

# Online-Dienste bewusst nutzen: Transparente Cloud Services mit vergleichbarem CO<sub>2</sub>-Fußabdruck

Magdalena Mandl, Georg Mittenecker

FH JOANNEUM Gesellschaft mbH

**Abstract.** Dieser Beitrag zeigt die Bedeutung der Transparenz des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks von Cloud Services aufgrund des steigenden Ressourcenverbrauchs. Mögliche Berechnungsmethoden, Labels und Zertifikate werden verglichen sowie die Kund\*innen- und die Unternehmensseite berücksichtigt. Eigene konkrete Vorschläge werden vorgestellt, um eine nachhaltigere Nutzung von Cloud-Services zu ermöglichen und damit die Umweltbelastung durch IT zu reduzieren.

**Keywords:** transparente Online-Dienste, CO<sub>2</sub>-Fußabdruck, Cloud Services

## 1 EINLEITUNG

Der Anteil der IT an den globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen ist inzwischen höher als der Anteil der weltweiten Luftfahrt. Die Nachfrage nach Cloud-Diensten steigt weiter und damit auch die Zahl der dafür erforderlichen Rechenzentren sowie die für deren Betrieb benötigte Energiemenge. [1]

Das Hauptproblem bei diesem Anstieg ist die Intransparenz hinsichtlich des Ressourcenverbrauchs von Datenzentren und die damit verbundenen Auswirkungen auf die Umwelt. Meist bleibt für Cloud-Nutzer\*innen die dahinter verborgene Infrastruktur eine Black Box, und es ist auch nicht ersichtlich, welche Auswirkungen auf die Umwelt das eigene Nutzungsverhalten konkret nach sich zieht. Das Ziel dieser Arbeit ist es, Lösungsansätze und Ideen für eine transparente Zukunft von Cloud Services darzustellen.

Die Hauptergebnisse dieser Arbeit sind neu entwickelte Strategien, die Cloud-Nutzer\*innen und Unternehmen einen besseren Einblick in den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck von Cloud-Diensten geben. Dabei werden konkrete Vorgaben erarbeitet, in welcher Art und Form die Informationsvermittlung an die Nutzer\*innen erfolgen soll. Um eine einheitliche, verpflichtende Angabe der wichtigsten Parameter zu erreichen, werden Regulierungsvorschläge für die Unternehmen (Cloud Provider) vorgeschlagen.

## 2 METHODEN

Um diese Ziele zu erreichen, analysiert die Arbeit bestimmte Kennzahlen und Indikatoren, die bei der Messung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks verwendet werden. Darüber hinaus werden Techniken aus bestehenden Ansätzen ausgewählt und weiterentwickelt, um die gesammelten Informationen für den Endnutzer\*innen auf transparente Weise darzustellen.

## 3 ERGEBNISSE

Zuerst werden verbreitete Berechnungsmethoden kritisch verglichen, dann kurz Labels und Zertifikate erwähnt, und den Hauptteil bilden eigene Vorschläge für Transparenzsteigerung für Nutzer\*innen und Unternehmen.

### 3.1 BERECHNUNGSMETHODEN DES CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCKS VON CLOUD-DIENSTEN UND RECHENZENTREN

Hier werden die folgenden verbreiteten Berechnungsmethoden des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks von Cloud-Diensten bzw. Rechenzentren kurz vorgestellt:

- Power Usage Effectiveness (PUE) [2]
- Data Center Infrastructure Efficiency (DCiE) [2]
- Key Performance Indicators for Data Center Efficiency (KPI4DCE) [3] und
- die Green Cloud Computing (GCC)-Methode [4]

Aktueller Stand und Empfehlungen zu diesen Methoden:

Da der PUE-Wert den Wasserverbrauch der Kühlsysteme nicht in seine Berechnungen einbezieht, ist er nicht geeignet, die tatsächliche Energieeffizienz von modernen Rechenzentren widerzuspiegeln. [5]

Außerdem ist diese Leistungskennzahl leicht zu manipulieren, was bedeutet, dass Unternehmen dazu neigen, die Ergebnisse zu verändern, um im Vergleich zu anderen Rechenzentren besser dazustehen. Dies kann durch den Ausschluss der Beleuchtungssysteme bei der Berechnung oder die Vermeidung der Verwendung der annualisierten Energieverbrauchswerte geschehen. Dies führt dazu, dass der PUE-Wert die Energieleistung nicht genau widerspiegelt. [5]

