

INITIATIVE  
**EnergieEffizienz**  
Dienstleistungen

## Leistung steigern, Kosten senken: Energieeffizienz im Rechenzentrum.

Ein Leitfaden für Geschäftsführer und IT-Verantwortliche.

# Kostenfaktor Rechenzentrum – Steuergröße Energieeffizienz.

Rechenzentren sind das Rückgrat moderner Unternehmen und in der Regel komplexe gewachsene Systeme mit hohem Energieverbrauch. Dieser Leitfadens zeigt die wirtschaftlichen Einsparpotenziale auf und stellt konkrete Maßnahmen für Energieeffizienzsteigerungen in Rechenzentren vor. Mit einem klaren Ziel: Energie und Kosten sparen.

## **Neue Zielgröße: Energiekosten.**

Vor wenigen Jahren noch war die Höhe der Stromrechnung für die Erfolgsbemessung eines Rechenzentrums kaum von Bedeutung. Das hat sich geändert. Denn der Anteil des Stromverbrauchs an den IT-Kosten ist von 5 auf teilweise über 20 Prozent angewachsen. Steigende Energiepreise, eine stetig zunehmende Zahl an Servern und hohe Ansprüche an die Verfügbarkeit der IT werden dafür sorgen, dass sich dieser Trend fortsetzt.

Marktforscher der Gartner Group gehen sogar davon aus, dass der Anteil der Energiekosten innerhalb der IT-Kosten langfristig auf 50 Prozent steigen wird. Damit gewinnt das Thema wirtschaftlich zunehmend an Bedeutung.

## **Nutzen Sie diese Chance.**

Primäres Ziel dieses Leitfadens ist es, Ihnen dabei zu helfen, den Stromverbrauch durch die IT nachhaltig zu senken – durch mehr Energieeffizienz in Ihrem Rechenzentrum.

Als wirtschaftliche und technische Entscheider erfahren Sie hier praxisnah und übersichtlich, wie Sie erhebliche Energieeinsparungen bei Hardware, Anwendungen und Betriebstechnik erreichen – und so das IT-Budget Ihres Unternehmens deutlich von unnötigen Stromkosten entlasten können.

# Inhalt.

## Informationen für wirtschaftliche Entscheider: Energie und Kosten sparen.

Dieser Leitfaden zeigt Schritt für Schritt Wege zu mehr Energieeffizienz in Ihrem Rechenzentrum auf: Geben Sie den Anstoß für ein Energieeffizienzprojekt und verringern Sie nachhaltig Ihre IT-Kosten – bei höherer Leistungsfähigkeit.

### Potenziale:

**Bis zu 75 Prozent Energie sparen – und jede Menge Kosten.** 5

### Projektplanung:

**Fünf Phasen für mehr Energieeffizienz in Ihrem Rechenzentrum.** 6

## Informationen für technische Entscheider: mehr Energieeffizienz und Performance.

Wenn Sie mehr Energieeffizienz im Rechenzentrum möchten, müssen Sie dafür keine Kompromisse bei Funktionalität und Sicherheit eingehen. Dieser Leitfaden bietet praxistaugliche Hinweise, wie Sie alle Aspekte optimal vereinbaren und zeigt die dafür notwendigen Schritte – von der Analyse bis zur Realisierung von Effizienzmaßnahmen.

### Kurzcheck:

**Energieeffizienz im Rechenzentrum – volle Performance ohne Abstriche.** 11

**Ist Ihr Rechenzentrum energieeffizient? Fünf Kennwerte geben Ihnen Auskunft.** 12

### Server & Anwendungen:

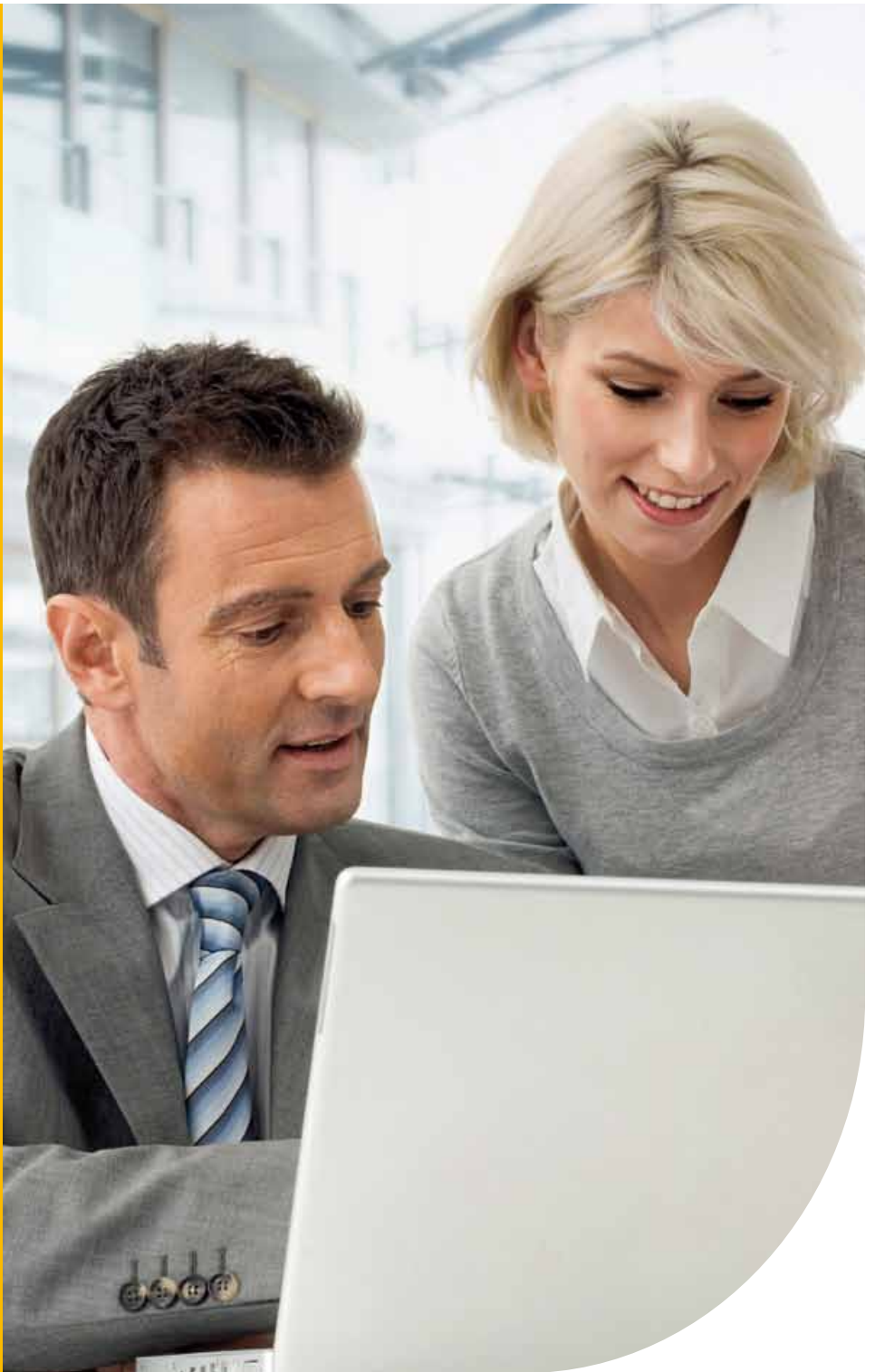
**Einsparen mit System – bei IT-Hardware und Anwendungen.** 16

### Lüftung & Co.:

**Effizienzpotenziale bei Lüftung, Kühlung und Stromversorgung.** 22

### Service:

**Technik, Beschaffung, Finanzierung: Diese Quellen helfen Ihnen weiter.** 29



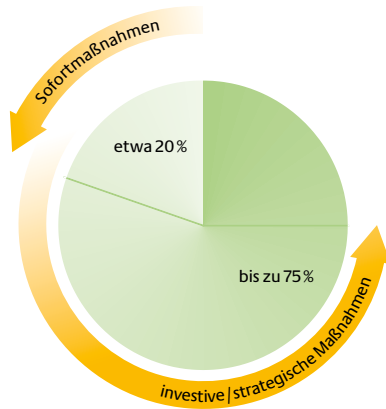
# Bis zu 75 Prozent Energie sparen – und jede Menge Kosten.

