



Betriebsvarianten für IT

## Cloud Computing und Home Office mit Videokonferenz schonen die Umwelt

Software in der Cloud und Home-Offices mit Videokonferenzen können umweltfreundlicher sein als hauseigene Rechenzentren und Konferenzen mit Anreise. Das zeigt eine Erhebung des Umweltbundesamts im Projekt Green Cloud Computing.

**DER TREND ZUM** Cloud Computing hat Rechenzentren vom Keller jeder Niederlassung ins Kerngeschäft der Unternehmen gehoben. Software und Rechenleistung zu mieten, statt aufwändig selbst zu betreiben, spart nicht nur Platz und Kosten – es macht auch flexibel. Musste man früher im richtigen Gebäude sitzen, um im gleichen LAN wie der Server zu sein, so ist der Arbeitsort heute egal. Man arbeitet in der Cloud unterwegs genauso wie im Büro.

Viele Unternehmen fragen sich nun, ob diese Arbeitsweise auch umweltfreundlich ist. Verteilte Großrechenzentren brauchen Energie, Ser-

ver und Speicher müssen produziert und nach einigen Nutzungsjahren wieder entsorgt werden. Es ist daher zu klären, ob der Remote-Betrieb im Endeffekt nicht viel ressourcenintensiver ausfällt als die traditionelle Arbeit vor Ort. Um solche Fragen fundiert zu beantworten, hat das Umweltbundesamt die Methodik ‚Green Cloud Computing‘ entwickelt.

### Umwelt-Kennzahlen für die Cloud

Die Methodik Green Cloud Computing berechnet Aufwandskennzahlen für Cloud-Dienstleistungen. Dabei wird der Umweltaufwand zur Herstellung

von Informationstechnik und zum Betrieb von Rechenzentren in den vier nachfolgend beschriebenen Kennzahlen erfasst.

- **ADP: Der Rohstoffaufwand (Abiotic Depletion Potential)**

Diese Kennzahl misst die Inanspruchnahme von Mineralien und fossilen Rohstoffen in Kilogramm Antimon-Äquivalente pro Jahr. Abiotisch bedeutet, an der Erzeugung der Ressourcen ist kein Lebewesen beteiligt. Insbesondere handelt es sich um nicht-regenerative und damit endliche Rohstoffe. Antimon-Äquivalente als Maßeinheit sind eine willkürliche Wahl, die darauf zurückgeht, dass die derzeit bekannten Antimon-Vorkommen nur noch für 100 Jahre reichen.

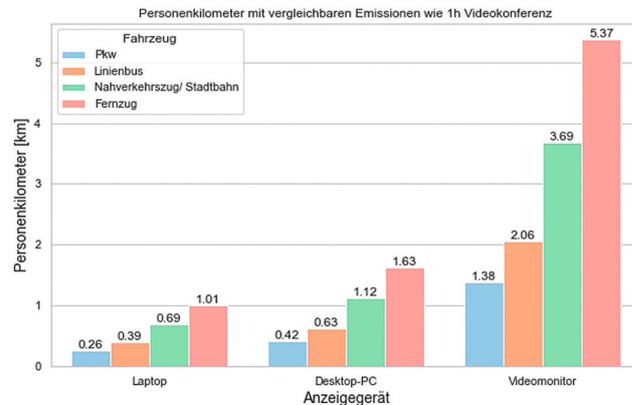
- **GWP: Die Treibhausgasemissionen (Global Warming Potential)**

Diese Kennzahl misst die Wirkung auf die Erderwärmung in Kilo-

gramm Kohlendioxid-Äquivalenten pro Jahr. Häufig wird dieser Wert auch CO<sub>2</sub>-Fußabdruck genannt.

- **CED: Der Kumulierte Energieaufwand (Cumulative Energy Demand)**

Diese Kennzahl berechnet den Verbrauch an energetischen Ressourcen in Megajoule pro Jahr. Sie setzt sich zusammen aus allen Strom- und Wärmemengen. Dabei zählt die Primärenergie, und es werden Leitungsverluste und Wirkungsgrade von Kraftwerken eingerechnet. Hinzu kommt der Brennwert von stofflich verwendeten Energieträgern etwa in chemischen Reaktionen



**Umweltbilanz: Ein Vergleich der Treibhausgasemissionen von Videokonferenzen mit verschiedenen Anzeigegeräten mit den Personenkilometern verschiedener Verkehrsmittel, nach Berechnung des Umweltbundesamts.** Quelle: adesso

sowie die Summe der Brennwerte aller Einsatzstoffe, die nicht zu den Energieträgern gerechnet werden, wie etwa Biomasse und Abfall.

#### • WU: Der Wasserverbrauch (Water Usage)

Diese Kennzahl misst das direkt verbrauchte Wasser in Kubikmeter pro Jahr [m<sup>3</sup>/a].

