

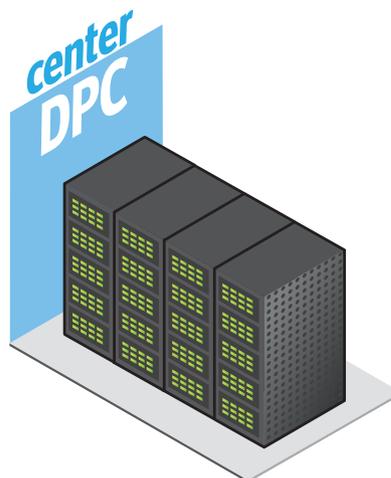
Wie man die Effizienz in Rechenzentren verbessern kann

Die Bedeutung des PUE-Kennwerts

Effizienzmanagement bei der Energienutzung

► In jedem Produktionssystem können wir die Energieeffizienz berechnen, indem wir die tatsächlich nutzbare Energie mit der vergleichen, die das Gesamtsystem benötigt. Mit dieser Information und dem Wissen, in welchen Bereichen das System ineffizient arbeitet, lassen sich beträchtliche Einsparungen und ein weitaus umweltverträglicherer Betrieb erzielen.

Zum Beispiel kann ein mittleres Rechenzentrum mit einer Nennleistung von 100 kW dank der Verbesserung der Energieeffizienz in der Stromrechnung eine Einsparung zwischen € 8000 und € 16 000 jährlich erzielen. Hierzu ist es ebenso wichtig zu wissen, wo der Verbrauch anfällt, als auch die Korrekturmaßnahmen zu bewerten.



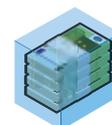
Beispiel in einem Rechenzentrum dank Optimierung der Energieeffizienz



Nennleistung 100 kW



Optimierung der Energieeffizienz



Ersparnis zwischen € 8000 und 16 000 bei der Stromrechnung



Die Europäische Kommission verfügt ebenfalls über einen Verhaltenskodex zur Senkung der Auswirkungen des steigenden Energieverbrauchs in Rechenzentren.

In Rechenzentren ist der Faktor Energie so bedeutsam, dass es für ihn eine spezifische Kenngröße gibt: die **PUE** oder **Energienutzungseffizienz** (**Power Usage Effectiveness** nach dem englischen Akronym), definiert nach den Vorschriften von **The Green Grid**, einem weltweiten Zusammenschluss von mehr als 175 international angesehenen Unternehmen.

Die Europäische Kommission verfügt ebenfalls über einen Verhaltenskodex, um die Auswirkungen des steigenden Energieverbrauchs der Rechenzentren zu verringern. Sie veröffentlicht regelmäßig Best-Practice-Regelungen für Rechenzentren, in diesem Fall im Jahr 2013.

Diese Einrichtungen haben aufgrund ihrer ununterbrochenen Betriebszeiten ein ganz besonderes Profil. Die große Bedeutung der kontinuierlichen Stromversorgung von Servern, Computern und Schnittstellen führt dazu, dass sie über drei Hauptgerätegruppen zu ihrer ausschließlichen Nutzung verfügen:

- **Anlagen für Bereitstellung und Kontrolle der Energie** (sowohl elektrische Energie als auch andere Quellen wie Diesel, Gas usw.), die für den kontinuierlichen Betrieb dieser Einheiten erforderlich ist. In dieser Gruppe finden sich sowohl die Hauptanschlüsse und Verteiler, Beleuchtungs- und Kühlanlagen, Klimatisierung in den entsprechenden Räumen usw.
- **Eine oder mehrere Einheiten für die Versorgung** der EDV-Anlagen, die aus den sogenannten USV (Unterbrechungsfreie Stromversorgung) oder UPS (Akronym für "Uninterruptible Power System") bestehen.
- Die **Verteilerschaltkästen und Verteilungsnetze** der Energie bis zu den EDV-Anlagen im engeren Sinne

Vereinfacht kann man sagen, dass von den 100 % der in einem Rechenzentrum verbrauchten Energie etwa 60 % auf den Stromverbrauch der Infrastruk-



PUE oder **Energienutzungseffizienz** (*Power Usage Effectiveness*), definiert nach der von **The Green Grid** herausgegebenen Vorschrift, einem weltweiten Zusammenschluss aus über 175 international angesehenen Unternehmen.

tur und die übrigen 40 % auf die Kühlung entfallen.

