (sogenannte „Kabinettsmitglieder“):** Validatoren auf BSC sind für die Erstellung neuer Blöcke, die Validierung von Transaktionen und die Aufrechterhaltung der Sicherheit des Netzwerks verantwortlich. Um Validator zu werden, muss eine Entität eine erhebliche Menge an BNB (Binance Coin) einsetzen. Validatoren werden durch Staking und Abstimmung durch Token-Inhaber ausgewählt. Es gibt zu jedem Zeitpunkt 21 aktive Validatoren, die rotieren, um Dezentralisierung und Sicherheit zu gewährleisten.
- 2. Delegatoren:** Token-Inhaber, die keine Validator-Knoten betreiben möchten, können ihre BNB-Token an Validatoren delegieren. Diese Delegation hilft Validierern, ihren Einsatz zu erhöhen und verbessert ihre Chancen, für die Erstellung von Blöcken ausgewählt zu werden. Delegierer verdienen einen Anteil der Belohnungen, die Validierer erhalten, was eine breite Beteiligung an der Netzwerksicherheit fördert.
- 3. Kandidaten:** Kandidaten sind Knoten, die die erforderliche Menge an BNB eingesetzt haben und im Pool darauf warten, Validierer zu werden. Sie sind im Wesentlichen potenzielle Validierer, die derzeit nicht aktiv sind, aber durch Community-Abstimmung in den Validierer-Satz gewählt werden können. Kandidaten spielen eine entscheidende Rolle dabei, sicherzustellen, dass immer ein ausreichender Pool an Knoten vorhanden ist, die bereit sind, Validierungsaufgaben zu übernehmen, wodurch die Widerstandsfähigkeit und Dezentralisierung des Netzwerks aufrechterhalten wird.
- 4. Auswahl der Validierer:** Validierer werden basierend auf der Menge an eingesetztem BNB und den von Delegierern erhaltenen Stimmen ausgewählt. Je mehr BNB eingesetzt und je mehr Stimmen erhalten wurden, desto höher ist die Chance, für die Validierung von Transaktionen und die Erstellung neuer Blöcke ausgewählt zu werden. Der Auswahlprozess umfasst sowohl die aktuellen Validierer als auch den Kandidatenpool und gewährleistet eine dynamische und sichere Rotation der Knoten.
- 5. Blockproduktion:** Die ausgewählten Validierer produzieren abwechselnd Blöcke in einer PoA-ähnlichen Weise und stellen so sicher, dass Blöcke schnell und effizient generiert werden. Validierer validieren Transaktionen, fügen sie neuen Blöcken hinzu und senden diese Blöcke an das Netzwerk.
- 6. Transaktionsfinalität:** BSC erreicht schnelle Blockzeiten von etwa 3 Sekunden und eine schnelle Transaktionsfinalität. Dies wird durch den effizienten PoSA-Mechanismus erreicht, der es Validierern ermöglicht, schnell einen Konsens zu erzielen.
- 7. Sicherheit und wirtschaftliche Anreize**
- 8. Staking:** Validierer müssen eine beträchtliche Menge BNB einsetzen, die als Sicherheit dient, um ihr ehrliches Verhalten sicherzustellen. Dieser eingesetzte Betrag kann gekürzt werden, wenn Validierer böswillig handeln. Staking motiviert Validierer, im besten Interesse des Netzwerks zu handeln, um den Verlust ihrer eingesetzten BNB zu vermeiden.
- 9. Delegation und Belohnungen:** Delegierer erhalten Belohnungen proportional zu ihrem Einsatz an Validierern. Dies motiviert sie, zuverlässige Validierer auszuwählen und an der Sicherheit des Netzwerks teilzunehmen. Validierer und Delegierer teilen sich Transaktionsgebühren als Belohnung, was kontinuierliche wirtschaftliche Anreize bietet, um

die Sicherheit und Leistung des Netzwerks aufrechtzuerhalten. 9. Transaktionsgebühren: BSC erhebt niedrige Transaktionsgebühren, die in BNB gezahlt werden, was es für Benutzer kostengünstig macht. Diese Gebühren werden von Validierern als Teil ihrer Belohnungen erhoben, was sie zusätzlich dazu anregt, Transaktionen genau und effizient zu validieren. Das Ethereum-Netzwerk verwendet einen Proof-of-Stake-Konsensmechanismus, um neue Transaktionen auf der Blockchain zu validieren. Kernkomponenten

1. Validierer: Validierer sind dafür verantwortlich, neue Blöcke vorzuschlagen und zu validieren. Um Validierer zu werden, muss ein Benutzer 32 ETH in einen Smart Contract einzahlen (einsetzen). Dieser Einsatz dient als Sicherheit und kann gekürzt werden, wenn sich der Validierer unehrlich verhält.
2. Beacon Chain: Die Beacon Chain ist das Rückgrat von Ethereum 2.0. Sie koordiniert das Netzwerk der Validierer und verwaltet das Konsensprotokoll. Sie ist dafür verantwortlich, neue Blöcke zu erstellen, Validierer in Ausschüssen zu organisieren und die Endgültigkeit von Blöcken zu implementieren.

Konsensprozess

1. Blockvorschlag: Validierer werden nach dem Zufallsprinzip ausgewählt, um neue Blöcke vorzuschlagen. Diese Auswahl basiert auf einer gewichteten Zufallsfunktion (WRF), bei der das Gewicht durch die Menge des eingesetzten ETH bestimmt wird.
2. Bescheinigung: An der Bescheinigung nehmen Validierer teil, die keinen Block vorschlagen. Sie bestätigen die Gültigkeit des vorgeschlagenen Blocks, indem sie dafür stimmen. Die Bescheinigungen werden dann zu einem einzigen Nachweis der Gültigkeit des Blocks zusammengefasst.
3. Ausschüsse: Die Validierer werden in Ausschüssen organisiert, um den Validierungsprozess zu rationalisieren. Jeder Ausschuss ist für die Validierung von Blöcken innerhalb eines bestimmten Shards oder der Beacon Chain selbst Netzwerk.

6. Transaktionsfinalität: BSC erreicht schnelle Blockzeiten von etwa 3 Sekunden und eine schnelle Transaktionsfinalität. Dies wird durch den effizienten PoSA-Mechanismus erreicht, der es Validierern ermöglicht, schnell einen Konsens zu erzielen. Sicherheit und wirtschaftliche Anreize

7. Staking: Validierer müssen eine beträchtliche Menge BNB einsetzen, die als Sicherheit dient, um ihr ehrliches Verhalten sicherzustellen. Dieser eingesetzte Betrag kann gekürzt werden, wenn Validierer böswillig handeln. Staking motiviert Validierer, im besten Interesse des Netzwerks zu handeln, um den Verlust ihrer eingesetzten BNB zu vermeiden.
8. Delegation und Belohnungen: Delegierer erhalten Belohnungen proportional zu ihrem Einsatz an Validierern. Dies motiviert sie, zuverlässige Validierer auszuwählen und an der Sicherheit des Netzwerks teilzunehmen. Validierer und Delegierer teilen sich Transaktionsgebühren als Belohnung, was kontinuierliche wirtschaftliche Anreize bietet, um die Sicherheit und Leistung des Netzwerks aufrechtzuerhalten.

9. Transaktionsgebühren: BSC erhebt niedrige Transaktionsgebühren, die in BNB gezahlt werden, was es für Benutzer kostengünstig macht. Diese Gebühren werden von Validierern als Teil ihrer Belohnungen erhoben, was sie zusätzlich dazu anregt, Transaktionen genau und effizient zu validieren. Das Ethereum-Netzwerk verwendet einen Proof-of-Stake-Konsensmechanismus, um neue Transaktionen auf der Blockchain zu validieren. Kernkomponenten

1. Validierer: Validierer sind dafür verantwortlich, neue Blöcke vorzuschlagen und zu validieren. Um Validierer zu werden, muss ein Benutzer 32 ETH in einen Smart Contract einzahlen (einsetzen). Dieser Einsatz dient als Sicherheit und kann gekürzt werden, wenn sich der Validierer unehrlich verhält.
2. Beacon Chain: Die Beacon Chain ist das Rückgrat von Ethereum 2.0. Sie koordiniert das Netzwerk der Validierer und verwaltet das Konsensprotokoll. Sie ist dafür verantwortlich, neue Blöcke zu erstellen, Validierer in Ausschüssen zu organisieren und die Endgültigkeit von Blöcken zu implementieren.

Konsensprozess

1. Blockvorschlag: Validierer werden nach dem Zufallsprinzip ausgewählt, um neue Blöcke vorzuschlagen. Diese Auswahl basiert auf einer gewichteten Zufallsfunktion (WRF), bei der das Gewicht durch die Menge des eingesetzten

ETH bestimmt wird. 2. Bescheinigung: An der Bescheinigung nehmen Validierer teil, die keinen Block vorschlagen. Sie bestätigen die Gültigkeit des vorgeschlagenen Blocks, indem sie dafür stimmen. Die Bescheinigungen werden dann zu einem einzigen Nachweis der Gültigkeit des Blocks zusammengefasst. 3. Ausschüsse: Die Validierer werden in Ausschüssen organisiert, um den Validierungsprozess zu rationalisieren. Jeder Ausschuss ist für die Validierung von Blöcken innerhalb eines bestimmten Shards oder der Beacon Chain selbst verantwortlich. Dies gewährleistet Dezentralisierung und Sicherheit, da eine kleinere Gruppe von Validierern schnell einen Konsens erzielen kann. 4. Endgültigkeit: Ethereum 2.0 verwendet einen Mechanismus namens Casper FFG (Friendly Finality Gadget), um Endgültigkeit zu erreichen. Endgültigkeit bedeutet, dass ein Block und seine Transaktionen als irreversibel und bestätigt gelten. Die Validierer stimmen über die Endgültigkeit von Blöcken ab und sobald eine Supermehrheit erreicht ist, ist der Block finalisiert. 5. Anreize und Strafen: Validierer erhalten Belohnungen für die Teilnahme am Netzwerk, einschließlich der Vorschlagung von Blöcken und der Bestätigung ihrer Gültigkeit. Umgekehrt können Validierer für böswilliges Verhalten, wie z. B. doppelte Signatur oder längere Offline-Zeiten, bestraft (gekürzt) werden. Dies gewährleistet eine ehrliche Teilnahme und Netzwerksicherheit.

Anreiz-Mechanismus und Gebühren

NEAR Protocol ist in den folgenden Netzwerken vorhanden: near_protocol, binance_smart_chain, ethereum. NEAR Protocol verwendet mehrere wirtschaftliche Mechanismen, um das Netzwerk zu sichern und die Teilnahme zu fördern: Anreizmechanismen zur Sicherung von Transaktionen: 1. Staking-Belohnungen: Validatoren und Delegatoren sichern das Netzwerk, indem sie NEAR-Token einsetzen. Validatoren verdienen etwa 5 % jährliche Inflation, wobei 90 % der neu geprägten Token als Staking-Belohnungen verteilt werden. Validatoren schlagen Blöcke vor, validieren Transaktionen und erhalten einen Anteil dieser Belohnungen basierend auf ihren eingesetzten Token. Delegatoren verdienen Belohnungen proportional zu ihrer Delegation, was eine breite Teilnahme fördert. 2. Delegation: Token-Inhaber können ihre NEAR-Token an Validatoren delegieren, um den Einsatz des Validators zu erhöhen und die Chancen zu verbessern, für die Validierung von Transaktionen ausgewählt zu werden. Delegatoren teilen sich die Belohnungen des Validators basierend auf ihren delegierten Token, was Benutzer dazu anregt, zuverlässige Validatoren zu unterstützen. 3. Slashing und wirtschaftliche Strafen: Validatoren müssen mit Strafen für böswilliges Verhalten rechnen, z. B. wenn sie nicht korrekt validieren oder unehrlich handeln. Der Slashing-Mechanismus erhöht die Sicherheit, indem er einen Teil ihrer eingesetzten Token abzieht und sicherstellt, dass die Validatoren die Interessen des Netzwerks verfolgen. 4. Epochenrotation und Validatorauswahl: Die Validatoren werden während der Epochen regelmäßig rotiert, um Fairness zu gewährleisten und Zentralisierung zu verhindern. Jede Epoche mischt die Validatoren neu, sodass das Protokoll Dezentralisierung und Leistung in Einklang bringen kann. Gebühren auf der NEAR-Blockchain: 1. Transaktionsgebühren: Benutzer zahlen Gebühren in NEAR-Token für die Transaktionsverarbeitung, die verbrannt werden, um das gesamte im Umlauf befindliche Angebot zu reduzieren, was im Laufe der Zeit einen potenziellen deflationären Effekt haben kann. Validatoren erhalten außerdem einen Teil der Transaktionsgebühren als zusätzliche Belohnung, was einen fortlaufenden Anreiz für die Netzwerkwartung bietet. 2. Speichergebühren: Das NEAR-Protokoll erhebt Speichergebühren basierend auf der Menge des Blockchain-Speichers, der von Konten, Verträgen und Daten verbraucht wird. Dies

erfordert, dass Benutzer NEAR-Token als Einlage halten, die proportional zu ihrer Speichernutzung ist, wodurch die effiziente Nutzung der Netzwerkressourcen sichergestellt wird. 3. Umverteilung und Vernichtung: Ein Teil der Transaktionsgebühren (verbrannte NEAR-Token) reduziert das Gesamtangebot, während der Rest an die Validierer als Entschädigung für ihre Arbeit verteilt wird. Der Vernichtungsmechanismus trägt dazu bei, die langfristige wirtschaftliche Nachhaltigkeit und die potenzielle Wertsteigerung der NEAR-Inhaber aufrechtzuerhalten. 4. Mindestreservspflicht: Benutzer müssen einen Mindestkontostand und Reserven für die Datenspeicherung aufrechterhalten, was die effiziente Nutzung der Ressourcen fördert und Spam-Angriffe verhindert. Binance Smart Chain (BSC) verwendet den Konsensmechanismus Proof of Staked Authority (PoSA), um die Netzwerksicherheit zu gewährleisten und die Teilnahme von Validierern und Delegierern zu fördern. Anreizmechanismen

1. Validierer: Staking-Belohnungen: Validierer müssen eine erhebliche Menge an BNB einsetzen, um am Konsensprozess teilzunehmen. Sie erhalten Belohnungen in Form von Transaktionsgebühren und Blockbelohnungen. Auswahlprozess: Validierer werden basierend auf der Menge an eingesetztem BNB und den von den Delegierern erhaltenen Stimmen ausgewählt. Je mehr BNB eingesetzt und Stimmen abgegeben werden, desto höher sind die Chancen, für die Validierung von Transaktionen und die Erstellung neuer Blöcke ausgewählt zu werden.
2. Delegatoren: Delegiertes Staking: Token-Inhaber können ihr BNB an Validatoren delegieren. Diese Delegation erhöht den Gesamteinsatz des Validators und verbessert seine Chancen, für die Erstellung von Blöcken ausgewählt zu werden. Geteilte Belohnungen: Delegatoren verdienen einen Teil der Belohnungen, die Validatoren erhalten. Dies motiviert Token-Inhaber, sich an der Sicherheit und Dezentralisierung des Netzwerks zu beteiligen, indem sie zuverlässige Validatoren auswählen.
3. Kandidaten: Pool potenzieller Validatoren: Kandidaten sind Knoten, die die erforderliche Menge an BNB eingesetzt haben und darauf warten, aktive Validatoren zu werden. Sie stellen sicher, dass immer ein ausreichender Pool an Knoten vorhanden ist, die bereit sind, Validierungsaufgaben zu übernehmen, wodurch die Netzwerkstabilität aufrechterhalten wird.
4. Wirtschaftliche Sicherheit: Kürzung: Validatoren können für böswilliges Verhalten oder Nichterfüllung ihrer Pflichten bestraft werden. Zu den Strafen gehört die Kürzung eines Teils ihrer eingesetzten Token, um sicherzustellen, dass die Validatoren im besten Interesse des Netzwerks handeln. Opportunitätskosten: Beim Staking müssen Validierer und Delegierer ihre BNB-Token sperren, was einen wirtschaftlichen Anreiz bietet, ehrlich zu handeln, um den Verlust ihrer eingesetzten Vermögenswerte zu vermeiden.