Egal, ob Ihr Rechenzentrum 5, 50 oder 500 Server umfasst: EnergieEffizienz lohnt sich. Die folgenden Beispiele zeigen, dass die Rentabilität von Energieeffizienzmaßnahmen nicht von der Größe Ihres Rechenzentrums abhängt und sich bereits kleine Maßnahmen lohnen.

## Kosten abfedern: mit Energieeffizienz.

Viele Praxisbeispiele zeigen, dass sich bereits mit einfachen und nicht- bzw. geringinvestiven Maßnahmen in Rechenzentren innerhalb weniger Wochen 20 Prozent Energie einsparen lassen. Mit darüber hinausgehenden Maßnahmen, die auch die IT-Architektur einbeziehen, können sogar Energieeinsparungen von 40 bis 75 Prozent erreicht werden.

Und das Beste ist: Die Investitionen rechnen sich meist sehr schnell. Amortisationszeiten von zwei Jahren und weniger sind die Regel.



*Unmittelbare und langfristige Einsparpotenziale.*

## Kleine Maßnahme, große Wirkung: energieeffiziente Server in der Schule.

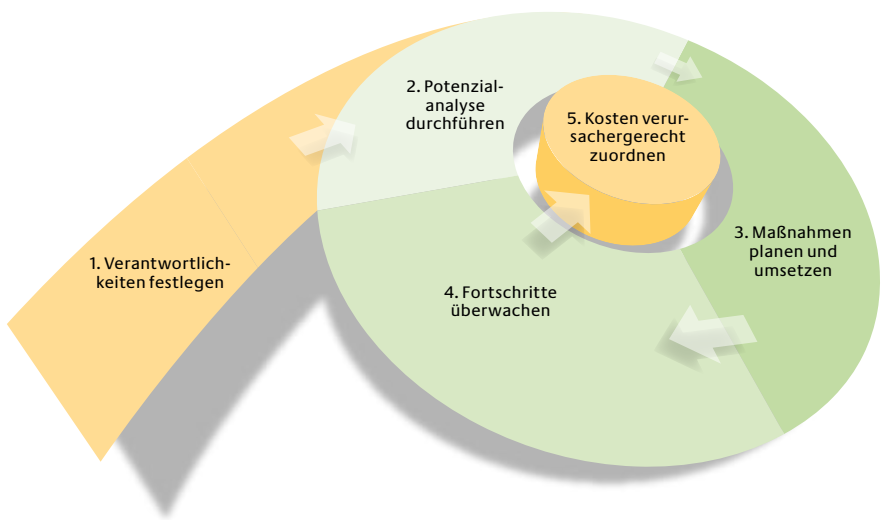
Bei der Optimierung der IT-Infrastruktur eines Gymnasiums in Hannover wurden bewusst fünf Energiesparserver mit einem Stromverbrauch von nur 35 Watt gekauft – anstelle von konventionellen Servern mit mehr als 130 Watt. Die Anschaffungskosten waren vergleichbar. So können über eine Nutzungsdauer von fünf Jahren etwa 3.000 Euro an Stromkosten eingespart werden.

## Konsolidierung durch Konzentration: Kommune spart jährlich 600.000 Euro.

Eine dänische Kommune konsolidierte ihre IT-Infrastruktur, indem sie 15 kleine Rechenzentren an einem Standort zusammenführte. Zusätzlich wurde über ein Virtualisierungsprojekt die Serverauslastung deutlich gesteigert. Das Ergebnis: nur noch 60 statt 700 Server und ein um mehr als 75 Prozent reduzierter Energieverbrauch.

# Fünf Phasen für mehr Energieeffizienz in Ihrem Rechenzentrum.

Um eine kontinuierliche Steigerung der Energieeffizienz zu erreichen und die Stromkosten auf Dauer zu senken, sollten Sie ein langfristig am Gesamtsystem ausgerichtetes und ganzheitliches Konzept verfolgen. Aber auch erste direkt umsetzbare Maßnahmen tragen bereits spürbar zur Verringerung der Stromkosten in Ihrem Rechenzentrum bei. Im Folgenden zeigen wir Ihnen die wesentlichen organisatorischen Schritte zur Umsetzung eines Projekts für die energieeffiziente Ausrichtung Ihres Rechenzentrums.



*Mit dem richtigen Anstoß den Effizienzkreislauf in Gang setzen: Wir zeigen Ihnen, wie Sie Ihr Rechenzentrum in fünf Phasen auf Energieeffizienz ausrichten.*

— Wirtschaftlicher Entscheider  
— Technischer Entscheider

### **Phase 1: Verantwortlichkeiten festlegen.**

Benennen Sie einen Verantwortlichen, der die erste Analyse und Potenzialabschätzung koordiniert sowie die Umsetzung der Effizienzmaßnahmen begleitet. Hilfreich ist es, wenn diese Person gleichzeitig auf Beschaffungsprozesse Einfluss nehmen kann. Zunächst kann es sich hierbei um eine zeitlich begrenzte Projektverantwortlichkeit handeln. Um einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess im Hinblick auf die Steigerung der Energieeffizienz zu implementieren, empfiehlt sich darüber hinaus die dauerhafte Benennung eines Energiemanagers für Ihr Rechenzentrum.

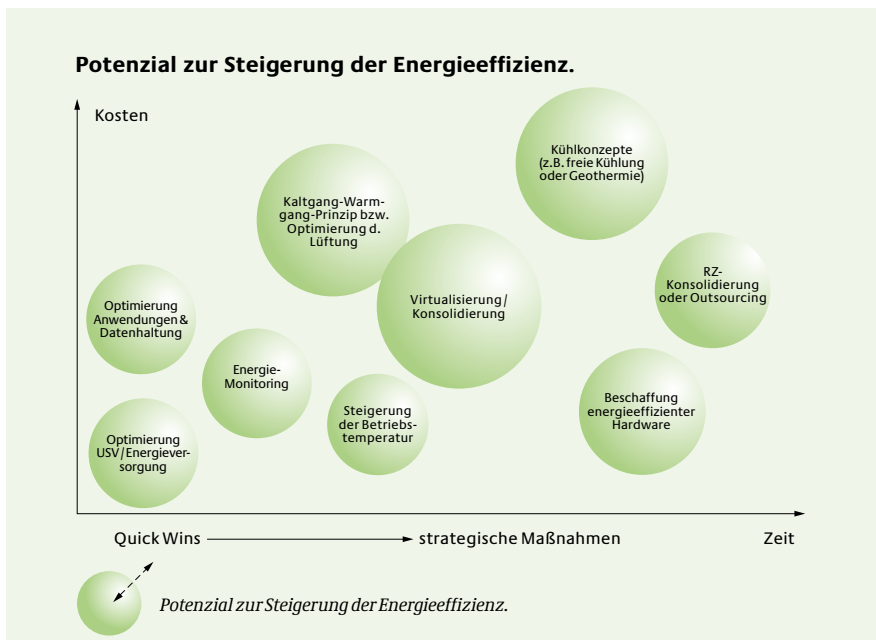
### **Phase 2: Potenzialanalyse durchführen.**

Als zweite Maßnahme erfolgt die Messung typischer Kennwerte (siehe Seiten 12 bis 15). Entscheidende Erfolgsfaktoren für die Identifikation möglicher Potenziale und Verbesserungsvorschläge sind die sorgfältige Aufnahme und Analyse des Istzustands und der Anforderungen. Bei der energetischen Optimierung ist es ratsam, das Rechenzentrum ganzheitlich zu betrachten: So wirken sich Optimierungen an den IT-Systemen auch auf die benötigten USV-, Raum- und Klimakapazitäten aus. Prüfen Sie für diese Analyse das Hinzuziehen eines erfahrenen Beraters. Ab Seite 29 erhalten Sie Informationen zu Beratern und weiterführenden Leitfäden.