Auch der DCiE hat in den letzten Jahren an Bedeutung verloren und ist wie der PUE keine brauchbare Option mehr, um die Effizienz von Rechenzentren korrekt zu messen. Heutzutage gelten daher sowohl PUE als auch DCiE als veraltet. [6]

Die KPI4DCE-Methode hat PUE und DCiE als vertrauenswürdige Leistungsindikatoren in der IT erfolgreich abgelöst. Ziel dieser Methode ist es, ein einheitliches und zuverlässiges Kennzahlensystem zur Bewertung der Ressourceneffizienz und der Umweltauswirkungen von Rechenzentren zu schaffen. Außerdem soll es alle Bereiche von Rechenzentren, den gesamten Lebenszyklus, den aktuellen Nutzungszustand und die erbrachten IT-Dienstleistungen abdecken [3]. Allerdings beschreibt [7] die aktuellen Probleme dieser Methode, da viele der dafür benötigten Daten in den meisten Rechenzentren nicht im nötigen Detailgrad erhoben werden. 2018 wurde diese Methode zum KPI4DCE 2.0 weiterentwickelt, und soll laut [8] an Bedeutung gewinnen.

Die "GCC-Methodik" (Green Cloud Computing – Methodik) hat sich aus der KPI4DCE-Methode entwickelt und wird zur Analyse der Umweltauswirkungen von Cloud-Diensten unter Verwendung von Serviceeinheiten eingesetzt. Die Idee der GCC-Methode ist die Aufteilung von Aufwand durch Nutzen und sie hat viele Ähnlichkeiten mit der KPI4DCE-Methode. [4]

Der Unterschied zwischen der KPI4DCE 2.0-Methode und der GCC-Methode ist, dass die KPI4DCE 2.0-Methode Effizienzindikatoren verwendet, da Nutzen und Aufwand von Rechenzentren in Beziehung stehen: je höher der Nutzen oder je geringer der Aufwand, desto höher der Indikator. [4]

Bei der GCC-Methode werden dagegen Aufwandsindikatoren verwendet, zum Beispiel die Höhe der CO<sub>2</sub>-Emissionen für eine einzelne Dienstleistung. Der Umweltaufwand, der für die Erbringung einer Dienstleistung erforderlich ist, steht im Zusammenhang mit der Menge der erbrachten Dienstleistung. Je weniger Aufwand für die Bereitstellung eines ähnlichen Produkts/einer Dienstleistung erforderlich ist, desto umweltfreundlicher. [4]

Es existieren inzwischen mehrere Labels und Zertifikate, welche für die Bestätigung von Nachhaltigkeit sinnvoll genutzt werden könnten, wie Energy Star, The Restriction of Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment (RoHS) Directive, Electronic Product Environmental Assessment Tool (EPEAT) Ecolabel, The Austrian Ecolabel und Leadership in Energy and Environmental Design (LEED). Da die Beurteilung und der Vergleich von Produkten und Dienstleistungen durch diese Vielzahl an verschiedenen Kennzeichnungen für Konsumenten fast unmöglich ist, besteht die Gefahr von Greenwashing. [9]

In den folgenden zwei Abschnitten werden vorhandene Ansätze beschrieben und mögliche Verbesserungen in Hinblick auf Kund\*innen bzw. Unternehmen vorgeschlagen.

### **3.2 Maßnahmen zur Stärkung der Transparenz für Kund\*innen**

Kund\*innenseitige Vorschläge betreffen die Art und Form der Informationsvermittlung,

also wie Umweltauswirkung für Cloud-Nutzer\*innen dargestellt werden sollten.