Gebühren auf der Binance Smart Chain

5. Transaktionsgebühren: Niedrige Gebühren: BSC ist im Vergleich zu anderen Blockchain-Netzwerken für seine niedrigen Transaktionsgebühren bekannt. Diese Gebühren werden in BNB gezahlt und sind für die Aufrechterhaltung des Netzwerkbetriebs und die Vergütung der Validierer unerlässlich. Dynamische Gebührenstruktur: Die Transaktionsgebühren können je nach Netzwerküberlastung und Komplexität der Transaktionen variieren. BSC stellt jedoch sicher, dass die Gebühren deutlich niedriger bleiben als die auf dem Ethereum-Mainnet.
6. Blockbelohnungen: Anreize für Validierer: Validierer erhalten zusätzlich zu den Transaktionsgebühren Blockbelohnungen. Diese Belohnungen werden an Validierer für ihre Rolle bei der Aufrechterhaltung des Netzwerks und der Verarbeitung von Transaktionen verteilt.
7. Cross-Chain-Gebühren: Interoperabilitätskosten: BSC unterstützt Cross-Chain-Kompatibilität, sodass Vermögenswerte zwischen Binance Chain und Binance Smart Chain übertragen werden können. Diese Cross-Chain-Operationen verursachen nur minimale Gebühren, was nahtlose Vermögensübertragungen ermöglicht und das Benutzererlebnis verbessert.
8. Smart-

Contract-Gebühren: Bereitstellungs- und Ausführungskosten: Für die Bereitstellung und Interaktion mit Smart Contracts auf BSC fallen Gebühren an, die auf den erforderlichen Rechenressourcen basieren. Diese Gebühren werden ebenfalls in BNB gezahlt und sind so konzipiert, dass sie kostengünstig sind und Entwickler ermutigen, auf der BSC-Plattform aufzubauen. Ethereum verwendet, insbesondere nach der Umstellung auf Ethereum 2.0 (Eth2), einen Proof-of-Stake-Konsensmechanismus (PoS), um sein Netzwerk zu sichern. Die Anreize für Validierer und die Gebührenstrukturen spielen eine entscheidende Rolle bei der Aufrechterhaltung der Sicherheit und Effizienz der Blockchain. Anreizmechanismen 1.

Staking-Belohnungen: Validierer-Belohnungen: Validierer sind für den PoS-Mechanismus von entscheidender Bedeutung. Sie sind dafür verantwortlich, neue Blöcke vorzuschlagen und zu validieren. Um teilzunehmen, müssen sie mindestens 32 ETH einsetzen. Im Gegenzug erhalten sie Belohnungen für ihre Beiträge, die in ETH ausgezahlt werden. Diese Belohnungen sind eine Kombination aus neu geprägtem ETH und Transaktionsgebühren aus den Blöcken, die sie validieren. Belohnungsrate: Die Belohnungsrate für Validierer ist dynamisch und hängt von der Gesamtmenge der im Netzwerk eingesetzten ETH ab. Je mehr ETH eingesetzt werden, desto niedriger ist die individuelle Belohnungsrate und umgekehrt. Dies soll die Sicherheit des Netzwerks und den Anreiz zur Teilnahme ausbalancieren. 2.

Transaktionsgebühren: Grundgebühr: Nach der Umsetzung des Ethereum Improvement Proposal (EIP) 1559 wurde das Transaktionsgebührenmodell dahingehend geändert, dass eine Grundgebühr enthalten ist, die verbrannt (d. h. aus dem Verkehr gezogen) wird. Diese Grundgebühr passt sich dynamisch an die Netzwerknachfrage an, um die Transaktionsgebühren zu stabilisieren und die Volatilität zu verringern. Prioritätsgebühr (Trinkgeld): Benutzer können auch eine Prioritätsgebühr (Trinkgeld) einschließen, um Validierer zu motivieren, ihre Transaktionen schneller einzubinden. Diese Gebühr geht direkt an die Validierer und bietet ihnen einen zusätzlichen Anreiz, Transaktionen effizient abzuwickeln. 3. Strafen für böswilliges Verhalten: Slashing: Validierer müssen mit Strafen (Slashing) rechnen, wenn sie böswilliges Verhalten an den Tag legen, z. B. doppelte Signaturen erstellen oder falsche Informationen validieren. Durch das Slashing geht ein Teil ihrer eingesetzten ETH verloren, was schlechte Akteure abschreckt und sicherstellt, dass die Validierer im besten Interesse des Netzwerks handeln. Strafen für Inaktivität: Validierer müssen auch mit Strafen für längere Inaktivität rechnen. Dadurch wird sichergestellt, dass die Validierer aktiv bleiben und sich für die Sicherheit und den Betrieb des Netzwerks einsetzen.

Auf der Ethereum-Blockchain geltende Gebühren 1. Gasgebühren: Berechnung: Gasgebühren werden basierend auf der Rechenkomplexität von Transaktionen und Smart-Contract-Ausführungen berechnet. Jeder Vorgang auf der Ethereum Virtual Machine (EVM) ist mit Gaskosten verbunden. Dynamische Anpassung: Die durch EIP-1559 eingeführte Basisgebühr passt sich dynamisch der Netzwerküberlastung an. Wenn die Nachfrage nach Blockplatz hoch ist, erhöht sich die Basisgebühr, und wenn die Nachfrage gering ist, verringert sie sich. 2. Smart-Contract-Gebühren: Bereitstellung und Interaktion: Die Bereitstellung eines Smart Contracts auf Ethereum beinhaltet die Zahlung von Gasgebühren, die proportional zur Komplexität und Größe des Vertrags sind. Auch die Interaktion mit bereitgestellten Smart Contracts (z. B. Ausführen von Funktionen, Übertragen von Token) verursacht Gasgebühren. Optimierungen: Entwickler werden dazu angeregt, ihre Smart Contracts zu optimieren, um den Gasverbrauch zu minimieren und Transaktionen für Benutzer kostengünstiger zu gestalten. 3. Gebühren für Vermögensübertragungen: Token-Übertragungen: Für die Übertragung von ERC-20 oder anderen Token-Standards fallen Gasgebühren an. Diese Gebühren variieren je nach Vertragsimplementierung des Tokens und der aktuellen Netzwerknachfrage.

Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs

Der Energieverbrauch dieses Assets wird über mehrere Komponenten aggregiert: Zur Berechnung der Energieverbräuche wird der sogenannte „Bottom-Up“-Ansatz verwendet. Die Knoten werden als zentraler Faktor für den Energieverbrauch des Netzwerks betrachtet. Diese Annahmen werden auf der Grundlage empirischer Erkenntnisse durch die Verwendung öffentlicher Informationsseiten, Open-Source-Crawler und selbst entwickelter Crawler getroffen. Die Hauptbestimmungsfaktoren 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. Um den Energieverbrauch eines Tokens zu bestimmen, wird zunächst der Energieverbrauch des/der Netzwerk(e) binance_smart_chain, ethereum berechnet. Basierend auf dem Gasverbrauch des Krypto-Assets pro Netzwerk wird der Anteil des Gesamtverbrauchs des jeweiligen Netzwerks definiert, der diesem Asset zugewiesen wird.

Weitere Angaben zum Energieverbrauch

Anteil erneuerbarer Energien (in%)	Energieintensität (in kWh)	Scope 1 DLT GHG Emissionen - controlled (intCO ² e)	Scope 1 DLT GHG Emissionen - erworben (intCO ² e)	GHG Intensität (in kgCO ² e)
17.2043909674	0.00000	0.00000	309.74903	0.00000

Haupt-Energiequellen und Methodiken

Zur Ermittlung des Anteils erneuerbarer Energien sollen die Standorte der Knotenpunkte anhand von öffentlichen Informationsseiten, Open-Source-Crawlern und eigenentwickelten Crawlern ermittelt werden. Liegen keine Informationen über die geographische Verteilung der Knoten vor, werden Referenznetzwerke verwendet, die hinsichtlich ihrer Incentivierungsstruktur und ihres Konsensmechanismus vergleichbar sind. Diese Geoinformationen werden mit öffentlichen Informationen der Europäischen Umweltagentur (EUA) zusammengeführt und somit ermittelt.

Haupt-GHG-Quellen und Methodiken

Zur Ermittlung der GHG-Emissionen sollen die Standorte der Knotenpunkte mit Hilfe von öffentlichen Informationsseiten, Open-Source-Crawlern und eigenentwickelten Crawlern bestimmt werden. Liegen keine Informationen über die geographische Verteilung der Knoten vor, werden Referenznetzwerke verwendet, die hinsichtlich ihrer Incentivierungsstruktur und ihres Konsensmechanismus vergleichbar sind. Diese Geoinformationen werden mit öffentlichen Informationen der Europäischen Umweltagentur (EUA) zusammengeführt und somit ermittelt.

Polkadot DOT

Konsens-Mechanismus

Polkadot DOT ist in den folgenden Netzwerken vorhanden: huobi_heco_chain, binance_smart_chain, polkadot. Die Blockchain der Huobi Eco Chain (HECO) verwendet einen Hybrid-Proof-of-Stake (HPoS)-Konsensmechanismus, der Elemente von Proof-of-Stake (PoS) kombiniert, um die Transaktionseffizienz und Skalierbarkeit zu verbessern. Hauptmerkmale des HECO-Konsensmechanismus: 1. Auswahl des Validators: HECO unterstützt bis zu 21 Validatoren, die basierend auf ihrem Anteil am Netzwerk ausgewählt werden. 2. Transaktionsverarbeitung: Validatoren sind für die Verarbeitung von Transaktionen und das Hinzufügen von Blöcken zur Blockchain verantwortlich. 3. Transaktionsfinalität: Der Konsensmechanismus gewährleistet eine schnelle Finalität und ermöglicht eine schnelle Bestätigung von Transaktionen. 4. Energieeffizienz: Durch die Verwendung von PoS-Elementen reduziert HECO den Energieverbrauch im Vergleich zu herkömmlichen Proof-of-Work-Systemen. Binance Smart Chain (BSC) verwendet einen hybriden Konsensmechanismus namens Proof of Staked Authority (PoSA), der Elemente von Delegated Proof of Stake (DPoS) und Proof of Authority (PoA) kombiniert. Diese Methode gewährleistet schnelle Blockzeiten und niedrige Gebühren bei gleichzeitiger Beibehaltung eines gewissen Maßes an Dezentralisierung und Sicherheit. Kernkomponenten 1. Validatoren (sogenannte „Kabinettsmitglieder“): Validatoren auf BSC sind für die Erstellung neuer Blöcke, die Validierung von Transaktionen und die Aufrechterhaltung der Sicherheit des Netzwerks verantwortlich. Um Validator zu werden, muss eine Entität eine erhebliche Menge an BNB (Binance Coin) einsetzen. Validatoren werden durch Staking und Abstimmung durch Token-Inhaber ausgewählt. Es gibt zu jedem Zeitpunkt 21 aktive Validatoren, die rotieren, um Dezentralisierung und Sicherheit zu gewährleisten. 2. Delegatoren: Token-Inhaber, die keine Validatorknoten betreiben möchten, können ihre BNB-Token an Validatoren delegieren. Diese Delegation hilft Validatoren, ihren Einsatz zu erhöhen und verbessert ihre Chancen, für die Erstellung von Blöcken ausgewählt zu werden. Delegatoren verdienen einen Anteil der Belohnungen, die Validatoren erhalten, was eine breite Beteiligung an der Netzwerksicherheit fördert. 3. Kandidaten: Kandidaten sind Knoten, die die erforderliche Menge an BNB eingesetzt haben und im Pool darauf warten, Validatoren zu werden. Sie sind im Wesentlichen potenzielle Validatoren, die derzeit nicht aktiv sind, aber durch Community-Abstimmung in den Validatoren-Satz gewählt werden können. Kandidaten spielen eine entscheidende Rolle dabei, sicherzustellen, dass immer ein ausreichender Pool an Knoten vorhanden ist, die bereit sind, Validierungsaufgaben zu übernehmen, wodurch die Widerstandsfähigkeit und Dezentralisierung des Netzwerks aufrechterhalten wird. Konsensprozess 4. Auswahl der Validatoren: Die Validatoren werden basierend auf der Menge an eingesetztem BNB und den von den Delegatoren erhaltenen Stimmen ausgewählt. Je mehr BNB eingesetzt und Stimmen erhalten wurden, desto höher ist die Chance, für die Validierung von Transaktionen und die Erstellung neuer Blöcke ausgewählt zu werden. Der Auswahlprozess umfasst sowohl die aktuellen Validatoren als auch den Kandidatenpool und gewährleistet eine dynamische und sichere Rotation der Knoten. 5. Blockproduktion: Die ausgewählten Validatoren produzieren abwechselnd Blöcke in einer PoA-ähnlichen Weise und stellen so sicher, dass Blöcke schnell und effizient generiert werden. Validatoren validieren Transaktionen, fügen sie neuen Blöcken hinzu und senden diese Blöcke an das Netzwerk. 6. Endgültigkeit der Transaktionen: BSC erreicht schnelle Blockzeiten von etwa 3 Sekunden und eine schnelle Endgültigkeit der Transaktionen. Dies wird durch den

effizienten PoSA-Mechanismus erreicht, der es Validatoren ermöglicht, schnell einen Konsens zu erzielen. Sicherheit und wirtschaftliche Anreize

7. Staking: Validatoren müssen eine beträchtliche Menge BNB einsetzen, die als Sicherheit dient, um ihr ehrliches Verhalten sicherzustellen. Dieser eingesetzte Betrag kann gekürzt werden, wenn Validatoren böswillig handeln. Staking motiviert Validatoren, im besten Interesse des Netzwerks zu handeln, um den Verlust ihrer eingesetzten BNB zu vermeiden.

8. Delegation und Belohnungen: Delegatoren erhalten Belohnungen proportional zu ihrem Einsatz an Validatoren. Dies motiviert sie, zuverlässige Validatoren auszuwählen und an der Sicherheit des Netzwerks teilzunehmen. Validatoren und Delegatoren teilen sich Transaktionsgebühren als Belohnung, was kontinuierliche wirtschaftliche Anreize bietet, die Netzwerksicherheit und -leistung aufrechtzuerhalten.

9. Transaktionsgebühren: BSC verwendet niedrige Transaktionsgebühren, die in BNB bezahlt werden, was es für Benutzer kostengünstig macht. Diese Gebühren werden von den Validierern als Teil ihrer Belohnungen erhoben, was sie zusätzlich dazu anregt, Transaktionen genau und effizient zu validieren.

Polkadot, ein heterogenes Multi-Chain-Framework, das die Interoperabilität verschiedener Blockchains ermöglichen soll, verwendet einen ausgeklügelten Konsensmechanismus namens Nominated Proof-of-Stake (NPoS). Dieser Mechanismus kombiniert Elemente von Proof-of-Stake (PoS) und ein mehrschichtiges Konsensmodell mit mehreren Rollen und Phasen.

Kernkomponenten

1. Validierer: Die Validierer sind für die Erstellung neuer Blöcke und die Finalisierung der Relay-Chain, der Hauptkette von Polkadot, verantwortlich. Sie setzen DOT-Token ein und validieren Transaktionen, um die Sicherheit und Integrität des Netzwerks zu gewährleisten.
2. Nominierer: Die Nominierer delegieren ihren Einsatz an vertrauenswürdige Validierer und wählen die Validierer aus, von denen sie glauben, dass sie ehrlich und effektiv handeln werden. Sie erhalten einen Anteil an den Belohnungen und Strafen der Validierer, die sie nominieren.
3. Collatoren: Collatoren verwalten Parachains (einzelne Blockchains, die mit der Polkadot-Relay-Chain verbunden sind), indem sie Transaktionen von Benutzern sammeln und Zustandsübergangsnachweise für die Validierer erstellen.
4. Fishermen: Fishermen überwachen das Netzwerk auf böswillige Aktivitäten. Sie melden schlechtes Verhalten den Validierern, um die Netzwerksicherheit aufrechtzuerhalten.

