Digitalverbund Bayern

Kennzahlenkatalog
Green IT an bayerischen Hochschulen

Ein Projekt des Digitalverbund Bayerns

von

Jennifer Schuster[1], Annette Kott[2],

Dr. Christoph Bauer[1], Prof. Dr. Rainer Groß[2]

[1]Universität Regensburg

[2]Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm

Förderkennzeichen: Z.4-M7637.4/13/3

Laufzeit: 01.09.2023 – 31.08.2025

Gefördert durch

Bayerisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst

Version 1.0

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis I
Abkürzungsverzeichnis II
Zielsetzung III
Vorbemerkung IV
Zusammenfassung V
1 Einführung 1
1.1 Vorgehen zur Identifizierung von Kennzahlen 1
1.2 Meilensteine zur Veröffentlichung des Kennzahlenkatalogs 2
1.3 Begriffsbestimmung 2
2 Green IT-Kennzahlen 5
2.1 Bereiche des Kennzahlenkatalogs 5
2.2 Aufzählung aller Kennzahlen in Kurzform 5
2.2.1 Rechenzentrum (Kr) 5
2.2.2 Anwendende (Ka) 6
2.2.3 Beschaffung (Kb) 6
3 Ausführliche Beschreibung aller Kennzahlen 7
3.1 Ausführliche Beschreibung der Rechenzentrumskennzahlen 7
3.1.1 Wesentliche Kennzahlen 8
3.1.2 Ergänzende Kennzahlen 25
3.2 Ausführliche Beschreibung der Anwendenden Kennzahlen 41
3.2.1 Wesentliche Kennzahlen 41
3.2.2 Ergänzende Kennzahlen 51
3.3 Ausführliche Beschreibung der Beschaffungskennzahlen 53
3.3.1 Wesentliche Kennzahlen 53
3.3.2 Ergänzende Kennzahlen 59
4 Fazit 61
Literaturverzeichnis VI

Abkürzungsverzeichnis

CER	**C**ooling **E**fficiency **R**atio
CLF	**C**ooling **L**oad **F**actor
CUE	**C**arbon **U**sage **E**ffectiveness
EMAS	**E**co **M**anagement **A**udit **S**cheme
EnEfG	**En**ergie**ef**fizienz**g**esetz
EPEAT	**E**lectronic **P**roduct **E**nvironmental **A**ssessment **T**ool
ERE	**E**nergy **R**euse **E**ffectiveness
ERF	**E**nergy **R**euse **F**actor
HDD	**H**ard **D**isk **D**rive
IKT	**I**nformations- und **K**ommunikations**t**echnik
ILO	**I**nternationale **L**abour **O**rganization
IP	**I**nternet **P**rotokoll
ITEU	**IT E**quipment **U**tilization for Servers
PUE	**P**ower **U**sage **E**ffectiveness
REF	**R**enewable **E**nergy **F**actor
RZ	**R**echen**z**entrum
SSD	**S**olid **S**tate **D**rive
TCO	**T**ransmission **C**ontrol **P**rotocol
USV	**U**nterbrechungsfreie **S**tromversorgung
VoIP	**V**oice **o**ver **IP**
WUE	**W**ater **U**sage **E**ffectiveness

Zielsetzung

Der vorliegende, mit den bayerischen Hochschulen und Universitäten abgestimmte Kennzahlenkatalog für Green IT, dient als Grundlage, um einheitlich Kennzahlen für die bayerischen Rechenzentren zu erfassen und damit einen nachhaltigen IT-Betrieb der Hochschulen zu unterstützen. Durch die Implementierung und Erfassung dieser Kennzahlen werden, die ökologischen Auswirkungen der IT messbargemacht. Dies ermöglicht die Wirksamkeit von Maßnahmen quantitativ zu überprüfen und den IT-Betrieb in eine ökologisch nachhaltige Richtung zu steuern. Im Rahmen des Energieeffizienzgesetzes wird das Einsparen von Energie und Treibhausgasen auch für Hochschulen zunehmend verbindlicher. Der Katalog beschreibt die im Energieeffizienzgesetz geforderten Kennzahlen, enthält eine strukturierte Vorgehensweise zur Implementierung und unterstützt dabei die gesetzlichen Anforderungen einzuhalten.

Vorbemerkung

Die Auswirkungen des Klimawandels betreffen sämtliche Organismen auf der Erde und sind immer stärker spürbar. Verantwortlich dafür sind die ausgestoßenen Treibhausgase, deren Hauptverursacher in der Elektroindustrie wiederzufinden ist [1]. Die Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) ist maßgeblich an den Treibhausgasemissionen beteiligt, da bereits für das Jahr 2030 prognostiziert worden ist, dass Rechenzentren in Deutschland 25 bis 30 Terrawattstunden pro Jahr an Strom verbrauchen [2]. Jedoch können geeignete Kennzahlen dazu beitragen, dass wirkungsvolle Maßnahmen realisiert werden, um Treibhausgase zu reduzieren und die Nachhaltigkeit zu steigern [3].

Bei der Betrachtung des Begriffs *Nachhaltigkeit* ist es nicht ausreichend, nur einer vorgegebenen Leitlinie zu folgen. Es ist vielmehr notwendig, den Begriff aus verschiedenen Perspektiven zu betrachten. Das Nachhaltigkeitsdreieck, das die Aspekte sozial, ökonomisch und ökologisch darstellt, sollte dabei berücksichtigt werden, um Nachhaltigkeit zu gewährleisten. Allerdings gestaltet sich die gleichzeitige Erfüllung dieser Aspekte nicht immer für möglich, weshalb ein ausgewogenes Verhältnis zwischen ihnen angestrebt werden muss [4].

Grüne Informationstechnologie (Green IT) kann ein Weg sein, den Bereich der IKT umweltfreundlicher zu gestalten. Green IT bezeichnet den nachhaltigen Entwurf und die Herstellung von IT-Produkten sowie deren umweltfreundliche Nutzung und Entsorgung [5–7]. Ziel ist es, durch Steigerung der Effizienz und Effektivität von IT-Produkten und IT-Dienstleistungen Umweltschäden zu minimieren. Die erforderlichen Kennzahlen unterteilten sich in die Bereiche Beschaffung, Betrieb und Entsorgung [8]. In diesem Kennzahlenkatalog werden folgende Bereiche betrachtet:

- Beschaffung
- Betrieb (unterteilt in Anwendende und Rechenzentrum)
- Entsorgung

Mithilfe des Digitalverbundes Bayern im Hochschulbereich[1] (Digitalverbund) und mit Einbindung des Zentrum Hochschule und Nachhaltigkeit Bayern[2] (BayZeN) sind innerhalb des Green IT-Projekts (in Förderung des Bayerischen Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst (StMWK)), zusammen mit den bayerischen Hochschulen Kennzahlen evaluiert und abgestimmt worden, um bayerischen Hochschulen Messempfehlungen aufzuzeigen. Um die Erfassung vieler dieser Kennzahlen zu ermöglichen, muss in einem ersten Schritt die notwendige Messinfrastruktur angebracht werden. Dieser Aufbau eines Messkonzeptes wird auch im Maßnahmenkatalog unter Mr-01 festgehalten.

Zusammenfassung

Kapitel 1 beleuchtet die Motivation hinter dem Green IT-Projekt. Darin wird das methodische Vorgehen zur Bestimmung der Handlungsempfehlungen und die im Dokument verwendeten Begriffe erläutert. In Kapitel 2 werden sämtliche Kennzahlen in einer prägnanten Zusammenfassung präsentiert. Dies ermöglicht es den Lesern, einen ersten Überblick über alle spezifischen Kennzahlen zu gewinnen, bevor in Kapitel 3 die detaillierte Ausführung aufgeführt wird. Abschließend werden ein Fazit und ein weiterer Ausblick dargelegt.

1 Einführung

Bayerische Hochschulen streben immer mehr Digitalisierungsvorhaben an, um flexiblere, schnellere und ressourcenschonendere Prozesse zu etablieren [9]. Mit der fortschreitenden Digitalisierung und der landesweiten Einführung von Homeoffice-Aktivitäten seit Beginn der Corona Pandemie wachsen die Anforderungen an die Arbeitsplatzausstattung und an die zugrundeliegende IT bayerischer Hochschulen [10]. Dadurch müssen Ressourcen dynamisch an den Bedarf angepasst werden, wodurch die Hardwareausstattung immer weiter zunimmt [11]. Der Zuwachs der benötigten Hardware führt zu einem steigenden Ressourcenbedarf, weshalb die Digitalisierung bzw. die IT im Kontext von Klima- und Umweltschutz betrachtet werden muss. Dazu kommen die gestiegenen Anforderungen an KI-basierte Anwendungen, weshalb der Bedarf an rechenintensiver Server-Hardware steigt und zu einer weiteren Beschleunigung des Energiebedarfs in Hochschul-Rechenzentren führt. Die deutsche Regierung treibt diese Thematik mithilfe des Energieeffizienzgesetzes an, welches einen nachhaltigen Betrieb von Rechenzentren fordert, von dem auch bayerische Hochschulen betroffen sind [12]. Ebenso haben sich diese im bayerischen Hochschulinnovationsgesetz dazu verpflichtet, eine Verantwortung für den Klimaschutz einzugehen [13]. In Bezug auf eine nachhaltige Digitalisierung kann das Konzept Green IT verwendet werden. Um Green IT an bayerischen Hochschulen zu fördern und allen Beteiligten eine Umsetzung zu vereinfachen, wird nachfolgend ein Katalog mit abgestimmten Kennzahlen in den Bereichen Rechenzentrum, Anwendende sowie Beschaffung und Entsorgung als Handlungsempfehlungen vorgelegt.

1.1 Vorgehen zur Identifizierung von Kennzahlen

Als wichtige Grundlage für diesen Katalog wurden unterschiedliche Literaturquellen verwendet. Hierbei wäre vor allem der Abschlussbericht: „Kennzahlen und Indikatoren für die Beurteilung der Ressourceneffizienz von Rechenzentren und Prüfung der praktischen Anwendbarkeit“ vom Umweltbundesamt zu nennen [14]. Des Weiteren wurden mehrere Umfragen im Hochschul- und Rechenzentrumskreis durchgeführt, um das Vorhandensein von Kennzahlen zu überprüfen, aber auch die Umsetzung der Erhebung von Kennzahlen zu konkretisieren [15, 16]. Neben den Tätigkeiten des Green IT-Projekts wurden hochschulweit Nachhaltigkeitsstrategien verabschiedet. So sind Querschnittsthemen zwischen beiden Initiativen entstanden. Um das volle Potenzial auszuschöpfen, haben der Digitalverbund Bayern und das Zentrum Hochschule und Nachhaltigkeit Bayern (BayZeN) eine gemeinsame Arbeitsgruppe (AG) Green IT gegründet [17]. Diese AG besteht aus 20 Teilnehmenden, die in der Funktion als Lehrende, Rechenzentrumsmitarbeitenden, Klimaschutzmanagenden und wissenschaftlichen Mitarbeitenden beschäftigt sind. Sie haben Kennzahlen in Workshops, welche vom Green IT-Projekt gemeinsam mit dem BayZeN organisiert wurde, evaluiert und abgestimmt. Um die Ergebnisse um aktuelle Bedürfnisse der jeweiligen Hochschulen anzureichern, sind Experteninterviews mit 22 Hochschulen sowie dem Leibniz-

Rechenzentrum (LRZ) durchgeführt worden. In Veranstaltungen wie dem deutschlandweiten CIO-Kongress sind Maßnahmen vorgestellt und diskutiert worden.