Die folgende Liste mit neun Punkten wurde erstellt, um konkrete Empfehlungen zusammenzufassen, die sich als wichtig herausgestellt haben, um ein Gefühl von Vertrauen und Transparenz bei den Nutzer\*innen zu schaffen:

1. Einfache Erklärung von standardisierten Messungen und Berechnungen
2. Möglichkeit, erweiterte Informationen zu erhalten
3. Visuelle Hilfsmittel zur Unterstützung der Informationsverarbeitung
4. Zugänglichkeit der Informationen für behinderte Menschen
5. Zeitfaktor (pro Aktion, pro Stunde, pro Tag, pro Woche, etc.)
6. Informationen über die Abdeckung (gesamter Lebenszyklus oder laufender Zustand)
7. Informationen über die Anzahl der betroffenen Produkte und Dienstleistungen
8. Häufigkeit der Bereitstellung der Informationen
9. Format der Übermittlung der Informationen

Diese neun Punkte werden in [BAC Mandl] detailliert erörtert und es werden zahlreiche mögliche Umsetzungen – etwa von Google/YouTube [10][11] und Microsoft [12] bis zum Open Source Tool „Cloud Carbon Footprint“ [13] – gezeigt, die allerdings alle nur einen Teil der oben angeführten Punkte umsetzen. Im Folgenden werden zwei eigene Vorschläge aus [14] gezeigt.

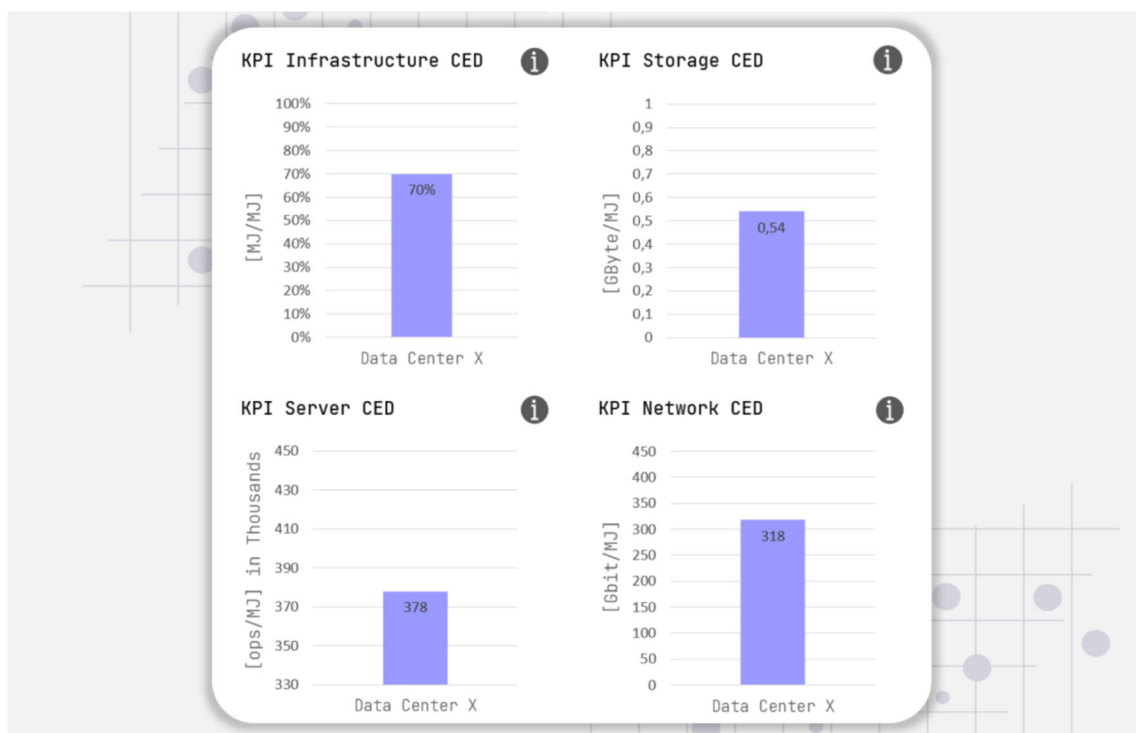


Abbildung 1. KPI4DCE des Data Center X [14]

Im ersten Beispiel (siehe Abb. 1) wird die kumulierte Energienachfrage (Cumulative Energy Demand, CED) eines fiktiven Rechenzentrums gezeigt, die (im Gegensatz zu den aktuellen Angaben aller großen Cloudprovider) mit anerkannten und wohldefinierten Schlüsselkennzahlen (Key Performance Indicator, KPI) nach KPI4DCE oder GCC ermittelt werden soll. Diese Information ist allerdings für viele Nutzer\*innen nicht einfach verständlich.