Konsensprozess

Der Konsensmechanismus von Polkadot funktioniert über eine Kombination aus zwei Schlüsselprotokollen: GRANDPA (GHOST-basiertes Recursive Ancestor Deriving Prefix Agreement) und BABE (Blind Assignment for Blockchain Extension).

1. BABE (Blockproduktion): BABE ist der Blockproduktionsmechanismus. Er funktioniert ähnlich wie eine Lotterie, bei der den Validierern pseudozufällig Slots zugewiesen werden, um Blöcke basierend auf ihrem Einsatz zu produzieren. Jeder Validierer signiert die von ihm produzierten Blöcke, die dann durch das Netzwerk verbreitet werden.
2. GRANDPA (Finalität): GRANDPA ist das Finalitäts-Gadget, das ein höheres Maß an Sicherheit bietet, indem es Blöcke nach ihrer Produktion finalisiert. Im Gegensatz zu herkömmlichen Blockchains, bei denen Blöcke nach einer Reihe von Bestätigungen als endgültig gelten, ermöglicht GRANDPA asynchrone Finalität. Validierer stimmen über Ketten ab, und sobald eine Supermehrheit zustimmt, wird die Kette sofort finalisiert.

Detaillierte Schritte

1. Blockproduktion (BABE): Slot-Zuweisung: Validatoren werden ausgewählt, um Blöcke in bestimmten Zeitfenstern zu produzieren. Blockvorschlag: Der ausgewählte Validator für einen Slot schlägt einen Block vor, einschließlich neuer Transaktionen und Statusänderungen.
2. Blockverbreitung und vorläufiger Konsens: Vorgeschlagene Blöcke werden über das Netzwerk verbreitet, wo andere Validatoren die Richtigkeit der Transaktionen und Statusübergänge überprüfen.
3. Finalisierung (GRANDPA): Abstimmung über Blöcke: Validatoren stimmen über die Ketten ab,

von denen sie glauben, dass sie die richtige Historie aufweisen. Supermehrheitsvereinbarung: Sobald mehr als zwei Drittel der Validatoren einem Block zustimmen, wird er finalisiert. Sofortige Finalität: Dieser Finalisierungsprozess stellt sicher, dass ein Block, sobald er finalisiert ist, irreversibel ist und Teil der kanonischen Kette wird. 4. Belohnungen und Strafen: Validatoren und Nominatoren erhalten Belohnungen für die Teilnahme am Konsensprozess und die Aufrechterhaltung der Netzwerksicherheit. Fehlverhalten, wie die Produktion ungültiger Blöcke oder Offline-Zustände, führt zu Strafen, einschließlich der Kürzung von eingesetzten Token.

Anreiz-Mechanismus und Gebühren

Polkadot DOT ist in den folgenden Netzwerken vorhanden: huobi_heco_chain, binance_smart_chain, polkadot. Die Blockchain der Huobi Eco Chain (HECO) verwendet einen Hybrid-Proof-of-Stake (HPoS)-Konsensmechanismus, der Elemente von Proof-of-Stake (PoS) kombiniert, um die Transaktionseffizienz und Skalierbarkeit zu verbessern. Anreizmechanismus: 1. Belohnungen für Validatoren: Validatoren werden basierend auf ihrem Anteil am Netzwerk ausgewählt. Sie verarbeiten Transaktionen und fügen der Blockchain Blöcke hinzu. Validatoren erhalten Belohnungen in Form von Transaktionsgebühren für ihre Rolle bei der Aufrechterhaltung der Integrität der Blockchain. 2. Staking-Teilnahme: Benutzer können Huobi Token (HT) einsetzen, um Validatoren zu werden, oder ihre Token an bestehende Validatoren delegieren. Staking hilft, das Netzwerk zu sichern, und im Gegenzug erhalten Teilnehmer einen Teil der Transaktionsgebühren als Belohnung. Anwendbare Gebühren: 1. Transaktionsgebühren (Gasgebühren): Benutzer zahlen Gasgebühren in HT-Token, um Transaktionen auszuführen und mit Smart Contracts im HECO-Netzwerk zu interagieren. Diese Gebühren entschädigen Validierer für die Verarbeitung und Validierung von Transaktionen. 2. Gebühren für die Ausführung von Smart Contracts: Für die Bereitstellung und Interaktion mit Smart Contracts fallen zusätzliche Gebühren an, die ebenfalls in HT-Token bezahlt werden. Diese Gebühren decken die Rechenressourcen ab, die zur Ausführung des Vertragscodes erforderlich sind. Binance Smart Chain (BSC) verwendet den Konsensmechanismus Proof of Staked Authority (PoSA), um die Netzwerksicherheit zu gewährleisten und die Teilnahme von Validierern und Delegierern zu fördern. Anreizmechanismen 1. Validierer: Staking-Belohnungen: Validierer müssen eine erhebliche Menge BNB einsetzen, um am Konsensprozess teilzunehmen. Sie erhalten Belohnungen in Form von Transaktionsgebühren und Blockbelohnungen. Auswahlprozess: Validierer werden basierend auf der Menge des eingesetzten BNB und den von den Delegierern erhaltenen Stimmen ausgewählt. Je mehr BNB eingesetzt und je mehr Stimmen erhalten werden, desto höher sind die Chancen, für die Validierung von Transaktionen und die Erstellung neuer Blöcke ausgewählt zu werden. 2. Delegierer: Delegiertes Staking: Token-Inhaber können ihr BNB an Validierer delegieren. Diese Delegation erhöht den Gesamteinsatz des Validierers und verbessert seine Chancen, für die Produktion von Blöcken ausgewählt zu werden. Geteilte Belohnungen: Delegierer verdienen einen Teil der Belohnungen, die Validierer erhalten. Dies motiviert Token-Inhaber, sich an der Sicherheit und Dezentralisierung des Netzwerks zu beteiligen, indem sie zuverlässige Validierer auswählen. 3. Kandidaten: Pool potenzieller Validierer: Kandidaten sind Knoten, die die erforderliche Menge an BNB eingesetzt haben und darauf warten, aktive Validierer zu werden. Sie stellen sicher, dass immer ein ausreichender Pool an Knoten vorhanden ist, die bereit sind, Validierungsaufgaben zu übernehmen, wodurch die Widerstandsfähigkeit des Netzwerks erhalten bleibt. 4. Wirtschaftliche Sicherheit:

Kürzung: Validierer können für böswilliges Verhalten oder Nichterfüllung ihrer Pflichten bestraft werden. Zu den Strafen gehört die Kürzung eines Teils ihrer eingesetzten Token, um sicherzustellen, dass Validierer im besten Interesse des Netzwerks handeln.

Opportunitätskosten: Beim Staking müssen Validierer und Delegierer ihre BNB-Token sperren, was einen wirtschaftlichen Anreiz bietet, ehrlich zu handeln, um den Verlust ihrer eingesetzten Vermögenswerte zu vermeiden. Gebühren auf der Binance Smart Chain 5.

Transaktionsgebühren: Niedrige Gebühren: BSC ist für seine niedrigen Transaktionsgebühren im Vergleich zu anderen Blockchain-Netzwerken bekannt. Diese Gebühren werden in BNB gezahlt und sind für die Aufrechterhaltung des Netzwerkbetriebs und die Vergütung der Validierer unerlässlich. **Dynamische Gebührenstruktur:** Die Transaktionsgebühren können je nach Netzwerküberlastung und Komplexität der Transaktionen variieren. BSC stellt jedoch sicher, dass die Gebühren deutlich niedriger bleiben als die auf dem Ethereum-Mainnet. 6.

Blockbelohnungen: Anreize für Validierer: Validierer erhalten zusätzlich zu den Transaktionsgebühren Blockbelohnungen. Diese Belohnungen werden an Validierer für ihre Rolle bei der Aufrechterhaltung des Netzwerks und der Verarbeitung von Transaktionen verteilt. 7.

Cross-Chain-Gebühren: Interoperabilitätskosten: BSC unterstützt Cross-Chain-Kompatibilität, sodass Vermögenswerte zwischen Binance Chain und Binance Smart Chain übertragen werden können. Diese Cross-Chain-Operationen verursachen nur minimale Gebühren, was nahtlose Vermögensübertragungen ermöglicht und die Benutzererfahrung verbessert. 8.

Smart-Contract-Gebühren: Bereitstellungs- und Ausführungskosten: Für die Bereitstellung und Interaktion mit Smart Contracts auf BSC fallen Gebühren an, die auf den erforderlichen Rechenressourcen basieren. Diese Gebühren werden ebenfalls in BNB bezahlt und sind so konzipiert, dass sie kostengünstig sind und Entwickler ermutigen, auf der BSC-Plattform aufzubauen. Polkadot verwendet einen Konsensmechanismus namens Nominated Proof-of-Stake (NPoS), der eine Kombination aus Validierern, Nominierern und einem einzigartigen mehrschichtigen Konsensprozess umfasst, um das Netzwerk zu sichern:

Anreizmechanismen

- 1. Validierer: Staking-Belohnungen:** Validierer sind dafür verantwortlich, neue Blöcke zu erstellen und die Relay-Kette fertigzustellen. Sie werden mit Staking-Belohnungen belohnt, die proportional zu ihrem Einsatz und ihrer Leistung im Konsensprozess verteilt werden. Validierer erhalten diese Belohnungen für die Aufrechterhaltung der Betriebszeit und die korrekte Validierung von Transaktionen. **Provision:** Validierer können einen Provisionssatz festlegen, den sie auf die von ihren Nominierern verdienten Belohnungen erheben. Dies motiviert sie, gute Leistungen zu erbringen, um mehr Nominierer anzuziehen.
- 2. Nominierer: Delegation:** Nominierer setzen ihre Token ein, indem sie sie an vertrauenswürdige Validierer delegieren. Sie haben Anteil an den Belohnungen, die die von ihnen unterstützten Validierer verdienen. Dieser Mechanismus motiviert Nominierer, zuverlässige Validierer sorgfältig auszuwählen. **Verteilung der Belohnungen:** Die Belohnungen werden unter den Validierern und ihren Nominatoren basierend auf der Höhe des von jeder Partei geleisteten Einsatzes verteilt. Dadurch wird sichergestellt, dass beide Parteien einen Anreiz haben, die Sicherheit des Netzwerks aufrechtzuerhalten.
- 3. Kollatoren: Wartung der Parachain:** Kollatoren warten Parachains, indem sie Transaktionen sammeln und Zustandsübergangsnachweise für die Validierer erstellen. Sie werden durch Belohnungen für ihre Rolle bei der Aufrechterhaltung des Betriebs und der Sicherheit der Parachain motiviert.
- 4. Fischer: Überwachung:** Fischer sind dafür verantwortlich, das Netzwerk auf böswillige Aktivitäten zu überwachen. Sie werden dafür belohnt, böswilliges Verhalten zu identifizieren und zu melden, was zur Aufrechterhaltung der Sicherheit des Netzwerks beiträgt.
- 5. Wirtschaftliche Strafen: Slashing:** Validierer und Nominatoren werden mit Strafen in Form von

Slashing belegt, wenn sie böswillige Aktivitäten wie Doppelsignaturen oder längere Offline-Zeiten durchführen. Slashing führt zum Verlust eines Teils ihrer eingesetzten Token, was als starke Abschreckung gegen schlechtes Verhalten dient. Entbindungsphase: Um eingesetzte Token abzuheben, müssen die Teilnehmer eine Entbindungsphase durchlaufen, während der ihre Token immer noch dem Risiko ausgesetzt sind, gekürzt zu werden. Dies gewährleistet eine kontinuierliche Netzwerksicherheit, selbst wenn Validierer oder Nominierer sich zum Ausstieg entscheiden.

Gebühren auf der Polkadot-Blockchain

1. Transaktionsgebühren: Dynamische Gebühren: Die Transaktionsgebühren auf Polkadot sind dynamisch und werden basierend auf der Netzwerknachfrage und der Komplexität der Transaktion angepasst. Dieses Modell stellt sicher, dass die Gebühren fair und proportional zur Netzwerknutzung bleiben.

Gebührenverbrennung: Ein Teil der Transaktionsgebühren wird verbrannt (dauerhaft aus dem Verkehr gezogen), was zur Kontrolle der Inflation beiträgt und möglicherweise den Wert der verbleibenden Token erhöhen kann.

2. Smart-Contract-Gebühren: Ausführungskosten: Die Gebühren für die Bereitstellung und Interaktion mit Smart Contracts auf Polkadot basieren auf den erforderlichen Rechenressourcen. Dies fördert eine effiziente Nutzung der Netzwerkressourcen.

3. Gebühren für Parachain-Slot-Auktionen: Bieten für Slots: Projekte, die sich einen Parachain-Slot sichern möchten, müssen an einer Slot-Auktion teilnehmen. Sie bieten DOT-Token und die Höchstbietenden erhalten das Recht, eine Parachain für einen bestimmten Zeitraum zu betreiben. Dieser Prozess stellt sicher, dass nur seriöse Projekte mit erheblicher Unterstützung Parachain-Slots erhalten können, was zur allgemeinen Qualität und Sicherheit des Netzwerks beiträgt.

Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs

Der Energieverbrauch dieses Assets wird über mehrere Komponenten aggregiert: Zur Berechnung des Energieverbrauchs wird der sogenannte „Bottom-up“-Ansatz verwendet. Die Knoten werden als zentraler Faktor für den Energieverbrauch des Netzwerks betrachtet. Diese Annahmen werden auf der Grundlage empirischer Erkenntnisse durch die Verwendung öffentlicher Informationsseiten, Open-Source-Crawler und selbst entwickelter Crawler getroffen. Die Hauptbestimmungsfaktoren 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. Um den Energieverbrauch eines Tokens zu bestimmen, wird zunächst der Energieverbrauch des/der Netzwerk(e) huobi_heco_chain, binance_smart_chain berechnet. Basierend auf dem Gasverbrauch des Krypto-Assets pro Netzwerk wird der Anteil des Gesamtverbrauchs des jeweiligen Netzwerks definiert, der diesem Asset zugewiesen wird.

Weitere Angaben zum Energieverbrauch

Anteil erneuerbarer Energien (in%)	Energieintensität (in kWh)	Scope 1 DLT GHG Emissionen - controlled (intCO ² e)	Scope 1 DLT GHG Emissionen - erworben (intCO ² e)	GHG Intensität (in kgCO ² e)
18.6217571429	0.00000	0.00000	186.14368	0.00000

Haupt-Energiequellen und Methodiken

Zur Ermittlung des Anteils erneuerbarer Energien sollen die Standorte der Knotenpunkte anhand von öffentlichen Informationsseiten, Open-Source-Crawlern und eigenentwickelten Crawlern ermittelt werden. Liegen keine Informationen über die geographische Verteilung der Knoten vor, werden Referenznetzwerke verwendet, die hinsichtlich ihrer Incentivierungsstruktur und ihres Konsensmechanismus vergleichbar sind. Diese Geoinformationen werden mit öffentlichen Informationen der Europäischen Umweltagentur (EUA) zusammengeführt und somit ermittelt.

Haupt-GHG-Quellen und Methodiken

Zur Ermittlung der GHG-Emissionen sollen die Standorte der Knotenpunkte mit Hilfe von öffentlichen Informationsseiten, Open-Source-Crawlern und eigenentwickelten Crawlern bestimmt werden. Liegen keine Informationen über die geographische Verteilung der Knoten vor, werden Referenznetzwerke verwendet, die hinsichtlich ihrer Incentivierungsstruktur und ihres Konsensmechanismus vergleichbar sind. Diese Geoinformationen werden mit öffentlichen Informationen der Europäischen Umweltagentur (EUA) zusammengeführt und somit ermittelt.