Der Kennzahlenkatalog ist analog zum **Maßnahmenkatalog** aufgebaut. Die Maßnahmen und die Kennzahlen sind aufeinander abgestimmt, so dass sie in den Bereichen Rechenzentrum, Endanwendende und Beschaffung und Entsorgung zur Unterstützung und Überprüfung der Maßnahmen fungieren können.

1.2 Meilensteine zur Veröffentlichung des Kennzahlenkatalogs

Datum	Aktivitäten
24. Juni 2024	Abstimmung Kennzahlenkatalog mit AG Green IT in Passau
März 2025	Inhaltliches Review und Qualitätssicherung Kennzahlenkatalog durch Energieagentur Regensburg
April 2025	Verabschiedung Kennzahlenkatalog durch die AG Green IT
Juni 2025	Information Kennzahlenkatalog in HAW CIO/IT-Leiterrunde
Juli 2025	und Universität CIO/IT-Leiterrunde
Juli 2025	Information Steuerungsgruppe BayZeN
August 2025	Freigabe durch den Leitenden Ausschuss des Digitalverbundes
Q3 2025	Veröffentlichung und Kommunikation Kennzahlenkatalog

1.3 Begriffsbestimmung

Für den Zweck dieses Kennzahlenkatalogs bezeichnet der Ausdruck:

(1) Rechenzentrum: Eine Struktur oder eine Gruppe von Strukturen für die zentrale Unterbringung, die zentrale Verbindung und den zentralen Betrieb von Informationstechnologie- und Netzwerk-Telekommunikationsausrüstung zur Erbringung von Datenspeicher-, Datenverarbeitungs- und Datentransportdiensten [18].

(2) Anwendende: Eine Person, die technische Geräte und Systeme für ihre spezifischen Aufgaben oder Anforderungen verwendet.

(3) Computersysteme: Dieser Begriff umfasst Laptops, Notebooks, Desktop-Rechner und Server, ohne sich auf eine spezielle Form oder Bauart zu beziehen.

(4) Beschaffung: Der Prozess des Erwerbs von Gütern, Dienstleistungen oder Ressourcen.

(5) Server: Ein Datenverarbeitungsgerät, das Dienste bereitstellt und seine Ressourcen (Rechenleistung, Datenspeicher,...) über das Netz für andere Geräte (Client-Systeme) bereitstellt und verwaltet. Client-Systeme sind u.a. Desktop-Computer, Notebook-Computer, Desktop-Thin-Clients, Internet-Protokoll-Telefone, Smartphones, Tablets, Telekommunikation und automatische Systeme. Der Zugang zu einem Server erfolgt hauptsächlich über Netzverbindungen und nicht direkt über Benutzereingabegeräte wie Tastatur oder Maus [19].

(6) Hard Disk Drive (HDD): Ein Datenspeichergerät, das eine oder mehrere rotierende magnetische Scheiben verwendet, auf denen Daten geschrieben und ausgelesen werden [19].

(7) Solid State Drive (SSD): Ein Datenspeichergerät, das auf Halbleiterspeicher basiert und Daten dauerhaft speichert [19].

(8) Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT): Umfasst technische Mittel zur Verarbeitung, Speicherung und Übertragung von Informationen sowie zur Unterstützung der Kommunikation, einschließlich Hard- und Software [20].

(9) IT-System: Umfasst alle vernetzten Computer, Netzwerkkomponenten, industrielle Steuerungen, Telekommunikationsgeräte, mobile Geräte und IoT-Geräte, die Informationen verarbeiten, speichern oder übertragen [21].

(10) Energieeffizienz: Beschreibt das Verhältnis des Ertrags an Leistung, Dienstleistungen, Waren oder Energie zum Energieeinsatz [12].

(11) Energiemanagementsystem: Systematisches Verfahren zur Überwachung, Steuerung und Optimierung des Energieverbrauchs, um die Energieeffizienz der gesamten Organisation zu verbessern. Entspricht den Anforderungen der DIN EN ISO 50001 [12].

(12) Eco-Management and Audit Scheme (EMAS): Freiwilliges System der Europäischen Union, das Unternehmen und Organisationen bei der Verbesserung ihrer Umweltleistung durch Umweltmanagement und -audits unterstützt [10].

(13) Umweltmanagementsystem: Ein strukturiertes System zur Einführung und Überwachung von Prozessen und Praktiken zur Reduzierung von Umweltauswirkungen innerhalb der Organisation, gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1221/2009 [12].

(14) Abwärmenutzung: Rückgewinnung und Wiederverwendung anfallender Abwärme zur Steigerung der Energieeffizienz und Reduzierung des Energieverbrauchs [12].

(15) Lebenszyklus: Phasen eines Produkts von der Rohstoffgewinnung über Herstellung, Nutzung und Wartung bis zum Ende der Lebensdauer [22].

(16) Lieferkette: Alle Tätigkeiten und Prozesse der Wertschöpfungskette des Produkts bis zum Kunden [22].

2 Green IT-Kennzahlen

Im Rahmen des Green IT-Projekts wurden insgesamt 26 Kennzahlen evaluiert, die im Folgenden detailliert aufgelistet sind. Der Kennzahlenkatalog umfasst sowohl eine prägnante Kurzbeschreibung (Kapitel 2.2) als auch eine ausführliche Langfassung (Kapitel 3) jeder Kennzahl, welche eindeutig zuordenbar ist.

2.1 Bereiche des Kennzahlenkatalogs

Die Kennzahlen werden unterteilt in die Bereiche Rechenzentrum, Endanwendende und Beschaffung.

1. Für das Rechenzentrum sind **16** Kennzahlen aufgeführt.
2. Für die Endanwendenden sind **6** Kennzahlen aufgeführt.
3. Für die Beschaffung sind **4** Kennzahlen aufgeführt.

2.2 Aufzählung aller Kennzahlen in Kurzform

Im nachfolgenden werden die Kennzahlen in kurzer, strukturierter Form dargestellt, um einen klaren Überblick zu gewährleisten.

2.2.1 Rechenzentrum (Kr)

<u>Wesentliche Kennzahlen</u>

Kr-01 : Power Usage Effectiveness (PUE)

Kr-02 : Renewable Energy Factor (REF)

Kr-03 : Energy Reuse Factor (ERF)

Kr-04 : Cooling Efficiency Ratio (CER)

Kr-05 : Water Usage Effectiveness (WUE)

Kr-06 : IT Equipment Utilization for Servers (ITEU)

Kr-07 Carbon Usage Effectiveness (CUE)

Kr-08 : Menge der im Rechenzentrum gespeicherten und verarbeiteten Daten ($Data_{St}$, $Data_{Wo}$)

<u>Ergänzende Kennzahlen</u>

Kr-09 : Cooling Load Factor (CLF)

Kr-10 : Anteil freier Kühlung ($C_{\%frei}$)

Kr-11 : Energy Reuse Effectiveness (ERE)

Kr-12 : Anzahl der Serverräume (AS)

Kr-13 : Virtualisierungsgrad (Vi)

Kr-14 : Rechenzentrumstemperatur (T_{max})

Kr-15 : Rechenzentrumsfläche ($RZ_{\%Fl}$)

Kr-16 : Server Idle Energy Coefficient (SIEC)

2.2.2 Anwendende (Ka)

Wesentliche Kennzahlen

Ka-01 : Amount of Hardware (AoH_X)

Ka-02 : Drucker pro Mitarbeitende (DpP)

Ka-03 : Telefone pro Mitarbeitende (TpP)

Ka-04 : Total Energy Consumption (TEC)

Ka-05 : Schulungen (Pm1)

Ergänzende Kennzahlen

Ka-06 : Ausgedruckte Seiten (SpP)

2.2.3 Beschaffung (Kb)

Wesentliche Kennzahlen

Kb-01 : Sustainable Supplier Ratio (SSR)

Kb-02 : Green Label Ratio (GLR)

Kb-03 : Electronic Disposal Efficiency (EDE)

Ergänzende Kennzahlen

Kb-04 : Verpackungsrecyclingquote (VPR)

3 Ausführliche Beschreibung aller Kennzahlen

Im Folgenden werden die Green IT-Kennzahlen detailliert erläutert. Jede Kennzahl wird anhand ihrer Zielsetzung und ihrer Formel formuliert. Die Empfehlungen zur Umsetzung dienen dazu, den Mitarbeitenden anhand praktischer Beispiele eine Orientierung zu bieten. In einigen Fällen können technische, personelle oder finanzielle Hürden auftreten. Daher werden Möglichkeiten zur Überwindung dieser Hürden aufgezeigt. Außerdem werden rechtliche Vorgaben aufgeführt, die im Zusammenhang mit der Kennzahl relevant werden könnten, ebenso wie Zertifizierungen, bei denen die Kennzahl gefordert wird. Des Weiteren wird auf die Grenzen der Kennzahl hingewiesen, um zu verdeutlichen, was diese nicht leisten kann. Im Abschnitt zur Durchführung werden die für die Umsetzung verantwortliche Person benannt.

Allgemeine Hinweise: Die Kennzahlen müssen nicht in chronologischer Reihenfolge umgesetzt werden, vielmehr sollten sie situationsbedingt angewandt werden. Die Messung der jeweiligen Kennzahl muss an das vorliegende Messsystem angepasst werden.

3.1 Ausführliche Beschreibung der Rechenzentrumskennzahlen

Eine der bekanntesten und eine der am meisten verbreiteten Rechenzentrumskennzahlen ist die Power Usage Effectiveness (PUE), mit der der Anteil an Energie bestimmt werden soll, die im Rechenzentrum für die IT genutzt wird. Eine weitere wichtige Kennzahl ist der Renewable Energy Factor (REF), welcher den Anteil der erneuerbaren Energien an der Energienutzung wiedergibt. Der Energy Reuse Factor (ERF) beschäftigt sich, mit der Wiederverwendung der im RZ gewonnenen Abwärme. Da die Abwärmenutzung an vielen Hochschulen auf Hindernisse stößt, lässt sich die Kennzahl oft nicht bestimmen. Der IT Equipment Utilization for Servers (ITEU) beschäftigt sich mit der Auslastung der Server. Das Cooling Efficiency Ratio (CER) behandelt die Effizienz der Kühlung und die Water Usage Effectiveness (WUE) behandelt die Effizienz der Wassernutzung.

Sowohl PUE, REF, ERF, CER und WUE werden im Energieeffizienzgesetz von Rechenzentren gefordert, die berichtspflichtig sind, weswegen es sich anbietet diese Kennzahlen möglichst zeitnah zu erheben. Die ergänzenden Kennzahlen wie ITEU, die Carbon Usage Effectiveness (CUE) und die Menge an gespeicherten und verarbeiteten Daten ($Data_{st}$, $Data_{Wo}$) sind Kennzahlen, die wichtig für die eigene Einschätzung sind.

So ergänzt der Cooling Load Factor (CLF) den CER und die Energy Reuse Effectiveness (ERE) den ERF. Die Kennzahl zur Anzahl der Serverräume (AS), ebenso wie die zum Virtualisierungsgrad (Vi) sind Möglichkeiten, um die erfolgreiche Umsetzung von Maßnahmen zu überprüfen.