### Phase 3: Maßnahmen planen und umsetzen.

Auf Basis der durchgeführten Analyse werden konkrete Effizienzmaßnahmen geplant und sukzessive umgesetzt. Dieser Leitfaden hilft Ihnen bei der Orientierung, welche Hebel Sie zur Effizienzsteigerung im Bereich Anwendungen und IT-Hardware sowie bei der Betriebstechnik ansetzen können. Dabei zeigen wir direkt umsetzbare Sofortmaßnahmen für den Energiemanager ebenso auf wie weiterreichende Ansätze, die einer bewussten strategischen Entscheidung und Investition durch die Geschäftsführung bedürfen.

Ein wichtiger Aspekt ist die Berücksichtigung der Energieeffizienz bereits im Beschaffungsprozess: Bei Nutzungszeiten der IT-Hardware von fünf bis zehn Jahren und zu erwartenden hohen Energiekosten sind die möglichen Einsparungen durch vorausschauend beschaffte energieeffiziente Hardware enorm.





**Phase 4:  
Fortschritte überwachen.**

Für die kontinuierliche Fortschrittskontrolle empfiehlt sich die Überwachung geeigneter Kennzahlen durch ein Energie-, Temperatur- und IT-Last-Monitoring-System. Dabei werden die Daten aller relevanten Anlagen und Systeme erfasst. Anhand dieser Kennzahlen werden die Ergebnisse aller durchgeführten Maßnahmen transparent und Einspareffekte können übersichtlich dokumentiert werden. Die Ergebnisse des Monitorings sollten einem regelmäßigen Reviewprozess unterliegen.

**Phase 5:  
Kosten verursachergerecht zuordnen.**

Wird der Stromverbrauch des Rechenzentrums separat gemessen, können die Stromkosten direkt den IT-Kosten zugeordnet werden. In vielen Fällen führt dies automatisch zu einem sparsameren Verhalten. Es ist unternehmensintern sinnvoll, die Leistungen der IT-Abteilung aufwandsbezogen abzurechnen, um damit auch die Abnehmer von Rechenzentrumsdienstleistungen zu größerer Sparsamkeit zu motivieren.





# Energieeffizienz im Rechenzentrum – volle Performance ohne Abstriche.

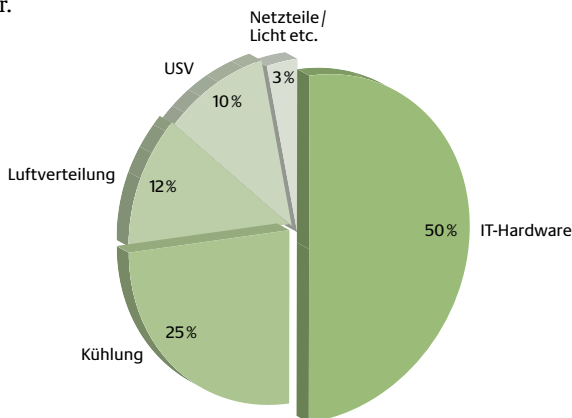
Bei der Planung und dem Betrieb von Rechenzentren kann die Steigerung der Energieeffizienz in Konkurrenz zu anderen Zielen stehen. Oft wird ein Zielkonflikt zwischen Energieeffizienz und Betriebssicherheit gesehen. In den meisten Fällen ist dieser Konflikt jedoch gar nicht vorhanden.

## Energieeffizienz und Sicherheit steigern.

Unterbrechungsfreie Stromversorgung, Notstromaggregate und redundant ausgelegte Systeme gewährleisten eine hohe Verfügbarkeit der IT, verbrauchen auf der anderen Seite aber auch zusätzliche elektrische Energie. Viele moderne Systeme sind bereits sowohl energieeffizient als auch ausfallsicher. Durch ein am tatsächlichen Bedarf an Betriebssicherheit ausgerichtetes sowie modulares und skalierbares Konzept kann der Stromverbrauch oft deutlich gesenkt werden – ohne dass die Betriebssicherheit darunter leidet. Im Gegenteil: Viele der hier vorgestellten Maßnahmen gehen mit einer Erhöhung der Betriebssicherheit und der Performance einher.

## Energieverbraucher identifizieren.

Neben Datenspeicherung und Netzwerkkomponenten verbrauchen bei der IT-Hardware die Server den meisten Strom. Bei der Betriebstechnik sind es die Kühlaggregate, die Lüftung und die unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV). Hinzu kommen kleinere Komponenten wie Monitore oder Beleuchtungsanlagen. Die Grafik zeigt die typische Verteilung des Stromverbrauchs im Rechenzentrum.



Typische Anteile von IT-Hardware und Betriebstechnik am Stromverbrauch im Rechenzentrum.

# Ist Ihr Rechenzentrum energieeffizient? Fünf Kennwerte geben Ihnen Auskunft.

Auf den nächsten Seiten stellen wir Ihnen fünf schnell ermittelbare Kenngrößen vor, anhand derer Sie die aktuelle Energieeffizienz Ihres Rechenzentrums bewerten und Einsparpotenziale für die verschiedenen Teilbereiche ableiten können. In einem ersten Schritt ist es in der Regel ausreichend, den Strombedarf eines typischen Arbeitstags oder einer Arbeitswoche zu messen.

## **Kennwert 1: Strombedarf ermitteln.**

Die Basis aller Optimierungsmaßnahmen hinsichtlich der Energieeffizienz ist die Kenntnis des aktuellen Strombedarfs. Denn anhand des Strombedarfs können Sie den Effekt durchgeführter Effizienzmaßnahmen direkt verfolgen. Kennen Sie diesen Wert für Ihr Rechenzentrum? Sie können den Strombedarf Ihres Rechenzentrums wie folgt ermitteln:

- Fragen Sie bei Ihrer Haustechnik nach, ob das Rechenzentrum über einen separaten Stromzähler verfügt. Fordern Sie gegebenenfalls den Zugang bzw. die Daten an.
- Ist kein Zähler vorhanden, prüfen Sie die Möglichkeit, einen zusätzlichen Stromzähler einbauen zu lassen.

- Momentanwerte können durch Messungen mittels Zangenamperemeter z. B. an der Unterverteilung gemessen werden.
- Der Strombedarf der gesamten IT-Komponenten kann in der Regel am Ausgang der USV ermittelt werden. Dieser Wert wird von den meisten USV-Systemen erfasst und lässt sich in deren Management-Konsole ablesen.

## Kennwert 2:

### Effizienz der Betriebstechnik ermitteln.

Die sogenannte Data Center Infrastructure Efficiency (DCiE) stellt den Anteil des Stromverbrauchs der IT-Hardware im Verhältnis zum Gesamtstromverbrauch des Rechenzentrums dar. Je höher dieser Wert ausfällt, desto besser. Zur Ermittlung des DCiE-Werts messen Sie die Stromverbräuche der IT-Hardware und der Infrastrukturkomponenten (Kühlung, USV etc.) separat. Bei komplexeren Anlagen sollten Sie erfahrene Berater hinzuziehen.