Ripple XRP

Konsens-Mechanismus

Ripple XRP ist in den folgenden Netzwerken vorhanden: klaytn, binance_smart_chain, ripple. Klaytn verwendet einen modifizierten Istanbul Byzantine Fault Tolerance (IBFT)-Konsensalgorithmus, eine Variante von Proof of Authority (PoA), die hohe Leistung und sofortige Transaktionsendgültigkeit ermöglicht. Kernkomponenten des Klaytn-Konsenses: 1. Modifizierter IBFT-Algorithmus: Sofortige Transaktionsendgültigkeit: Der IBFT-Algorithmus von Klaytn stellt sicher, dass ein Block, sobald er validiert wurde, sofort endgültig ist und nicht rückgängig gemacht werden kann. Dies garantiert eine schnelle Abwicklung von Transaktionen und bietet eine sichere und effiziente Benutzererfahrung. 2. Klaytn Governance Council: Council-gesteuerte Governance: Das Klaytn-Netzwerk wird vom Klaytn Governance Council verwaltet, einem Konsortium globaler Organisationen, die für die Auswahl und Wartung von Consensus Nodes (CNs) verantwortlich sind. Dieses Council-basierte Governance-Modell gleicht Dezentralisierung mit Leistung aus und gewährleistet Transparenz bei der Entscheidungsfindung. Zweidrittelmehrheit für die Finalisierung: Damit ein Block finalisiert werden kann, muss er die Unterschriften von mehr als zwei Dritteln der Ratsmitglieder erhalten, um einen breiten Konsens und Netzwerksicherheit zu gewährleisten. 3. Dreistufige Knotenarchitektur: Konsensknoten (CNs): Die ausgewählten Validierer, die für die Erstellung und Validierung von Blöcken verantwortlich sind. CNs bilden den Kern der Sicherheit und Stabilität des Netzwerks. Proxyknoten (PNs): Fungieren als Vermittler und leiten Daten zwischen CNs und dem breiteren Netzwerk weiter, was zur Verteilung des Netzwerkverkehrs und zur Verbesserung der Zugänglichkeit beiträgt. Endpunktknoten (ENs): Direkte Schnittstelle zu Endbenutzern, erleichtert Transaktionen, führt Smart Contracts aus und dient als Benutzerzugangspunkt zum Klaytn-Netzwerk.

Binance Smart Chain (BSC) verwendet einen hybriden Konsensmechanismus namens Proof of Staked Authority (PoSA), der Elemente von Delegated Proof of Stake (DPoS) und Proof of Authority (PoA) kombiniert. Diese Methode gewährleistet schnelle Blockzeiten und niedrige Gebühren bei gleichzeitiger Beibehaltung eines gewissen Maßes an Dezentralisierung und Sicherheit. Kernkomponenten

1. Validatoren (sogenannte „Kabinettsmitglieder“): Validatoren auf BSC sind für die Erstellung neuer Blöcke, die Validierung von Transaktionen und die Aufrechterhaltung der Netzwerksicherheit verantwortlich. Um Validator zu werden, muss eine Entität eine erhebliche Menge an BNB (Binance Coin) einsetzen. Validatoren werden durch Einsätze und Abstimmungen von Token-Inhabern ausgewählt. Es gibt zu jedem Zeitpunkt 21 aktive Validatoren, die rotieren, um Dezentralisierung und Sicherheit zu gewährleisten.
2. Delegatoren: Token-Inhaber, die keine Validator-Knoten betreiben möchten, können ihre BNB-Token an Validatoren delegieren. Diese Delegation hilft Validatoren, ihren Einsatz zu erhöhen und verbessert ihre Chancen, für die Erstellung von Blöcken ausgewählt zu werden. Delegatoren verdienen einen Anteil der Belohnungen, die Validatoren erhalten, was eine breite Beteiligung an der Netzwerksicherheit fördert.
3. Kandidaten: Kandidaten sind Knoten, die die erforderliche Menge an BNB eingesetzt haben und im Pool darauf warten, Validatoren zu werden. Sie sind im Wesentlichen potenzielle Validatoren, die derzeit nicht aktiv sind, aber durch Community-Abstimmung in den Validator-Satz gewählt werden können. Kandidaten spielen eine entscheidende Rolle, um sicherzustellen, dass immer ein ausreichender Pool an Knoten vorhanden ist, die bereit sind, Validierungsaufgaben zu übernehmen, wodurch die Widerstandsfähigkeit und Dezentralisierung des Netzwerks aufrechterhalten werden.
4. Auswahl der Validierer: Die Validierer werden basierend auf der Menge an eingesetztem BNB und den von den Delegierern erhaltenen Stimmen ausgewählt. Je mehr BNB eingesetzt und je mehr Stimmen erhalten werden, desto höher ist die Chance, für die Validierung von Transaktionen und die Erstellung neuer Blöcke ausgewählt zu werden. Der Auswahlprozess umfasst sowohl die aktuellen Validierer als auch den Kandidatenpool, wodurch eine dynamische und sichere Rotation der Knoten gewährleistet wird.
5. Blockproduktion: Die ausgewählten Validierer produzieren abwechselnd Blöcke in einer PoA-ähnlichen Weise und stellen so sicher, dass Blöcke schnell und effizient generiert werden. Validierer validieren Transaktionen, fügen sie neuen Blöcken hinzu und senden diese Blöcke an das Netzwerk.
6. Finalität der Transaktionen: BSC erreicht schnelle Blockzeiten von etwa 3 Sekunden und eine schnelle Finalität der Transaktionen. Dies wird durch den effizienten PoSA-Mechanismus erreicht, der es Validierern ermöglicht, schnell einen Konsens zu erzielen. Sicherheit und wirtschaftliche Anreize
7. Staking: Validatoren müssen eine beträchtliche Menge BNB einsetzen, die als Sicherheit dient, um ihr ehrliches Verhalten sicherzustellen. Dieser eingesetzte Betrag kann gekürzt werden, wenn Validatoren böswillig handeln. Staking motiviert Validatoren, im besten Interesse des Netzwerks zu handeln, um den Verlust ihrer eingesetzten BNB zu vermeiden.
8. Delegation und Belohnungen: Delegatoren erhalten Belohnungen proportional zu ihrem Einsatz an Validatoren. Dies motiviert sie, zuverlässige Validatoren auszuwählen und an der Sicherheit des Netzwerks teilzunehmen. Validatoren und Delegatoren teilen sich Transaktionsgebühren als Belohnung, was kontinuierliche wirtschaftliche Anreize bietet, die Netzwerksicherheit und -leistung aufrechtzuerhalten.
9. Transaktionsgebühren: BSC verwendet niedrige Transaktionsgebühren, die in BNB bezahlt werden, was es für Benutzer kostengünstig macht. Diese Gebühren werden von Validatoren als Teil ihrer Belohnungen erhoben, was sie zusätzlich dazu anregt, Transaktionen genau und effizient zu validieren. Die Ripple-Blockchain, insbesondere das XRP Ledger (XRPL), verwendet einen Konsensmechanismus, der als Ripple Protocol Consensus Algorithm

(RPCA) bekannt ist. Es unterscheidet sich von Proof of Work (PoW) und Proof of Stake (PoS), da es nicht auf Mining oder Staking angewiesen ist, sondern vertrauenswürdige Validierer in einem Federated Byzantine Agreement (FBA)-Modell nutzt. Kernkonzepte: 1. Validierer und Unique Node Lists (UNL): Validierer sind vertrauenswürdige Knoten im Netzwerk, die Transaktionen validieren und neue Ledger-Updates vorschlagen. Jeder Knoten pflegt eine Liste vertrauenswürdiger Validierer, die als Unique Node List (UNL) bezeichnet wird. Konsens wird erreicht, wenn 80 % der Validierer in der UNL eines Knotens der Gültigkeit einer Transaktion oder eines Blocks zustimmen. Dies gewährleistet ein hohes Maß an Sicherheit und Dezentralisierung. 2. Transaktionsreihenfolge und -validierung: Transaktionen werden an Validierer gesendet und sobald 80 % der Validierer zustimmen, gilt die Transaktion als bestätigt. Jedes Ledger im XRPL enthält Transaktionsdaten und Validierer stellen die Gültigkeit und richtige Reihenfolge dieser Transaktionen sicher. Konsensprozess: 1. Vorschlagsphase: Validierer schlagen neue Transaktionen vor, die dem Ledger hinzugefügt werden sollen. 2. Validierungsphase: Die Validierer stimmen über die vorgeschlagenen Transaktionen ab, indem sie diese mit ihrem UNL vergleichen. Ein Konsens ist erreicht, wenn 80 % der Validierer zustimmen. 3. Finalisierung: Sobald ein Konsens erreicht ist, werden die Transaktionen in das neue Hauptbuch eingetragen, wodurch sie unumkehrbar und endgültig werden.

Anreiz-Mechanismus und Gebühren

Ripple XRP ist in den folgenden Netzwerken vorhanden: klaytn, binance_smart_chain, ripple. Die Anreizstruktur von Klaytn umfasst Blockbelohnungen und Transaktionsgebühren, die an Konsensknoten (CNs) und verschiedene Netzwerkfonds verteilt werden und so die Netzwerksicherheit, Nachhaltigkeit und Community-Entwicklung fördern. Anreizmechanismen: 1. Belohnungen für Konsensknoten (CNs): Feste Blockbelohnungen: CNs verdienen feste Belohnungen in KLAY-Token für das Validieren und Erstellen von Blöcken. Dieses vorhersehbare Einkommen motiviert CNs, weiterhin aktiv teilzunehmen und das Netzwerk zu sichern. Transaktionsgebühren: Benutzer zahlen Transaktionsgebühren in KLAY-Token, die vom Netzwerk gesammelt und als zusätzliche Belohnung unter den CNs verteilt werden, was die Netzwerksicherheit und -stabilität weiter unterstützt. 2. Blockbelohnungsverteilung: Belohnung des Governance Council (GC): Belohnung des GC-Blockvorschlagers: 10 % der Blockbelohnung gehen an den spezifischen CN, der den Block vorgeschlagen hat, und fördern so eine kontinuierliche aktive Teilnahme. GC Staking Award: 40 % der Blockbelohnung werden unter allen Mitgliedern des Governance Council verteilt, die KLAY einsetzen, und fördern die Netzwerksicherheit durch die Belohnung eingesetzter Token. Klaytn Community Fund (KCF): 30 % jeder Blockbelohnung werden dem KCF zugewiesen, um die Community-Entwicklung, die Erstellung von dApps und das allgemeine Wachstum des Ökosystems zu unterstützen. Klaytn Foundation Fund (KFF): 20 % der Blockbelohnung gehen an den KFF und stellen Ressourcen für die langfristige Nachhaltigkeit des Netzwerks und zukünftige Entwicklungsinitiativen bereit. 3. Transaktionsgebühren: Benutzergebühren für Netzwerkinteraktion: Benutzer zahlen Gebühren in KLAY basierend auf dem Gasverbrauch und dem Gaspreis für Transaktionen. Diese Gebühren werden dann an die CNs verteilt, um eine effiziente Transaktionsverarbeitung und aktive Teilnahme zu fördern. Anwendbare Gebühren: Transaktionsgebühren: Die Transaktionsgebühren auf Klaytn werden in KLAY bezahlt und basierend auf dem Gasverbrauch berechnet. Diese Gebühren unterstützen die Netzwerkwartung, indem sie Validierer entschädigen und die wirtschaftliche

Nachhaltigkeit fördern. Binance Smart Chain (BSC) verwendet den Konsensmechanismus Proof of Staked Authority (PoSA), um die Netzwerksicherheit zu gewährleisten und die Teilnahme von Validierern und Delegierern zu fördern. Anreizmechanismen

1. Validierer: Staking-Belohnungen: Validierer müssen eine erhebliche Menge an BNB einsetzen, um am Konsensprozess teilzunehmen. Sie erhalten Belohnungen in Form von Transaktionsgebühren und Blockbelohnungen. Auswahlprozess: Validierer werden basierend auf der Menge an eingesetzten BNB und den von den Delegierern erhaltenen Stimmen ausgewählt. Je mehr BNB eingesetzt und Stimmen erhalten werden, desto höher sind die Chancen, für die Validierung von Transaktionen und die Erstellung neuer Blöcke ausgewählt zu werden.
2. Delegierer: Delegiertes Staking: Token-Inhaber können ihre BNB an Validierer delegieren. Diese Delegation erhöht den Gesamteinsatz des Validierers und verbessert seine Chancen, für die Erstellung von Blöcken ausgewählt zu werden. Geteilte Belohnungen: Delegierer verdienen einen Teil der Belohnungen, die Validierer erhalten. Dies motiviert Token-Inhaber, sich an der Sicherheit und Dezentralisierung des Netzwerks zu beteiligen, indem sie zuverlässige Validierer auswählen.
3. Kandidaten: Pool potenzieller Validierer: Kandidaten sind Knoten, die die erforderliche Menge an BNB eingesetzt haben und darauf warten, aktive Validierer zu werden. Sie stellen sicher, dass immer ein ausreichender Pool an Knoten vorhanden ist, die bereit sind, Validierungsaufgaben zu übernehmen, wodurch die Netzwerkstabilität erhalten bleibt.
4. Wirtschaftliche Sicherheit: Kürzung: Validierer können für böswilliges Verhalten oder Nichterfüllung ihrer Pflichten bestraft werden. Zu den Strafen gehört die Kürzung eines Teils ihrer eingesetzten Token, um sicherzustellen, dass die Validierer im besten Interesse des Netzwerks handeln. Opportunitätskosten: Beim Staking müssen Validierer und Delegierer ihre BNB-Token sperren, was einen wirtschaftlichen Anreiz bietet, ehrlich zu handeln, um den Verlust ihrer eingesetzten Vermögenswerte zu vermeiden. Gebühren auf der Binance Smart Chain
5. Transaktionsgebühren: Niedrige Gebühren: BSC ist im Vergleich zu anderen Blockchain-Netzwerken für seine niedrigen Transaktionsgebühren bekannt. Diese Gebühren werden in BNB gezahlt und sind für die Aufrechterhaltung des Netzwerkbetriebs und die Vergütung der Validierer unerlässlich. Dynamische Gebührenstruktur: Transaktionsgebühren können je nach Netzwerküberlastung und Komplexität der Transaktionen variieren. BSC stellt jedoch sicher, dass die Gebühren deutlich niedriger bleiben als die im Ethereum-Mainnet.
6. Blockbelohnungen: Anreize für Validierer: Validierer erhalten zusätzlich zu den Transaktionsgebühren Blockbelohnungen. Diese Belohnungen werden an Validierer für ihre Rolle bei der Aufrechterhaltung des Netzwerks und der Verarbeitung von Transaktionen verteilt.
7. Cross-Chain-Gebühren: Interoperabilitätskosten: BSC unterstützt Cross-Chain-Kompatibilität, sodass Vermögenswerte zwischen Binance Chain und Binance Smart Chain übertragen werden können. Diese Cross-Chain-Operationen verursachen nur minimale Gebühren, was nahtlose Vermögensübertragungen ermöglicht und die Benutzererfahrung verbessert.
8. Smart-Contract-Gebühren: Bereitstellungs- und Ausführungskosten: Für die Bereitstellung und Interaktion mit Smart Contracts auf BSC fallen Gebühren an, die auf den erforderlichen Rechenressourcen basieren. Diese Gebühren werden ebenfalls in BNB gezahlt und sind so konzipiert, dass sie kostengünstig sind und Entwickler ermutigen, auf der BSC-Plattform aufzubauen. Die Ripple XRP Blockchain verwendet eine einzigartige Anreizstruktur, die sich von herkömmlichen Proof of Work (PoW)- oder Proof of S Protocol Consensus Algorithm (RPCA) konzentriert. Hier ist eine Aufschlüsselung der Anreize und Gebühren:

Anreizmechanismen zur Sicherung von Transaktionen:

1. Validierer: Validierer im Ripple-Netzwerk werden nicht direkt mit Belohnungen wie in PoW/PoS-Modellen entschädigt. Stattdessen werden sie durch den Nutzen und die Stabilität des Netzwerks motiviert,

insbesondere Finanzinstitute, die von Ripples Effizienz bei grenzüberschreitenden Zahlungen profitieren. 2. Kein Mining: Da Ripple kein Mining verwendet, entfällt die Notwendigkeit energieintensiver Berechnungen, was zu schnellen Transaktionsgeschwindigkeiten und Skalierbarkeit beiträgt. Gebühren auf der Ripple XRP Blockchain: 1. Transaktionsgebühren: Ripple erhebt für jede Transaktion minimale Transaktionsgebühren (normalerweise Bruchteile eines XRP, bekannt als „Drops“). Der Zweck dieser Gebühren besteht darin, Netzwerk-Spam und Überlastung zu verhindern. 2. Burn-Mechanismus: Ein Teil jeder Transaktionsgebühr wird verbrannt, d. h. sie wird dauerhaft aus dem Verkehr gezogen. Dadurch verringert sich mit der Zeit das Gesamtangebot an XRP, was zu einer potenziellen langfristigen Wertstabilität beiträgt.

Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs

Der Energieverbrauch dieses Assets wird über mehrere Komponenten aggregiert: Zur Berechnung der Energieverbräuche wird der sogenannte „Bottom-Up“-Ansatz verwendet. Die Knoten werden als zentraler Faktor für den Energieverbrauch des Netzwerks betrachtet. Diese Annahmen werden auf der Grundlage empirischer Erkenntnisse durch die Verwendung öffentlicher Informationsseiten, Open-Source-Crawler und selbst entwickelter Crawler getroffen. Die Hauptbestimmungsfaktoren 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. Um den Energieverbrauch eines Tokens zu bestimmen, wird zunächst der Energieverbrauch des/der Netzwerk(e) klaytn, binance_smart_chain berechnet. Basierend auf dem Gasverbrauch des Krypto-Assets pro Netzwerk wird der Anteil des Gesamtverbrauchs des jeweiligen Netzwerks definiert, der diesem Asset zugewiesen wird.

Weitere Angaben zum Energieverbrauch

Anteil erneuerbarer Energien (in%)	Energieintensität (in kWh)	Scope 1 DLT GHG Emissionen - controlled (intCO ² e)	Scope 1 DLT GHG Emissionen - erworben (intCO ² e)	GHG Intensität (in kgCO ² e)
18.210000000	0.00002	0.00000	100363.32000	0.00546

Haupt-Energiequellen und Methodiken

Zur Ermittlung des Anteils erneuerbarer Energien sollen die Standorte der Knotenpunkte anhand von öffentlichen Informationsseiten, Open-Source-Crawlern und eigenentwickelten Crawlern ermittelt werden. Liegen keine Informationen über die geographische Verteilung der Knoten vor, werden Referenznetzwerke verwendet, die hinsichtlich ihrer Incentivierungsstruktur und ihres Konsensmechanismus vergleichbar sind. Diese Geoinformationen werden mit öffentlichen Informationen der Europäischen Umweltagentur (EUA) zusammengeführt und somit ermittelt.

Haupt-GHG-Quellen und Methodiken

Zur Ermittlung der THG-Emissionen sollen die Standorte der Knotenpunkte mit Hilfe von öffentlichen Informationsseiten, Open-Source-Crawlern und eigenentwickelten Crawlern bestimmt werden. Liegen keine Informationen über die geographische Verteilung der Knoten vor, werden Referenznetzwerke verwendet, die hinsichtlich ihrer Incentivierungsstruktur und ihres Konsensmechanismus vergleichbar sind. Diese Geoinformationen werden mit öffentlichen Informationen der Europäischen Umweltagentur (EUA) zusammengeführt und somit ermittelt.

SAND

Konsens-Mechanismus

SAND ist in den folgenden Netzwerken vorhanden: Solana, Ethereum, Polygon. Solana verwendet eine einzigartige Kombination aus Proof of History (PoH) und Proof of Stake (PoS), um einen hohen Durchsatz, geringe Latenz und robuste Sicherheit zu erreichen. Hier ist eine detaillierte Erklärung, wie diese Mechanismen funktionieren: Kernkonzepte 1. Proof of History (PoH): Mit Zeitstempel versehene Transaktionen: PoH ist eine kryptografische Technik, die Transaktionen mit Zeitstempeln versieht und so einen historischen Datensatz erstellt, der beweist, dass ein Ereignis zu einem bestimmten Zeitpunkt stattgefunden hat. Verifiable Delay Function: PoH verwendet eine Verifiable Delay Function (VDF), um einen eindeutigen Hash zu generieren, der die Transaktion und den Zeitpunkt ihrer Verarbeitung enthält. Diese Hash-Sequenz bietet eine überprüfbare Reihenfolge der Ereignisse, wodurch sich das Netzwerk effizient auf die Abfolge der Transaktionen einigen kann. 2. Proof of Stake (PoS): Auswahl des Validators: Validatoren werden ausgewählt, um neue Blöcke basierend auf der Anzahl der von ihnen eingesetzten SOL-Token zu erstellen. Je mehr Token eingesetzt werden, desto höher ist die Chance, für die Validierung von Transaktionen und die Erstellung neuer Blöcke ausgewählt zu werden. Delegation: Token-Inhaber können ihre SOL-Token an Validierer delegieren und so Belohnungen erhalten, die proportional zu ihrem Einsatz sind, während gleichzeitig die Sicherheit des Netzwerks verbessert wird. Konsensprozess 1. Transaktionsvalidierung: Transaktionen werden an das Netzwerk gesendet und von Validierern gesammelt. Jede Transaktion wird validiert, um sicherzustellen, dass sie die Kriterien des Netzwerks erfüllt, z. B. korrekte Signaturen und ausreichende Mittel. 2. PoH-Sequenzgenerierung: Ein Validierer generiert mithilfe von PoH eine Hash-Sequenz, von denen jeder einen Zeitstempel und den vorherigen Hash enthält. Dieser Prozess erstellt eine historische Aufzeichnung der Transaktionen und etabliert eine kryptografische Uhr für das Netzwerk. 3. Blockproduktion: Das Netzwerk verwendet PoS, um einen führenden Validierer basierend auf seinem Einsatz auszuwählen. Der führende Validierer ist dafür verantwortlich, die validierten Transaktionen in einem Block zu bündeln. Der führende Validierer verwendet die PoH-Sequenz, um Transaktionen innerhalb des Blocks zu ordnen und sicherzustellen, dass alle Transaktionen in der richtigen Reihenfolge verarbeitet werden. 4. Konsens und Finalisierung: Andere Validierer überprüfen den vom führenden Validierer erstellten Block. Sie prüfen die Richtigkeit der PoH-Sequenz und validieren die Transaktionen innerhalb des Blocks. Sobald der Block verifiziert ist, wird er der Blockchain hinzugefügt. Validatoren unterzeichnen den Block und er gilt als abgeschlossen. Sicherheit und wirtschaftliche Anreize 1. Anreize für Validatoren: Blockbelohnungen: Validatoren erhalten Belohnungen für die Erstellung und Validierung von

Blöcken. Diese Belohnungen werden in SOL-Token verteilt und sind proportional zum Einsatz und zur Leistung des Validators. Transaktionsgebühren: Validatoren verdienen auch Transaktionsgebühren aus den Transaktionen, die in den von ihnen erstellten Blöcken enthalten sind. Diese Gebühren bieten Validatoren einen zusätzlichen Anreiz, Transaktionen effizient abzuwickeln.

2. Sicherheit: Staking: Validatoren müssen SOL-Token einsetzen, um am Konsensprozess teilzunehmen. Dieses Staking dient als Sicherheit und motiviert Validatoren, ehrlich zu handeln. Wenn sich ein Validator böswillig verhält oder seine Leistung nicht erbringt, riskiert er, seine eingesetzten Token zu verlieren.

Delegiertes Staking: Tokeninhaber können ihre SOL-Token an Validatoren delegieren, was die Netzwerksicherheit und Dezentralisierung verbessert. Delegatoren erhalten einen Anteil an den Belohnungen und werden dazu angeregt, zuverlässige Validierer auszuwählen.

3. Wirtschaftliche Strafen: Slashing: Validierer können für böswilliges Verhalten wie Doppelsignatur oder die Erstellung ungültiger Blöcke bestraft werden. Diese als Slashing bezeichnete Strafe führt zum Verlust eines Teils der eingesetzten Token und verhindert so unehrliches Handeln.

Das Ethereum-Netzwerk verwendet einen Proof-of-Stake-Konsensmechanismus, um neue Transaktionen in der Blockchain zu validieren.

Kernkomponenten

1. Validierer: Validierer sind dafür verantwortlich, neue Blöcke vorzuschlagen und zu validieren. Um Validierer zu werden, muss ein Benutzer 32 ETH in einen Smart Contract einzahlen (einsetzen). Dieser Einsatz dient als Sicherheit und kann gekürzt werden, wenn sich der Validierer unehrlich verhält.
2. Beacon Chain: Die Beacon Chain ist das Rückgrat von Ethereum 2.0. Sie koordiniert das Netzwerk der Validierer und verwaltet das Konsensprotokoll. Sie ist dafür verantwortlich, neue Blöcke zu erstellen, Validierer in Ausschüssen zu organisieren und die Endgültigkeit von Blöcken umzusetzen.

Konsensprozess

1. Blockvorschlag: Validatoren werden nach dem Zufallsprinzip ausgewählt, um neue Blöcke vorzuschlagen. Diese Auswahl basiert auf einer gewichteten Zufallsfunktion (WRF), bei der das Gewicht durch die Menge des eingesetzten ETH bestimmt wird.
2. Bescheinigung: Validatoren, die keinen Block vorschlagen, nehmen an der Bescheinigung teil. Sie bestätigen die Gültigkeit des vorgeschlagenen Blocks, indem sie dafür stimmen. Die Bescheinigungen werden dann zusammengefasst, um einen einzigen Beweis für die Gültigkeit des Blocks zu bilden.
3. Ausschüsse: Validatoren werden in Ausschüssen organisiert, um den Validierungsprozess zu rationalisieren. Jeder Ausschuss ist für die Validierung von Blöcken innerhalb eines bestimmten Shards oder der Beacon Chain selbst verantwortlich. Dies gewährleistet Dezentralisierung und Sicherheit, da eine kleinere Gruppe von Validatoren schnell einen Konsens erzielen kann.
4. Endgültigkeit: Ethereum 2.0 verwendet einen Mechanismus namens Casper FFG (Friendly Finality Gadget), um Endgültigkeit zu erreichen. Endgültigkeit bedeutet, dass ein Block und seine Transaktionen als irreversibel und bestätigt gelten. Validatoren stimmen über die Endgültigkeit von Blöcken ab, und sobald eine Supermehrheit erreicht ist, wird der Block abgeschlossen.
5. Anreize und Strafen: Validatoren erhalten Belohnungen für die Teilnahme am Netzwerk, einschließlich der Vorschlagung von Blöcken und der Bestätigung ihrer Gültigkeit. Umgekehrt können Validatoren für böswilliges Verhalten, wie z. B. doppelte Signatur oder längere Offline-Zeiten, bestraft (gekürzt) werden. Dies gewährleistet ehrliche Teilnahme und Netzwerksicherheit.

Polygon, früher bekannt als Matic Network, ist eine Layer-2-Skalierungslösung für Ethereum, die einen hybriden Konsensmechanismus verwendet. Hier ist eine detaillierte Erklärung, wie Polygon Konsens erreicht:

Kernkonzepte

1. Proof of Stake (PoS): Auswahl des Validators: Validatoren im Polygon-Netzwerk werden basierend auf der Anzahl der von ihnen eingesetzten MATIC-Token ausgewählt. Je mehr Token eingesetzt werden, desto höher ist die Chance, für die Validierung von Transaktionen und die Erstellung neuer Blöcke ausgewählt zu

werden. Delegation: Token-Inhaber, die keinen Validator-Knoten betreiben möchten, können ihre MATIC-Token an Validatoren delegieren. Delegatoren teilen sich die von Validatoren verdienten Belohnungen. 2. Plasma-Ketten: Off-Chain-Skalierung: Plasma ist ein Framework zum Erstellen von Child-Chains, die neben der Haupt-Ethereum-Kette betrieben werden. Diese Child-Chains können Transaktionen außerhalb der Kette verarbeiten und nur den Endzustand an die Hauptkette von Ethereum übermitteln, was den Durchsatz deutlich erhöht und Staus reduziert. Betrugsschutz: Plasma verwendet einen betrugssicheren Mechanismus, um die Sicherheit von Off-Chain-Transaktionen zu gewährleisten. Wenn eine betrügerische Transaktion erkannt wird, kann sie angefochten und rückgängig gemacht werden. Konsensprozess 3. Transaktionsvalidierung: Transaktionen werden zuerst von Validierern validiert, die MATIC-Token eingesetzt haben. Diese Validierer bestätigen die Gültigkeit von Transaktionen und nehmen sie in Blöcke auf. 4. Blockproduktion: Vorschlagen und Abstimmen: Validierer schlagen neue Blöcke auf der Grundlage ihrer eingesetzten Token vor und nehmen an einem Abstimmungsprozess teil, um einen Konsens über den nächsten Block zu erzielen. Der Block mit der Mehrheit der Stimmen wird der Blockchain hinzugefügt. Checkpointing: Polygon verwendet periodisches Checkpointing, bei dem Snapshots der Polygon-Sidechain an die Hauptkette von Ethereum übermittelt werden. Dieser Prozess gewährleistet die Sicherheit und Endgültigkeit von Transaktionen im Polygon-Netzwerk. 5. Plasma-Framework: Child Chains: Transaktionen können auf Child Chains verarbeitet werden, die mit dem Plasma-Framework erstellt wurden. Diese Transaktionen werden außerhalb der Kette validiert und nur der Endzustand wird an die Ethereum-Hauptkette übermittelt. Betrugsnachweise: Wenn eine betrügerische Transaktion auftritt, kann sie innerhalb eines bestimmten Zeitraums mithilfe von Betrugsnachweisen angefochten werden. Dieser Mechanismus stellt die Integrität von Transaktionen außerhalb der Kette sicher. Sicherheit und wirtschaftliche Anreize 6. Anreize für Validierer: Staking-Belohnungen: Validierer erhalten Belohnungen für das Staking von MATIC-Token und die Teilnahme am Konsensprozess. Diese Belohnungen werden in MATIC-Token verteilt und sind proportional zum eingesetzten Betrag und zur Leistung des Validierers. Transaktionsgebühren: Validierer erhalten auch einen Teil der von Benutzern gezahlten Transaktionsgebühren. Dies bietet einen zusätzlichen finanziellen Anreiz, die Integrität und Effizienz des Netzwerks aufrechtzuerhalten. 7. Delegation: Geteilte Belohnungen: Delegierer erhalten einen Anteil der Belohnungen, die die von ihnen delegierten Validierer erhalten. Dies ermutigt mehr Token-Inhaber, sich an der Sicherung des Netzwerks zu beteiligen, indem sie zuverlässige Validierer auswählen. 8. Wirtschaftliche Sicherheit: Slashing: Validatoren können für böswilliges Verhalten oder Nichterfüllung ihrer Pflichten bestraft werden. Diese Strafe, bekannt als Slashing, beinhaltet den Verlust eines Teils ihrer eingesetzten Token und stellt sicher, dass die Validatoren im besten Interesse des Netzwerks handeln.

Anreiz-Mechanismus und Gebühren

SAND ist in den folgenden Netzwerken vertreten: Solana, Ethereum, Polygon. Solana verwendet eine Kombination aus Proof of History (PoH) und Proof of Stake (PoS), um sein Netzwerk zu sichern und Transaktionen zu validieren. Hier ist eine detaillierte Erklärung der Anreizmechanismen und der geltenden Gebühren: Anreizmechanismen 4. Validatoren: Staking-Belohnungen: Validatoren werden basierend auf der Anzahl der SOL-Token ausgewählt, die sie eingesetzt haben. Sie erhalten Belohnungen für die Erstellung und

Validierung von Blöcken, die in SOL verteilt werden. Je mehr Token eingesetzt werden, desto höher sind die Chancen, für die Validierung von Transaktionen und die Erstellung neuer Blöcke ausgewählt zu werden. Transaktionsgebühren: Validatoren verdienen einen Teil der Transaktionsgebühren, die von Benutzern für die Transaktionen gezahlt werden, die sie in die Blöcke aufnehmen. Dies bietet einen zusätzlichen finanziellen Anreiz für Validatoren, Transaktionen effizient zu verarbeiten und die Integrität des Netzwerks aufrechtzuerhalten.