3.1.1 Wesentliche Kennzahlen

Kr-01 : Power Usage Effectiveness

Zielsetzung der Kennzahl

Die Kennzahl setzt den gesamten Energiebedarf des Rechenzentrums ins Verhältnis zum Energiebedarf, der für IT-Aufgaben genutzt wird.
Hiermit lässt sich der zusätzliche energetischen Aufwand, der aufgrund des IT Betriebs anfällt, bestimmen [23] und eine Aussage zur Energieeffizienz des Rechenzentrums treffen. Der Kehrwert des PUE ist die Data Center infrastructure Efficiency (DCiE), welcher den Anteil des Energiebedarfs der IT am gesamten Energiebedarf des RZ erfasst. Der PUE wird bevorzugt zum DCiE in der Industrie genutzt und hat einen höheren Bekanntheitsgrad [24].

Formel zur Bestimmung der Kennzahl

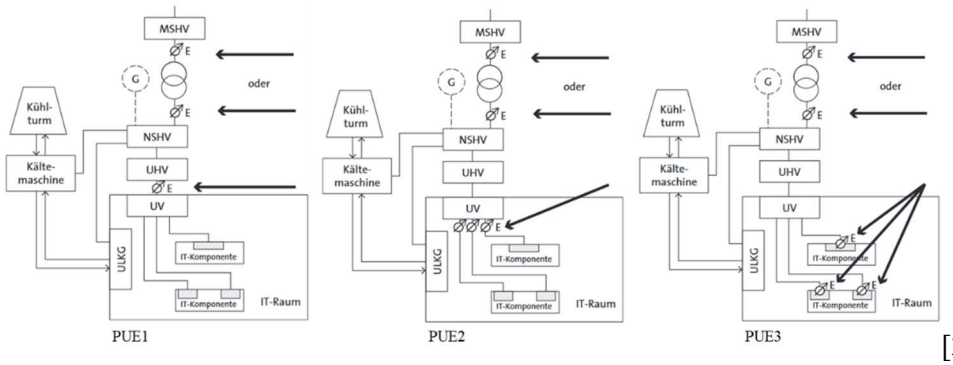
$$\mathrm{PUE} = \frac{\text{Gesamt Energiebedarf des RZ}}{\text{Gesamt Energiebedarf der IT}} = \frac{1}{\mathrm{DCiE}}$$

Einheiten

Der PUE ist dimensionslos. Der Energiebedarf wird jeweils in Kilowattstunden [kWh] angegeben.

Empfehlung für die Bestimmung

Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten den PUE-Wert zu bestimmen. Je nach Messgenauigkeit gibt es unterschiedliche PUE-Kategorien. Der Gesamtenergiebedarf der IT kann entweder am USV-Ausgang (PUE1) oder am PDU-Ausgang (PUE2) oder am IT-Eingang (PUE3) bestimmt werden [23, 25, 26], siehe Abbildung nach Bitkom[27].



[27]

Sollte der Gesamtenergiebedarf des RZ nicht zugänglich sein, lässt sich dieser als Summe aus dem Energieverbrauch der Kühlung, dem Verlust in der Energieversorgung des RZ, der Beleuchtung innerhalb des RZ und dem Energieverbrauch des IT-Equipments bestimmen [28].

Definiert nach
ISO 30134-2 [23]. Vorgaben der Green Grid Association [26]. DIN EN 50600-4-2 Der Wert kann positiv beeinflusst werden durch folgende Maßnahmen: • Mr-02 Server konsolidieren und virtualisieren • Mr-04 Effiziente Gestaltung der Kühlung durch Luft • Mr-06 Effiziente Gestaltung der Kühlung durch Wasser • Mr-08 Einsatz von Energiesparfunktionen
Grenzen der Kennzahl
Keine Bestimmung der Energieeffizienz auf Grund von fehlender Betrachtung der IT-Leistung [23]. Verschlechterung durch Konsolidierung oder Virtualisierung, wenn Aufwand der Gebäudetechnik nicht im selben Verhältnis verringert wird, wie die Effizienz gesteigert wird [23].
Umsetzungshürden
1. Vorhandensein von Messgeräten an den richtigen Stellen, um den gesamten Energiebedarf des RZs und den Energiebedarf der IT auslesen zu können 2. Mischbetrieb führt zu Problemen bei der eindeutigen Bestimmung der Werte 3. Verantwortungen unklar zwischen Maschinensaal Verantwortlichem und Verantwortlichem für Gebäudeinfrastruktur 4. Kosten für Messgeräte
Durchführung
Bestimmen Sie in der Organisation einen Verantwortlichen für die Messung der Kennzahl. Die Durchführung erfolgt kontinuierlich. Der PUE-Wert muss über ein Jahr bestimmt werden, um Schwankungen (z.B. durch das Wetter) auszugleichen.
Zielwert
Der theoretische Wunschwert für den PUE wäre 1. Das bedeutet, dass die ganze Energie des Rechenzentrums für IT genutzt wird. Das Ziel ist, einen möglichst niedrigen PUE-Wert zu erreichen, idealerweise nahe 1. Wohin gegen der DCiE möglichst groß sein soll, also möglichst nahe an der 1.
Rechtliche Vorgaben

Für Rechenzentren, die vor dem 01.07.2026 in Betrieb gegangen sind und eine nicht redundante elektrischen Nennanschlussleistung ab 300 kW vorweisen, wird ab dem 01.07.2027 ein PUE ≤ 1,5 gefordert und ab dem 01.07.2030 ein PUE ≤ 1,3 (EnEfG §11 (5) 2. und §11 (1) 2.)

Für Rechenzentren, die ab dem 01.07.2026 in Betrieb gegangen sind und eine nicht redundante elektrischen Nennanschlussleistung ab 300 kW vorweisen, wird ab dem 01.07.2026 ein PUE ≤ 1,2 gefordert. (EnEfG §11 (2) 1. & 2)

Zertifizierung

Der PUE wird für die Zertifizierung:

- Blauer Engel für Rechenzentren

gefordert.

Kr-02 : Renewable Energy Factor

Zielsetzung der Kennzahl

Mit Hilfe des REF lässt sich der Anteil der Energie bestimmen, der aus erneuerbaren Energien gewonnen wird.

Formel zur Bestimmung der Kennzahl

$$\text{REF} = \frac{\text{Anteil der erneuerbaren Energien am RZ}}{\text{Gesamtenergiebedarf des RZ}}$$

Einheiten

Die Kennzahl ist dimensionslos. Der Anteil an erneuerbaren Energien und der Gesamtenergiebedarf werden jeweils in Kilowattstunden [kWh] angegeben.

Empfehlung für die Bestimmung

Die notwendigen Werte können über den Energielieferanten in Erfahrung gebracht werden oder aus dem Vertrag mit diesem abgelesen werden.

Definiert nach

ISO 30134-3 [23]

Grenzen der Kennzahl

Der Wert kann nicht vom PUE-Wert abgezogen werden [23].

Umsetzungshürden

Durchführung

Bestimmen Sie in der Organisation einen Verantwortlichen für die Messung der Kennzahl.

Zielwert

Wünschenswert ist eine Nutzung von möglichst viel erneuerbaren Energien im Verhältnis zum Gesamtverbrauch, es wird also ein möglichst hoher REF-Wert angestrebt.

Der Zielwert für den REF ist 1.

Rechtliche Vorgaben
Im Energieeffizienzgesetz wird für Rechenzentren, mit einer nicht redundanten elektrischen Nennanschlussleistung ab 300 kW, ein Stromanteil aus erneuerbaren Energien von 50 % (REF = 0,5) ab 01.01.2024 und von 100 % (REF = 1) ab 01.01.2027 gefordert (EnEfG §11 (5) und §11 (5) 2.).
Zertifizierung
Der REF wird für die Zertifizierung: • EMAS (En2: Gesamtverbrauch an erneuerbaren Energien in Prozent) gefordert.

Kr-03 : Energy Reuse Factor

Zielsetzung der Kennzahl

Der ERF bestimmt den Anteil der Energie des Rechenzentrums, die erneut genutzt wird. Im Rechenzentrumsbetrieb findet das meistens durch die Einspeisung der Serverabwärme in den Heizkreislauf statt.

Formel zur Bestimmung der Kennzahl

$$\text{ERF} = \frac{\text{Wiederverwendete Energie des RZ}}{\text{Gesamtenergiebedarf des RZ}}$$

Einheiten

Die Kennzahl ist dimensionslos. Die wiederverwendete Energie und der Gesamtenergiebedarf werden jeweils in Kilowattstunden [kWh] angegeben.

Empfehlung für die Bestimmung

Der Gesamtenergiebedarf des Rechenzentrums kann aus der Abrechnung mit den Energieversorger abgelesen werden. Die Menge der wiederverwendeten Energie muss vor Ort mit Hilfe von Messgeräten bestimmt werden. Mögliche Unterstützung unter: https://www.bytes2heat.com

Definiert nach

ISO 30134-6 [23].
DIN EN 50600-4-6

Der Wert kann positiv beeinflusst werden durch folgende Maßnahmen:

- Mr-03 Nutzung der Abwärme

Grenzen der Kennzahl

Der ERF kann nicht vom PUE-Wert abgezogen werden [23].Um dies auszugleichen kann der ERE (Kr-10) erfasst werden..
Außerdem kann die Kennzahl zu Green Washing führen [23].

Umsetzungshürden

1. Vorhandensein von Messgeräten an den notwendigen Stellen, den Anteil der Wiederverwendeten Energie und den Gesamtenergiebedarf zu bestimmen

2. Mischbetrieb führt zu Problemen bei der eindeutigen Bestimmung der Werte
3. Verantwortungen unklar zwischen Maschinensaal Verantwortlichem und Verantwortlichem für Gebäudeinfrastruktur
4. Kosten für Messgeräte

Durchführung

Bestimmen Sie in der Organisation einen Verantwortlichen für die Messung der Kennzahl.

Zielwert

Wünschenswert ist ein möglichst hoher Wert für den ERF. Da jedoch nicht die komplette Energie des Rechenzentrums wiederverwendet werden kann, ist ein Wert von 1 in der Praxis nicht erreichbar.

Rechtliche Vorgaben

Im Energieeffizienzgesetz wird für Rechenzentren, die ab dem 01.07.2026 in Betrieb gehen und eine elektrische Nennanschlussleistung ab 300 kW haben, ab dem 01.07.2026 die Wiederverwendung von mind. 10% der Energie und ab 01.07.2028 von mind. 20% der Energie gefordert, wenn dies zumutbar ist (EnEfG §16).

Zertifizierung

Der ERF wird für die Zertifizierung:

- Blauer Engel für Rechenzentren

gefordert.

Kr-04 : Cooling Efficiency Ratio

Zielsetzung der Kennzahl

Ziel der Kennzahl ist die Überprüfung der Energieeffizienz des Kühlsystems im Rechenzentrum.

Formel zur Bestimmung der Kennzahl

$$\mathrm{CER} = \frac{\text{abzuführende Wärmemenge des Rechenzentrums}}{\text{dazu eingesetzte Energie des gesamten Kühlsystems}}$$

Einheiten

Die Kennzahl ist dimensionslos. Die Wärmemenge und die eingesetzte Energie werden jeweils in Megawattstunden pro Jahr [MWh/a] angegeben.

Empfehlung für die Bestimmung

Um die Kennzahl bestimmen zu können müssen Messgeräte vorliegen, die die eingesetzte Energie in das Kühlsystem erfassen. Außerdem müssen Messgeräte vorhanden sein, die die entstandene Abwärme aufzeichnen. Die Kennzahl soll über den Zeitraum eines Jahres bestimmt werden, um saisonale Schwankungen auszugleichen.
Die abzuführende Wärmemenge kann aus dem Volumen-/Massenstrom, der spezifischen Wärmekapazität des Wärmeträgers, der Temperaturdifferenz und der Dauer ermittelt werden. Die elektrische Leistung des Kühlsystems lässt sich über den Stromverbrauch des Kühlsystems bestimmen.