Anhand des ermittelten DCiE-Werts können Sie das Effizienzpotenzial der Infrastruktur Ihres Rechenzentrums direkt abschätzen. Als guter Benchmark gilt hier ein DCiE-Wert von 70 bis 75 Prozent und höher. Hilfreich ist der DCiE-Wert auch als Kennzahl für Ihr Energiecontrolling, etwa um Fortschritte bei der Effizienz der Betriebstechnik im Zeitverlauf zu beobachten.

Eine alternative Kenngröße, die zur Beurteilung der Effizienz der Infrastruktur verwendet wird, ist der Kehrwert des DCiE-Werts. Dieser wird als Power Usage Effectiveness (PUE) bezeichnet.

### Rechenbeispiel zur Ermittlung des DCiE-Werts.

$$\text{DCiE} = \frac{\text{Energieverbrauch der IT}}{\text{Gesamtenergieverbrauch des Rechenzentrums}}$$

$$\text{DCiE} = \frac{7 \text{ MWh/Tag}}{10 \text{ MWh/Tag}} = 70\%$$

### **Kennwert 3:**

#### **USV mit hohem Wirkungsgrad nutzen.**

Der im Datenblatt angegebene oder selbst nachgemessene Wirkungsgrad der unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV) kann direkt mit dem energieeffizienter Systeme (bis zu 98 Prozent) verglichen werden. Hat die bisherige USV beispielsweise einen Wirkungsgrad von nur 90 Prozent, könnten durch einen Austausch gegen eine neue, hocheffiziente USV acht Prozent des bisherigen Stromverbrauchs eingespart werden.

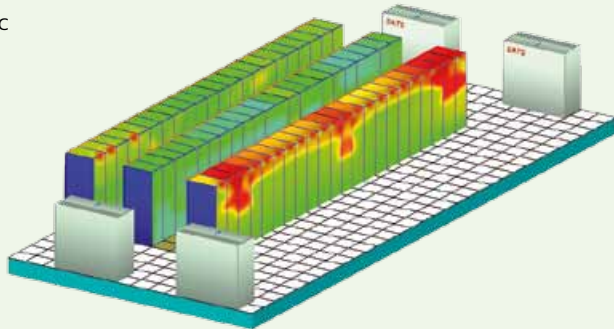
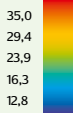
### **Kennwert 4:**

#### **Temperaturen genau kontrollieren.**

Mit jedem Grad Celsius, das nicht aus Ihrem Rechenzentrum herausgekühlt werden muss, sinkt der Stromverbrauch. Die genaue Kenntnis der Temperaturen und der Temperaturverteilung in Ihrem Rechenzentrum ist daher von großer Bedeutung. Ermitteln Sie zunächst die Temperaturen der Zu- und Abluft. Bei gut eingestellten Anlagen liegt erstere bei 18 bis 20 °C, letztere bei 28 °C oder höher. Streben Sie eine möglichst hohe Temperaturdifferenz an: 10 °C Differenz stellen einen guten Wert dar.

### **Kalt- und Warmbereiche erkennen und effektiv trennen.**

Temperatur in °C



*Anhand der Messung der Temperaturverteilung können Bereiche mit auffälligen Temperaturniveaus identifiziert werden. Die Farbe des ersten Racks im Beispiel zeigt, dass dort noch sogenannte Hotspots zu finden sind. Die Temperaturverteilung gibt Hinweise darauf, wo die Luftführung optimiert werden kann.*

Suchen Sie durch weitere Temperaturmessungen im Rechenzentrum und innerhalb der Racks nach sogenannten Hotspots. In diesen Bereichen liegt die Temperatur deutlich über der Luftabfuhrtemperatur, was zu einer Schädigung von Bauteilen, z. B. Prozessoren, führen kann. Eventuelle Hotspots sollten Sie durch die Optimierung des Luftstroms innerhalb Ihres Rechenzentrums beseitigen (siehe Seite 23). So können Sie eine unnötig starke Kühlung vermeiden und Energie sparen.

**Kennwert 5:  
Auslastung der Server optimieren.**

Die durchschnittliche Auslastung der Server kann Ihr Administrator mithilfe einer geeigneten Managementsoftware ermitteln. Ist sie sehr niedrig, bleibt ein Großteil der installierten Rechenleistung ungenutzt, während der Stromverbrauch trotzdem anfällt. Ein Beispiel: Ein Server, auf dem nur eine Anwendung läuft, nutzt seinen Prozessor selten zu mehr als 5 bis 15 Prozent aus. Werden durch Virtualisierung mehrere Anwendungen auf einem Server vereinigt, so kann dieser Wert auf 60 Prozent und mehr gesteigert werden. Überzählige Server werden dann abgeschaltet.

# Einsparen mit System – bei IT-Hardware und Anwendungen.

Die Anschaffung energieeffizienter IT-Hardware lohnt sich doppelt, denn jede Wattstunde, die ein Server weniger verbraucht, muss nicht als Wärme wieder aufwendig aus dem Rechenzentrum herausgekühlt werden. Auch „schlafende“ Daten beanspruchen Serverkapazität und führen damit zu einer vermeidbaren Erhöhung des Stromverbrauchs. Hier helfen Regeln für nicht oder nur selten genutzte Anwendungen.

## **Handlungsfeld 1:** **Anwendungen und Datenverwaltung.**

Prüfen Sie, ob alle Anwendungen, die Sie auf Ihren Servern betreiben, auch wirklich benötigt werden. Hier kann die Einführung einer internen Kostenstellenrechnung helfen: Wenn jeder Bereich die Kosten für das Vorhalten selten benötigter Anwendungen selbst trägt, ergeben sich häufig Möglichkeiten, auf einzelne Anwendungen ganz zu verzichten und so freie Serverkapazitäten zu schaffen.

## **– Private Daten begrenzen.**

In vielen Unternehmen machen private Foto-, Video- oder Musikdateien einen großen Teil der gespeicherten Daten aus. Prüfen Sie, gegebenenfalls in Absprache mit einem Vertreter der Mitarbeiter, ob private Daten aus den aufwendigen Datensicherungsroutrinen herausgenommen werden können oder eine Begrenzung des persönlichen Speicherplatzes möglich ist.



### — Effiziente Datenhaltung.

Beim Speichern und Archivieren von Daten bestehen oft große Effizienzpotenziale. Die meisten Festplattenspeicher brauchen zwar wenig, aber dafür anhaltend elektrische Energie. Archivieren Sie daher selten benötigte Daten (z. B. zu Dokumentationszwecken) auf Magnetband oder optischen Speichermedien. Auch Festplatten, die über eine Abschaltautomatik verfügen (MAID = Massive Array of Idle), oder Solid State Disks (SSD) sind energiesparende Speichermedien.

Prüfen Sie auch den Einsatz moderner HSM-Systeme (Hierarchisches Speicher-Management). Diese überwachen die Zugriffe auf einzelne Dateien und archivieren sie gegebenenfalls automatisch, wenn Dateien über Monate hinweg nicht geöffnet wurden. Dies führt zu einer wesentlichen Entlastung der Serverspeicher und fällt dem Nutzer lediglich durch etwas verlängerte Zugriffszeiten bei lange nicht verwendeten Dateien auf. Nicht zuletzt kann der Einsatz von Deduplizierungstechnologien geprüft werden. Das Grundprinzip besteht darin, dass mehrfach vorhandene Daten nur einmal gespeichert und gesichert werden.

## Anwendungen und Datenhaltung.

### Sofortmaßnahmen:

- Verzichtbare Programme identifizieren.**  
Erstellen Sie für alle vorgehaltenen Programme eine Nutzungsübersicht. Klären Sie mit den Anwendern, ob auf selten genutzte Programme verzichtet werden kann.
- Nicht genutzte Programme entfernen.**  
Schalten Sie alle nicht benötigten Anwendungen konsequent ab.
- Private Daten begrenzen.**  
Belegen private Dateien einen relevanten Anteil des Speichervolumens? Führen Sie eine Grenze ein – z. B. 500 MB je Mitarbeiter.
- Kein Backup für private Daten.**  
Nehmen Sie den privaten Bereich von den Archivierungsläufen aus.