5. Delegatoren: Delegiertes Staking: Token-Inhaber, die keinen Validierungsknoten betreiben möchten, können ihre SOL-Token an einen Validator delegieren. Im Gegenzug erhalten Delegatoren einen Anteil an den von den Validatoren verdienten Belohnungen. Dies fördert eine breite Beteiligung an der Sicherung des Netzwerks und gewährleistet Dezentralisierung.

6. Wirtschaftliche Sicherheit: Slashing: Validatoren können für böswilliges Verhalten bestraft werden, z. B. für die Erstellung ungültiger Blöcke oder häufiges Offline-Sein. Diese Strafe, bekannt als Slashing, beinhaltet den Verlust eines Teils ihrer eingesetzten Token. Slashing schreckt von unehrlichen Handlungen ab und stellt sicher, dass Validatoren im besten Interesse des Netzwerks handeln.

Opportunitätskosten: Durch das Staking von SOL-Token sperren Validatoren und Delegatoren ihre Token, die andernfalls verwendet oder verkauft werden könnten. Diese Opportunitätskosten motivieren die Teilnehmer, ehrlich zu handeln, um Belohnungen zu erhalten und Strafen zu vermeiden. Auf der Solana-Blockchain geltende Gebühren

7. Transaktionsgebühren: Niedrige und vorhersehbare Gebühren: Solana ist für einen hohen Transaktionsdurchsatz ausgelegt, was dazu beiträgt, die Gebühren niedrig und vorhersehbar zu halten. Die durchschnittliche Transaktionsgebühr auf Solana ist im Vergleich zu anderen Blockchains wie Ethereum deutlich niedriger.

Gebührenstruktur: Gebühren werden in SOL gezahlt und dienen dazu, Validatoren für die Ressourcen zu entschädigen, die sie für die Verarbeitung von Transaktionen aufwenden. Dazu gehören Rechenleistung und Netzwerkbandbreite.

8. Mietgebühren: State Storage: Solana erhebt Mietgebühren für die Speicherung von Daten auf der Blockchain. Diese Gebühren sollen eine ineffiziente Nutzung des State Storage verhindern und Entwickler dazu ermutigen, ungenutzten State zu bereinigen. Mietgebühren helfen, die Effizienz und Leistung des Netzwerks aufrechtzuerhalten.

9. Smart Contract-Gebühren: Ausführungskosten: Ähnlich wie Transaktionsgebühren basieren die Gebühren für die Bereitstellung und Interaktion mit Smart Contracts auf Solana auf den erforderlichen Rechenressourcen. Dadurch wird sichergestellt, dass den Benutzern die von ihnen verbrauchten Ressourcen proportional in Rechnung gestellt werden.

Ethereum verwendet, insbesondere nach der Umstellung auf Ethereum 2.0 (Eth2), einen Proof-of-Stake (PoS)-Konsensmechanismus, um sein Netzwerk zu sichern. Die Anreize für Validierer und die Gebührenstrukturen spielen eine entscheidende Rolle bei der Aufrechterhaltung der Sicherheit und Effizienz der Blockchain.

Anreizmechanismen

1. Staking-Belohnungen: Validierer-Belohnungen: Validierer sind für den PoS-Mechanismus von entscheidender Bedeutung. Sie sind dafür verantwortlich, neue Blöcke vorzuschlagen und zu validieren. Um teilzunehmen, müssen sie mindestens 32 ETH einsetzen. Im Gegenzug erhalten sie Belohnungen für ihre Beiträge, die in ETH ausgezahlt werden. Diese Belohnungen sind eine Kombination aus neu geprägten ETH und Transaktionsgebühren aus den Blöcken, die sie validieren.

Belohnungsrate: Die Belohnungsrate für Validierer ist dynamisch und hängt von der Gesamtmenge an ETH ab, die im Netzwerk eingesetzt wird. Je mehr ETH eingesetzt werden, desto niedriger ist die individuelle Belohnungsrate und umgekehrt. Dies soll die Sicherheit des Netzwerks und den Anreiz zur Teilnahme ausbalancieren.

2. Transaktionsgebühren: Grundgebühr: Nach der Umsetzung des Ethereum Improvement Proposal (EIP) 1559 wurde das Transaktionsgebührenmodell dahingehend geändert, dass es

eine Grundgebühr enthält, die verbrannt (d. h. aus dem Verkehr gezogen) wird. Diese Grundgebühr passt sich dynamisch an die Netzwerknachfrage an, um die Transaktionsgebühren zu stabilisieren und die Volatilität zu verringern. Prioritätsgebühr (Trinkgeld): Benutzer können auch eine Prioritätsgebühr (Trinkgeld) einschließen, um Validierer zu motivieren, ihre Transaktionen schneller einzuschließen. Diese Gebühr geht direkt an die Validierer und bietet ihnen einen zusätzlichen Anreiz, Transaktionen effizient abzuwickeln.

3. Strafen für böswilliges Verhalten: Slashing: Validatoren müssen mit Strafen (Slashing) rechnen, wenn sie böswilliges Verhalten an den Tag legen, wie z. B. doppelte Signaturen oder die Validierung falscher Informationen. Slashing führt zum Verlust eines Teils ihrer eingesetzten ETH, was böswillige Akteure abschreckt und sicherstellt, dass die Validatoren im besten Interesse des Netzwerks handeln. Strafen für Inaktivität: Validatoren müssen auch mit Strafen für längere Inaktivität rechnen. Dies stellt sicher, dass die Validatoren aktiv bleiben und sich für die Aufrechterhaltung der Sicherheit und des Betriebs des Netzwerks einsetzen.

Auf der Ethereum-Blockchain geltende Gebühren

1. Gasgebühren: Berechnung: Gasgebühren werden basierend auf der Rechenkomplexität von Transaktionen und Smart-Contract-Ausführungen berechnet. Jeder Vorgang auf der Ethereum Virtual Machine (EVM) ist mit Gaskosten verbunden. Dynamische Anpassung: Die durch EIP-1559 eingeführte Grundgebühr passt sich dynamisch an die Netzwerküberlastung an. Wenn die Nachfrage nach Blockplatz hoch ist, steigt die Grundgebühr, und wenn die Nachfrage niedrig ist, sinkt sie.

2. Gebühren für Smart Contracts: Bereitstellung und Interaktion: Die Bereitstellung eines Smart Contracts auf Ethereum ist mit der Zahlung von Gasgebühren verbunden, die proportional zur Komplexität und Größe des Vertrags sind. Auch die Interaktion mit bereitgestellten Smart Contracts (z. B. Ausführen von Funktionen, Übertragen von Token) verursacht Gasgebühren. Optimierungen: Entwickler werden dazu angeregt, ihre Smart Contracts zu optimieren, um den Gasverbrauch zu minimieren und Transaktionen für Benutzer kostengünstiger zu machen.

3. Gebühren für Vermögensübertragungen: Token-Übertragungen: Die Übertragung von ERC-20 oder anderen Token-Standards ist mit Gasgebühren verbunden. Diese Gebühren variieren je nach Vertragsimplementierung des Tokens und der aktuellen Netzwerknachfrage. Polygon verwendet eine Kombination aus Proof of Stake (PoS) und dem Plasma-Framework, um die Netzwerksicherheit zu gewährleisten, die Teilnahme zu fördern und die Transaktionsintegrität aufrechtzuerhalten.

Anreizmechanismen

1. Validatoren: Staking-Belohnungen: Validatoren auf Polygon sichern das Netzwerk, indem sie MATIC-Token einsetzen. Sie werden ausgewählt, um Transaktionen zu validieren und neue Blöcke basierend auf der Anzahl der von ihnen eingesetzten Token zu erstellen. Validatoren erhalten für ihre Dienste Belohnungen in Form von neu geprägten MATIC-Token und Transaktionsgebühren. Blockproduktion: Validatoren sind dafür verantwortlich, neue Blöcke vorzuschlagen und darüber abzustimmen. Der ausgewählte Validator schlägt einen Block vor und andere Validatoren überprüfen und validieren ihn. Validatoren werden dazu angehalten, ehrlich und effizient zu handeln, um Belohnungen zu verdienen und Strafen zu vermeiden. Checkpointing: Validatoren übermitteln regelmäßig Checkpoints an die Ethereum-Hauptkette, um die Sicherheit und Endgültigkeit der auf Polygon verarbeiteten Transaktionen sicherzustellen. Dies bietet eine zusätzliche Sicherheitsebene, indem die Robustheit von Ethereum genutzt wird.

2. Delegatoren: Delegation: Token-Inhaber, die keinen Validierungsknoten betreiben möchten, können ihre MATIC-Token an vertrauenswürdige Validatoren delegieren. Delegatoren verdienen einen Teil der von den Validatoren verdienten Belohnungen, was sie dazu anregt, zuverlässige und leistungsfähige Validatoren auszuwählen. Geteilte Belohnungen: Von Validatoren verdiente Belohnungen werden mit Delegatoren

geteilt, basierend auf dem Anteil der delegierten Token. Dieses System fördert eine breite Beteiligung und verbessert die Dezentralisierung des Netzwerks. 3. Wirtschaftliche Sicherheit: Slashing: Validatoren können durch einen Prozess namens Slashing bestraft werden, wenn sie sich böswillig verhalten oder ihre Aufgaben nicht ordnungsgemäß erfüllen. Dazu gehören Doppelsignaturen oder längere Offline-Zeiten. Slashing führt zum Verlust eines Teils der eingesetzten Token und wirkt als starke Abschreckung gegen unehrliche Handlungen. Bindungsanforderungen: Validatoren müssen eine erhebliche Menge an MATIC-Token binden, um am Konsensprozess teilzunehmen, um sicherzustellen, dass sie ein begründetes Interesse an der Aufrechterhaltung der Netzwerksicherheit und -integrität haben. Gebühren auf der Polygon-Blockchain 4. Transaktionsgebühren: Niedrige Gebühren: Einer der Hauptvorteile von Polygon sind die niedrigen Transaktionsgebühren im Vergleich zur Ethereum-Hauptkette. Die Gebühren werden in MATIC-Token bezahlt und sind so konzipiert, dass sie erschwinglich sind, um einen hohen Transaktionsdurchsatz und eine hohe Benutzerakzeptanz zu fördern. Dynamische Gebühren: Die Gebühren auf Polygon können je nach Netzwerküberlastung und Transaktionskomplexität variieren. Sie bleiben jedoch deutlich niedriger als die auf Ethereum, was Polygon zu einer attraktiven Option für Benutzer und Entwickler macht. 5. Smart-Contract-Gebühren: Bereitstellungs- und Ausführungskosten: Für die Bereitstellung und Interaktion mit Smart Contracts auf Polygon fallen Gebühren an, die auf den erforderlichen Rechenressourcen basieren. Diese Gebühren werden ebenfalls in MATIC-Token gezahlt und sind viel niedriger als bei Ethereum, sodass es für Entwickler kostengünstig ist, dezentrale Anwendungen (dApps) auf Polygon zu erstellen und zu verwalten. 6. Plasma-Framework: Statusübertragungen und -abhebungen: Das Plasma-Framework ermöglicht die Off-Chain-Verarbeitung von Transaktionen, die regelmäßig gebündelt und an die Ethereum-Hauptkette übermittelt werden. Die mit diesen Prozessen verbundenen Gebühren werden ebenfalls in MATIC-Token gezahlt und tragen dazu bei, die Gesamtkosten für die Nutzung des Netzwerks zu senken.

Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs

Der Energieverbrauch dieses Assets wird über mehrere Komponenten aggregiert: Um den Energieverbrauch eines Tokens zu bestimmen, wird zunächst der Energieverbrauch des/der Netzwerk(e) Solana, Ethereum, Polygon berechnet. Basierend auf dem Gasverbrauch des Krypto-Assets pro Netzwerk wird der Anteil am Gesamtverbrauch des jeweiligen Netzes, der diesem Betriebsmittel zugeordnet ist.

Solana SOL

Konsens-Mechanismus

Solana verwendet eine einzigartige Kombination aus Proof of History (PoH) und Proof of Stake (PoS), um einen hohen Durchsatz, geringe Latenz und robuste Sicherheit zu erreichen. Hier finden Sie eine detaillierte Erklärung, wie diese Mechanismen funktionieren: Kernkonzepte 1. Proof of History (PoH): Mit Zeitstempel versehene Transaktionen: PoH ist eine kryptografische Technik, die Transaktionen mit Zeitstempeln versieht und so einen historischen Datensatz erstellt, der beweist, dass ein Ereignis zu einem bestimmten Zeitpunkt stattgefunden hat. Verifiable Delay Function: PoH verwendet eine Verifiable Delay Function (VDF), um einen

eindeutigen Hash zu generieren, der die Transaktion und den Zeitpunkt ihrer Verarbeitung enthält. Diese Hash-Sequenz bietet eine überprüfbare Reihenfolge der Ereignisse, sodass sich das Netzwerk effizient auf die Abfolge der Transaktionen einigen kann.

2. Proof of Stake (PoS): Auswahl des Validators: Validatoren werden ausgewählt, um neue Blöcke basierend auf der Anzahl der von ihnen eingesetzten SOL-Token zu erstellen. Je mehr Token eingesetzt werden, desto höher ist die Chance, für die Validierung von Transaktionen und die Erstellung neuer Blöcke ausgewählt zu werden.

Delegation: Token-Inhaber können ihre SOL-Token an Validierer delegieren und so Belohnungen erhalten, die proportional zu ihrem Einsatz sind, während gleichzeitig die Sicherheit des Netzwerks verbessert wird.

Konsensprozess

- 1. Transaktionsvalidierung:** Transaktionen werden an das Netzwerk gesendet und von Validierern gesammelt. Jede Transaktion wird validiert, um sicherzustellen, dass sie die Kriterien des Netzwerks erfüllt, wie z. B. korrekte Signaturen und ausreichende Mittel.
- 2. PoH-Sequenzgenerierung:** Ein Validierer generiert mithilfe von PoH eine Hash-Sequenz, von denen jede einen Zeitstempel und den vorherigen Hash enthält. Dieser Prozess erstellt eine historische Aufzeichnung der Transaktionen und etabliert eine kryptografische Uhr für das Netzwerk.
- 3. Blockproduktion:** Das Netzwerk verwendet PoS, um einen führenden Validierer basierend auf seinem Einsatz auszuwählen. Der führende Validierer ist dafür verantwortlich, die validierten Transaktionen in einem Block zu bündeln. Der führende Validierer verwendet die PoH-Sequenz, um Transaktionen innerhalb des Blocks zu ordnen und sicherzustellen, dass alle Transaktionen in der richtigen Reihenfolge verarbeitet werden.
- 4. Konsens und Finalisierung:** Andere Validierer überprüfen den vom führenden Validierer erstellten Block. Sie überprüfen die Richtigkeit der PoH-Sequenz und validieren die Transaktionen innerhalb des Blocks. Sobald der Block verifiziert ist, wird er der Blockchain hinzugefügt. Validierer unterzeichnen den Block und er gilt als abgeschlossen.

Sicherheit und wirtschaftliche Anreize

- 1. Anreize für Validierer: Blockbelohnungen:** Validierer erhalten Belohnungen für die Erstellung und Validierung von Blöcken. Diese Belohnungen werden in SOL-Token verteilt und sind proportional zum Einsatz und zur Leistung des Validierers.
- Transaktionsgebühren:** Validierer erhalten auch Transaktionsgebühren aus den Transaktionen, die in den von ihnen erstellten Blöcken enthalten sind. Diese Gebühren bieten Validierern einen zusätzlichen Anreiz, Transaktionen effizient abzuwickeln.
- 2. Sicherheit: Staking:** Validierer müssen SOL-Token einsetzen, um am Konsensprozess teilzunehmen. Dieses Staking dient als Sicherheit und motiviert Validierer, ehrlich zu handeln. Wenn sich ein Validierer böswillig verhält oder seine Leistung nicht erbringt, riskiert er, seine eingesetzten Tokens zu verlieren.
- Delegiertes Staking:** Tokeninhaber können ihre SOL-Token an Validierer delegieren, was die Netzwerksicherheit und Dezentralisierung verbessert. Delegierer teilen die Belohnungen und werden dazu angeregt, zuverlässige Validierer auszuwählen.
- 3. Wirtschaftliche Strafen: Slashing:** Validierer können für böswilliges Verhalten bestraft werden, wie z. B. doppelte Signaturen oder die Erstellung ungültiger Blöcke. Diese Strafe, bekannt als Slashing, führt zum Verlust eines Teils der eingesetzten Token und verhindert so unehrliches Verhalten.