Definiert nach

Definiert in der DIN EN 50600-4-7.

Der Wert kann positiv beeinflusst werden durch folgende Maßnahmen:

- Mr-06 Effiziente Gestaltung der Kühlung durch Luft
- Mr-07 Effiziente Gestaltung der Kühlung durch Wasser

Grenzen der Kennzahl

Umsetzungshürden

1. Vorhandensein von Messgeräten an den notwendigen Stellen, um die abzuführende Wärmemenge und die dafür eingesetzte Energie zu bestimmen
2. Mischbetrieb führt zu Problemen bei der eindeutigen Bestimmung der Werte

3. Verantwortungen unklar zwischen Maschinensaal Verantwortlichem und Verantwortlichem für Gebäudeinfrastruktur
4. Kosten für Messgeräte

Durchführung

Bestimmen Sie in der Organisation einen Verantwortlichen für die Messung der Kennzahl.

Zielwert

Eine möglichst hohe Effizienz des Kühlsystems ist wünschenswert, deswegen wird ein möglichst hoher CER, um 9 oder höher, angestrebt.

Rechtliche Vorgaben

Für Kühlsysteme, die ab dem 01.01.2024 in Betrieb gegangen sind, wird ein CER > 9 vom Blauen Engel gefordert.
Für Kühlsysteme, die ab dem 01.01.2019 (vor dem 31.12.2023) in Betrieb gegangen sind, wird ein CER > 8 vom Blauen Engel gefordert.
Für Kühlsysteme, die ab dem 01.01.2015 (vor dem 31.12.2018) in Betrieb gegangen sind, wird ein CER > 7 vom Blauen Engel gefordert.
Für Kühlsysteme, die vor dem 01.01.2015 in Betrieb gegangen sind, wird ein CER > 5 vom Blauen Engel gefordert.

Hierbei wird aber berücksichtigt, dass Kühlsysteme bei neu errichteten Rechenzentren teilweise noch nicht voll ausgelastet sind, deswegen wird gefordert, dass:

- der CER > 5 sein muss, wenn das Rechenzentrum vor weniger als 1 Jahr In Betrieb genommen wurde
- der CER > 6,5 sein muss, wenn das Rechenzentrum vor weniger als 2, aber mehr als 1 Jahr in Betrieb genommen wurde

Siehe auch Blauer Engel für Rechenzentren: https://be-rechenzentren.de/vergabekriterien/energieeffizienz-des-kuehlsystems/

Zertifizierung

Der CER wird für die Zertifizierung:

- Blauer Engel für Rechenzentren

gefordert.

Kr-05 : Water Usage Effectiveness

Zielsetzung der Kennzahl

Mit Hilfe der Kennzahl soll die Effiziente Nutzung des Wassers im Kühlsystem überprüft werden.

Formel zur Bestimmung der Kennzahl

$$\mathrm{WUE} = \frac{\text{Wasserverbrauch des RZ}}{\text{Gesamtenergiebedarf der IT}}$$ [29].

Einheiten

Die Einheit der Kennzahl ist Liter pro Kilowattstunde [l/kWh]. Der Wasserverbrauch wird in Liter [l] angegeben und der Gesamtenergiebedarf in Kilowattstunden [kWh]

Empfehlung für die Bestimmung

Der Wasserverbrauch kann über die Zähler ausgewertet werden. Der Gesamtenergiebedarf der IT kann über die Messstellen, siehe PUE Kr-01 ausgewertet werden.
Die Bestimmung des Gesamtenergiebedarfs der IT, kann auf dieselbe Weise durchgeführt werden, wie beim PUE, siehe Kr-01.

Definiert nach

Definiert in der DIN EN 50600-4-9.

Der Wert kann positiv beeinflusst werden durch folgende Maßnahmen:

- Mr-07 Effiziente Gestaltung der Kühlung durch Wasser

Grenzen der Kennzahl

Umsetzungshürden

1. Vorhandensein von Messgeräten, die den Wasserverbrauch des RZs bestimmen und von Messgeräten wie bei der Bestimmung des PUE-Werts, die den Energieverbrauch der IT detektieren
2. Mischbetrieb führt zu Problemen bei der eindeutigen Bestimmung der Werte
3. Verantwortungen unklar zwischen Maschinensaal Verantwortlichem und Verantwortlichem für Gebäudeinfrastruktur
4. Kosten für Messgeräte

Durchführung
Bestimmen Sie in der Organisation einen Verantwortlichen für die Messung der Kennzahl.
Zielwert
Das Ziel ist es, den Wasserverbrauch möglichst gering zu halten. Ein niedriger WUE-Wert ist erstrebenswert.
Rechtliche Vorgaben
Erfassung laut EnEfG für gewisse RZs verpflichtend.
Zertifizierung
Der WUE wird für die Zertifizierung: • EMAS (W1: Gesamter jährlicher Wasserverbrauch in Kubikmetern) • Blauer Engel für Rechenzentren gefordert.

Kr-06 : IT Equipment Utilization for Servers

Zielsetzung der Kennzahl

Mit Hilfe der Kennzahl soll die mittlere Auslastung der Server bestimmt werden. Da die Energieeffizienz von Servern bei höherer Auslastung besser ist, wird eine möglichst hohe Auslastung angestrebt. Ist die Auslastung sehr gering, dann kann darauf mit Virtualisierung oder der „Ausschaltfunktion“ von einzelnen Servern reagiert werden [23, 30].

Formel zur Bestimmung der Kennzahl

$$\mathrm{ITEU_{SV}(t)} = \frac{\text{Summe aus CPU Auslastungsgrad der Server zum Zeitpunkt t}}{\text{Anzahl der betrachteten Server}}$$ [23].

Einheiten

Die Einheit der Kennzahl wird in Prozent [%] angegeben. Die Summe der Server zum Zeitpunkt t ($\mathrm{CUS_i(t)}$) wird in Prozent [%] angegeben und die Anzahl der Server N ist dimensionslos.

Empfehlung für die Bestimmung

Die Bestimmung muss kontinuierlich erfolgen, dafür können unterschiedliche Leistungsüberwachungstools verwendet werden. Die Bestimmung sollte im Verlauf eines Jahres durchgeführt werden. Spitzen in der Auslastung und deren Dauer sollten angegeben werden [23].

Definiert nach

ISO 30134-5 [23].

Der Wert kann positiv beeinflusst werden durch folgende Maßnahmen:

- Mr-02 Zentralisierung der IT innerhalb der Hochschulen inklusive Serverkonsolidierung und -virtualisierung

Grenzen der Kennzahl

Die Kennzahl betrachtet nur die Spitzenauslastung der Geräte (vor allem Server).

Umsetzungshürden

1. Vorhandensein von Leistungsüberwachungstools
2. Mischbetrieb führt zu Problemen bei der eindeutigen Bestimmung der Werte
3. Verantwortungen unklar zwischen Maschinensaal Verantwortlichem und Verantwortlichem für Gebäudeinfrastruktur

4. Kosten für Messgeräte und die passende Software
Durchführung
Bestimmen Sie in der Organisation einen Verantwortlichen für die Messung der Kennzahl.
Zielwert
Eine möglichst hohe Auslastung pro Server wäre wünschenswert. Ein Wert nahe an den 100 % ist hierbei das Ziel.
Rechtliche Vorgaben
Zertifizierung

Kr-07 : Carbon Usage Effectiveness

Zielsetzung der Kennzahl

Die Kennzahl soll die Treibhausgasemissionen des RZs bewerten.

Formel zur Bestimmung der Kennzahl

$$\text{CUE} = \text{CEF X PUE} = \frac{\text{CO}_2 \text{ Emissionen des Energiebedarfs des RZ}}{\text{Gesamtenergiebedarf IT}}$$

Einheiten

Die Einheit der Kennzahl ist Kilogramm CO_2 Äquivalent pro Kilowattstunde [kg CO_2 eq/ kWh]. Der Gesamtenergiebedarf der IT wird in Kilowattstunden [kWh] angegeben. Die Emissionen werden in Kilogramm CO_2 Äquivalent [kg CO_2 eq] angegeben.

Empfehlung für die Bestimmung

Liegt der PUE für das Rechenzentrum vor, kann der CUE-Wert durch Multiplikation des PUE-Werts mit dem Carbon Emission Factor (CEF) berechnet werden. Der CEF kann unter anderem mit Hilfe des CO_2 Rechners des IZU bestimmt werden, siehe Bayerisches Landesamt für Umwelt.

Definiert nach

Definiert nach Green Grid [31].

Der Wert kann positiv beeinflusst werden durch folgende Maßnahmen:

- Mr-02 Zentralisierung der IT innerhalb der Hochschule inklusive Serverkonsolidierung und -virtualisierung
- Mr-03 Auslagerung der IT in spezialisierte Rechenzentren
- Mr-04 Effiziente Gestaltung der Kühlung durch Luft
- Mr-06 Effiziente Gestaltung der Kühlung durch Wasser
- Mr-07 Einsatz von Energiesparfunktionen
- Mr-08 HDDs für leistungsintensive und kritische Anwendungen ersetzen

Grenzen der Kennzahl

Die Kennzahl gibt nicht die Effizienz der eingesetzten THGs wieder. Außerdem gibt es keinen vorgegebenen Zielwert für den CUE.

Umsetzungshürden

1. Vorhandensein von Messgeräten, siehe Kr-01 PUE

2. Mischbetrieb führt zu Problemen bei der eindeutigen Bestimmung der Werte
3. Verantwortungen unklar zwischen Maschinensaal Verantwortlichem und Verantwortlichem für Gebäudeinfrastruktur
4. Kosten für Messgeräte

Durchführung

Bestimmen Sie in der Organisation einen Verantwortlichen für die Messung der Kennzahl.

Zielwert

Das Ziel ist es, die CO_2 Emission möglichst gering zu halten. Ein niedriger CUE-Wert ist erstrebenswert.

Rechtliche Vorgaben

Zertifizierung

Der CUE wird für die Zertifizierung:

- EMAS (Em1: jährliche Gesamtemission von Treibhausgasen)

gefordert.

Kr-08 : Menge der im Rechenzentrum gespeicherten und verarbeiteten Daten
Zielsetzung der Kennzahl
Diese Kennzahlen werden erhoben, um einen Überblick über den Datenverkehr im Rechenzentrum zu erhalten.
Formeln zur Bestimmung der Kennzahlen
B_{IN} = Bandbreite des eingehenden Datenverkehrs B_{OUT} = Bandbreite des ausgehenden Datenverkehrs T_{IN} = Menge des jährlich eingehenden Datenverkehrs T_{OUT} = Menge des jährlich ausgehenden Datenverkehrs[32]
Einheiten
Die Bandbreite des eingehenden wie auch des ausgehenden Datenverkehrs wird in Gigabyte pro Sekunde [GB/s] angegeben. Die Menge des jährlich eingehenden, sowie des ausgehenden, Datenverkehrs wird in Exabyte [EB] angegeben.
Empfehlung für die Bestimmung
Die Kennzahl kann im Rechenzentrum ausgelesen werden. Um einen aussagekräftigen Wert zu erhalten wird die bereitgestellte Bandbreite gemessen, aggregiert und über das Jahr gemittelt [32]. Für die Bestimmung des Datenverkehrs werden die aggregierten Daten über das Jahr erhoben. [32]
Definiert nach
Grenze der Kennzahl
Diese Kennzahlen lassen sich schlecht durch das Rechenzentrum beeinflussen.
Umsetzungshürden
Durchführung
Bestimmen Sie in der Organisation einen Verantwortlichen für die Messung der Kennzahlen.
Zielwert

Ein möglichst niedriger Wert ist hier wünschenswert. Diese Werte lassen sich aber nur bedingt durch das Rechenzentrum beeinflussen und hängen zu einem großen Teil von den Anwendenden ab.
Rechtliche Vorgaben
Verpflichtend, siehe EnEfG Anlage 3 2e).
Zertifizierung

3.1.2 Ergänzende Kennzahlen

Kr-09 : Cooling Load Factor

Zielsetzung der Kennzahl

Bestimmung des Verhältnisses von Energiebedarf des Kühlsystems zum Energiebedarf der IT [23].