Dem Umweltaufwand wird der jeweiligen Nutzen gegenübergestellt. Einheiten für den Nutzen sind zum Beispiel Arbeitsplätze pro Jahr für eine Virtuelle Desktop-Infrastruktur, Stunden pro Jahr für ein Videokonferenzsystem oder Terabyte pro Jahr für eine Speicherlösung.

Die beschriebenen Kennzahlen erfassen den Aufwand. Sie geben an, wie ressourceneffizient und damit umweltschonend die jeweilige Dienstleistung erbracht wird. Hier gilt immer „Green Cloud Computing = Aufwand / Nutzen“. Üblicherweise laufen in einem Rechenzentrum mehrere Services. Die Kennzahlen werden auf bestimmte Cloud-Dienste wie etwa Videokonferenzen oder virtuelle Desktops heruntergebrochen, indem jeder Dienst einen prozentualen Anteil an den Umweltwirkungen erhält. Das Umweltbundesamt berechnet vier Kennzahlen pro Cloud-Service:

- GCC ADP: Rohstoffverbrauch in Kilogramm pro Serviceeinheit

- GCC GWP: CO<sub>2</sub>-Fußabdruck in Kilogramm CO<sub>2</sub> pro Serviceeinheit
- GCC CED: Energieverbrauch in Megajoule pro Serviceeinheit
- GCC Water: Wasserverbrauch in Kubikmeter pro Serviceeinheit

#### Energie- und Rohstoffeinsatz gelten als Zielkonflikt

Exemplarische Berechnungen dieser Kennzahlen sind mit Vorsicht zu bewerten. Im Fall einer Virtuellen Desktop-Infrastruktur fällt pro User zusätzlicher Energie- und Ressourcenbedarf im Rechenzentrum an, dafür sinken die Treibhausgasemissionen am Arbeitsplatz, wenn dort Thin Clients laufen. In der Gesamtbilanz ist eine durchdachte virtuelle Umgebung damit ressourcenschonender als herkömmliche Desktop-Computer.

Im Betrieb eines Rechenzentrums Zielkonflikte werden zwischen Energie- und Rohstoffeinsatz deutlich. Der abiotische Rohstoffverbrauch fällt in der Herstellungsphase aller Geräte an, der Energieverbrauch größtenteils in der Nutzungsphase. Die Lebensdauer von IT-Produkten zu verlängern, senkt zwar den Rohstoffbedarf, zögert jedoch die Anschaffung energieeffizienter Neugeräte hinaus. Der frühe Austausch alter „Stromfresser“ kann den Energiebedarf senken, geht jedoch auf Kosten von Rohstoffen. Hier ist es wichtig, den optimalen Zeitpunkt abzuschätzen.

Da für die neuen Aufwandskennzahlen bisher erst für wenige Einzelfälle berechnet wurden, lassen sie sich noch nicht verallgemeinern. Dennoch eignen sie sich dafür, ähnliche Cloud-Dienstleistungen miteinander zu vergleichen. Um die Zahlen greifbar zu machen, bietet es sich an, sie mit allgemein verständlichen CO<sub>2</sub>-Fußabdrücken wie etwa „ein Kilometer Autofahrt“ zu vergleichen.

#### Videokonferenzen sind umweltfreundlicher als Reisen

Videokonferenzen sind praktischer als persönliche Meetings. Man hat alle Dokumente auf dem Schirm, kann sie per Klick teilen und nicht zuletzt darf man sich stummschalten. Allerdings würden wir für ein persönliches Treffen die Bildschirme ausschalten und das Internet nicht mit Streams belasten.

Es stellt sich die Frage, wie viele Anreisekilometer eingespart werden müssen, damit eine Videokonferenz klimafreundlicher ist als ein Treffen. Für eine genaue Aussage müssten die Kennzahlen für den jeweiligen Dienstleister berechnet werden. Das Umweltbundesamt ermittelte exemplarisch die Kennzahl GCC GWP (CO<sub>2</sub>-Fußabdruck) eines Jitsi-Anbieters und kam zu einem überraschenden Ergebnis.

Die Emissionen im Rechenzentrum sowie bei den Teilnehmern im Homeoffice müssen getrennt betrachtet werden. Die Auslastung der Server wurde aus Logfiles des Jitsi Videobridge im Rechenzentrum ermittelt. Von hier an musste geschätzt werden, denn der Jitsi-Betreiber mietete seine Server bei einem Hosting-Anbieter, der keine Daten über den Energieverbrauch preisgab. Solche Verbrauchsdaten geben Einblick in die Größe, Leistungsfähigkeit und Auslastung der Rechenzentren und legen damit möglicherweise Betriebsgeheimnisse offen.

Der Nutzen der Dienstleistung sollte in Teilnehmerstunden gemessen werden, also dem Produkt aus Teilnehmerzahl und Zeitdauer, wel-

che die jeweils Teilnehmenden in einer Videokonferenz verbringen. Der Betrachtungszeitraum war in diesem Fall eine Woche, daher ergab sich für die Teilnehmerstunden eine Einheit von Teilnehmern pro Woche.

Die Verläufe von gemessener CPU-Auslastung und großzügig geschätzter Leistungsaufnahme aller Server folgten nahezu synchron der Anzahl an Konferenzteilnehmern. Aus allen Leistungsaufnahmen von Server, Speicher, Netzwerk und Infrastruktur ergibt sich durch die Integration über die Zeit ein wöchentlicher Energieaufwand für die Cloud-Dienstleistung. Wöchentlicher Aufwand und Nutzen können nun dividiert werden.

Für die Berechnung einer Kennzahl aus Aufwand und Nutzen fehlte noch der Aufwand zur Herstellung des Rechenzentrums. Hier wurde auf Fachliteratur zurückgegriffen. Es ergaben sich Treibhausgasemissionen zur Teilnahme an einer Stunde Videokonferenz von 2,27 Gramm CO<sub>2</sub>-Äquivalente. Diese Zahl setzt sich zusammen aus 0,34 Gramm (15 Prozent) für die Herstellung der Server und 1,93 Gramm (85 Prozent) für den Betrieb im Rechenzentrum.

### Laptops im Homeoffice brauchen wenig Energie

Hinzu kommen die CO<sub>2</sub>-Fußabdrücke von Übertragungsnetz und Heimvernetzung der Endgeräte. Die übertragene Datenmenge pro Teilnehmenden für 1 Stunde Videokonferenz wurde mit durchschnittlich 612 Megabyte pro Stunde gemessen. Aus einem Energiemodell für Telekommunikationsnetze ergab sich eine Leistungsaufnahme von 1,92 Watt für eine VDSL-Internetverbindung. Zusammen mit dem Emissionsfaktor des deutschen Strommixes für das Jahr 2018 in Höhe von 0,468 Kilogramm CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro Kilowattstunde berechnete das Umweltbundesamt den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck des Übertragungsnetzes für eine Teilnehmerstunde im Netzwerk zu 0,55 Gramm CO<sub>2</sub> eq./h.

Im Rechenbeispiel wurden drei fiktive Büros verglichen: vom Laptop am Küchentisch über das Heimbüro mit Desktop-PC bis zur Geschäftsstelle mit großem Videomonitor. Die Teilnahme mit einem Laptop ist mit 55 Gramm CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro Stunde verbunden. Mit Desktop-PC und Monitor sind es 90 Gramm.

Überraschenderweise lag die Kennzahl für das Rechenzentrum bei lediglich 2,27 Gramm pro Teilnehmerstunde. Die Treibhausgasemissionen für ein übliches Büro mit Bildschirm liegen um einen Faktor von fast 40 höher als die anteiligen Emissionen im Rechenzentrum. Netzwerk und Cloud-Dienstleistungen demnach nur eine untergeordnete Rolle. Die Ausstattung im Büro bestimmt, wie umweltfreundlich wir arbeiten.

### Videokonferenzen sind schonender als Reisen

Damit lässt sich die Frage beantworten, ob man zum Meeting fahren oder vom Heimbüro aus teilnehmen soll. Abgesehen von Fahrtkosten, Zeitverlust und Reisestress, spricht auch der Umweltgedanke klar für die Videokonferenz.

Das Umweltbundesamt verwendet Durchschnittszahlen zur Berechnung der Treibhausgasemissionen im Personenverkehr. Bei durchschnittlicher Belegung der Fahrzeuge werden folgende CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Personenkilometer angenommen:

- Pkw: 145 Gramm
- Linienbus: 80 Gramm
- Schienengebundener Nahverkehr: 55 Gramm
- Fernzug: 29 Gramm

Setzt man die Treibhausgasemissionen der Videokonferenz mit denen der Verkehrsmittel ins Verhältnis, so erhält man die Distanz, die theoretisch zurückgelegt werden könnte, um sich stattdessen an einem Ort zu treffen. Sind die Emissionen für Hin- und Rückfahrt ins Büro geringer, ist

## Die Autorin



Foto: adesso

Corinna John arbeitet bei adesso als Senior Software Engineer. Sie hat 20 Jahre Berufserfahrung mit .NET und rettet alte Software in moderne Ökosysteme.

das physische Treffen klimafreundlicher. Ansonsten können Mitarbeiter aus Umweltsicht zu Hause bleiben.

Das Diagramm zeigt die CO<sub>2</sub>-Fußabdrücke von drei Beispielbüros umgerechnet in Personenkilometer mit unterschiedlichen Verkehrsmitteln. Kommt ein Laptop zum Einsatz, so können pro Stunde Videokonferenz alternativ zwischen 0,26 Personenkilometer mit dem eigenen Auto oder 0,39 mit dem Bus zurückgelegt werden.

Eine Stunde vor dem Großbildschirm erzeugt Treibhausgas wie 5,37 Kilometer An- und Abreise im Fernzug. Angenommen, ein Mitarbeiter soll von Hannover 300 km zu einem Meeting in Berlin fahren, also 600 km insgesamt. Alternativ steht in der örtlichen Niederlassung ein Telekonferenzsystem mit großem Monitor zur Verfügung. Die Reise im ICE lohnt nur, wenn die Veranstaltung mindestens 600 km entfernt ist und 4,6 Tage dauert. Um eine Anfahrt im Dienstwagen zu rechtfertigen, muss das Gespräch ganze 435 Stunden dauern, das sind mehr als zwei Wochen.

Bei einer Anreise mit der U-Bahn darf der Begegnungsort, bei alternativer Teilnahme mit dem Desktop-PC, höchstens 560 m entfernt sein, um die 1,12 km Gesamtstrecke

nicht zu überschreiten, ab der die Videokonferenz umweltfreundlicher ist. Entsprechendes gilt für die übrigen Verkehrsmittel, wobei der eigentlich günstige Fernzug aufgrund seiner langen Strecken allenfalls für mehrtägige Dienstreisen in Frage kommt. Für die Praxis heißt das: Mitarbeiter sollten zu Fuß zum Meeting gehen! Ist es dafür zu weit weg, dann ist die Videokonferenz klimafreundlicher.

### Ein Umweltzeichen für Software

Jedes Rechenzentrum kann nur so effizient arbeiten, wie die eingesetzte Software. Unüberlegte Implementierung sowie suboptimale Algorithmen führen zu überhöhter Auslastung für CPU und Arbeitsspeicher. Schnell muss neue Hardware ersetzt werden, damit schlecht designte Software laufen kann.

Die europäische Öko-Design-Richtlinie legt lediglich Mindestanforderungen an die Hardware fest. Um sparsame Software auszuzeichnen, wird in Deutschland das Umweltzeichen ‚Blauer Engel‘ für Ressourcen- und energieeffiziente Softwareprodukte vergeben. Für dieses Label muss die Software besonders sparsam mit Hardwareressourcen und Energie umgehen, damit Geräte länger genutzt werden können. Um Speicher zu sparen, muss eine modulare Installation möglich sein. Weitere Kriterien fordern ein Mindestmaß an Nutzungsautonomie, so müssen etwa Schnittstellen und Datenformate offen dokumentiert sein, um Interoperabilität mit anderen Softwareprodukten zu erlauben. Auch wenn dieses Umweltzeichen bisher selten vergeben wurde, sind seine Kriterien eine Orien-

tierungshilfe für Developer, um ihre Programme effizient zu gestalten.

### Die Effizienz im Betrieb wird zum Qualitätsmerkmal

Während es für Hard- und Software bereits Umweltlabels gibt, sind Cloud-Services in dieser Hinsicht bisher kaum vergleichbar. Auf Basis der Methodik Green Cloud Computing lassen sich

eine Energieverbrauchskennzeichnung oder andere umweltbezogene Produktdeklarationen für Cloud-Services entwickeln. Naheliegender ist eine Auszeichnung besonders effizienter Dienste mit einem Zeichen wie dem ‚Blauen Engel‘. Darüber hinaus kann dieses Label bei der Optimierung der einzelnen Teilbereiche eines Rechenzentrums zum Einsatz kommen. *if*

Anzeige



**LEADING EMPLOYER**  
DEUTSCHLAND 2022  
EXCLUSIVELY AWARDED TO THE COUNTRY'S TOP 1%

**OPTIMAL SYSTEMS**  
A KYOCERA GROUP COMPANY

## Durch Digitalisierung wieder mit jedem Cent rechnen können? Wir machen das schon.

Mit enaio® haben Sie Ihre Rechnungsbearbeitung im Griff. Automatisierbar dank selbstlernender Erfassungsmechanismen während des Betriebes. Vielfältig integrierbar durch die Anbindung an alle gängigen ERP- und FiBu-Systeme. Und zeitsparend durch digitalisierte und automatisierte Rechnungsprozesse. So bleibt am Ende sogar Spielraum, um wieder mit Skonto arbeiten zu können.

**Digitalisierung. Wir machen das schon.**

[www.isreport.de](http://www.isreport.de)

[optimal-systems.de/rechnungsbearbeitung](http://optimal-systems.de/rechnungsbearbeitung)

Software für Macher.