Anreiz-Mechanismus und Gebühren

Solana verwendet eine Kombination aus Proof of History (PoH) und Proof of Stake (PoS), um sein Netzwerk zu sichern und Transaktionen zu validieren. Hier ist eine detaillierte Erklärung der Anreizmechanismen und der geltenden Gebühren:

Anreizmechanismen

- 4. Validatoren: Staking-Belohnungen:** Validatoren werden basierend auf der Anzahl der SOL-

Token ausgewählt, die sie eingesetzt haben. Sie erhalten Belohnungen für die Erstellung und Validierung von Blöcken, die in SOL verteilt werden. Je mehr Token eingesetzt werden, desto höher sind die Chancen, für die Validierung von Transaktionen und die Erstellung neuer Blöcke ausgewählt zu werden. Transaktionsgebühren: Validatoren verdienen einen Teil der Transaktionsgebühren, die von Benutzern für die Transaktionen gezahlt werden, die sie in die Blöcke aufnehmen. Dies bietet Validatoren einen zusätzlichen finanziellen Anreiz, Transaktionen effizient zu verarbeiten und die Integrität des Netzwerks aufrechtzuerhalten.

5. Delegatoren: Delegiertes Staking: Token-Inhaber, die keinen Validierungsknoten betreiben möchten, können ihre SOL-Token an einen Validator delegieren. Im Gegenzug erhalten Delegatoren einen Anteil an den von den Validatoren verdienten Belohnungen. Dies fördert eine breite Beteiligung an der Sicherung des Netzwerks und gewährleistet die Dezentralisierung.

6. Wirtschaftliche Sicherheit: Slashing: Validatoren können für böswilliges Verhalten bestraft werden, z. B. für die Erstellung ungültiger Blöcke oder häufiges Offline-Sein. Diese Strafe, bekannt als Slashing, beinhaltet den Verlust eines Teils ihrer eingesetzten Token. Slashing verhindert unehrliche Handlungen und stellt sicher, dass Validatoren im besten Interesse des Netzwerks handeln.

Opportunitätskosten: Durch das Staking von SOL-Token sperren Validatoren und Delegatoren ihre Token, die andernfalls verwendet oder verkauft werden könnten. Diese Opportunitätskosten motivieren die Teilnehmer, ehrlich zu handeln, um Belohnungen zu erhalten und Strafen zu vermeiden. Auf der Solana-Blockchain geltende Gebühren

7. Transaktionsgebühren: Niedrige und vorhersehbare Gebühren: Solana ist für einen hohen Transaktionsdurchsatz ausgelegt, was dazu beiträgt, die Gebühren niedrig und vorhersehbar zu halten. Die durchschnittliche Transaktionsgebühr auf Solana ist im Vergleich zu anderen Blockchains wie Ethereum deutlich niedriger.

Gebührenstruktur: Gebühren werden in SOL gezahlt und dienen dazu, Validatoren für die Ressourcen zu entschädigen, die sie für die Verarbeitung von Transaktionen aufwenden. Dazu gehören Rechenleistung und Netzwerkbandbreite.

8. Mietgebühren: State Storage: Solana erhebt Mietgebühren für die Speicherung von Daten auf der Blockchain. Diese Gebühren sollen eine ineffiziente Nutzung des State Storage verhindern und Entwickler dazu ermutigen, ungenutzten State Storage zu bereinigen. Mietgebühren helfen dabei, die Effizienz und Leistung des Netzwerks aufrechtzuerhalten.

9. Smart Contract-Gebühren: Ausführungskosten: Ähnlich wie Transaktionsgebühren basieren die Gebühren für die Bereitstellung und Interaktion mit Smart Contracts auf Solana auf den erforderlichen Rechenressourcen. Dadurch wird sichergestellt, dass den Benutzern die von ihnen verbrauchten Ressourcen anteilig in Rechnung gestellt werden.

Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs

Zur Berechnung der Energieverbräuche wird der sogenannte „Bottom-Up“-Ansatz verwendet. Dabei werden die Knoten als zentrale Größe für den Energieverbrauch des Netzes betrachtet. Diese Annahmen basieren auf empirischen Erkenntnissen durch die Verwendung von öffentlichen Informationsseiten, Open-Source-Crawlern und selbst entwickelten Crawlern. Die wichtigsten Einflussfaktoren für die Einschätzung der im Netzwerk eingesetzten Hardware sind die Anforderungen für den Betrieb der Client-Software. Der Energieverbrauch der Hardwaregeräte wurde in zertifizierten Testlaboren gemessen.

Weitere Angaben zum Energieverbrauch

Anteil erneuerbarer Energien (in%)	Energieintensität (in kWh)	Scope 1 DLT GHG Emissionen - controlled (intCO ² e)	Scope 1 DLT GHG Emissionen - erworben (intCO ² e)	GHG Intensität (in kgCO ² e)
18.210000000	0.00002	0.00000	100363.32000	0.00546

Haupt-Energiequellen und Methodiken

Zur Ermittlung des Anteils erneuerbarer Energien sollen die Standorte der Knotenpunkte anhand von öffentlichen Informationsseiten, Open-Source-Crawlern und eigenentwickelten Crawlern ermittelt werden. Liegen keine Informationen über die geographische Verteilung der Knoten vor, werden Referenznetzwerke verwendet, die hinsichtlich ihrer Incentivierungsstruktur und ihres Konsensmechanismus vergleichbar sind. Diese Geoinformationen werden mit öffentlichen Informationen der Europäischen Umweltagentur (EUA) zusammengeführt und somit ermittelt.

Haupt-GHG-Quellen und Methodiken

Zur Ermittlung der GHG-Emissionen sollen die Standorte der Knotenpunkte mit Hilfe von öffentlichen Informationsseiten, Open-Source-Crawlern und eigenentwickelten Crawlern bestimmt werden. Liegen keine Informationen über die geographische Verteilung der Knoten vor, werden Referenznetzwerke verwendet, die hinsichtlich ihrer Incentivierungsstruktur und ihres Konsensmechanismus vergleichbar sind. Diese Geoinformationen werden mit öffentlichen Informationen der Europäischen Umweltagentur (EUA) zusammengeführt und somit ermittelt.

Stellar Lumen

Konsens-Mechanismus

Stellar verwendet einen einzigartigen Konsensmechanismus, der als Stellar Consensus Protocol (SCP) bekannt ist: Kernkonzepte 1. Federated Byzantine Agreement (FBA): SCP basiert auf den Grundsätzen von Federated Byzantine Agreement (FBA), das einen dezentralen, führerlosen Konsens ohne die Notwendigkeit eines geschlossenen Systems vertrauenswürdiger Teilnehmer ermöglicht. Quorum Slices: Jeder Knoten im Netzwerk wählt eine Reihe anderer Knoten (Quorum Slice) aus, denen er vertraut. Konsens wird erreicht, wenn sich diese Slices überschneiden und sich gemeinsam auf den Transaktionsstatus einigen. 2. Knoten und Validierer: Knoten: Knoten, auf denen die Stellar-Software läuft,

nehmen am Netzwerk teil, indem sie Transaktionen validieren und das Hauptbuch pflegen. Validierer: Knoten, die für die Validierung von Transaktionen und die Konsensfindung über den Status des Hauptbuchs verantwortlich sind. Konsensprozess 3. Transaktionsvalidierung: Transaktionen werden an das Netzwerk übermittelt und von Knoten validiert, basierend auf vorgegebenen Regeln, wie ausreichenden Guthaben und gültigen Signaturen.

4. Nominierungsphase: Nominierung: Knoten nominieren Werte (vorgeschlagene Transaktionen), die ihrer Meinung nach in das nächste Hauptbuch aufgenommen werden sollten. Knoten kommunizieren ihre Nominierungen ihren Quorum-Slices. Einigung über Nominierungen: Knoten stimmen über die nominierten Werte ab, und durch einen Abstimmungsprozess und eine föderierte Einigung entsteht ein Satz von Kandidatenwerten. Diese Phase wird fortgesetzt, bis sich Knoten auf einen einzelnen Wert oder einen Satz von Werten einigen. 5. Abstimmungsprotokoll (Abstimmung und Annahme): Abstimmung: Die vereinbarten Werte aus der Nominierungsphase werden dann auf Stimmzettel gesetzt. Jeder Stimmzettel durchläuft mehrere Abstimmungsrunden, in denen Knoten abstimmen, ob sie die vorgeschlagenen Werte annehmen oder ablehnen. Föderierte Abstimmung: Knoten tauschen Stimmen innerhalb ihrer Quorum-Slices aus, und wenn ein Wert über überlappende Slices hinweg genügend Stimmen erhält, gelangt er in die nächste Phase. Annahme und Bestätigung: Wenn ein Wert in mehreren Phasen (Vorbereiten, Bestätigen, Externalisieren) genügend Stimmen sammelt, wird er akzeptiert und als nächster Status des Hauptbuchs externalisiert. 6. Ledger-Update: Sobald Konsens erreicht ist, werden die neuen Transaktionen im Ledger aufgezeichnet. Knoten aktualisieren ihre Kopien des Ledgers, um den neuen Status widerzuspiegeln. Sicherheit und wirtschaftliche Anreize 7. Vertrauen und Quorum-Slices: Knoten können ihre eigenen Quorum-Slices frei wählen, was Flexibilität und Dezentralisierung bietet. Die überlappende Natur der Quorum-Slices stellt sicher, dass das Netzwerk Konsens erreichen kann, selbst wenn einige Knoten fehlerhaft oder böswillig sind. 8. Stabilität und Sicherheit: SCP stellt sicher, dass das Netzwerk effizient Konsens erreichen kann, ohne auf energieintensive Mining-Prozesse angewiesen zu sein. Dies macht es umweltfreundlich und für Anwendungen mit hohem Durchsatz geeignet. 9. Anreizmechanismen: Anders als Proof of Work (PoW)- oder Proof of Stake (PoS)-Systeme verlässt sich Stellar nicht auf direkte wirtschaftliche Anreize wie Mining-Belohnungen. Stattdessen belohnt das Netzwerk die Teilnahme durch den intrinsischen Wert der Aufrechterhaltung eines sicheren, effizienten und zuverlässigen Zahlungsnetzwerks.

Anreiz-Mechanismus und Gebühren

Der Konsensmechanismus von Stellar, das Stellar Consensus Protocol (SCP), ist darauf ausgelegt, eine dezentrale und sichere Transaktionsvalidierung durch ein föderiertes byzantinisches Vereinbarungsmodell (FBA) zu erreichen. Im Gegensatz zu Proof of Work (PoW)- oder Proof of Stake (PoS)-Systemen verlässt sich Stellar nicht auf direkte wirtschaftliche Anreize wie Mining-Belohnungen. Stattdessen gewährleistet es Netzwerksicherheit und Transaktionsvalidierung durch intrinsische Netzwerkmechanismen und Transaktionsgebühren. Anreizmechanismen 1. Quorum Slices und Vertrauen: Quorum Slices: Jeder Knoten im Stellar-Netzwerk wählt andere Knoten aus, denen er vertraut, um ein Quorum Slice zu bilden. Der Konsens wird durch die Schnittmenge dieser Slices erreicht, wodurch ein robustes und dezentrales Vertrauensnetzwerk entsteht. Föderiertes Voting: Knoten kommunizieren ihre Stimmen innerhalb ihrer Quorum Slices und einigen sich durch

mehrere Runden föderierter Abstimmungen auf den Transaktionsstatus. Dieser Prozess stellt sicher, dass das Netzwerk auch dann noch einen sicheren Konsens erreichen kann, wenn einige Knoten kompromittiert sind. 2. Innerer Wert und Teilnahme: Netzwerkwert: Der innere Wert der Teilnahme an einem sicheren, effizienten und zuverlässigen Zahlungsnetzwerk motiviert Knoten, ehrlich zu handeln und die Netzwerksicherheit aufrechtzuerhalten. Organisationen und Einzelpersonen, die Knoten betreiben, profitieren von der Funktionalität des Netzwerks und der Möglichkeit, Transaktionen zu ermöglichen. Dezentralisierung: Indem Stellar Knoten ihre eigenen Quorum-Slices wählen lässt, fördert es die Dezentralisierung, reduziert das Risiko zentraler Ausfallpunkte und macht das Netzwerk widerstandsfähiger gegen Angriffe. Gebühren auf der Stellar-Blockchain 3. Transaktionsgebühren: Pauschale Gebührenstruktur: Für jede Transaktion im Stellar-Netzwerk fällt eine Pauschalgebühr von 0,00001 XLM an (die sogenannte Grundgebühr). Diese niedrige und vorhersehbare Gebührenstruktur macht Stellar für Mikrozahlungen und Transaktionen mit hohem Volumen geeignet. Spam-Prävention: Die Transaktionsgebühr dient als Abschreckung gegen Spam-Angriffe. Indem Stellar für jede Transaktion eine geringe Gebühr verlangt, stellt es sicher, dass das Netzwerk effizient bleibt und keine Ressourcen für die Verarbeitung böswilliger oder leichtfertiger Transaktionen verschwendet werden. 4. Betriebskosten: Minimale Gebühren: Die minimalen Transaktionsgebühren bei Stellar verhindern nicht nur Spam, sondern decken auch die Betriebskosten für den Betrieb des Netzwerks. Dadurch wird sichergestellt, dass sich das Netzwerk selbst erhalten kann, ohne den Benutzern eine erhebliche finanzielle Belastung aufzuerlegen. 5. Reserveanforderungen: Kontoreserven: Um ein neues Konto im Stellar-Netzwerk zu erstellen, ist ein Mindestguthaben von 1 XLM erforderlich. Diese Reserveanforderung verhindert die Erstellung einer übermäßigen Anzahl von Konten, schützt das Netzwerk weiter vor Spam und gewährleistet eine effiziente Ressourcennutzung. Vertrauenslinien- und Angebotsreserven: Für die Erstellung von Vertrauenslinien und Angeboten auf der dezentralen Börse (DEX) von Stellar gelten zusätzliche Reserveanforderungen. Diese Reserven tragen dazu bei, die Netzwerkintegrität aufrechtzuerhalten und Missbrauch zu verhindern.

Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs

Zur Berechnung der Energieverbräuche wird der sogenannte „Bottom-Up“-Ansatz verwendet. Dabei werden die Knoten als zentrale Größe für den Energieverbrauch des Netzes betrachtet. Diese Annahmen basieren auf empirischen Erkenntnissen durch die Verwendung von öffentlichen Informationsseiten, Open-Source-Crawlern und selbst entwickelten Crawlern. Die wichtigsten Einflussfaktoren für die Einschätzung der im Netzwerk eingesetzten Hardware sind die Anforderungen für den Betrieb der Client-Software. Der Energieverbrauch der Hardwaregeräte wurde in zertifizierten Testlaboren gemessen.