Formel zur Bestimmung der Kennzahl

$$\mathrm{CLF} = \frac{\text{Energiebedarf des Kühlsystems}}{\text{Energiebedarf der IT}}$$

Einheiten

Der Energiebedarf wird jeweils in Kilowattstunden [kWh] angegeben. Die Kennzahl ist somit dimensionslos.

Empfehlung für die Bestimmung

Um die Kennzahl bestimmen zu können muss das Kühlsystem und die IT-Abnehmer mit den notwendigen Messgeräten ausgestattet sein.

Definiert nach

Der Wert kann positiv beeinflusst werden durch folgende Maßnahmen:

- Mr-04: Effiziente Gestaltung der Kühlung durch Luft
- Mr-06: Effiziente Gestaltung der Kühlung durch Wasser

Grenzen der Kennzahl

Die Energiebedarfe werden hierbei nur in ein Verhältnis zueinander gesetzt. Ein hoher Energiebedarf der IT wirkt sich positiv auf die Kennzahl aus.

Umsetzungshürden

1. Vorhandensein von Messgeräten, die den Energieverbrauch der Kühlung bestimmen und von Messgeräten, wie bei der Bestimmung des PUE-Werts, die den Energieverbrauch der IT detektieren
2. Mischbetrieb führt zu Problemen bei der eindeutigen Bestimmung der Werte
3. Verantwortungen unklar zwischen Maschinensaal Verantwortlichem und Verantwortlichem für Gebäudeinfrastruktur
4. Kosten für Messgeräte

Durchführung
Bestimmen Sie in der Organisation einen Verantwortlichen für die Messung der Kennzahl.
Zielwert
Der Wert soll möglichst klein werden und möglichst nahe 0 liegen.
Rechtliche Vorgaben
Zertifizierung

Kr-10 : Anteil freier Kühlung

Zielsetzung der Kennzahl

Bestimmung des Verhältnisses von Kühlung mit Außenluft im Verhältnis zu den gesamten Kühlstunden.

Formel zur Bestimmung der Kennzahl

$$C_{\%frei} = \frac{\text{Stunden mit freier Kühlung}}{\text{Kühlstunden insgesamt}} \cdot 100\%$$

Einheiten

Die Zeit wird jeweils in Stunden [h] angegeben. Die Kennzahl wird in Prozent [%] angegeben.

Empfehlung für die Bestimmung

Um die Kennzahl bestimmen zu können, muss das Kühlsystem und die IT-Abnehmer mit den richtigen Messgeräten ausgestattet sein.

Definiert nach

Der Wert kann positiv beeinflusst werden durch folgende Maßnahmen:

- Mr-02: Kühlung

Grenzen der Kennzahl

Die Kennzahl kann durch eine Reduzierung an Kühlstunden oder Erhöhung der Zeit mit freier Kühlung positiv beeinflusst werden.

Umsetzungshürden

1. Vorhandensein von Messgeräten an den notwendigen Stellen, um die Stunden zu messen die gekühlt wird und die Stunden an denen mit freier Kühlung gearbeitet wird
2. Mischbetrieb führt zu Problemen bei der eindeutigen Bestimmung der Werte
3. Verantwortungen unklar zwischen Maschinensaal Verantwortlichem und Verantwortlichem für Gebäudeinfrastruktur
4. Kosten für Messgeräte

Durchführung

Bestimmen Sie in der Organisation einen Verantwortlichen für die Messung der Kennzahl.

Zielwert
Der Zielwert sollte idealerweise nahe 100% liegen.
Rechtliche Vorgaben
Zertifizierung

Kr-11 : Energy Reuse Effectiveness

Zielsetzung der Kennzahl

Der ERE wird ähnlich wie der PUE bestimmt, jedoch fließt hier die Wiederverwendung von Energie positiv ein. Im Gegensatz zum ERF wird bei der Bestimmung des ERE auch der Energiebedarf für die IT berücksichtigt.

Formel zur Bestimmung der Kennzahl

$$\mathrm{ERE} = \frac{\text{Gesamtenergiebedarf des RZ} - \text{Wiederverwendete Energie des RZ}}{\text{Energiebedarf für die IT}} = (1 - \mathrm{ERF}) \cdot \mathrm{PUE}$$

Einheiten

Die Kennzahl ist dimensionslos. Die wiederverwendete Energie, der Gesamtenergiebedarf und der Energiebedarf der IT werden jeweils in Kilowattstunden [kWh] angegeben.

Empfehlung für die Bestimmung

Der Gesamtenergiebedarf des Rechenzentrums kann aus der Abrechnung mit den Energieversorger abgelesen werden. Die Menge der wiederverwendeten Energie muss vor Ort mit Hilfe von Messgeräten bestimmt werden. Der Energiebedarf für die IT muss auch vor Ort abgelesen werden, siehe Kr-01: PUE.

Definiert nach

Der Wert kann positiv beeinflusst werden durch folgende Maßnahmen:

- Mr-05 Nutzung der Abwärme

Grenzen der Kennzahl:

Im Gegensatz zum ERF wird hier die Abwärmenutzung mit dem gesamten Energieverbrauch verrechnet.

Umsetzungshürden

1. Vorhandensein von Messgeräten, die den genutzten Gesamtenergiebedarf des RZ, die wiederverwendete Energie und den Energiebedarf der IT messen
2. Mischbetrieb führt zu Problemen bei der eindeutigen Bestimmung der Werte
3. Verantwortungen unklar zwischen Maschinensaal Verantwortlichem und Verantwortlichem für Gebäudeinfrastruktur

4. Kosten für Messgeräte
Durchführung
Bestimmen Sie in der Organisation einen Verantwortlichen für die Messung der Kennzahl.
Zielwert
Wünschenswert ist ein möglichst niedriger Wert für den ERE. Da sich nicht die komplette Energie des Rechenzentrums wieder nutzen lässt, kann hier nicht mit einem Wert von 0 gerechnet werden.
Rechtliche Vorgaben
Zertifizierung

Kr-12 : Anzahl der Serverräume

Zielsetzung der Kennzahl

Mit dieser Kennzahl soll erfasst werden, in wie vielen Räumen IT-Betrieb stattfindet. Diese Kennzahl dient der Überprüfung des Fortschritts der Zentralisierung von IT.

Formel zur Bestimmung der Kennzahl

$$AS = \text{Anzahl der Serverräume}$$

Einheiten

Die Kennzahl ist dimensionslos.

Empfehlung für die Bestimmung

Die Anzahl der Serverräume[3] sollte im Rechenzentrum bekannt sein. Wenn es Serverräume gibt, die nicht vom Rechenzentrum der Hochschule betrieben werden, müssen diese von den Betreibern an das Rechenzentrum gemeldet werden.

Definiert nach

Der Wert kann positiv beeinflusst werden durch folgende Maßnahmen:

- Mr-02: Zentralisierung der IT innerhalb der Hochschule inklusive Serverkonsolidierung und -virtualisierung

Grenzen der Kennzahl

Umsetzungshürden

1. Mangelnde zentrale Kenntnisse über das Vorhandensein kleinerer Serverräume
2. Fehlen von Vorgaben durch die Hochschulleitung zur Zentralisierung bzw. Meldung kleiner Serverräume

Durchführung

Bestimmen Sie in der Organisation einen Verantwortlichen für die Messung der Kennzahl.

Zielwert

Da eine Zentralisierung der Serverräume angestrebt wird, sollte der Wert möglichst klein sein.

Rechtliche Vorgaben
Zertifizierung

[3]Der Begriff Anzahl der der Serverräume wird im Rahmen des DVB Projekts definiert.

Kr-13 : Virtualisierungsgrad
Zielsetzung der Kennzahl
Mit dieser Kennzahl soll erfasst werden, wie viel der Serverlandschaft schon virtualisiert ist.
Formel zur Bestimmung der Kennzahl
$\text{Vi} = \frac{\text{Anzahl der virtuellen Server}}{\text{Anzahl der physischen Server}}$ [33].
Einheiten
Die Kennzahl und Anzahl der Server ist dimensionslos.
Empfehlung für die Bestimmung
Der Wert kann ausgelesen werden.
Definiert nach
Der Wert kann positiv beeinflusst werden durch folgende Maßnahmen: • Mr-02 Zentralisierung der IT innerhalb der Hochschule inklusive Serverkonsolidierung und -virtualisierung
Grenzen der Kennzahl
Die Kennzahl gibt nur an wie hoch der Virtualisierungsgrad ist. Die effiziente Nutzung der Systeme wird hier nicht berücksichtigt.
Umsetzungshürden
Durchführung
Bestimmen Sie in der Organisation einen Verantwortlichen für die Messung der Kennzahl.
Zielwert
Der Virtualisierungsgrad sollte größer gleich 2 sein[33].
Rechtliche Vorgaben

Zertifizierung

Kr-14 : Rechenzentrumstemperatur

Zielsetzung der Kennzahl

Das Ziel ist die durchschnittliche Temperatur im Rechenzentrum möglichst hoch anzusetzen.

Formel zur Bestimmung der Kennzahl

$$T_{max} = \frac{\sum^{n} T}{n}$$

Einheiten

Die Temperatur wird in Grad Celsius [°C] angegeben. Die Anzahl n ist dimensionslos.

Empfehlung für die Bestimmung

Möglichst regelmäßiges messen der Temperatur im Rechenzentrum.

Definiert nach

Der Wert kann positiv beeinflusst werden durch folgende Maßnahmen:

- Mr-04 Effiziente Gestaltung der Kühlung durch Luft
- Mr-06 Effiziente Gestaltung der Kühlung durch Wasser

Grenzen der Kennzahl

Die Temperatur im Rechenzentrum sollte möglichst hoch angesetzt werden, ohne dabei die Hardware zu schädigen.

Umsetzungshürden

1. Kenntnis über die Temperatur des Maschinensaals bzw. die kontinuierliche Messung
2. Kosten der Messgeräte

Durchführung

Bestimmen Sie in der Organisation einen Verantwortlichen für die Messung der Kennzahl.

Zielwert

Die Temperatur sollte möglichst hoch sein. Temperaturen um die 26°C, abhängig von der Hardware sind hier vertretbar, siehe Maßnahmenkatalog Mr-04. Dabei ist es wichtig, dass die Temperatur keinen negativen Einfluss auf die Hardware hat.

Rechtliche Vorgaben
Zertifizierung

Kr-15 : Rechenzentrumsfläche

Zielsetzung der Kennzahl

Mit Hilfe dieser Kennzahl soll der Anteil an belegter Fläche im Rechenzentrum erfasst werden, um Platzverschwendung entgegenzuwirken.