Im zweiten Beispiel (siehe Abb. 2) ist zu sehen, wie die nötige Zusatzinformation durch Nutzung des Info-Symbols leicht zugänglich ist.

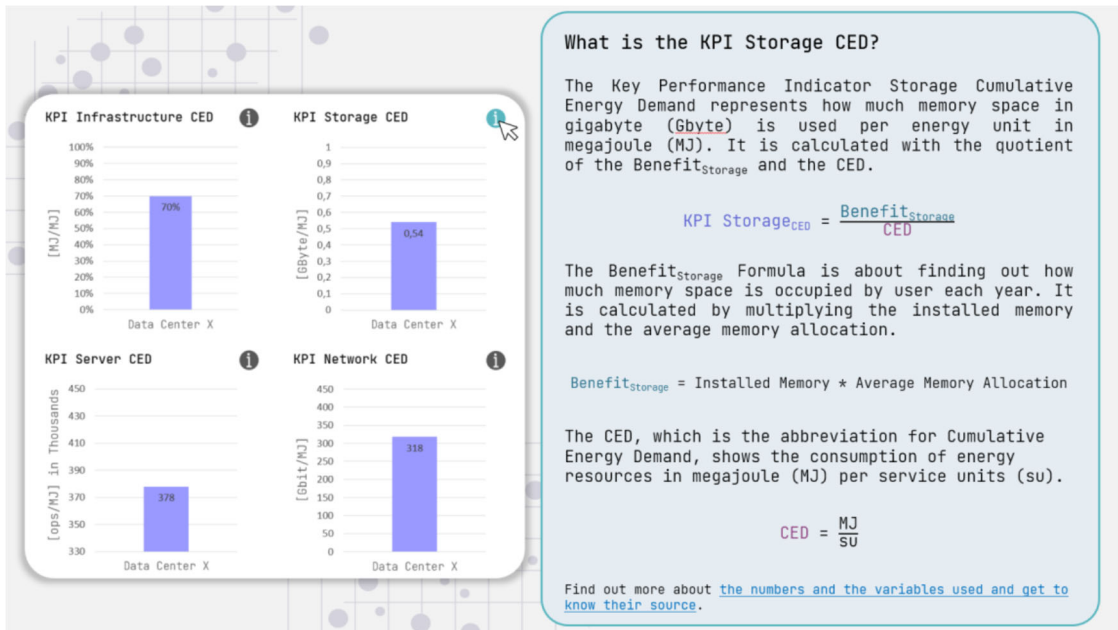


Abbildung 2. Erläuterung der Schlüsselkennzahl „Storage CED“ [14]

### 3.3 Maßnahmen zur Stärkung der Transparenz für Unternehmen

Die Unternehmensseite betreffend werden Vorschläge zu staatlichen Regulierungen vorgestellt: Diese betreffen die Pflicht eines jährlichen Transparency-Reports, die Einführung standardisierter Berechnungsmethoden, Labels und Zertifikate, sowie Boni und steuerliche Vorteile für vorbildliche Unternehmen.

Ohne solche Regierungsmaßnahmen ist es voraussichtlich nicht möglich, rasch genug signifikante Verbesserungen auf breiter Front zu erreichen und damit die Klimasituation zu verbessern.

## 4 CONCLUSIO

In diesem Beitrag wird der aktuelle Stand für Transparenz von Cloud Services zusammengefasst und es werden konkrete Verbesserungsvorschläge mit Maßnahmen sowohl für Kund\*innen als auch für Unternehmen gezeigt. Damit soll eine nachhaltigere Nutzung von Cloud-Services ermöglicht und ihre Umweltbelastung reduziert werden.