Uniswap

Konsens-Mechanismus

Uniswap ist in den folgenden Netzwerken vertreten: binance_smart_chain, ethereum. Binance Smart Chain (BSC) verwendet einen hybriden Konsensmechanismus namens Proof of Staked

Authority (PoSA), der Elemente von Delegated Proof of Stake (DPoS) und Proof of Authority (PoA) kombiniert. Diese Methode gewährleistet schnelle Blockzeiten und niedrige Gebühren bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung eines gewissen Maßes an Dezentralisierung und Sicherheit. Kernkomponenten

1. Validatoren (sogenannte „Kabinettsmitglieder“): Validatoren auf BSC sind für die Erstellung neuer Blöcke, die Validierung von Transaktionen und die Aufrechterhaltung der Netzwerksicherheit verantwortlich. Um Validator zu werden, muss eine Entität eine erhebliche Menge an BNB (Binance Coin) einsetzen. Validatoren werden durch Staking und Abstimmung durch Token-Inhaber ausgewählt. Es gibt zu jedem Zeitpunkt 21 aktive Validatoren, die rotieren, um Dezentralisierung und Sicherheit zu gewährleisten.
2. Delegatoren: Token-Inhaber, die keine Validator-Knoten betreiben möchten, können ihre BNB-Token an Validatoren delegieren. Diese Delegation hilft Validatoren, ihren Einsatz zu erhöhen und verbessert ihre Chancen, für die Erstellung von Blöcken ausgewählt zu werden. Delegatoren verdienen einen Anteil der Belohnungen, die Validatoren erhalten, was eine breite Beteiligung an der Netzwerksicherheit fördert.
3. Kandidaten: Kandidaten sind Knoten, die die erforderliche Menge an BNB eingesetzt haben und im Pool darauf warten, Validatoren zu werden. Sie sind im Wesentlichen potenzielle Validatoren, die derzeit nicht aktiv sind, aber durch Community-Abstimmung in den Validatoren-Satz gewählt werden können. Kandidaten spielen eine entscheidende Rolle dabei, sicherzustellen, dass immer ein ausreichender Pool an Knoten vorhanden ist, die bereit sind, Validierungsaufgaben zu übernehmen, wodurch die Widerstandsfähigkeit und Dezentralisierung des Netzwerks aufrechterhalten wird.
4. Auswahl der Validatoren: Die Validatoren werden basierend auf der Menge an eingesetztem BNB und den von den Delegatoren erhaltenen Stimmen ausgewählt. Je mehr BNB eingesetzt und Stimmen erhalten wurden, desto höher ist die Chance, für die Validierung von Transaktionen und die Erstellung neuer Blöcke ausgewählt zu werden. Der Auswahlprozess umfasst sowohl die aktuellen Validatoren als auch den Kandidatenpool und gewährleistet eine dynamische und sichere Rotation der Knoten.
5. Blockproduktion: Die ausgewählten Validatoren produzieren abwechselnd Blöcke in einer PoA-ähnlichen Weise und stellen so sicher, dass Blöcke schnell und effizient generiert werden. Validatoren validieren Transaktionen, fügen sie neuen Blöcken hinzu und senden diese Blöcke an das Netzwerk.
6. Endgültigkeit der Transaktionen: BSC erreicht schnelle Blockzeiten von etwa 3 Sekunden und eine schnelle Endgültigkeit der Transaktionen. Dies wird durch den effizienten PoSA-Mechanismus erreicht, der es Validatoren ermöglicht, schnell einen Konsens zu erzielen.
7. Sicherheit und wirtschaftliche Anreize
7. Staking: Validatoren müssen eine beträchtliche Menge BNB einsetzen, die als Sicherheit dient, um ihr ehrliches Verhalten sicherzustellen. Dieser eingesetzte Betrag kann gekürzt werden, wenn Validatoren böswillig handeln. Staking motiviert Validatoren, im besten Interesse des Netzwerks zu handeln, um den Verlust ihrer eingesetzten BNB zu vermeiden.
8. Delegation und Belohnungen: Delegatoren erhalten Belohnungen proportional zu ihrem Einsatz an Validatoren. Dies motiviert sie, zuverlässige Validatoren auszuwählen und an der Sicherheit des Netzwerks teilzunehmen. Validatoren und Delegatoren teilen sich Transaktionsgebühren als Belohnung, was kontinuierliche wirtschaftliche Anreize bietet, die Netzwerksicherheit und -leistung aufrechtzuerhalten.
9. Transaktionsgebühren: BSC verwendet niedrige Transaktionsgebühren, die in BNB bezahlt werden, was es für Benutzer kostengünstig macht. Diese Gebühren werden von den Validierern als Teil ihrer Belohnung erhoben, was sie zusätzlich dazu anregt, Transaktionen genau und effizient zu validieren.

Das Ethereum-Netzwerk verwendet einen Proof-of-Stake-Konsensmechanismus, um neue Transaktionen in der Blockchain zu validieren. Kernkomponenten

1. Validierer: Validierer sind dafür verantwortlich, neue Blöcke

vorzuschlagen und zu validieren. Um Validierer zu werden, muss ein Benutzer 32 ETH in einen Smart Contract einzahlen (einsetzen). Dieser Einsatz dient als Sicherheit und kann gekürzt werden, wenn sich der Validierer unehrlich verhält. 2. Beacon Chain: Die Beacon Chain ist das Rückgrat von Ethereum 2.0. Sie koordiniert das Netzwerk der Validierer und verwaltet das Konsensprotokoll. Sie ist dafür verantwortlich, neue Blöcke zu erstellen, die Validierer in Ausschüssen zu organisieren und die Endgültigkeit der Blöcke umzusetzen. Konsensprozess 1. Blockvorschlag: Validierer werden nach dem Zufallsprinzip ausgewählt, um neue Blöcke vorzuschlagen. Diese Auswahl basiert auf einer gewichteten Zufallsfunktion (WRF), bei der das Gewicht durch die Menge des eingesetzten ETH bestimmt wird. 2. Bescheinigung: Validatoren, die keinen Block vorschlagen, nehmen an der Bescheinigung teil. Sie bestätigen die Gültigkeit des vorgeschlagenen Blocks, indem sie dafür stimmen. Die Bestätigungen werden dann zusammengefasst, um einen einzigen Beweis für die Gültigkeit des Blocks zu bilden. 3. Ausschüsse: Validatoren werden in Ausschüssen organisiert, um den Validierungsprozess zu rationalisieren. Jeder Ausschuss ist für die Validierung von Blöcken innerhalb eines bestimmten Shards oder der Beacon Chain selbst verantwortlich. Dies gewährleistet Dezentralisierung und Sicherheit, da eine kleinere Gruppe von Validatoren schnell einen Konsens erzielen kann. 4. Endgültigkeit: Ethereum 2.0 verwendet einen Mechanismus namens Casper FFG (Friendly Finality Gadget), um Endgültigkeit zu erreichen. Endgültigkeit bedeutet, dass ein Block und seine Transaktionen als irreversibel und bestätigt gelten. Validatoren stimmen über die Endgültigkeit von Blöcken ab, und sobald eine Supermehrheit erreicht ist, wird der Block abgeschlossen. 5. Anreize und Strafen: Validatoren erhalten Belohnungen für die Teilnahme am Netzwerk, einschließlich des Vorschlagens von Blöcken und der Bestätigung ihrer Gültigkeit. Umgekehrt können Validierer für böswilliges Verhalten, wie z. B. doppelte Signaturen oder längere Offline-Zeiten, bestraft werden. Dies gewährleistet eine ehrliche Teilnahme und Netzwerksicherheit.

Anreiz-Mechanismus und Gebühren

Uniswap ist in den folgenden Netzwerken vertreten: binance_smart_chain, ethereum. Binance Smart Chain (BSC) verwendet den Konsensmechanismus Proof of Staked Authority (PoSA), um die Netzwerksicherheit zu gewährleisten und die Teilnahme von Validierern und Delegierern zu fördern. Anreizmechanismen 1. Validierer: Staking-Belohnungen: Validierer müssen eine erhebliche Menge an BNB einsetzen, um am Konsensprozess teilzunehmen. Sie erhalten Belohnungen in Form von Transaktionsgebühren und Blockbelohnungen. Auswahlprozess: Validierer werden basierend auf der Menge an eingesetztem BNB und den von den Delegierern erhaltenen Stimmen ausgewählt. Je mehr BNB eingesetzt und Stimmen erhalten werden, desto höher sind die Chancen, für die Validierung von Transaktionen und die Erstellung neuer Blöcke ausgewählt zu werden. 2. Delegierer: Delegiertes Staking: Token-Inhaber können ihr BNB an Validierer delegieren. Diese Delegation erhöht den Gesamteinsatz des Validierers und verbessert seine Chancen, für die Erstellung von Blöcken ausgewählt zu werden. Geteilte Belohnungen: Delegierer verdienen einen Teil der Belohnungen, die die Validierer erhalten. Dies motiviert Token-Inhaber, sich an der Sicherheit und Dezentralisierung des Netzwerks zu beteiligen, indem sie zuverlässige Validierer auswählen. 3. Kandidaten: Pool potenzieller Validierer: Kandidaten sind Knoten, die die erforderliche Menge an BNB eingesetzt haben und darauf warten, aktive Validierer zu werden. Sie stellen sicher, dass immer ein ausreichender Pool an Knoten vorhanden ist, die

bereit sind, Validierungsaufgaben zu übernehmen, wodurch die Netzwerkstabilität erhalten bleibt. 4. Wirtschaftliche Sicherheit: Kürzung: Validierer können für böswilliges Verhalten oder Nichterfüllung ihrer Pflichten bestraft werden. Zu den Strafen gehört die Kürzung eines Teils ihrer eingesetzten Token, um sicherzustellen, dass die Validierer im besten Interesse des Netzwerks handeln. Opportunitätskosten: Beim Staking müssen Validierer und Delegierer ihre BNB-Token sperren, was einen wirtschaftlichen Anreiz bietet, ehrlich zu handeln, um den Verlust ihrer eingesetzten Vermögenswerte zu vermeiden. Gebühren auf der Binance Smart Chain 5. Transaktionsgebühren: Niedrige Gebühren: BSC ist im Vergleich zu anderen Blockchain-Netzwerken für seine niedrigen Transaktionsgebühren bekannt. Diese Gebühren werden in BNB gezahlt und sind für die Aufrechterhaltung des Netzwerkbetriebs und die Vergütung der Validierer unerlässlich. Dynamische Gebührenstruktur: Transaktionsgebühren können je nach Netzwerküberlastung und Komplexität der Transaktionen variieren. BSC stellt jedoch sicher, dass die Gebühren deutlich niedriger bleiben als die im Ethereum-Mainnet. 6. Blockbelohnungen: Anreize für Validierer: Validierer erhalten zusätzlich zu den Transaktionsgebühren Blockbelohnungen. Diese Belohnungen werden an Validierer für ihre Rolle bei der Aufrechterhaltung des Netzwerks und der Verarbeitung von Transaktionen verteilt. 7. Cross-Chain-Gebühren: Interoperabilitätskosten: BSC unterstützt Cross-Chain-Kompatibilität, sodass Vermögenswerte zwischen Binance Chain und Binance Smart Chain übertragen werden können. Diese Cross-Chain-Operationen verursachen nur minimale Gebühren, was nahtlose Vermögensübertragungen ermöglicht und die Benutzererfahrung verbessert. 8. Smart-Contract-Gebühren: Bereitstellungs- und Ausführungskosten: Für die Bereitstellung und Interaktion mit Smart Contracts auf BSC fallen Gebühren an, die auf den erforderlichen Rechenressourcen basieren. Diese Gebühren werden ebenfalls in BNB gezahlt und sind so konzipiert, dass sie kostengünstig sind und Entwickler ermutigen, auf der BSC-Plattform aufzubauen. Ethereum verwendet, insbesondere nach der Umstellung auf Ethereum 2.0 (Eth2), einen Proof-of-Stake (PoS)-Konsensmechanismus, um sein Netzwerk zu sichern. Die Anreize für Validierer und die Gebührenstrukturen spielen eine entscheidende Rolle bei der Aufrechterhaltung der Sicherheit und Effizienz der Blockchain. Anreizmechanismen 1. Staking-Belohnungen: Validierer-Belohnungen: Validierer sind für den PoS-Mechanismus von entscheidender Bedeutung. Sie sind dafür verantwortlich, neue Blöcke vorzuschlagen und zu validieren. Um teilzunehmen, müssen sie mindestens 32 ETH einsetzen. Im Gegenzug erhalten sie Belohnungen für ihre Beiträge, die in ETH ausgezahlt werden. Diese Belohnungen sind eine Kombination aus neu geprägten ETH und Transaktionsgebühren aus den Blöcken, die sie validieren. Belohnungsrate: Die Belohnungsrate für Validierer ist dynamisch und hängt von der Gesamtmenge an im Netzwerk eingesetzten ETH ab. Je mehr ETH eingesetzt werden, desto niedriger ist die individuelle Belohnungsrate und umgekehrt. Dies soll die Sicherheit des Netzwerks und den Anreiz zur Teilnahme ausbalancieren. 2. Transaktionsgebühren: Grundgebühr: Nach der Umsetzung des Ethereum Improvement Proposal (EIP) 1559 wurde das Transaktionsgebührenmodell dahingehend geändert, dass eine Grundgebühr enthalten ist, die verbrannt (d. h. aus dem Verkehr gezogen) wird. Diese Grundgebühr wird dynamisch basierend auf der Netzwerknachfrage angepasst, um die Transaktionsgebühren zu stabilisieren und die Volatilität zu verringern. Prioritätsgebühr (Trinkgeld): Benutzer können auch eine Prioritätsgebühr (Trinkgeld) einschließen, um Validierer zu motivieren, ihre Transaktionen schneller einzuschließen. Diese Gebühr geht direkt an die Validierer und bietet ihnen einen zusätzlichen Anreiz, Transaktionen effizient abzuwickeln. 3. Strafen für böswilliges Verhalten: Slashing: Validierer müssen mit Strafen (Slashing) rechnen, wenn sie böswilliges Verhalten an den Tag legen, z. B. doppelte Signaturen vornehmen oder falsche

Informationen validieren. Slashing führt zum Verlust eines Teils ihrer eingesetzten ETH, wodurch böswillige Akteure abgeschreckt und sichergestellt wird, dass Validierer im besten Interesse des Netzwerks handeln. Inaktivitätsstrafen: Validierer müssen auch mit Strafen für längere Inaktivität rechnen. Dies stellt sicher, dass Validierer aktiv bleiben und sich für die Aufrechterhaltung der Sicherheit und des Betriebs des Netzwerks einsetzen. Auf der Ethereum-Blockchain geltende Gebühren

1. Gasgebühren: Berechnung: Gasgebühren werden auf Grundlage der Rechenkomplexität von Transaktionen und Smart-Contract-Ausführungen berechnet. Jeder Vorgang auf der Ethereum Virtual Machine (EVM) ist mit Gaskosten verbunden. Dynamische Anpassung: Die durch EIP-1559 eingeführte Grundgebühr passt sich dynamisch an die Netzwerküberlastung an. Wenn die Nachfrage nach Blockplatz hoch ist, steigt die Grundgebühr, und wenn die Nachfrage niedrig ist, sinkt sie.
2. Smart-Contract-Gebühren: Bereitstellung und Interaktion: Die Bereitstellung eines Smart Contracts auf Ethereum beinhaltet die Zahlung von Gasgebühren, die proportional zur Komplexität und Größe des Vertrags sind. Auch die Interaktion mit bereitgestellten Smart Contracts (z. B. Ausführen von Funktionen, Übertragen von Token) verursacht Gasgebühren. Optimierungen: Entwickler werden dazu angeregt, ihre Smart Contracts zu optimieren, um den Gasverbrauch zu minimieren und Transaktionen für Benutzer kostengünstiger zu machen.
3. Gebühren für Vermögensübertragungen: Token-Übertragungen: Die Übertragung von ERC-20 oder anderen Token-Standards ist mit Gasgebühren verbunden. Diese Gebühren variieren je nach Vertragsimplementierung des Tokens und der aktuellen Netzwerknachfrage.

Methodik der Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs

Der Energieverbrauch dieses Assets wird über mehrere Komponenten aggregiert: Um den Energieverbrauch eines Tokens zu bestimmen, wird zunächst der Energieverbrauch des/der Netzwerk(e) binance_smart_chain, ethereum berechnet. Basierend auf dem Gasverbrauch des Krypto-Assets pro Netzwerk wird der Anteil von Definiert wird der Gesamtverbrauch des jeweiligen Netzes, der diesem Betriebsmittel zugeordnet ist.