Zweifelsohne sind zur Durchführung von Vergleichsstudien gewisse Koeffizienten (PUE) notwendig, die darauf abzielen, den Energieverbrauch in diesen Einrichtungen zu optimieren.

Berechnungsmethoden

Wie bereits angeführt, werden für die Berechnung der **Parameter der Effizienz von Rechenzentren** üblicherweise die von The Green Grid herausgegebenen Vorschriften verwendet. Zu ihrem Verständnis wird zwischen zwei Schlüsselindikatoren unterschieden:

1. PUE: Energienutzungseffizienz,

$$\text{PUE} = \frac{\text{Gesamtenergieverbrauch}}{\text{Energieverbrauch EDV-Anlagen}}$$

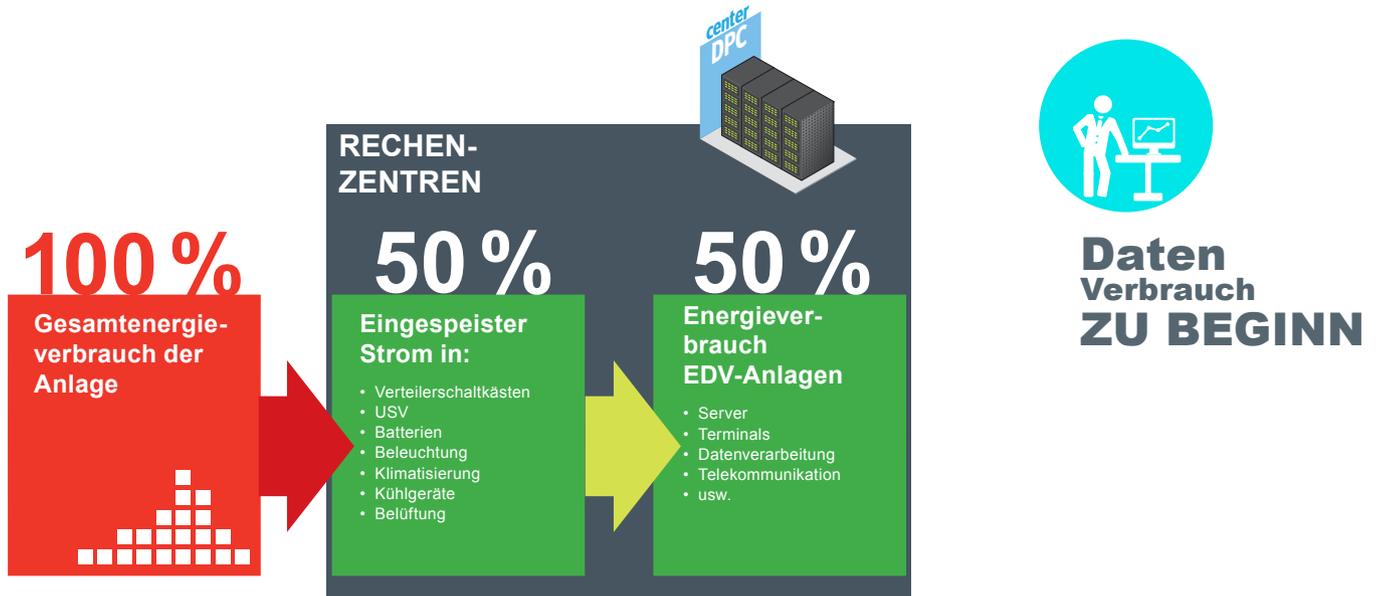
berechnet nach der Formel:

2. DCE: Rechenzentrumseffizienz in %, berechnet nach der Formel:

$$\text{DCE} = \frac{\text{Energieverbrauch EDV-Anlagen}}{\text{Gesamtenergieverbrauch}} \text{ in \%}$$

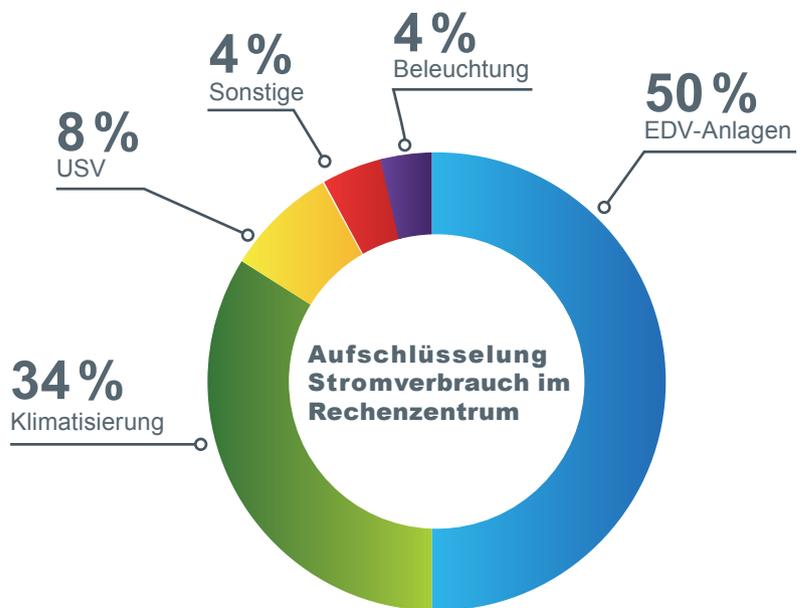
Außerdem bietet die US-Umweltbehörde (EPA) die folgenden **PUE-Werte als Bezugsgrößen**:

- Bisherige Entwicklung 2,0
- Aktueller Trend 1,9
- Optimierter Betrieb 1,7
- Best-Practice 1,3
- State-of-the-Art 1,2



Unternehmen wie *Google* haben es geschafft, die Durchschnitts-PUE der Rechenzentren auf 1,22 zu senken, in einigen sogar auf 1,15

Im Rahmen des bisherigen Verlaufs (PUE 2,0) ist der typische Verbrauch der verschiedenen Elemente des Rechenzentrums folgender:



Es gibt **drei allgemeine Messebenen***, in der beiliegenden Übersicht im Detail dargestellt, deren Messpunkte den in dem ebenfalls beigefügten Schema angegebenen entsprechen und in denen die Energie in kWh erfasst wird. Auf allen Ebenen wird ein 12-Monats-Zyklus als Vergleichsgröße gewählt.

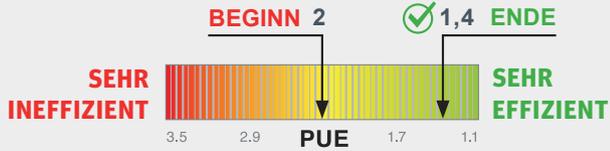
Es gibt auch eine **Ebene 0**, in der ausschließlich die **Leistungsmessungen** (kW) unter Zuhilfenahme der Werte des allgemeinen Bedarfs der Anlage und des USV-Ausgangs berücksichtigt werden.

Einer der Schlüssel für den Erfolg des Projekts zur Energieoptimierung lag daher in der Messung der Verbräuche für jeden Anlagentyp, um so die am leichtesten umzusetzenden Verbesserungsbereiche zu erkennen.

	GRUNDMESSUNG Ebene 1 (L1)	MITTLERE MESSUNG Ebene 2 (L2)	FORTGESCHRITTENE MESSUNG Ebene 3 (L3)
Gesamtenergieverbrauch Anlage	Anlageneinspeisungen 1	Anlageneinspeisungen 1	Anlageneinspeisungen 1
Energieverbrauch EDV-Anlagen	An USV-Ausgang 2	An Verteilerausgängen zu EDV-Anlagen 3	An Versorgung EDV-Anlagen 4
Messfrequenz	Monatlich / Wöchentlich	Täglich / Stündlich	Kontinuierlich (15 Minuten oder weniger)

* Empfehlungen von The Green Grid.

Skala Effizienzberechnung PUE



VERGLEICH Daten ZU BEGINN UND AM ENDE

Verbrauch EDV-Anlagen ◀ ▶ Sonstiger verbundener Verbrauch

PUE **50%**
VERBRAUCH ZU BEGINN 2

50%

✓ PUE **70%**
VERBRAUCH AM ENDE 1,4

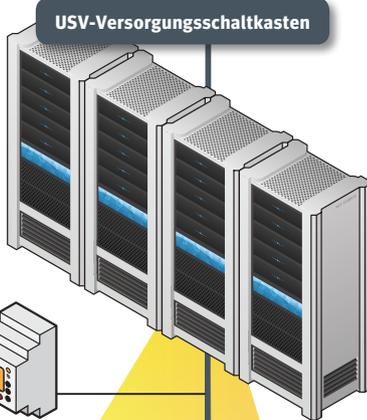
30%



CVM-B150
Elektrischer Leistungsanalyser

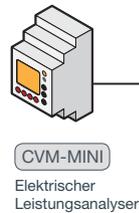


CVM-C10
Elektrischer Leistungsanalyser



USV-Versorgungsschaltkasten

CVM-MINI
Elektrischer Leistungsanalyser

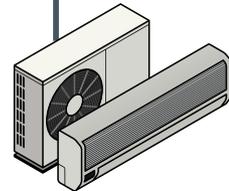
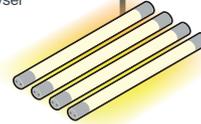


CVM-MINI
Elektrischer Leistungsanalyser

Verteilerschaltkasten Infrastruktur des Rechenzentrums

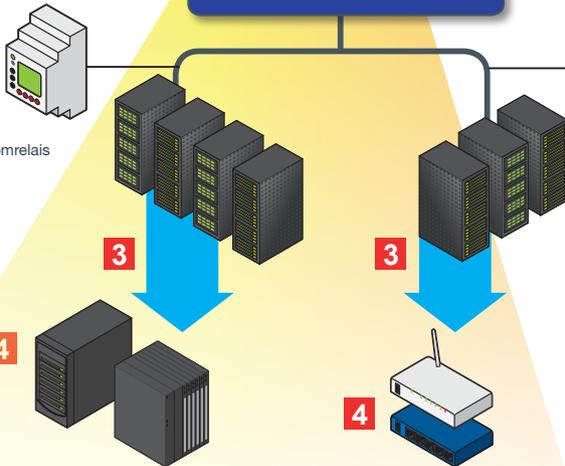


CVM-C10
Elektrischer Leistungsanalyser



- Klimatisierung Serverraum
- Beleuchtung
- Kühlung Geräte
- Nebenanschlüsse
- Verschiedene Energiedienstleistungen
- usw.

Schaltkasten Ausgänge EDV-Anlagen

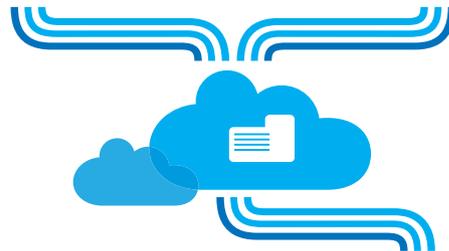


CBS-4
Zentrale Differenzstromrelais

CBS-4
Zentrale Differenzstromrelais

- Server
- Konsolen
- Backup-Ausrüstung

- IT-Racks
- Telekommunikation
- Router usw.



- Software PowerStudio

CIRCUTOR weist jahrzehntelange Erfahrung mit **Energieeffizienz-Lösungen** auf und bietet ein breites Sortiment an Produkten, die Ihnen die ständige Datenerfassung zum Monitoring von PUE und DCE, Leistung der USV-Anlage, Energiemanagement und Instandhaltung des Rechenzentrums erleichtern, angefangen bei **Zählern, Leistungsanalysern, superresistentem Differenzialschutz**, Systemen zur **Filterung von Oberschwingungen**, der Management-Software **PowerStudio Scada** und Systemen zur Kompensation von **Blindstrom**.

CIRCUTOR-Lösung mit dem SCADA-System

Für die Studie sind zwei Einrichtungsphasen und eine Studienphase erforderlich:

1-Messung: unter Einbau von Leistungsanalysern des Typs CVM mit ihren entsprechenden Stromwandlern, ausgestattet mit seriellen RS485-Schnittstellen zur Ermittlung des Energieumsatzes.

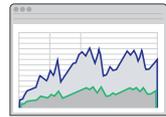
2-Analyse: durch Einführung der Anwendung PowerStudio Scada, mit der die Ergebniswerte berechnet und angezeigt und die entsprechenden Berichte erstellt werden können.

3-Verbesserungen: auf Grundlage der ermittelten Daten kann man feststellen, welche Geräte gerade Energie verbrauchen.

ENERGIE EFFIZIENZ

2. ANALYSE

mit der CIRCUTOR-Software **PowerStudio Scada** werden die Werte berechnet und angezeigt



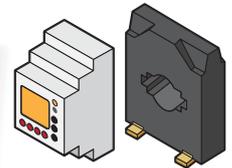
3. VERBESSERUNGEN

Die erhobenen Daten werden analysiert und der Verbrauch der Geräte wird kontrolliert



1. MESSUNG

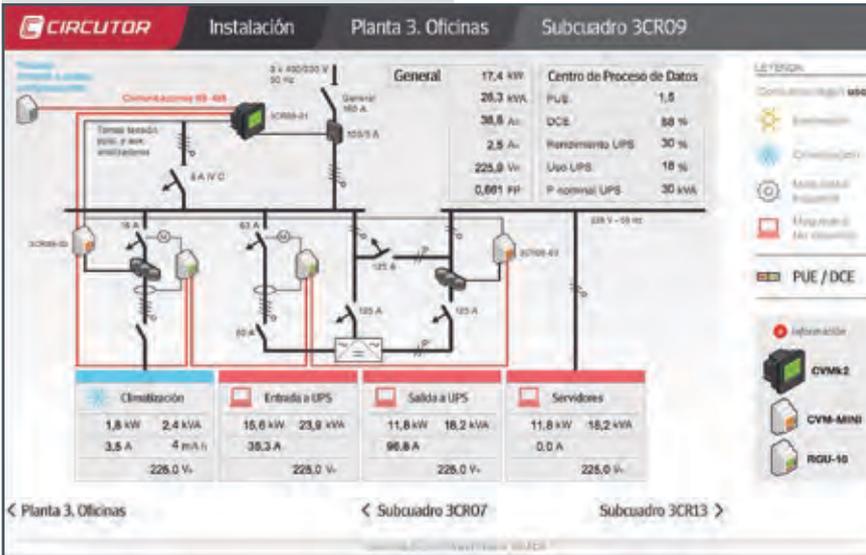
Leistungsanalyser vom Typ CVM mit Stromwandlern



Dies sind einige der von CIRCUTOR angebotenen Produkte, welche die kontinuierliche Datenerfassung für die Überwachung von PUE und DCE, Leistung von USV-Geräten, Energiemanagement und Instandhaltung des Rechenzentrums neben vielen weiteren Anwendungen erleichtern

Anwendung PowerStudio SCADA

Abb. 1

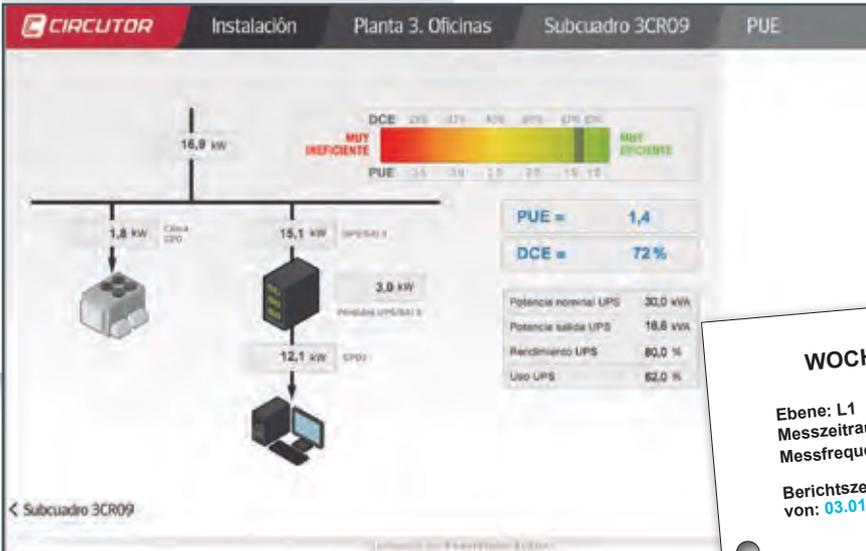


Die Anwendung würde bestehen aus:

- Einem ersten Display (Abb. 1) des Typs Einstrich-Schema mit den entsprechenden Angaben der beteiligten Energien jeder Art (übersetzt in Übereinstimmung mit dem Energietyp in kWh).
- Einem zweiten Übersichts-Display (Abb. 2) mit den Leistungsberechnungen (Abb. 3), das Zugriff auf die Erstellung und Anzeige der Berichte mit Ergebnissen für verschiedene Zeiträume bietet (täglich, wöchentlich, monatlich und jährlich).

Display PUE-Berechnung

Abb. 2



Zur Veranschaulichung fügen wir Einzeldarstellungen der durch den Einbau der CVM-Analyser und die Programmierung einer spezifischen Scada-Anwendung erhaltenen Displays bei.

Auf dem ersten lässt sich das Einbau- und Anschlusschema der Anlagen erkennen, auf dem zweiten die Darstellung der online ermittelten Daten für

Abb. 3

WOCHENBERICHT PUE-BERECHNUNG

Ebene: L1
Messzeitraum: Wöchentlich
Messfrequenz: Kontinuierlich

Ausgabedatum: 13.01.2014

Berichtszeitraum:
von: 03.01.2014 bis: 10.01.2014

Beschreibung	kWh zu Beginn	kWh am Ende	kWh Gesamt
Klimatisierung	6146	8767	2621
Beleuchtung	15	341	325
Eingang USV 1	429	5578	5149
Eingang USV 2	521	5715	5194
Gesamt kWh Eingang RZ			13 289

Beschreibung	kWh zu Beginn	kWh am Ende	kWh Gesamt
Ausgang USV 1	754	5466	4712
Ausgang USV 2	791	5486	4695
Gesamt kWh Ausgang RZ			9407

PUE-BERECHNUNG

Gesamt kWh Ausgang RZ / Gesamt kWh Eingang RZ

1,41 PUE L1, W, C
0,71 DCE



*Hinweis: die Daten der Displays können je nach Zeitpunkt der Erfassung variieren

dasselbe Rechenzentrum und auf dem dritten ein Wochenbericht auf Ebene 1 mit der Häufigkeit kontinuierlicher Messung.

CIRCUTOR-Lösung mit Anzeigedis- play vor Ort

Für die Studie sind zwei Umsetzungs-
phasen notwendig:

1-Einbau von **Leistungsanalysern vom Typ CVM** mit ihren entsprechen-
den Stromwandlern, ausgestattet mit
seriellen RS485-Schnittstellen zur
Ermittlung des Energieumsatzes.

2-Einbau einer **Energiesteuerung vom
Typ EDS** mit Datenspeicherung und
-verarbeitung und der entsprechenden
Programmierung mit Ergänzung um ein
zusätzliches **Anzeigedisplay vor Ort**.

Zur Veranschaulichung legen wir die
Einzeldarstellung der Schnittstellen-To-
pologie ab Einbau der CVM-Analyser,
der EDS-Energiesteuerung und des
Anzeigedisplays vor Ort bei.

Wie man die Effizienz eines Rechen- zentrums verbessern kann

Um die Effizienz eines Rechenzentrums
zu verbessern, steht nach den Messun-
gen und der Analyse die Durchführung
der **Verbesserungsmaßnahmen** an.
Es gibt Maßnahmen, die mit keinerlei
Investition verbunden sind, wie die
Senkung der Vertragsleistung, um so
bei den Direktkosten zu sparen. Andere
Maßnahmen erfordern dagegen eine
Investition, wie der Austausch von
bestehenden durch effizientere
Anlagen.

Um diese Verbesserungsmaßnahmen
nach Prioritäten zu sortieren, können
sie nach der Effizienz bewertet werden,
die mit jeder einzelnen Maßnahme zu
erreichen ist. Diese Effizienz wird
berechnet, indem man die erzielte
Verbesserung mit der hierfür erforderli-
chen Investition vergleicht.

$$Pa = \frac{CEa - CE_m}{Investition}$$

Pa: Priorität der Maßnahme

CEa: Energieverbrauch in der aktuellen Situation

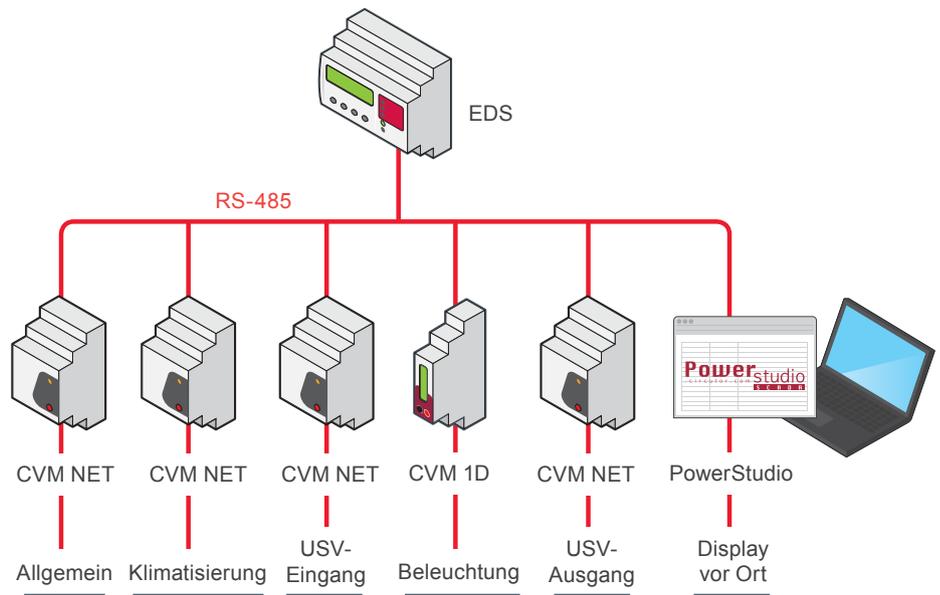
CEm: Energieverbrauch mit der zu ergreifenden Maßnahme.

Investition: Wert der Investition, um die Einsparung zu erzielen

EDS von
CIRCUTOR



Energiemanager mit
PowerStudio und
integriertem Webserver



CIRCUTOR-Lösung mit Display vor Ort



CIRCUTOR weist jahrzehntelange Erfahrung mit Lösungen für Energieeffizienz auf und bietet ein breites Sortiment an Produkten, die Ihnen die kontinuierliche Datenermittlung für Kontrolle, Aufrechterhaltung und Management der Energieeffizienz des Rechenzentrums erleichtern

Mit dieser Bewertung für jede mögliche Verbesserungsmaßnahme kann man eine Maßnahmenliste erstellen und sie nach absteigender Priorität sortieren.

Mögliche **kurzfristig zu ergreifende Maßnahmen** sind folgende:

- Analyse der **Nutzungsmuster** der vorhandenen Umgebungen.
- ▶ Berechnung der Mindestgrößen der Servergruppen, mit denen das Betriebsniveau aufrechterhalten wird.
- ▶ Abschaltung der nicht genutzten Kapazität, sofern die benötigte Verfügbarkeit aufrechterhalten bleibt.
- **Virtualisierung und Konsolidierung**
- **Hardware** ersetzen
 - ▶ Versuchsumgebungen virtualisieren.
 - ▶ Veraltete Hardware ersetzen.
- Änderungen im **Serverraum-Management**
 - ▶ Korrektes Monitoring und Anpassung der Serverraum-Temperatur.
- Änderungen an der Infrastruktur der **Kühlung**.
 - ▶ Neue, effizientere Maschinen für die **Kühlung**.

- ▶ Warmgang-Kaltgang-Anordnung.
- ▶ Beseitigung von "Lücken" in den Racks.
- ▶ Zukunft: Nutzung von externer Luft.
- Optimierung der **Beleuchtung**

Für eine ausführlichere Liste zu Verbesserungen in Rechenzentren lesen Sie bitte die *"Best Practices 2013, zusammengestellt von dem Referat Erneuerbare Energien der Europäischen Kommission"*.

Schlussfolgerungen

Rechenzentren sind wahre Stromschluckler, deren Verbrauch man in die für die EDV-Anlagen notwendige Energie und die zusätzlich erforderliche Energie für den reibungslosen Betrieb aufteilen kann. Der Energieverbrauch ist so hoch, dass es für ihn eine spezifische Kenngröße gibt: die **PUE** oder Energie-nutzungseffizienz (**Power Usage Effectiveness** nach dem englischen Akronym).

In Rechenzentren mit nicht optimierter PUE kann diese zusätzliche Energie bis zu 50 % der Gesamtenergie ausmachen, womit sich ein weites Betätigungsfeld für Verbesserungen erschließt. Gemäß den vorgeschriebenen Mindestverfügbarkeitsanforderungen

und den Investitionsmöglichkeiten für Verbesserungen lassen sich beim Gesamtenergieverbrauch Einsparungen von 20 % erzielen (was bei einem mittleren Rechenzentrum mit 100 kW zwischen € 8000 und 16 000 jährlich ausmachen kann).

Wie in dem Artikel zu sehen war, kann man mögliche Verbesserungen in einem Rechenzentrum untersuchen und messen. Die Hauptschritte sind der Einbau der Geräte zur Energiemessung, die Analyse der ermittelten Daten und das Treffen von Entscheidungen auf Grundlage der vorgenommenen Analyse.

CIRCUTOR weist jahrzehntelange Erfahrung mit Lösungen für **Energieeffizienz** auf und bietet ein breites Sortiment an Produkten, die Ihnen die kontinuierliche Datenermittlung für Kontrolle, Aufrechterhaltung und Management der Energieeffizienz des Rechenzentrums erleichtern.

Für weitere Informationen **setzen Sie sich mit uns über die Webseite von CIRCUTOR unter www.circutor.de oder mit einem unserer Vertriebsmitarbeiter in Ihrem Einzugsgebiet in Verbindung.** ▶