Formel zur Bestimmung der Kennzahl

$$RZ_{\%Fl} = \frac{\text{belegte RZ Fläche}}{\text{gesamte RZ Fläche}}$$

Einheiten

Die Fläche wird jeweils in Quadratmeter [m^2] angegeben. Die Kennzahl ist damit dimensionslos.

Empfehlung für die Bestimmung

Die Kennzahl muss nur erneut bestimmt werden, wenn sich die Belegung des Rechenzentrums verändert, bzw. es zu Neubau/Umbau Maßnahmen kommt. Zu der belegten Fläche gehören alle Flächen, die zum RZ gehören, hierzu gehören auch Gänge zu den Servern bzw. weiteren Installationen.

Definiert nach

Der Wert kann positiv beeinflusst werden durch folgende Maßnahmen:

- Mr-02 Zentralisierung der IT innerhalb der Hochschule inklusive Serverkonsolidierung und -virtualisierung

Grenzen der Kennzahl

Die Kennzahl ist nur bedingt aussagekräftig und kann keine Auskunft über mögliche Gründe für die Belegung der Fläche geben.

Umsetzungshürden

Durchführung

Bestimmen Sie in der Organisation einen Verantwortlichen für die Messung der Kennzahl. Eine regelmäßige Bestimmung ist nicht notwendig, sondern nur in Fällen von Änderungen.

Zielwert

Die Kennzahl sollte möglichst nahe an 1 liegen. Dies bedeutet, dass ein Großteil der bebauten Fläche auch genutzt wird und möglichst wenig Fläche leer steht.
Rechtliche Vorgaben
Zertifizierung

Kr-16 : Server Idle Energy Coefficient

Zielsetzung der Kennzahl

Diese Kennzahl soll das Verhältnis aus Idle-Energieverbrauch und Gesamtverbrauch anzeigen.

Formel zur Bestimmung der Kennzahl

$$\text{SIEC} = \frac{E_{idle}}{E_{ges}} \cdot 100\% = \frac{(100\% - \text{ØCPU Last}) \cdot P_0 \cdot t}{E_{ges}} \cdot 100\%$$

Einheiten

Die Kennzahl wird in Prozent [%] angegeben.

Empfehlung für die Bestimmung

Für die ø CPU-Last wird die durchschnittliche Auslastung des Servers über den Zeitraum t in Prozent [%] gemessen. Um auftretende Schwankungen zu berücksichtigen, eignet sich als Zeitraum ein Jahr.

Definiert nach

Der Wert kann positiv beeinflusst werden durch folgende Maßnahmen:

- Mr-02: Zentralisierung der IT innerhalb der Hochschule inklusive Serverkonsolidierung und -virtualisierung

Grenzen der Kennzahl:

Der Verbrauch lässt sich nur bedingt beeinflussen, da P_0 fest ist.

Umsetzungshürden

1. Vorliegen der notwendigen Messinfrastruktur, die das regelmäßige und automatische Auslesen ermöglichen
2. Kosten für die Messinfrastruktur

Durchführung

Bestimmen Sie in der Organisation einen Verantwortlichen für die Messung der Kennzahl.

Zielwert und rechtliche Vorgaben

Ein niedriger Idle-Wert ist ein Indikator für eine hohe Energieeffizienz. Je geringer der Energieverbrauch im Leerlauf, desto effizienter arbeitet das System.

Rechtliche Vorgaben
Zertifizierung

3.2 Ausführliche Beschreibung der Anwendenden Kennzahlen

Im Gegensatz zu den Rechenzentrumskennzahlen sind die Kennzahlen im Bereich der Anwendenden weniger eigenständig und enger mit den Maßnahmen verknüpft. Durch sie kann beurteilt werden, wie erfolgreich die Maßnahmen umgesetzt wurden. Der Energieverbrauch lässt sich in dieser Kategorie schlecht bestimmen, da dieser abhängig vom Anwendenden Verhalten und der Tätigkeit, stark schwanken kann, siehe Total Energy Consumption (TEC). Deswegen beschäftigten sich unterschiedliche Kennzahlen wie Amount of Hardware (AoH), die Drucker pro Mitarbeitende (DpP) und Telefone pro Mitarbeitende (TpP) mit der Menge an Hardware, die gekauft bzw. genutzt wird. Durch Einsparungen beim Hardwarekauf können Ressourcen wie Kunststoffe und seltene Erden eingespart werden. Außerdem kann davon ausgegangen werden, dass weniger Energie genutzt wird, da weniger Verbraucher zur Verfügung stehen.

3.2.1 Wesentliche Kennzahlen

Ka-01 : Amount of Hardware
Zielsetzung der Kennzahl
Als Kennzahl für die Inventarisierung, soll sie einen Überblick über die vorhandene Hardware in den jeweiligen Bereichen (Bildschirme, Notebook…) geben. Damit es nicht zu unnötigen Anschaffungen kommt, ist ein umfassender Überblick über die vorhandene Hardware entscheidend.
Formel zur Bestimmung der Kennzahl
$$\mathrm{AoH_X} = \frac{\text{Menge an Hardware}_{\text{Kategorie X}}}{\text{Anzahl der Mitarbeiter}}$$
Einheiten
Die Kennzahl ist dimensionslos.
Empfehlung für die Bestimmung
Im Rahmen der Inventarisierung werden die Geräte gezählt bzw. ihr vorhanden sein notiert. Hierbei sollten möglichst alle Kategorien (Bildschirme, Notebooks, …) erfasst werden und in ein Inventarisierungsprogramm übernommen werden, siehe Maßnahmenkatalog.
Definiert nach
Der Wert kann positiv beeinflusst werden durch folgende Maßnahmen: • Mb-01: Zentrale Beschaffung von IT-Geräten inklusive zentraler Inventarisierung

Grenzen der Kennzahl
Diese Kennzahl kann nur offiziell beschaffte Hardware erfassen. Geräte unter Inventarisierungsgrenzen werden häufig nicht erfasst.
Umsetzungshürden
1. Zentrale Kenntnis aller Geräte. Alte Geräte sind hier teilweise nicht erfasst. 2. Bestimmung von Verantwortlichen
Durchführung
Bestimmen Sie in der Organisation einen Verantwortlichen für die Messung der Kennzahl.
Zielwert
Ein möglichst niedriger Wert ist hier erwünscht. Der Wert wird beeinflusst von der Hochschulgröße (Anzahl an Mitarbeitenden und an Studierenden).
Rechtliche Vorgaben
Öffentliche Einrichtungen müssen Gegenstände ab einem gewissen Betrag inventarisieren.
Zertifizierung

Ka-02 : Drucker pro Mitarbeitende

Zielsetzung der Kennzahl

Hiermit soll die Anzahl der Geräte pro Person überprüft werden. Es sollen Geräte identifiziert werden, deren Betrieb überflüssig ist und diese nach Möglichkeit außer Betrieb genommen werden.

Formel zur Bestimmung der Kennzahl

$$\mathrm{DpP} = \frac{\text{Anzahl der Drucker}}{\text{Anzahl der Mitarbeiter}}$$

Einheiten

Die Kennzahl ist dimensionslos. Sowohl die Anzahl der Drucker als auch der Mitarbeiter ist dimensionslos.

Empfehlung für die Bestimmung

Die Anzahl der Drucker kann über Inventarlisten bestimmt werden. Die Anzahl der Mitarbeiter kann über die Personalabteilung in Erfahrung gebracht werden. Wenn in der Zahl der Drucker auch diejenigen erfasst sind, die von Studenten genutzt werden, sollten die Studenten bei der Erfassung der Mitarbeiter berücksichtigt werden.

Definiert nach

Der Wert kann positiv beeinflusst werden durch folgende Maßnahmen:

- Ma-05: Einsatz von Multifunktionsgeräten für Druck-/Scan-/Kopieraufgaben

Grenzen der Kennzahl

Eine Mindestzahl an Druckern ist notwendig, unabhängig von der Anzahl an Mitarbeitern.

Umsetzungshürden

1. Zentrale Kenntnis aller Geräte. Alte Geräte sind hier teilweise nicht erfasst.
2. Bestimmung von Verantwortlichen

Durchführung

Bestimmen Sie in der Organisation einen Verantwortlichen für die Messung der Kennzahl. Die Messung erfolgt einmal jährlich.

Zielwert

Der Wert sollte möglichst klein werden.

Rechtliche Vorgaben
Zertifizierung

Ka-03 : Telefone pro Mitarbeiter

Zielsetzung der Kennzahl

Im Zuge der fortschreitenden Digitalisierung wird vielerorts anstelle des Telefons eine Softphone Lösung über den PC verwendet. Das physische Telefon wird damit zu einem überflüssigen Stromverbraucher.

Formel zur Bestimmung der Kennzahl

$$\mathrm{TpP} = \frac{\text{Anzahl der Telefone}}{\text{Anzahl der Mitarbeiter}}$$

Einheiten

Die Kennzahl ist dimensionslos. Sowohl die Anzahl der Telefone als auch der Mitarbeiter ist dimensionslos.

Empfehlung für die Bestimmung

Die Anzahl der Telefone kann über Inventarlisten bestimmt werden. Die Anzahl der Mitarbeiter kann über die Personalabteilung in Erfahrung gebracht werden.

Definiert nach

Der Wert kann positiv beeinflusst werden durch folgende Maßnahmen:

- Ma-06: Einführung von Softphone-Lösungen

Grenzen der Kennzahl

Es können nur die offiziell beschafften Telefone erfasst werden.

Umsetzungshürden

Durchführung

Bestimmen Sie in der Organisation einen Verantwortlichen für die Messung der Kennzahl. Die Messung wird einmal jährlich durchgeführt.

Zielwert

Der Wert sollte möglichst klein sein.

Rechtliche Vorgaben

Zertifizierung

Ka-04 : Total Energy Consumption

Zielsetzung der Kennzahl

Das Ziel dieser Kennzahl ist die Erfassung des Energieverbrauchs eines Arbeitsplatzes, um den Anwendenden dies zu verdeutlichen und sie zur Sparsamkeit anzuregen.

Formel zur Bestimmung der Kennzahl

$$\text{TEC} = \text{Stromverbrauch}_{\text{Arbeitstag}} + \text{Stromverbrauch}_{\text{Arbeitsfreiertag}} + \text{Stromverbrauch}_{\text{Peripheriegeräte}}$$

Einheiten

Die Kennzahl wird in Kilowattstunden [kWh] angegeben.

Empfehlung für die Bestimmung

Um die Kennzahl möglichst exakt zu bestimmen, wären Messungen an unterschiedlichen Arbeitsplätzen notwendig. Sollte dies nicht praktikabel sein, besteht die Möglichkeit von Abschätzungen.

Definiert nach

Der Wert kann positiv beeinflusst werden durch folgende Maßnahmen:

- Ma-01 Ausschalten der Computersysteme zum Feierabend
- Ma-04 Effiziente Energieverwaltung von Computersystemen
- Ma-06 Einsatz von Softphone-Lösungen

Grenzen der Kennzahl

Der genaue Strombedarf eines jeden Arbeitsplatzes ist sehr speziell und kann variieren, abhängig von der Anzahl und der Art der Geräte. Diese Kennzahl kann nicht für jeden Arbeitsplatz bestimmt werden, sondern muss geschätzt werden. Geteilte Geräte (z.B. geteilte Drucker) werden hier nicht erfasst.

Umsetzungshürden

1. Unterschiedliche Anforderungen führen zu unterschiedlichen Verbräuchen. Hier lassen sich nicht an jedem Arbeitsplatz Messungen durchführen

Durchführung

Bestimmen Sie in der Organisation einen Verantwortlichen für die Messung der Kennzahl. Die Kennzahl sollte immer dann erhoben werden, wenn es zu wesentlichen Änderungen in der Arbeitsplatzumgebung kommt. Regelmäßige Messungen sind sonst nicht notwendig.

Zielwert
Der Wert sollte möglichst klein sein.
Rechtliche Vorgaben
Zertifizierung

Ka-05 : Schulungen

Zielsetzung der Kennzahl

Mithilfe von Schulungen sollen Mitarbeiter sensibilisiert werden.

Formel zur Bestimmung der Kennzahl

$$\mathrm{Pm1} = \frac{\text{Stundenzahl}}{\text{Mitarbeitende}}$$

Einheiten

Die Einheit für die Kennzahl ist Stunden [h]. Die Einheit der Stundenzahl ist Stunden [h] und die Mitarbeiter sind dimensionslos.

Empfehlung für die Bestimmung

Die Stundenzahl, die Mitarbeitende in nachhaltigen Schulungen verbringen, kann erfasst werden. Dafür muss definiert werden, welche Schulungen darunterfallen.

Definiert nach

Grenzen der Kennzahl

Mit Hilfe der Kennzahl kann nicht erfasst werden, wie ausgewogen die Schulung der Mitarbeiter abläuft. Ziel ist, Mitarbeitenden aus möglichst allen Abteilungen einzubeziehen.

Umsetzungshürden

Durchführung

Bestimmen Sie in der Organisation einen Verantwortlichen für die Messung der Kennzahl. Die Messung erfolgt einmal jährlich.

Zielwert

Der Wert der Kennzahl sollte möglichst hoch ausfallen.

Rechtliche Vorgaben

Zertifizierung
Der Pm1 wird für die Zertifizierung: • EMAS (Pm1: Anzahl der umweltrelevanten Schulungen, Trainings und Weiterbildungen) gefordert.

3.2.2 Ergänzende Kennzahlen

Ka-06 : Ausgedruckte Seiten

Zielsetzung der Kennzahl

Auch wenn die meisten öffentlichen Institutionen auf dem Weg zum papierlosen Büro noch am Anfang stehen, ist die Reduzierung der gedruckten Seiten ein wichtiger Schritt. Im Zuge der Druckerkonsolidierung sollte diese Kennzahl auch abnehmen.

Formel zur Bestimmung der Kennzahl

$$\text{SpP} = \frac{\text{Anzahl der ausgedruckten Seiten}}{\text{Anzahl der Mitarbeiter}}$$

Einheiten

Die Kennzahl ist dimensionslos. Sowohl die Anzahl der gedruckten Seiten als auch der Mitarbeiter ist dimensionslos.

Empfehlung für die Bestimmung

Die Anzahl der gedruckten Seiten kann über die eingekaufte Menge, bzw. die abgerufene Menge Druckerpapier abgeschätzt werden. Eine Alternative ist, die Anzahl der gedruckten Seiten über die Print Management Software (ein mögliches Beispiel hierfür wäre PaperCut) auszulesen.

Definiert nach

Der Wert kann positiv beeinflusst werden durch folgende Maßnahmen:

- Ma-02: Einsatz von nachhaltigen Druckeigenschaften (schwarz-weiß/Duplex)
- Ma-05: Einsatz von Multifunktionsgeräten für Druck-/Scan-/Kopieraufgaben

Grenzen der Kennzahl

Anhand der Kennzahl lässt sich nicht sagen, ob die gedruckten Seiten ausgedruckt werden mussten, oder ob auf den Druck hätte verzichtet werden können.

Umsetzungshürden

1. Wenn das Druckerpapier nicht zentral verwaltet wird, ist die Bestimmung der Kennzahl kompliziert, sodass mit Schätzungen gearbeitet werden muss.

Durchführung

Bestimmen Sie in der Organisation einen Verantwortlichen für die Messung der Kennzahl. Die Messung erfolgt einmal jährlich.
Zielwert
Der Wert sollte möglichst klein werden.
Rechtliche Vorgaben
Zertifizierung

3.3 Ausführliche Beschreibung der Beschaffungskennzahlen

Die Beschaffungskennzahlen haben hauptsächlich das Ziel, den Erfolg der Beschaffungsmaßnahmen zu überprüfen. Wichtige Kennzahlen der Ressourcen sind hier das Sustainable Supplier Ratio (SSR) und das Green Lable Ratio (GLR). Für die Ressourcenentsorgung gibt es die Electronic Disposal Efficieny (EDE) und die Verpackungsrecyclingquote (VPR). Die Ressource Energie wird dabei aber nicht direkt gemessen.

3.3.1 Wesentliche Kennzahlen

Kb-01 : Sustainable Supplier Ratio [28]
Zielsetzung der Kennzahl
Mit dieser Kennzahl soll der Anteil an nachhaltigen Lieferanten bestimmt werden.
Formel zur Bestimmung der Kennzahl
$$\text{SSR} = \frac{\text{Anzahl nachhaltiger Lierfanten}}{\text{Gesamtanzahl der Lieferanten}} \times 100\%$$
Einheiten
Die Kennzahl wird in Prozent [%] angegeben. Die Anzahl der Lieferanten ist jeweils dimensionslos.
Empfehlung für die Bestimmung
Bei der Bestimmung der nachhaltigen Lieferanten sollten auf die Labels wie „Blauer Engel“, Transmission Control Protocol (TCO) und ähnliche geachtet werden.
Definiert nach
Der Wert kann positiv beeinflusst werden durch folgende Maßnahmen: • Mb-01: Zentrale Beschaffung von IT-Geräten inklusive zentraler Inventarisierung • Mb-02: Beschaffung über den Rahmenvertrag • Mb-03: Beachtung von Ökolabels • Mb-04: Beachtung von EU-Richtlinien • Mb-05: Beachtung der ILO Kernarbeitsnorm
Grenzen der Kennzahl
Da eine Überprüfung der Lieferanten auf Nachhaltigkeit nicht angedacht ist, wird hier ein zertifizierter Lieferant als nachhaltig eingestuft.

Umsetzungshürden
1. Mögliche Unklarheit bei der Einschätzung, welche Labels die Lieferanten vorlegen müssen, um als nachhaltig betitelt zu werden 2. Zentrale Sammlung und Auswertung der Beschaffungsdaten
Durchführung
Bestimmen Sie in der Organisation einen Verantwortlichen für die Messung der Kennzahl. Die Durchführung erfolgt einmal jährlich.
Zielwert
Der Wert sollte möglichst hoch sein. Das Ziel ist, dass 100% der Lieferanten als nachhaltig einzustufen sind.
Rechtliche Vorgaben
Zertifizierung
Der SSR wird für die Zertifizierung: • EMAS (Bs4: Anteil der nach umweltrelevantem Standard zertifizierten Lieferanten) gefordert.

Kb-02 : Green Label Ratio [28]

Zielsetzung der Kennzahl

Mit Hilfe der Kennzahl soll bestimmt werden, wie viele der gekauften IT-Geräte nachhaltige Labels vorweisen.

Formel zur Bestimmung der Kennzahl

$$\text{GLR} = \frac{\text{Anzahl der beschafften Produkte mit einem Nachhaltigkeitslabel}}{\text{Anzahl der beschafften Produkte}} \times 100\%$$

Einheiten

Die Anzahl ist jeweils dimensionslos. Die Kennzahl wird in Prozent [%] angegeben.

Empfehlung für die Bestimmung

Im Prozess der Gerätebeschaffung kann inventarisiert werden, welche der gekauften Geräte die entsprechenden Labels vorweisen.

Definiert nach

Der Wert kann positiv beeinflusst werden durch folgende Maßnahmen:

- Mb-03: Beschaffung über den Rahmenvertrag
- Mb-04: Beachtung von Ökolabels
- Mb-05: Beachtung von EU-Richtlinien
- Mb-06: Beachtung der ILO Kernarbeitsnorm

Grenzen der Kennzahl

Für die Kennzahl können nur die zertifizierten Produkte erfasst werden, andere nachhaltige Produkte können nicht erfasst werden.

Umsetzungshürden

1. Mögliche Unklarheit bei der Einschätzung, welche Labels die Geräte vorweisen müssen, um als nachhaltig betitelt zu werden, Gefahr des Green Washing
2. Zentrale Sammlung und Auswertung der Beschaffungsdaten

Durchführung

Bestimmen Sie in der Organisation einen Verantwortlichen für die Messung der Kennzahl. Die Durchführung erfolgt einmal jährlich.

Zielwert
Ziel ist hier ein möglichst hoher Wert. Das Ziel ist, dass 100% der Geräte als nachhaltig einzustufen sind.
Rechtliche Vorgaben
Zertifizierung
Der GLR wird für die Zertifizierung: • EMAS (Bs3: Anteil der nach umweltrelevantem Label zertifizierten Produkte) gefordert.

Kb-03 : Electronic Disposal Efficiency

Zielsetzung der Kennzahl

Soll überprüfen, wie viel der entsorgten Hardware an einen akkreditierten Partner übergeben werden.

Formel zur Bestimmung der Kennzahl

$$EDE = \frac{M_{disposal,responsible}}{M_{disposal,total}}$$ [23].

Einheiten

Die Menge wird jeweils in Tonnen [t] angegeben. Die Kennzahl ist dimensionslos.

Empfehlung für die Bestimmung

Für diese Kennzahl wird die Anzahl der über akkreditierte Partner entsorgten Geräte, $M_{disposal,responsible}$, ins Verhältnis zu der gesamten Anzahl an entsorgten Geräten, $M_{disposal,total}$ genommen [23].

Definiert nach

Der Wert kann positiv beeinflusst werden durch folgende Maßnahmen:

- Mb-06: Entsorgung über den bayernweiten Entsorgungsleitfaden

Grenzen der Kennzahl

Umsetzungshürden

1. Mögliche Schwierigkeiten bei der Auswahl akkreditierter Entsorger
2. Zentrale Sammlung und Auswertung der Entsorgungsdaten

Durchführung

Bestimmen Sie in der Organisation einen Verantwortlichen für die Messung der Kennzahl. Die Durchführung erfolgt einmal jährlich.

Zielwert

Ziel ist hier ein möglichst hoher Wert. Der Wertebereich liegt zwischen 0-1. Optimal ist ein Wert von 1.

Rechtliche Vorgaben

Zertifizierung

3.3.2 Ergänzende Kennzahlen

Kb-04 : Verpackungsrecyclingquote
Zielsetzung der Kennzahl
Da es sich bei Rechenzentren nicht um produzierende Gewerbe handelt, entstehen außer den Verschleißteilen, die für die Aufrechterhaltung der Services benötigt werden und deren Verpackungen keine Abfälle an. Die Verpackungen können gemäß des Rahmenvertrags wieder an die Lieferanten zurückgeführt werden. Dies soll mit Hilfe dieser Kennzahl überprüft werden.
Formel zur Bestimmung der Kennzahl
$$\text{VPR} = \frac{\text{Zurückgegebene Verpackungen}}{\text{Erhaltene Verpackungen}}$$
Einheiten
Die Kennzahl ist dimensionslos. Die Anzahl der Verpackungen ist auch dimensionslos.
Empfehlung für die Bestimmung
Die Anzahl der erhaltenen Verpackungen kann über die Anzahl der gekauften Geräte erfasst werden. Hierbei wird davon ausgegangen, dass jedes Gerät verpackt ist. Die Anzahl der zurückgegebenen Verpackungen muss extra erfasst werden.
Definiert nach
Grenzen der Kennzahl
Hier muss angemerkt werden, dass nicht jedes Gerät gleich stark verpackt ist. Außerdem können die Verpackungen können außerhalb des Rahmenvertrags recycelt werden, dies lässt sich aber schwerer nachvollziehen und kann mit Kosten verbunden sein.
Umsetzungshürden
1. Zugriff auf die Anzahl der zurückgegebenen Verpackungen. Es bietet sich hier ein zentrales Sammeln der Verpackungen an.
Durchführung

Bestimmen Sie in der Organisation einen Verantwortlichen für die Messung der Kennzahl. Die Durchführung erfolgt einmal jährlich.
Zielwert
Der Zielwert sollte möglichst gegen 1 gehen.
Rechtliche Vorgabe
Zertifizierung

4 Fazit

Mit Hilfe dieses Kennzahlenkatalogs soll ein wichtiger Schritt hin zu einem nachhaltigeren IT Betrieb an bayerischen Hochschulen gegangen werden. Mit den aufgeführten Kennzahlen in den Bereichen Rechenzentrum, Anwenderverhalten sowie Beschaffung und Entsorgung soll ermöglicht werden, Anreize zu schaffen und Maßnahmen zu überprüfen, um Fortschritte im Bereich Green IT zu messen. Hierbei muss bedacht werden, dass viele der Kennzahlen über einen langen Zeitraum erfasst werden müssen. Der Katalog kann dabei nur als Empfehlung angesehen werden.

In diesem Sinne versteht sich diese erste Version des Kennzahlenkatalogs als Ausgangspunkt, den bayerischen Hochschulen eine klare Orientierung zu bieten und sie dabei zu unterstützen, mit Hilfe von Messkonzepten den IST-Zustand zu ermitteln und Veränderungen hin zu einem nachhaltigeren Betrieb zu messen. Dieser Katalog sowie das Pendant mit den Maßnahmen sollen regelmäßig ergänzt und aktualisiert werden, um sich an die Bedürfnisse der Nutzer anzupassen.

Die vorgeschlagenen Kennzahlen sind nur eine Auswahl an möglichen Green IT-Kennzahlen. Um die unterschiedliche Dringlichkeit bei der Bestimmung zu verdeutlichen, wurden die Kennzahlen in „wesentlich“ und „ergänzend“ unterteilt. Im Rahmen des Projektes musste festgestellt werden, dass die Messinfrastruktur an den meisten Hochschulen nur begrenzt ausgebaut ist. Im Zuge dessen sollte der Fokus, auf den im Rahmen des EnEfG geforderten Kennzahlen liegen. Alle weiteren Kennzahlen können in darauffolgenden Schritten erhoben werden, um mögliche Einsparpotentiale zu erzielen. Dieses schrittweise und strukturierte Vorgehen bei der Erhebung von Kennzahlen, so wie auch der Umsetzung von Maßnahmen ist wichtig, um ein ineinandergreifendes Vorgehen zu ermöglichen.

Dabei ist der Fokus auf eine langfristige Perspektive essenziell: Eine ganzheitliche Transformation hin zu Green IT verlangt ein durchdachtes Zusammenspiel von technischen, organisatorischen und personellen Anpassungen, die auf Nachhaltigkeit ausgerichtet sind und kontinuierlich weiterentwickelt werden.

Literaturverzeichnis

[1] Globaler Rat für Elektronik, “Stand der Nachhaltigkeitsforschung zur Eindämmung des Klimawandels,” *Globaler Rat für Elektronik*, 05 Aug., 2021. https://globalelectronicscouncil.org/de/resources/state-of-sustainability-research/climate-change/ (accessed: Feb. 21 2024).

[2] H.-J. Leersch, *Höherer Stromverbrauch durch Rechenzentren erwartet.* [Online]. Available: https://www.bundestag.de/presse/hib/kurzmeldungen-1033542 (accessed: Feb. 3 2025).

[3] J. Corbett, “Designing and Using Carbon Management Systems to Promote Ecologically Responsible Behaviors,” *JAIS*, vol. 14, no. 7, pp. 339–378, 2013, doi: 10.17705/1jais.00338.

[4] I. Pufé, *Nachhaltigkeit,* 3rd ed. UTB GmbH: UVK Verlagsgesellschaft mbH, 2017.

[5] S. Cai, X. Chen, and I. Bose, “Exploring the role of IT for environmental sustainability in China: An empirical analysis,” *International Journal of Production Economics*, vol. 146, no. 2, pp. 491–500, 2013, doi: 10.1016/j.ijpe.2013.01.030.

[6] J. Dedrick, “Green IS: Concepts and Issues for Information Systems Research,” *Communications of the Association for Information Systems*, vol. 27, no. 1, 2010, doi: 10.17705/1CAIS.02711.

[7] R. Gholami, A. B. Sulaiman, T. Ramayah, and A. Molla, “Senior managers’ perception on green information systems (IS) adoption and environmental performance: Results from a field survey,” *Information & Management*, vol. 50, no. 7, pp. 431–438, 2013, doi: 10.1016/j.im.2013.01.004.

[8] F. Loeser, *Green IT and Green IS: Definition of constructs and overview of current practices*, 2013. [Online]. Available: https://core.ac.uk/download/pdf/301360237.pdf

[9] Umweltbundesamt, *Produkte länger nutzen.* [Online]. Available: https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/uebergreifende-tipps/produkte-laenger-nutzen (accessed: Oct. 30 2024).

[10] Statistisches Bundesamt, *Ein Viertel aller Erwerbstätigen arbeitete 2021 im Homeoffice.* [Online]. Available: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Zahl-der-Woche/2022/PD22_24_p002.html (accessed: Oct. 30 2024).

[11] D. Lindner, *KMU im digitalen Wandel*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2019.

[12] Bundesregierung, *“Gesetzentwurf der Bundesregierung Entwurf eines Gesetzes zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Änderung des Energiedienstleistungsgesetzes,”* [Online]. Available: https://dserver.bundestag.de/btd/20/068/2006872.pdf

[13] Landtag des Freistaates Bayern, *BayHIG: Bayerisches Hochschulinnovationsgesetz (BayHIG) Vom 5. August 2022 (GVBl. S. 414) BayRS 2210-1-3-WK (Art. 1–132) - Bürgerservice.* [Online]. Available: https://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayHIG/true (accessed: Oct. 30 2024).

[14] B.-W. Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, *„Landesstrategie Green IT“.* [Online]. Available: https://um.badenwuerttemberg.de/de/klima-energie/klimaschutz/klimaneutrale-landesverwaltung/greenit/kompetenzstelle-green-it/die-landesstrategie (accessed: Jan. 7 2025).

[15] Y. Mayr, “IT-Umweltmanagement nach EMAS – Ein Leitfaden für den Aufbau einer Green-IT der bayerischen Hochschulen,” Zenodo, 2022.

[16] A. Kott, R. Groß, H. Kosch, J. Schuster, and C. Bauer, *„15 Vorschläge von strategischen Green IT Leitlinien für eine Integration in die IT-Strategie der bayerischen Hochschulen“*.

[17] Zentrum Hochschule & Nachhaltigkeit Bayern, *Arbeitsgruppe Green IT.* [Online]. Available: https://www.nachhaltigehochschule.de/arbeitsgruppen/ag-green-it/ (accessed: Feb. 21 2024).

[18] Bundesregierung, *Gesetzentwurf der Bundesregierung Entwurf eines Gesetzes zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Änderung des Energiedienstleistungsgesetzes.* [Online]. Available: https://dserver.bundestag.de/btd/20/068/2006872.pdf (accessed: Feb. 21 2024).

[19] Europäische Union, *"VERORDNUNG (EU) 2019/ 424 DER KOMMISSION - vom 15. März 2019 - zur Festlegung von Ökodesign-Anforderungen an Server und Datenspeicherprodukte gemäß der Richtlinie 2009/ 125/ EG des Europäischen Parlaments und des Rates und zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 617/ 2013 der Kommission."* [Online]. Available: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0424&qid=1699748848702

[20] Eurostat, *"Glossary:Information and communication technology (ICT)/de."* [Online]. Available: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Information_and_communication_technology_(ICT)/de

[21] BSI, *"Lerneinheit 3.6:," Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik.* [Online]. Available: https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Unternehmen-und-Organisationen/Standards-und-Zertifizierung/IT-Grundschutz/Zertifizierte-Informationssicherheit/IT-Grundschutzschulung/Online-Kurs-IT-Grundschutz/Lektion_3_Strukturanalyse/3_06_IT-SystemeErheben.html?nn=440078

[22] Europäische Union, *"VERORDNUNG (EU) 2024/1781 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES."* [Online]. Available: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=OJ%3AL_202401781

[23] B. Schödwell and R. Zarnekow, *Kennzahlen und Indikatoren für die Beurteilung der Ressourceneffizienz von Rechenzentren und Prüfung der praktischen Anwendbarkeit.: Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit*. Dessau-Roßlau, Germany, 2018.

[24] The Green Grid Association, *PUE: a comprehensive examination of the metric*, 2012. [Online]. Available: http://nikom.in/downloads/0a58778d-fc96-4482-8c46-13abe76b015c.pdf

[25] M. Wilkens, G. Drenkelfort, and L. Dittmar, *Bewertung von Kennzahlen und Kennzahlensystemen zur Beschreibung der Energieeffizienz von Rechenzentren*. Berlin: Universitätsverlag der TU Berlin, 2012.

[26] The Green Grid Association; American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, *PUE: A comprehensive examination of the metric*. Atlanta, GA, Beaverton, OR: ASHRAE; The Green Grid, 2014.

[27] Bitkom e.v., *Wie messe ich den PUE richtig?: Leitfaden.* [Online]. Available: https://www.google.com/search?client=firefox-b-e&channel=entpr&q=Bitkom+PUE (accessed: Apr. 14 2025).

[28] F. Löser and R. Zarnekow, *Nachhaltiges IT-Management: Unternehmensweite Maßnahmen strategisch planen und erfolgreich umsetzen,* 1st ed. Heidelberg: dpunkt.verlag, 2015. [Online]. Available: http://ebooks.ciando.com/book/index.cfm/bok_id/2010803;B:CIANDO

[29] D. Azevedo, C. Belady and J. Pouchet, *Water usage effectiveness (WUE™): A green grid datacenter sustainability metric*, 2011. [Online]. Available: https://airatwork.com/wp-content/uploads/the-green-grid-white-paper-35-wue-usage-guidelines.pdf

[30] J. Kaplan, W. Forrest and N. Kindler, *Revolutionizing data center energy efficiency, McKinsey & Company*, 2008.

[31] D. Azevedo, M. Patterson, J. Pouchet and R. Tipley, *Carbon usage effectiveness (CUE): A green grid data center sustainability metric*, 2010. [Online]. Available: https://www.netalis.fr/wp-content/uploads/2016/04/carbon-usage-effectiveness-white-paper_v3.pdf

[32] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, *Leitfaden zu den Datenpunkten im Rechenzentrumsregister (RZReg): Informationen für Betreiber von Rechenzentren gemäß der §§ 13, 14 Energieeffizienzgesetz Version 1.1*.

[33] KNBBund, *Leitfaden zur umweltfreundlichen öffentlichen Beschaffung: Produkte und Dienstleistungen für Rechenzentren und Serverräume*, 2016.