

Die Umweltauswirkungen der dezentralen Datenspeicherung

Vergleichende Analyse · Deutsche Ausgabe

Ein Modell zum Vergleich der geschätzten CO₂-Emissionen verschiedener Speicherverfahren. Die Angaben sind Modellwerte und keine gemessenen Emissionen eines Kunden.

Diese deutschsprachige Fassung fasst die Methodik, Modellwerte, Grenzen und Quellen des freigegebenen englischen Whitepapers „The Environmental Impact of Decentralized Storage: A Comparative Analysis“ zusammen. Sie ist keine unabhängige Messung.

Zusammenfassung

Die Analyse berücksichtigt nicht nur den Stromverbrauch von Speichermedien im Betrieb, sondern auch die Auswirkungen ihrer Herstellung und ihre Nutzungsdauer. Ungenutzte Kapazität in bereits betriebenen Laufwerken bildet die Grundlage für das untersuchte dezentrale Modell. Der Vergleich bezieht sich auf 1 TB Daten und eine Speicherdauer von drei Jahren.

Für das reine Standardmodell werden 15 kg CO₂, für das gemischte Modell 112 kg CO₂ geschätzt. Die Vergleichswerte lauten 326 kg CO₂ für einen Hyperscaler und 679 kg CO₂ für ein Unternehmensrechenzentrum. Die Zahlen hängen von den im Modell verwendeten Annahmen ab.

Ansatz der dezentralen Speicherung

Certiblok verschlüsselt Dateien mit AES-256 und verteilt jede Datei in 80 Fragmenten auf einer dezentralen Speicherinfrastruktur. Kein einzelner Knoten speichert die gesamte Datei. Das globale Speichernetz umfasst 26.000 Knoten; europäische Kunden werden ausschließlich Knoten in der Europäischen Union zugewiesen. Das Whitepaper modelliert die Nutzung bereits vorhandener Kapazität, die längere Verwendung von Speichermedien und eine angepasste Redundanz.

Annahmen und Bilanzgrenzen

- Verglichen werden Herstellung und Betrieb der Speichermedien, Auslastung, Lebensdauer, Redundanz und Energiemix.
- Das Modell berücksichtigt weder Lesevorgänge noch die Datenübertragung. Tatsächliche Emissionen hängen vom Nutzungsmuster und von der Infrastruktur ab.
- Der angenommene Betrachtungszeitraum beträgt drei Jahre. Die modellierte Auslastung liegt bei 40 % im Unternehmensrechenzentrum, 75 % beim Hyperscaler und 85 % im dezentralen Netz.
- Die im englischen Original untersuchten Varianten „Standard“ und „Blended“ sind Modellkonfigurationen, keine Messwerte für einen konkreten Kunden.

Modellwerte im Überblick

Szenario	Hyperscaler	Unternehmensrechenzentrum	Certiblok Standard	Certiblok Blended
CO ₂ für 1 TB in 3 Jahren	326 kg	679 kg	15 kg	112 kg
Ersparnis Standard	311 kg / ca. 95 %	664 kg / ca. 98 %	-	-
Ersparnis Blended	214 kg / ca. 66 %	567 kg / ca. 83 %	-	-

Quelle: Certiblok, „The Environmental Impact of Decentralized Storage: A Comparative Analysis“, Modell- und Ergebnistabellen, S. 12–13. Die Prozentsätze sind gerundete Modellwerte.

Berechnungsmethode

Das englische Whitepaper beschreibt verschiedene Konfigurationen der Speicherkapazität. Für das gemischte Modell ergibt sich eine rechnerische Differenz von $326 - 112 = 214$ kg CO₂ gegenüber dem Hyperscaler und $679 - 112 = 567$ kg CO₂ gegenüber einem Unternehmensrechenzentrum. Für die reine Standardkonfiguration sind es $326 - 15 = 311$ kg bzw. $679 - 15 = 664$ kg CO₂. Die Prozentwerte ergeben sich jeweils aus der Einsparung im Verhältnis zum Vergleichswert.

Parameter des Modells	Angabe im englischen Whitepaper
CO ₂ für die Herstellung	20 kg CO ₂ /TB (Lebenszyklusanalyse von 24 HDD)
Strombedarf	36,8 kWh/Jahr/TB
Umrechnungsfaktor	0,7 kg CO ₂ /kWh
Nutzungsdauer	4 Jahre für Hyperscaler und Rechenzentren; 6 Jahre für das dezentrale Netz
Angenommene Auslastung	75 % Hyperscaler, 40 % Unternehmensrechenzentrum, 85 % dezentrales Netz

Diese Parameter und die weiteren Modellannahmen sind im englischen Original auf S. 12 und in Anhang A auf S. 14 dokumentiert. Die vereinfachte Tabelle ist nicht als vollständige Lebenszyklusanalyse eines einzelnen Kunden zu verstehen.

Formel für das gemischte Modell

$$\text{CO}_2\text{-Ersparnis} = (\text{EMC} - \text{EMD}) \times C \times T$$

EMC: geschätzte Emissionen der zentralen Speicherung, 326 kg CO₂/TB beim Hyperscaler bzw. 679 kg CO₂/TB im Unternehmensrechenzentrum. EMD: 112 kg CO₂/TB in der gemischten dezentralen Modellkonfiguration. C: Kapazität in TB. T: betrachtete Jahre geteilt durch drei.

Beispiel für 1 MB und ein Jahr gegenüber dem Hyperscaler: $(326 - 112) \times (1 / 1.048.576) \times (1 / 3) \approx 0,000068$ kg CO₂, also etwa 0,068 g CO₂/MB. Die zugrunde liegende Formel steht auf S. 17 des englischen Whitepapers.

Grenzen der Aussage

Die Rechnung ist eine Schätzung unter definierten Annahmen, keine Aussage über die Emissionen jedes realen Archivs. Zu den nicht einbezogenen Faktoren gehören Lesevorgänge, Datenübertragung, regionale Unterschiede im Energiemix sowie unterschiedliche Zugriffsmuster. Angaben zu einzelnen Konfigurationen lassen sich nicht ohne Prüfung auf andere Speicherumgebungen übertragen.

Quellen und weiterführende Angaben

Die vollständigen Berechnungen, Einzelparameter und die Bibliografie sind im englischen Original auf S. 4–17 dokumentiert. Zu den dort genannten Quellen gehören IDC Global DataSphere Forecast 2022–2026; IEA, „Data Centres and Data Transmission Networks“; Shehabi et al., „United States Data Center Energy Usage Report“ (2016); Seagate, Lebenszyklusanalyse von HDD; Jin et al., Lebenszyklusanalyse der Wiederverwertung von HDD; IBM, „Are Your Data Centers Keeping You From Sustainability?“ sowie Tannu und Nair, „The Dirty Secret of SSDs: Embodied Carbon“. Dies sind Quellen für Modellannahmen, keine externe Verifizierung der errechneten Certiblok-Werte.

Englisches Original: [The Environmental Impact of Decentralized Storage: A Comparative Analysis](#).