## 5 REFERENZEN

- [1] Donnelly, C. (2017). Focus: Green datacentre: Your guide to boosting your datacentre's environmental friendliness. ComputerWeekly.com (Producer). Retrieved from <https://www.computerweekly.com/feature/Focus-Green-datacentre> (accessed on 2022/02/12).
- [2] 42u - DirectNET Company (2022). What is PUE / DCiE? How to Calculate, What to Measure. Retrieved from <https://www.42u.com/measurement/pue-dcie.htm> (accessed on 2022/01/19)
- [3] Schödwell, B., Zarnekow, R., Liu, R., Gröger, J., & Wilkens, M. (2018). *Kennzahlen und Indikatoren für die Beurteilung der Ressourceneffizienz von Rechenzentren und Prüfung der praktischen Anwendbarkeit*. Retrieved from [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-02-23\\_texte\\_19-2018\\_ressourceneffizienz-rechenzentren.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-02-23_texte_19-2018_ressourceneffizienz-rechenzentren.pdf). (accessed on 2022/02/01).
- [4] Gröger, J., Liu, R., Stobbe, L., Druschke, J., & Richter, N. (2021). *Green Cloud Computing: Lebenszyklusbasierte Datenerhebung zu Umweltwirkungen des Cloud Computing*. Retrieved from [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-06-17\\_texte\\_94-2021\\_green-cloud-computing.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-06-17_texte_94-2021_green-cloud-computing.pdf). (accessed on 2022/01/12).
- [5] Van de Voort, T., Zavrel, V., Galdiz, I. T., & Hensen, J. (2017). Analysis of performance metrics for data center efficiency: - should the Power Utilization Effectiveness PUE till be used as the main indicator? Retrieved from [https://www.rehva.eu/fileadmin/REHVA\\_Journal/REHVA\\_Journal\\_2017/RJ1/p.05/05-11\\_RJ1701\\_WEB.pdf](https://www.rehva.eu/fileadmin/REHVA_Journal/REHVA_Journal_2017/RJ1/p.05/05-11_RJ1701_WEB.pdf) (accessed on 2022/01/19).
- [6] Koch, P., & Ostler, U. (2011). Von PUE und DCiE bis C02 - Die Kennzahlen im Rechenzentrum. Retrieved from <https://www.datacenter-insider.de/von-pue-und-dcie-bis-c02--die-kennzahlen-im-rechenzentrum-a-325173/> (accessed on 2022/01/31).
- [7] Müller, D. (2018). KPI4DCE vom UBA statt PUE? Schwierig, aber machbar! *DataCenter-Insider*. Retrieved from <https://www.datacenter-insider.de/kpi4dce-vom-uba-statt-pue-schwierig-aber-machbar-a-722880/>.
- [8] Umweltbundesamt Deutschland (2023). KPI4DCE 2.0 - Best-Practice-Guide für Rechenzentren: Operationalisierung von Umwelt-, Energie- und Kosteneffizienz durch Indikatoren an Beispielen aus der Praxis. Retrieved from <https://www.umweltbundesamt.de/kpi4dce-20> (accessed on 2023/03/10)
- [9] Noyes, L. (2021). A Guide to Greenwashing and How to Spot It. Retrieved from <https://www.ecowatch.com/greenwashing-guide-2655331542.html> (accessed on 2022/03/24).
- [10] Google (2022). Send YouTube debug information - Android - YouTube Help. Google (Producer). Retrieved from <https://support.google.com/youtube/answer/7519898?hl=en&co=GENIE.Platform%3DAndroid> (accessed on 2022/04/03).

- [11] Google Cloud (2022b). CO<sub>2</sub>-Bilanz Carbon Footprint - Google Cloud. Google Cloud (Producer). Retrieved from <https://cloud.google.com/carbon-footprint/> (accessed on 2022/04/06).
- [12] Microsoft (2021). 5 reasons to use visual aids for speeches and presentations. Retrieved from <https://www.microsoft.com/en-us/microsoft-365-life-hacks/presentations/five-reasons-to-use-visual-aids-for-speeches-and-presentations> (accessed on 2022/04/03).
- [13] Cloud Carbon Footprint (2022). Cloud Carbon Footprint - An open source tool to measure and analyze cloud carbon emissions. Thoughtworks Inc. (Producer). Retrieved from <https://www.cloudcarbonfootprint.org/docs/getting-started> (accessed on 2022/04/05).
- [14] Mandl M. (2022). Transparent Carbon Footprint of Cloud Services - Development of Approaches to Increase the Transparency of Cloud Services. Bachelor Thesis 2, FH JOANNEUM, April 2022.