### Längerfristige Potenziale:

- Alternative Speichermedien nutzen.**  
Archivieren Sie alte Dateien auf alternativen Speichermedien (z. B. Magnetband). Ein modernes Archivierungssystem, z. B. HSM, übernimmt dies automatisch.

## Handlungsfeld 2: Konsolidierung und Virtualisierung.

Über Maßnahmen zur Konsolidierung der Anwendungen und Server sowie zur Servervirtualisierung können Sie zusätzliche Energieeffizienzpotenziale erschließen – und Kosten sparen. Nutzen Sie auch diese Möglichkeiten zur Optimierung Ihres Rechenzentrums.

### – Konsolidierung.

Die Zusammenlegung von kleinen Rechenzentren zu einem größeren wird als Konsolidierung bezeichnet. Darunter fallen ferner die Reduktion der Zahl der Anwendungen (z. B. von mehreren Software-Varianten zu einer einheitlichen) oder der Server (von vielen „schwachen“ zu wenigen leistungsfähigen). Bei fast allen Konsolidierungsvorgängen gilt: Wird die Zahl der benötigten Server reduziert, verbessert sich automatisch auch der Gesamtenergieverbrauch.

In manchen Fällen kann es auch wirtschaftlich sein, auf externe Serviceleistungen zurückzugreifen. So können Sie Ihre eigenen Server in das Rechenzentrum eines spezialisierten Dienstleisters auslagern – oder Ihre Anwendungen direkt auf den Servern eines Dienstleisters betreiben.

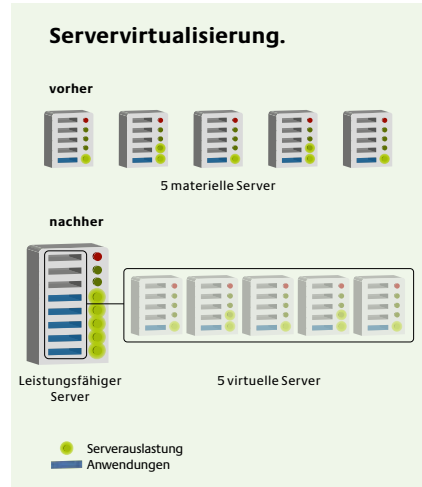
### Erfolgreich konsolidiert: ein Beispiel für weniger Kosten durch mehr Effizienz.

Eine weltweit tätige Agentur für Online-Marketing aus Nordrhein-Westfalen hat ihre Systeme auf virtualisierte Server eines Dienstleisters ausgelagert. Da die virtualisierten Server im Schnitt um 44 Prozent höher ausgelastet werden, konnte die Zahl der Server von 16 auf 3 reduziert werden. Die Agentur profitiert so von erheblichen Einsparungen beim Stromverbrauch, flexiblerer Administration sowie höherer Verfügbarkeit.

### – Virtualisierung.

Mithilfe der Virtualisierung können Sie Ihre IT-Ressourcen noch effizienter ausnutzen. So ist etwa der parallele Betrieb verschiedener Betriebssysteme auf dem gleichen Server möglich. Der Kniff: Zwischen Hardware und Anwendung wird eine sogenannte Virtualisierungsschicht eingezo-gen. So werden aus einem realen mehrere virtuelle Server.

Da Sie die Ressourcen eines Servers nach der Virtualisierung zu 60 Prozent und mehr nutzen können, können Sie die Anwendungen von bis zu 20 alten Servern auf nur noch einen neuen leistungsstärkeren Server verlagern. Die höhere Auslastung kann die Anschaffung weiterer teurer Hardware unnötig machen. Die Erfahrung aus bereits realisierten Virtualisierungsprojekten zeigt, dass sich die Investitionen oft schon nach einem Jahr amortisiert haben. Gleichzeitig ermöglicht Virtualisierung neue Redundanzkonzepte für die betriebenen Applikationen.



*Effiziente Lösung: Server mithilfe von Virtualisierung optimal auslasten.*

## Virtualisierung und Konsolidierung.

### Längerfristige Potenziale:

- ❑ **Server virtualisieren – Auslastung erhöhen.**  
Bestimmen Sie über das Betriebssystem die Serverauslastung. Haben Sie viele einzelne Server, die nur gering ausgelastet sind, z. B. unter 30 Prozent? Dann prüfen Sie, ob es technisch möglich ist, zu virtualisieren. Lassen Sie sich bei Bedarf von einem Experten beraten.
- ❑ **Outsourcing prüfen.**  
Eventuell können Ihre Serveranwendungen günstiger auf Servern eines Dienstleisters betrieben werden. Vergleichen Sie die dafür anfallenden Kosten mit denen für Betrieb und Wartung des eigenen Serverparks.
- ❑ **Serverhousing zentralisieren.**  
Wenn Sie mehrere Serverräume betreiben, prüfen Sie, welche Einsparungen bei der Betriebstechnik Sie durch eine Zusammenführung in einem zentralen Rechenzentrum erreichen könnten.

### Handlungsfeld 3: Effizienz der IT-Hardware.

Sowohl durch die Auswahl der IT-Hardware als auch durch die funktionalen Strukturen Ihrer IT können Sie direkten Einfluss auf den Stromverbrauch Ihres Rechenzentrums ausüben. Auch hierzu gibt es abhängig von der Situation in Ihrem Rechenzentrum unterschiedliche Herangehensweisen.

#### — Energieeffiziente Server beschaffen.

Bei der Auswahl der Server ist es natürlich wichtig, an erster Stelle die technischen Anforderungen Ihres Rechenzentrums genau zu beachten. Moderne Server können aber nicht nur leistungsfähig, sondern auch energieeffizient sein.

Es gibt kein allgemein anerkanntes Verfahren zur Bestimmung der Energieeffizienz, d. h. der Rechenleistung pro Watt, für Server. Der Benchmark „SPECpower\_ssj2008 V1.11“ der amerikanischen Standard Performance Evaluation Corporation (SPEC) macht aber heute schon deutliche Effizienzunterschiede sichtbar. Die Anwendung des sogenannten SPEC-Tests zeigt, dass gerade Server des mittleren Leistungsniveaus das günstigste Verhältnis zwischen Rechenleistung und Energieverbrauch bieten.

Grundsätzlich sollten Server und andere IT-Komponenten über besonders effiziente Netzteile verfügen (siehe Seite 26).

#### — Energieeffiziente Bürogeräte nutzen.

Wenn Sie schon bei der Beschaffung Ihrer Bürogeräte Energieeffizienz zu einem festen Kriterium machen, erschließen Sie sich ein großes Potenzial zur Verringerung Ihrer Stromkosten. Die *Initiative EnergieEffizienz* stellt hierfür umfangreiche Informationen über Energieeffizienzkriterien und sinnvolle Gerätekonfigurationen zur Verfügung.

Hinweise auf die weiteren Angebote der *Initiative EnergieEffizienz* sowie weiterführende technische Leitfäden und Analysen finden Sie auf den Seiten 29 bis 30.

### — Mit Thin Clients sparen.

Leistungsfähige Rechenzentren können alle Anwendungen zentral erledigen, die in den meisten Organisationen heute noch auf einzelnen Arbeitsplatz-PCs laufen. Am Einzelarbeitsplatz werden dann nur noch Tastatur, Maus und Monitor sowie ein sogenannter Thin Client benötigt, der für die Verbindung zum Server sorgt. Thin Clients benötigen dabei mit ca. 20 Watt nur noch etwa ein Drittel der Leistung eines herkömmlichen PCs. Wird die notwendige Serverleistung eingerechnet, ergibt sich gegenüber gleichwertigen

PC-Arbeitsplätzen ein Energieeinsparpotenzial von rund 50 Prozent.

Gleichzeitig bieten Thin-Client-Lösungen funktionale Vorteile: So muss etwa Software nicht mehr auf alle lokalen PCs aufgespielt und einzeln installiert werden, sondern nur noch einmal auf den zentralen Server. Durch das zentrale Support- und Wartungsmanagement fallen auch diese Kosten gegenüber PC-Einzelarbeitsplätzen um bis zu 60 Prozent niedriger aus.

## IT-Hardware.

### Sofortmaßnahmen:

- ❑ **Nicht benötigte Geräte abschalten.**  
Schalten Sie Server oder andere Komponenten, die nicht benötigt werden, konsequent ab.

### Längerfristige Potenziale:

- ❑ **Energieeffizient beschaffen.**  
Binden Sie bei der Beschaffung von IT-Geräten Energieeffizienzkriterien ein: für Server z. B. die Benchmarkwerte von SPEC, für Bürogeräte die Kriterien der Initiative EnergieEffizienz (siehe Seiten 29 bis 30).
- ❑ **Thin Clients einführen.**  
Prüfen Sie die Eignung aller derzeit eingesetzten Anwendungen und Lizenzmodelle auf einem Terminalserver. Analysieren Sie das Kosten-Nutzen-Verhältnis für einen Umstieg auf eine Client-Server-Lösung und entwickeln Sie eine geeignete Migrationsstrategie – bei Bedarf gemeinsam mit einem erfahrenen Berater.

# Effizienzpotenziale bei Lüftung, Kühlung und Stromversorgung.

Mehr als die Hälfte des Stroms im Rechenzentrum entfällt oft auf Kühlung, Lüftung und Netzteile. Innovative Technik ermöglicht auch hier deutliche Einsparungen. In diesem Kapitel finden Sie praktische Ansatzpunkte für Ihr Rechenzentrum.

## **Kostenfaktor 1: Betriebstemperatur.**

Je niedriger die Temperatur ist, auf die Ihr Rechenzentrum gekühlt wird, desto höher fallen der technische Aufwand und der Stromverbrauch aus. Daher empfiehlt es sich zu prüfen, welche Temperatur in Ihrem Rechenzentrum tatsächlich notwendig ist.

### **— Maximale Zulufttemperatur nutzen.**

Vielfach herrscht die Überzeugung, die Zuluft eines Serverraums müsse auf weit unter 20 °C gekühlt werden und die Abluft dürfe maximal 22 °C warm sein. Der weltweit gebräuchliche Standard für die Luftansaugtemperatur von elektronischen Geräten in Rechenzentren (ASHRAE) empfiehlt hingegen Ablufttemperaturen für elektronische Komponenten von bis zu 27 °C. Betreiben Sie Ihr Rechenzentrum mit der vom Hersteller maximal zugelassenen Temperatur. Eine tiefere Kühlung ist nicht sinnvoll. Und: Jedes Grad mehr bedeutet ca. 3 bis 4 Prozent weniger Stromkosten für die Klimatisierung.

### **— Temperaturen intelligent anpassen.**

Bei der Abluft haben einige Betreiber die Temperatur im Rechenzentrum sogar auf über 30 °C erhöht, ohne dass Ausfälle der

IT zu beklagen waren. Ein warmer Abluftstrom hat zudem den Vorteil, dass er im Winter als Heizenergie eingesetzt werden kann. Darüber hinaus steigt die Anzahl der Tage im Jahr, an denen direkt mit der Außenluft „frei“ gekühlt werden kann. Bei der Erhöhung der Temperatur kommt es darauf an, sorgfältig die Entwicklung und die Lage von Hotspots zu beobachten. Durch gezielte Veränderungen des Kaltluftstroms können Sie diese von temperaturkritischen Komponenten weg verlagern oder ganz vermeiden.

## **Kostenfaktor 2: Klimatisierung.**

Die Klimatisierung ist der größte Energieverbraucher in der Betriebstechnik. Sie umfasst die Kühlung, Lüftung und gegebenenfalls auch die Regulierung der Luftfeuchtigkeit im Rechenzentrum. Basis einer sparsamen Klimatisierung ist zunächst ein möglichst geringer Wärmeeinfall im Rechenzentrum. Wichtige Faktoren dafür sind: energieeffiziente IT-Hardware und eine gute Isolierung des Gebäudes gegen sommerliche Wärmestrahlung. Im Folgenden zeigen wir Ihnen weitere Einflussmöglichkeiten auf das Klima in Ihrem Rechenzentrum.

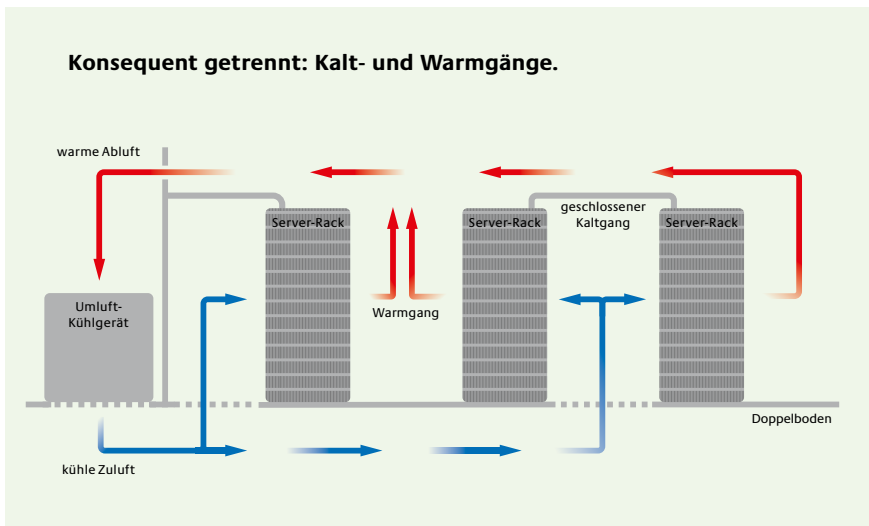
### — **Warme und kalte Luft trennen.**

Zur Trennung von Warm- und Kaltluft werden die Server-Racks mit den warmen Rückseiten gegeneinander positioniert und möglichst auch der Zwischenraum durch Bleche oder Raumteiler von der restlichen Raumluft getrennt. Aus den „Warmgängen“ wird nun die warme Luft abgesaugt und zur Kühlanlage geleitet, die gegebenenfalls mit freier Kühlung arbeitet. Die gekühlte Luft wird dann wieder den geschlossenen Kaltgängen des Rechenzentrums zugeführt.

Prüfen Sie auch die Möglichkeit, die warme Abluft zur Beheizung anderer Gebäudbereiche zu verwenden. Bei Bedarf lässt sich das Temperaturniveau über eine Wärmepumpe nochmals erhöhen. In vielen Fällen sind die Ursachen eines zu hohen Stromverbrauchs für die Kühlung leicht zu ermitteln:

Durch kalte Luft, die unregelmäßig in den Warmgang strömt, sinkt die Effizienz der Kühlung. Ein häufiger Grund hierfür ist etwa ein leerer Platz in einem Server-Rack, der nicht durch ein Blindblech verschlossen ist. Leckagen (bei Racks oftmals die Sockelbereiche und die Kabelzuführungen) lassen sich mit geeigneten Dämm-Materialien abdichten.

Bei Verwendung eines Doppelbodens zur Führung der kalten Zuluft ist es empfehlenswert, diesen z. B. mittels einer Wärmebildkamera auf Undichtigkeiten hin zu untersuchen. Eine gute Luftführung – ohne Möglichkeiten zum Überströmen von Kaltluft in den Warmbereich – ist daher eine wichtige Voraussetzung für Energieeffizienz. Sie lässt sich oft schon mit wenig Aufwand einfach durch Aufmerksamkeit und Sorgfalt erreichen.



*Eine optimale Luftstromführung ist ein wichtiger Faktor bei der Senkung der Energiekosten im Rechenzentrum.*

### — Innovative Kältekonzepte prüfen.

Optimierungspotenziale liegen auch in der Kühlung und Kälteerzeugung. Viele Rechenzentrumsbetreiber setzen mittlerweile erfolgreich direkte oder indirekte freie Kühlung ein. Durch die Nutzung von kühler Außenluft (freies Kühlen) lässt sich in Zeiten entsprechend niedriger Außentemperaturen eine deutliche Energieeinsparung erreichen. Bei der freien Kühlung wird bis zu einer festgelegten Außentemperatur die kühlere Außenluft beigemischt. Dementsprechend reduziert sich der Energieeinsatz zur Kälteerzeugung.

Neben elektrisch angetriebenen Kompressionskältemaschinen gibt es bei größeren Rechenzentren die Möglichkeit, durch das Notstromaggregat permanent Strom zu erzeugen – und mit der Abwärme eine sogenannte Absorptionskältemaschine anzutreiben. Ferner existieren auf dem Markt Systeme, die adiabate Kühlung (Verdunstungskühlung) nutzen und den Energiebedarf auf diese Weise reduzieren können.

Insgesamt wird so deutlich weniger Strom verbraucht, als eine Kompressionskältemaschine gleicher Leistung benötigen würde. Prüfen Sie diese Möglichkeit für Ihr Rechenzentrum.

### — Geothermie nutzen.

Auch der Einsatz regenerativer Energien bietet längerfristig interessante Perspektiven. Ein Beispiel für Effizienz durch geothermische Kühlung: In einem kleinen Rechenzentrum erzeugte eine Kompressionsmaschine mit einem Stromverbrauch von 4,5 kWh eine Kühlleistung von 12 kW. Die Analyse ergab, dass diese Wärmemenge geothermisch durch eine 0,5-kW-Pumpe abgeführt werden könnte. Hierzu treibt eine Umwälzpumpe einen Wasserkreislauf an, der in einem 100 Meter tiefen Erdrohr auf 14 °C abgekühlt wird. Der kühle Wasserstrom steht dann direkt zur Kühlung zur Verfügung. Es ergibt sich ein um fast 90 Prozent reduzierter Energieverbrauch. Werden mehrere solcher Bohrungen in sogenannten Sondenfeldern kombiniert, kann man 500 kW und mehr Kälteleistung erreichen.

### — Geht es auch ohne Klimatisierung?

Für kleine und mittlere Rechenzentren bietet sich manchmal die Möglichkeit, ganz auf zusätzliche Kühlung zu verzichten. Wird das vorhandene Rechenzentrum virtualisiert, so kann die Zahl der Server häufig deutlich reduziert werden. Sind die verbleibenden Server energieeffizient, emittieren sie nur so wenig Wärme, dass auf eine aktive Kühlung verzichtet werden kann. Prüfen Sie auch diese Möglichkeit für Ihre Anlage.



## Temperatur.

### Sofortmaßnahmen:

- ❑ **Maximaltemperaturen ausschöpfen.**  
Betreiben Sie Ihr Rechenzentrum bei der von den Komponentenherstellern als maximal angegebenen Temperatur.
- ❑ **Kalt- und Warmgänge trennen.**  
Optimieren Sie die Luftführung durch eine konsequente Kaltgang-Warmgang-Trennung.
- ❑ **Hotspots vermeiden.**  
Identifizieren Sie Hotspots durch im Raum verteilte Temperaturmessungen und eliminieren Sie diese durch eine verbesserte Luftführung.

### Längerfristige Potenziale:

- ❑ **„Heiße“ Hardware beschaffen.**  
Achten Sie bei neuer Hardware auf eine zulässige Betriebstemperatur bis 35 °C und im Idealfall auch höher. Die Kosteneinsparungen durch geringeren Kühlbedarf kompensieren langfristig auch eventuelle Mehrkosten bei der Anschaffung.
- ❑ **Alternative Kühlkonzepte prüfen.**  
Durch Erweiterung oder Virtualisierung ändert sich in der Regel der Kühlbedarf des Rechenzentrums. Prüfen Sie dann den Einsatz alternativer Kühlkonzepte wie Geothermie, adiabate Kühlung oder freie Kühlung.
- ❑ **Einsatz von leistungsgeregelten Systemen**  
Drehzahlgeregelte Pumpen, stufenlose Drehzahlregelungen für Ventilatoren und EC-Lüfter weisen ein günstiges Teillastverhalten, geringeren Verschleiß und Wartungsaufwand auf. Dies führt zu Effizienzgewinnen von bis zu 50 Prozent. Teilweise ist auch die Nachrüstung von vorhandenen Systemen möglich und wirtschaftlich tragfähig.

### Kostenfaktor 3: Stromversorgung und Überkapazitäten.

Die Stromversorgung eines Rechenzentrums hat viele Komponenten. Für die Energieeffizienz sind in erster Linie die Netzteile der einzelnen Geräte und die unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) von Bedeutung.

Auch eine korrekt dimensionierte Betriebstechnik, entsprechend der tatsächlichen Auslastung, ist ein grundlegender Faktor für die Energieeffizienz im Rechenzentrum.

#### — Maximalen Wirkungsgrad anstreben.

Netzteile werden grundsätzlich mit dem Gerät gemeinsam erworben, in das sie eingebaut sind. Ihr Wirkungsgrad liegt bei mittlerer Auslastung aber oft bei nur 60 bis 70 Prozent. Das bedeutet 30 bis 40 Prozent Stromverluste allein im Netzteil. Diese Stromverluste werden in Wärme umgesetzt, was wiederum hohe Kühlleistungen erfordert, um die elektronischen Bauteile nicht thermisch zu überlasten. Beschaffen Sie daher Geräte, deren Netzteile einen Wirkungsgrad von mindestens 90 Prozent haben.



*80 PLUS® testet unabhängig Netzteile auf ihre Energieeffizienz. Erreichen diese bei 20, 50 und 100 Prozent Auslastung jeweils einen Wirkungsgrad von mehr als 80 Prozent, erhalten sie das 80 PLUS®-Siegel. Aktuell stellt „80 PLUS Titanium“ die höchste Effizienzklasse dar.*

### – Stromausfällen effizienter vorbeugen.

Eine unterbrechungsfreie Stromversorgung sichert auch bei einem abrupten Stromausfall die Stromversorgung der IT durch eine Batterie. Aufgrund der zweifachen Wandlung „Wechselstrom im Netz – Gleichstrom für die Batterie – Wechselstrom für die Geräte“ hat eine USV oft Verluste von bis zu zehn Prozent. Mit hocheffizienten USVen lassen sich diese Verluste um etwa die Hälfte oder mehr verringern. Sind mehrere USVen in Reihe geschaltet, addieren sich die Verluste. Prüfen Sie darüber hinaus den Einsatz von alternativen USV-Systemen, die statt Batterien z. B. ein Schwungrad zur Speicherung der Energie verwenden.

### – Betriebstechnik richtig dimensionieren.

Vermeiden Sie Überkapazitäten bei der Betriebstechnik – auch wenn Sie beabsichtigen, Ihr Rechenzentrum später zu erweitern. Denn je geringer die Auslastung, desto ineffizienter arbeiten die Systeme. Planen Sie die Auslegung Ihrer Betriebstechnik vorausschauend und berücksichtigen Sie zukünftige Erweiterungen durch die Auswahl erweiterbarer Betriebstechnik. Flexible Anpassungen an den jeweils aktuellen Bedarf sind effizienter und kostengünstiger als das unnötige Vorhalten großer Kapazitäten. Achten Sie auch bei einer Zusammenlegung von Rechenzentren darauf, die Leistung der Betriebstechnik immer der Serverleistung anzupassen.

## Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV).

### Sofortmaßnahmen:

- ❑ **USVen optimal auslasten.**  
Stellen Sie sicher, dass Ihre USV bei optimaler Auslastung betrieben wird.
- ❑ **Mindestens 90 Prozent anstreben.**  
Beachten Sie beim Kauf Ihrer USV, dass diese einen hohen Wirkungsgrad hat (>90 Prozent).
- ❑ **Reihenschaltung vermeiden.**  
Vermeiden Sie in Reihe geschaltete USV-Anlagen, um die Verluste nicht unnötig zu erhöhen. Dies spart Strom und vermindert die Wärmeemission.



# Technik, Beschaffung, Finanzierung: Diese Quellen helfen Ihnen weiter.

## **Weiterführende technische Leitfäden, Analysen und Kenngrößen.**

Der Bundesverband Informationswirtschaft Telekommunikation und neue Medien e.V. (BITKOM) bietet in seinem Leitfaden „Energieeffizienz in Rechenzentren“ umfangreiche Hinweise zum Einsatz moderner Technologien, die zu einer Steigerung der Energieeffizienz und zur Kosteneinsparung führen.  
[www.bitkom.org](http://www.bitkom.org)

Der Leitfaden „Energieeffizienz-Analysen in Rechenzentren“ des BITKOM ermöglicht eine systematische Analyse des Energieverbrauchs und Einsparpotenzials beim Betrieb der IT. Diese Analyse kann als Basis für Energieberatungen dienen.  
[www.bitkom.org](http://www.bitkom.org)

Der Leitfaden „Server-Virtualisierung“ des BITKOM informiert detailliert über Potenziale und technische Möglichkeiten der Virtualisierung.  
[www.bitkom.org](http://www.bitkom.org)

Besondere Bedeutung für die Effizienz von Servern hat der von der Standard Performance Evaluation Corporation entwickelte Leistungstest SPECpower\_ssj2008.  
[www.spec.org/power\\_ssj2008](http://www.spec.org/power_ssj2008)

Betreiber von Rechenzentren können ihr Angebot mit dem renommierten Umweltzeichen „Der Blaue Engel“ für grüne Rechenzentren zertifizieren lassen. „Der Blaue Engel“ wird nicht nur für ein IT-Produkt, sondern übergreifend für die gesamte Dienstleistung eines Rechenzentrums vergeben.  
[www.blauer-engel.de](http://www.blauer-engel.de)

## **Informationen und Praxisbeispiele zur Energieeffizienz in Rechenzentren.**

In der Veröffentlichung „Energieeffiziente Rechenzentren – Best-Practice-Beispiele aus Europa, USA und Asien“ des Bundesumweltministeriums aus dem Jahr 2009 werden vorbildliche energieeffiziente Rechenzentren aus Europa, USA und Asien vorgestellt. Die Beispiele zeigen eindrucksvoll, wie sich in der Praxis große Potenziale für Effizienzsteigerung und Kostensenkung erschließen lassen.  
[www.bmu.de](http://www.bmu.de)

The Green Grid ist eine internationale Organisation mit dem Ziel, Standards für energieeffiziente Rechenzentren zu definieren und umfangreiche Informationen zu Energieeffizienz in Rechenzentren bereitzustellen.  
[www.thegreengrid.org](http://www.thegreengrid.org)

### **Angebote der Initiative EnergieEffizienz:**

#### **Ratgeber und Berater.**

Im Online-Ratgeber erhalten Sie wichtige Informationen zur Energieeffizienz in der IT und finden den richtigen Spezialisten für Ihr Optimierungsprojekt.

#### **dena-Referenzprojekte.**

Informieren Sie sich über herausragende Projekte effizienter Energienutzung oder präsentieren Sie Ihre eigenen erfolgreich umgesetzten Maßnahmen.

#### **Beschaffung energieeffizienter Bürogeräte.**

In der Online-Auswahlhilfe Office-TopTen finden Sie besonders stromsparende IT-Geräte für den Arbeitsplatz. Ein detaillierter Leitfaden sowie unsere Webseminare zeigen Ihnen, wie Sie Energieeffizienzkriterien Schritt für Schritt und rechtssicher in Ausschreibungen einbinden.

Alle Angebote finden Sie unter: [www.stromeffizienz.de](http://www.stromeffizienz.de)

### **Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten.**

Das Umweltinnovationsprogramm des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit fördert Projekte, in denen innovative technologische Verfahren und Verfahrenskombinationen zur rationellen Energieverwendung und zur Verminderung von Umweltbelastungen zum Einsatz kommen.

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

Die Green-IT-Projektberatung des BITKOM berät Unternehmen und Institutionen bei der Planung, Durchführung und Kommunikation von Green-IT-Projekten.

[www.green-it-projektberatung.de](http://www.green-it-projektberatung.de)

# Effizienzvorsprung im Wettbewerb – mit der *Initiative EnergieEffizienz*.



## **Die Deutsche Energie-Agentur.**

Die Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) ist das Kompetenzzentrum für Energieeffizienz, erneuerbare Energien und intelligente Energiesysteme. Ziel der dena ist es, dass Energie so effizient, sicher, preiswert und klimaschonend wie möglich erzeugt und eingesetzt wird – national und international. Dafür kooperiert die dena mit Akteuren aus Politik, Wirtschaft und Gesellschaft. Die Gesellschafter der dena sind die Bundesrepublik Deutschland, die KfW Bankengruppe, die Allianz SE, die Deutsche Bank AG und die DZ BANK AG.

## **Impressum.**

### **Herausgeber.**

#### **Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)**

Chausseestraße 128 a  
10115 Berlin  
Tel: + 49(0) 30 72 61 65-600  
Fax: + 49(0) 30 72 61 65-699  
E-Mail: [info@dena.de](mailto:info@dena.de)  
Internet: [www.dena.de](http://www.dena.de)

### **Bildnachweis.**

Seite 10: Host Europe GmbH  
Seite 14: generiert mit TileFlow

### **Redaktion.**

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)  
Hannes Seidl, Rafael Noster, Stephan Blank



## **Die Initiative EnergieEffizienz.**

Die *Initiative EnergieEffizienz* der dena ist eine bundesweite Informations- und Motivationskampagne, die private Verbraucher, Unternehmen und öffentliche Einrichtungen über Vorteile und Chancen der effizienten Stromnutzung informiert. Die Kampagne wird gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi).

Für Dienstleistungsunternehmen, öffentliche Einrichtungen und Kommunen stellt die Initiative umfangreiche Informationen zu den Handlungsfeldern Informationstechnik, Beleuchtung, Lüftung und Klimatisierung sowie Nutzermotivation und Energiemanagement bereit. Mit einem vielfältigen Angebot an Informationsmaterialien, Online-Tools und Bürogeräte-Datenbanken unterstützt die Kampagne Entscheidungsträger bei der Erschließung von Energie- und Kosteneinsparpotenzialen. [www.stromeffizienz.de](http://www.stromeffizienz.de)

### **Fachliche Beratung.**

Dr. Jens Clausen, PD Dr. Klaus Fichter, Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit gGmbH; Harald Rossol, erecon AG

### **Mitwirkung.**

Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. (BITKOM)



Für alle Fragen zur effizienten Energienutzung  
im Dienstleistungssektor:

**kostenlose Energie-Hotline 08000 736 734**

**[www.stromeffizienz.de](http://www.stromeffizienz.de)**

ClimatePartner   
**klimateutral  
gedruckt**

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen dieses Produkts wurden  
durch CO<sub>2</sub>-Emissionszertifikate ausgeglichen.  
Zertifikatsnummer: 166-10794-0212-1039  
[www.climatepartner.com](http://www.climatepartner.com)

Eine Initiative von:



Gefördert durch:



**Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Technologie**

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages