

Green IT Strategie Bausteine

für die kommunale Green IT Strategie



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

Inhaltsverzeichnis

Einführung.....	1
1. Messen, Bilanzierung und Dokumentation.....	2
2. Druck- und Dokumentenmanagement	7
3. Desktopvirtualisierung	10
4. Server Virtualisierung und Konsolidierung	14
5. Serverräume und Infrastruktur	17
6. Einsparungen am Arbeitsplatz, Mitarbeiter Motivation und Richtlinien.....	24
7. Beschaffung, Ressourcen und ReUse.....	26
8. Green By IT: Prozessoptimierung.....	32

Einführung

Die DUH Green IT Strategie Bausteine geben kleinen bis mittelgroßen Kommunen einen Rahmen zur Entwicklung einer eigenen Green IT Strategie. Sie zeigen auf, wie eine kommunale IT Landschaft so gestaltet werden kann, dass sie Nachhaltigkeit und Ökonomie gleichermaßen vereint. In acht Teilen werden alle wesentlichen Themenbereiche der Green IT abgedeckt.

IT wird dabei nicht als Selbstzweck angesehen, sondern ist in erster Linie als Instrument, mit dem kommunale Mitarbeiter ihre Arbeit möglichst effizient verrichten können. Dazu zählt auch eine vereinfachte Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen Bürger und Gemeindeverwaltung. Nebenbei soll die IT möglichst günstig sein und wenig Arbeit verursachen. Der Aspekt des Ressourcenverbrauches bei Betrieb und Herstellung der Geräte wird dabei in vielen Kommunen außer Acht gelassen – dabei lässt sich die Einsparung von Ressourcen oftmals positiv mit ökonomischen Faktoren koppeln.

Mit den Bausteinen zeigen wir Potenziale und Lösungen auf, die Sie für Ihre Kommune adaptieren können. Zum Abschluss jedes Themenbereichs steht jeweils eine Checkliste mit Maßnahmen, die für viele Kommunen in Frage kommen. Diese Maßnahmen sollten in die Green IT Strategie aufgenommen werden oder zumindest an die lokale Situation angepasst auf Durchführbarkeit geprüft werden.

Zusätzlich zu den Bausteinen bietet die Deutsche Umwelthilfe zu jedem der acht Bausteine PowerPoint-Folien an, die das jeweilige Thema prägnant zusammenfassen. Die Folien können nach Bedarf angepasst werden und sind als Präsentationsmaterial für Sitzungen und Diskussionen gedacht. Somit können Entscheidungsträger schnell die Benefits der Green IT erfassen und werden in ihrem Entscheidungsprozess gestützt.

1. Messen, Bilanzierung und Dokumentation

Ziel der Green IT ist es, den Energiebedarf zu reduzieren. Hierfür ist es zunächst wichtig, den aktuellen Stromverbrauch der gesamten IT-Infrastruktur zu messen. Den expliziten Anteil der IT am Gesamtstromverbrauch zu bestimmen, ist jedoch nicht trivial und wirft einige Probleme auf, die im Folgenden kurz beschrieben werden.

Welche Problematik ergibt sich beim Messen?

Den aktuellen Stromverbrauch in EDV-Strom und Allgemeinstrom zu trennen, gestaltet sich schwierig, da in den meisten Fällen vorab weder eine solche Trennung konzipiert, noch die Elektroinstallationen bei der Planung entsprechend entworfen wurden. Die Gesamtstromrechnung ergibt sich aus der Summe aller Stromverbräuche unterschiedlichster Geräte und kann nur Aufschluss geben, wenn alle anderen Verbraucher bekannt sind.

Des Weiteren ist es oft problematisch, die Lastverteilung der einzelnen Geräte über einen gewissen Zeitraum zu ermitteln. Dies ist notwendig, um später anhand des Nutzungsprofils von einzelnen Geräten Entscheidungen für Optimierungen treffen zu können.

Auch müssen Messpunkte identifiziert werden, die für die Bilanzierung des späteren Vorher- Nachher-Vergleichs geeignet sind. Viele Messstellen, z.B. Serverracks, dulden keine oder kaum Unterbrechungen und stehen während An- und Abkopplung von Messgeräten nicht zur Verfügung.

Wie kann der EDV-Stromverbrauch gemessen werden?

Die Messung des EDV-bezogenen Ist-Stromverbrauchs ist eine nachhaltige Investition und daher ist es sinnvoll, sich über verschiedene Messstrategien Gedanken zu machen. Es stehen mehrere Möglichkeiten zur Auswahl, weshalb empfohlen wird, Beratungsdienstleistungen in Anspruch zu nehmen.

Im Folgenden werden zwei mögliche Optionen vorgestellt, die für die kommunale Entscheider von Interesse sein können. Sie unterscheiden sich in der Genauigkeit und im Preis. Beiden ist aber gemein, dass der Messgegenstand klar definiert sein muss.

Messstrategie 1

Die erste Option ist der Einsatz von handelsüblichen und kostengünstigen Strommessgeräten, wie sie im Elektrohandel erhältlich sind. Hierbei ist es wichtig, sich im Voraus über die Messgenauigkeiten der einzelnen Geräte zu informieren, da die

Validität der späteren Messung davon anhängig ist. Vor der Anschaffung eines Strommessgerätes sollten jedoch einige Kriterien erfüllt werden.

Die Geräte sollten:

- die Messwerte über einen längeren Zeitraum in Datenlogs speichern können
- über eine Software zur Auswertung verfügen
- den Messverlauf gut dokumentieren
- einfach zu handhaben sein

Methodisch wird empfohlen, die vorhandene IT Infrastruktur anhand von aktuellen Inventarlisten zu erfassen. Im nächsten Schritt sollten die erfassten Geräte in Geräteklassen eingeteilt werden, die sowohl baugleiche als auch ähnliche Geräte umfassen können. Die Heterogenität der einzelnen Geräteklassen ist für das Messen des Stromverbrauchs von großer Bedeutung. Je größer die Anzahl unterschiedlicher Gerätetypen innerhalb einer Gerätekategorie, desto schwieriger gestaltet sich das Messen des Stromverbrauchs der Gerätekategorie. Es ist daher von Vorteil, wenn jede Gerätekategorie nur aus einem Gerätetyp besteht, z.B. einen Bildschirmtyp. In diesem Fall bietet es sich an, zwei Geräte als Referenz zu verwenden und die Ergebnisse auf die restlichen Geräte hochzurechnen. Besteht eine Gerätekategorie jedoch aus mehreren Gerätetypen, erschwert dies die Messung des Stromverbrauchs einer Gerätekategorie. Korrekterweise müsste dann für jeden einzelnen Gerätetyp der Stromverbrauch separat berechnet werden, um einen realistischen Gesamtwert der Gerätekategorie zu errechnen.

Eine weitere Möglichkeit ist die Erfassung von möglichst durchschnittlichen Arbeitsplätzen oder Orten, Serverräumen, Bürobereichen, CAD-Pools (Technisches Zeichnen) etc.. Für diese „Funktionsklassen“ lassen sich durch Hochrechnungen Energieverbräuche pro gewählten Zeitabschnitt erfassen, wodurch ein Vorher- und Nachher-Vergleich ermöglicht wird. Als Minimalmesszeitraum wird im Allgemeinen eine Woche (incl. Wochenende) pro Messpunkt empfohlen.

Vorteile:

- Die Geräte sind in der Regel preiswert, z.B. der Voltcraft Energy-Logger 4000, der im GreenITown-Projekt der DUH zum Einsatz kam und etwa 60,00 € kostet
- Handhabung vergleichsweise einfach

Nachteile:

- Beschaffung mehrerer Geräte nötig, da ansonsten wird viel Zeit für die Messung benötigt wird
- da das Angebot von Messgeräten am Markt variiert, gilt diese Varianz auch für Verfügbarkeit, Handhabung und Auswertung
- bei heterogenen Umgebungen eingeschränkte Übersicht über die Lastgänge

- Zeitaufwand und Kosten für internes Personal
- Identifikation von Extremverbrauchern nur möglich, wenn diese direkt mit dem Messgerät gemessen werden
- Geräte in Serverräumen müssen für die Anbringung von Messgeräten heruntergefahren werden, mit Ausnahme von Servern mit mehreren Netzteilen
- manuelle Dokumentation und Auswertung durch internes Personal ist arbeitsintensiv
- ggf. höhere Fehleranfälligkeit bei den Messergebnissen durch Ungleichzeitigkeit der Messungen
- Entwicklung gezielter Maßnahmen abhängig von der Granularität des Messansatzes

Checkliste Messstrategie 1

Maßnahme	Relevanz (- / Ø / +)	Check
Workshop Messstrategie		☐
Auswahl und Beschaffung Strommessgeräte		☐
Inventur der IT Infrastruktur		☐
Einteilung in Geräteklassen		☐
Definition der Messpunkte		☐
Messung IST-Zustand mit Dokumentation der Ergebnisse		☐
Green IT Maßnahmen entwickeln und durchführen		☐
Messung nach Green IT Maßnahmen		☐
Auswertung der Ergebnisse		☐
Bewertung der Ergebnisse (Bilanzierung)		☐
Dokumentation		☐

Messstrategie 2

Ziel ist auch hier, die Faktenlage „Stromverbrauch“ zu erkennen und mögliche Energieeinsparpotentiale aufzudecken. Bei folgender Methode werden für die Strommessung spezialisierte Dienstleister hinzugezogen, die die Messung für die Kommune durchführen. Sie sind in der Lage die notwendigen Messpunkte zu identifizieren und den Gerätepark entsprechend professionell zu analysieren.

Der Dienstleister sollte:

- idealerweise die Anforderungen der GreenIT kennen oder mit einem entsprechenden Beratungsunternehmen zusammenarbeiten
- die notwendigen Qualifikationen im Elektrohandwerk besitzen
- die entsprechenden Messgeräte zur Verfügung stellen können
- eine allgemeinverständliche möglichst grafische Aufbereitung der Messergebnisse zur Verfügung anbieten
- bei der Auswertung der Ergebnisse helfen, um z.B. Hinweise auf geeignete Maßnahmen zur Stromeinsparung zu geben

Die Messtechnik sollte:

- zeitraumsspezifische Lastgänge dokumentieren (min. 7 Tage inkl. Wochenenden)
- den Energieverbrauch einzelnen Verursachern zuordnen können (innerhalb der Messkreise oder Messpunkte)
- variabel in der Anzahl der Messpunkte sein
- das Messen mit Stromzangen unterstützen
- Daten liefern, die grafisch aufbereitet auch für Laien leicht verständlich sind

Vorteile:

- keine Beschaffung oder Ausleihe von eigenen Messgeräten
- zeitlich frei vereinbare Lastgangdokumentation (Visualisierung)
- professionell unterstützte Identifikation von geeigneten Messpunkten
- Zuordnung von Lastgängen zu einzelnen Verbrauchern möglich, ohne jeden einzelnen Verbraucher anzuschließen (kein Herunterfahren von kritischer Hardware notwendig)
- einfache Identifikation von Hochverbrauchern
- Zuordnung von IT-spezifischen Verbrauchern möglich
- Visualisierung, d.h. grafisch aufbereitete Dokumentation (via Software) zur Entscheidungshilfe und geeignet als Nachweis für den Erfolg der Maßnahmen
- Entwicklung gezielter Maßnahmen wird erleichtert
- teilweise als Dauermessung möglich
- Geeigneter Einstieg in ein Energiemanagementsystem, um zukünftige Veränderungen zu erkennen und diesen entgegenwirken zu können

Nachteile:

1. Messen, Bilanzierung und Dokumentation

- Vorabauswahl von Anbieter notwendig , ggf. Ausschreibung
- Investition (als Daumenwert und abhängig vom Anbieter: 7 Tage Messung starten ab ca. 1.500,00 € pro Standort. Man benötigt mindestens zwei Durchläufe (Vorher/Nachher). Der genauere Überblick kann aber ggf. zu gezielteren Maßnahmen führen, so dass sich die Amortisationszeit im Vergleich zu Messstrategie 1 nicht in jedem Fall signifikant ändern muss.)
- Kosten für Workshop können hinzukommen, soll sich der Dienstleister beteiligen

Checkliste Messstrategie 2

Maßnahme	Relevanz (- / Ø / +)	Check
Workshop Messstrategie, beinhaltet...		☐
Auswahl Dienstleister (DL)		☐
Inventur der IT Infrastruktur (Eigenleistung oder optional nach Auswahl durch DL - Zusatzkosten möglich)		☐
Einteilung in Geräteklassen		☐
Definition der Messpunkte zusammen mit DL		☐
7 Tage-Messung IST-Zustand mit Dokumentation durch DL		☐
Green IT Maßnahmen entwickeln und durchführen durch DL*		☐
7 Tage-Messung nach Green IT Maßnahmen mit Dokumentation durch DL		☐
Auswertung der Ergebnisse durch DL		☐
Bewertung der Ergebnisse (Bilanzierung) zusammen mit DL		☐
Dokumentation zusammen mit DL		

*Der Dienstleister für die Messung muss nicht identisch sein mit dem Dienstleister der Green IT Beratung!

Alternative zum Messen des absoluten EDV-Verbrauchs

Möchte man der Messung des Stromverbrauchs der IT-Infrastruktur aus bestimmten Gründen umgehen, besteht die Möglichkeit die Stromrechnungen vor und nach einer Green IT Maßnahme zu vergleichen. Dies ist zwar haushaltsschonender, jedoch wird aus dem Vergleich nur ersichtlich, ob der Stromverbrauch gesunken ist, allerdings nicht um wie viel. Ob dies dem Haushaltsausschuss genügt, ist dann eine politische Entscheidung.

2. Druck- und Dokumentenmanagement

Das Drucken einer Vielzahl von Dokumenten im Arbeitsalltag ist für Kommunen unausweichlich. Die Folge ist ein nicht unerheblicher Verbrauch von Energie und Ressourcen, was ein effizientes Printmanagement notwendig macht.

Dokumentenmanagement

Ein elektronisches Dokumentenmanagement kann auch einen Beitrag leisten, das Drucken von Dokumenten zu reduzieren. Es erleichtert in Kommunen die Dokumentenverwaltung und die Vorgangsbearbeitung. Es können, neben der Archivierung, komplette Prozesse sowie der gesamte Lebenszyklus eines Dokumentes gespeichert werden. Die Informationen werden in elektronischer Form in einer zentralen Datenbank gespeichert, die über das Netzwerk für alle erreichbar sind. Zusätzlich enthält die Datenbank die zugehörigen Metadaten eines jeden Dokuments, wie z.B. Autor, Erstelldatum, Thema oder Sachbearbeiter.

Energie- und Ressourceneinsparung

Printmanagement

Um beim Printmanagement Energie und Ressourcen einzusparen, sollte als erster Schritt auf einzelne Arbeitsplatzdrucker verzichtet werden und ein Multifunktionsgerät zum Drucken verwendet werden. Dies spart Ressourcen, indem ein Gerät mehrere kleinere Geräte ersetzt und somit nur ein Netzteil, Platine usw. benötigt werden.

Zusätzlich sollten möglichst dieselben Multifunktionsgerättypen eingesetzt werden, da folglich weniger Versionen von Ersatzteilen und Verbrauchsmaterialien benötigt werden. Außerdem werden die Verwaltung und der Support der Systeme durch die IT-Abteilung erleichtert und schlussendlich lassen sich bessere Konditionen beim Lieferanten erhalten. Es gilt jedoch zu überprüfen, wie weit konsolidiert werden kann, da bspw. bei regem Kundenkontakt ein zusätzlicher Arbeitsplatzdrucker meist notwendig ist.

Durch eine Druckerüberwachungssoftware kann die Beschaffung der Toner bzw. Tintenpatronen automatisiert werden, so dass keine manuelle Bestellung notwendig ist. Toner müssen daher nicht mehr gelagert werden, womit dann auch keine Restbestände mehr anfallen.

Ebenfalls ist die Verwendung von Papier- und Tonersparenden Einstellungen sehr wichtig und einfach umzusetzen. Diese sollten per Gruppenrichtlinie voreingestellt sein und Duplex Druck, schwarz/weiß Druck sowie das Drucken im energie-und ressourcensparenden Modus (Eco-Modus) umfassen.

Eine weitere maßgebende Maßnahme ist die Verwendung von Recyclingpapier. Dieses bietet den Mehrwert, dass kein weiteres Holz gerodet wird und weniger intensive Bleichmittel als bei der Herstellung von Frischfaserpapier verwendet werden.

Neben diesen Faktoren ist ein sehr entscheidender Mehrwert die Energieeffizienz von Recyclingpapier, denn laut einer Studie des Umweltbundesamtes sparen holistisch betrachtet bereits 1000 Blatt Recyclingpapier 47,3kWh Strom (QUELLE: IFEU-STUDIE: DATENGRUNDLAGEN ZUR KLIMA- UND RESSOURCENEFFIZIENZ VON KOPIERPAPIER AUF DEM DEUTSCHEN MARKT; IM AUFTRAG DES UMWELTBUNDESAMTES (unveröffentlicht)).

Des Weiteren sollten bei Arbeitsplatzdruckern, die in der Regel weniger genutzt werden und kleinere Druckaufträge erledigen, bevorzugt Tintenstrahldrucker eingesetzt werden, da diese im Vergleich zu Laserdruckern durchschnittlich nur ein Fünftel des Stromverbrauches haben. Generell haben Laserdrucker einen höheren Energieverbrauch, da deren Bildtrommel erhitzt werden muss, um einsatzfähig zu sein. Zudem sind moderne Tintenstrahldrucker mit seitenbreitem Druckkopf den Laserdruckern in Punkto laufenden Kosten mittlerweile ebenbürtig.

Außerdem sollte die E-Fax Funktion genutzt werden, da dadurch eine enorme Menge an Papier gespart werden kann. Diese Funktion hat zusätzlich eine Synergie mit dem Dokumentenmanagementsystem.

Schlussendlich sollte bei einem effizienten Printmanagement beachtet werden, dass Geräte außerhalb ihres Betriebs über schaltbare Steckdosenleisten physikalisch vom Netz getrennt werden.

Dokumentenmanagement

Ein effizientes elektronisches Dokumentenmanagement bietet eine Vielzahl ökologischer Vorteile. Ein nahliegender aber dennoch wesentlicher Mehrwert ist, dass Dokumente für den täglichen Arbeitsanfall nicht mehr kopiert werden müssen, sondern bequem per E-Mail oder E-Fax an externe Empfänger weitergegeben werden können. Diese einfache Verteilung führt neben der Papier- und Druckeinsparung zur Reduktion von Fahrten und daher auch zu einem niedrigeren Energieverbrauch. Hierzu trägt ebenfalls das einfache Editieren der Dokumente bei.

Des Weiteren können Gebäuderessourcen eingespart werden, da die Dokumente nicht mehr gelagert werden müssen und daher keine großen Archive mehr benötigt werden. Auf kostenintensive Büromöblierung in den einzelnen Büros kann daher ebenfalls verzichtet werden, da bspw. weniger Aktenordner benötigt werden.

Neben ökologischen Vorteilen gewährleistet das elektronische Dokumentenmanagement eine leichte Auffindbarkeit, Protokollierung sowie eine einfache Verwaltung von Bearbeitungsständen.

Des Weiteren kann ein Zugriffsberechtigungskonzept aufgesetzt, sämtliche Änderungen weitergeleitet und Unklarheiten über die Gültigkeit von Dokumentenständen verhindert werden.

Bei einem elektronischen Dokumentenmanagement sollte jedoch beachtet werden, dass eine arbeitsplatz- und prozessspezifische Konfiguration und ein Training für die richtige Verwendung der Software durchgeführt werden sollte. Diese Maßnahmen, in Kombination mit der Mitarbeitersensibilisierung, schaffen Akzeptanz für das System und sind zwingend notwendig für den richtigen Einsatz und der damit verbundenen Ersparnis von Energie und Ressourcen.

3. Desktopvirtualisierung

Was bedeutet Desktopvirtualisierung?

Bei der Desktopvirtualisierung geht es um ein Konzept, bei dem das Betriebssystem einer Arbeitsstation nicht auf dieser Station selbst ausgeführt wird. Der zentrale Server übernimmt die Aufgabe, die Betriebsoberfläche für jeden einzelnen Arbeitsplatzcomputer bereit zu stellen. Dabei wird für jeden Arbeitsplatz ein eigenes Betriebssystem zur Verfügung gestellt, im Unterschied zu Terminalsitzungen, wo alle Arbeitsplätze auf dem gleichen Serverbetriebssystem arbeiten.

Vorteil: Geräte wie Thin Clients oder Zero Clients, die in einer virtualisierten Umgebung arbeiten, haben nur einen Bruchteil des Stromverbrauchs eines normalen Desktop PCs. Außerdem sind sie wesentlich einfacher zu warten (mehr dazu siehe unten).

Welche Ansätze der Desktopvirtualisierung gibt es?

Es gibt verschiedene Modelle, die sich in 2 Kategorien einteilen lassen: Host-basierte und Client-basierte Desktopvirtualisierung. Diese unterscheiden sich in dem Ort der Ausführung des Betriebssystems.

Host-basierte Desktopvirtualisierung

Bei dieser Kategorie arbeiten die Anwender über ein Netzwerk mit Hilfe eines speziellen Protokolls, wie beispielsweise RDP (Remote Desktop Protokoll). Geräte können dabei Thin Clients, Zero Clients, Tablets oder auch PCs sein. PCs werden auch als Fat Clients bezeichnet, da sie viel Rechenleistung haben und viel Strom verbrauchen (ca. 120 Watt). Analog dazu sind Thin Clients Geräte mit weniger Rechenleistung, kleinen Speicherkapazitäten und erheblich geringerem Stromverbrauch (ca. 5-7 Watt). Zero Clients gehören in die Gruppe der Thin Clients, sind jedoch für bestimmte Serveranwendungen optimiert. Sie haben meist nur eine Minimalspeicherkapazität und verfügen über effektivere Stromsparmodi als Standard-Thin Clients.

Client-basierte Desktopvirtualisierung

Hier findet die Verarbeitung direkt auf lokaler Hardware statt. Es sind keine besonderen Protokolle notwendig, da das Betriebssystem entweder von einem Server gestreamt oder durch einen lokalen Hypervisor bereitgestellt wird. Bei der Client-basierten Desktopvirtualisierung können nur vollwertige PCs verwendet werden. Eine Verwendung von Tablets, Thin Clients etc. ist nicht möglich. Dafür bietet sich die Möglichkeit, ältere PCs einzusetzen, deren Leistung für den normalen Betrieb nicht mehr ausreichen würde. So wird zwar nicht direkt Strom gespart, aber durch längere Laufzeit

der Geräte die Ressourceneffizienz verbessert. Die Weiternutzung älterer PCs kann im Sinne einer Migrationsstrategie als kaskadierende Nutzung geschehen.

Schritte zur Umsetzung

Erfassung der Anwenderprofile

Die Anwenderprofile werden hinsichtlich der benötigten Hard- und Software erfasst und zu Gruppen zusammengestellt. (z.B. USB-Ports, spezielle Grafikanforderungen). Vergleichbare Profile erhalten gleiche Hard- und Software.

Auswahl der Virtualisierungstechnik

Abhängig von der vorhandenen Infrastruktur wird eine Virtualisierungstechnik gewählt (VMware, Hyper-V etc.). Bei Virtualisierung wird ein Host (Gastgeber)-Betriebssystem verwendet, um darauf virtuell Betriebssysteme wie Windows-, Linux- oder andere Betriebssysteme laufen zu lassen. Die meistbenutzten Virtualisierungstechniken sind Microsoft mit seiner Hyper-V Technologie und VMware mit seiner ESX-Technologie.

Man kann auf einem Server theoretisch unbegrenzt viele Systeme virtualisieren, welche sich die Ressourcen des Hosts teilen. Dabei verhalten sich die einzelnen Gastsysteme wie vollwertige Systeme. Man bemerkt bei der Arbeit auf den Clients keinen Unterschied zu einem nicht virtualisierten System (mehr dazu in Kapitel 4).

Auswahl der Clienthardware

In einem Modellprojekt wurde als Thin Client ein lauffähiger Einplatinencomputer (Raspberry Pi 3) verwendet. Einplatinencomputer eignen sich aufgrund ihrer geringen Größe (etwa so groß wie eine Zigarettenschachtel) und ihrem minimalen Stromverbrauch hervorragend zur Nutzung als Thin Client.

Der Raspberry Pi 3 als Beispiel hat alle benötigten Schnittstellen integriert, um Tastatur, Maus, Audio, HDMI-Monitor, eine Speicherkarte, Netzwerk sowie weitere USB-Geräte anschließen zu können. Die Kosten belaufen sich auf unter 100,- € pro Gerät. Mittels dieses Gerätes kann eine Anmeldung an einem Virtualisierungshost erfolgen und die darauf installierten Desktops verwendet werden.

Ausrollen des Systems

Die IT erstellt anhand der Anzahl der Anwender und den Anforderungsprofilen den Host (Arbeitsspeicher, Plattenbedarf etc.) und konfiguriert diesen. Anschließend muss auf den Clients ein Betriebssystemimage und das gewählte Protokoll bereitgestellt werden (z.B. Raspbian). Aus jeder Anforderungsgruppe wird mindestens ein Client bereitgestellt und durch IT und den Fachbereich getestet. Schließlich folgt die Anschaffung und Konfiguration aller Clients zum Austausch der PCs. Optional ist vorher die Installation

eines Clients auf einem den alten Desktop PCs sinnvoll, um Mitarbeitern die Berührungspunkte mit dem neuen System zu nehmen.

Argumente für hostbasierte Desktopvirtualisierung.

Niedrigere IT-Kosten:

Die Kosten für Strom, Administration, Hardware etc. sinken. Thin Clients sind gegenüber Desktop PCs sehr sparsam im Verbrauch (incl. dem Mehrverbrauch auf der Serverseite) und haben eine deutlich längere Standzeit.

Flexible Arbeitsplätze:

Mitarbeiter können von jedem Ort weltweit arbeiten, solange eine Internetverbindung besteht. Sie können dabei (wenn gewünscht) Ihre eigenen Smartphones, Tablets, Laptops etc. nutzen, zum Teil auch offline.

Zentrale Richtlinien:

Die Compliance- und Sicherheitsrichtlinien müssen nicht für jeden PC einzeln gesetzt werden, sondern werden zentral durchgesetzt.

Schutz sensibler Daten:

Durch die Speicherung aller Daten alleine auf dem Host ist die unkontrollierbare Ablage sensibler Daten leichter zu unterbinden.

Datensicherheit:

Alle Daten liegen auf dem Host und sind daher einfacher zu sichern und ggfs. wiederherzustellen.

Ausfallschutz:

Bei einem Defekt eines Gerätes kann ein Austausch innerhalb weniger Minuten erfolgen.

Checkliste Desktopvirtualisierung

Maßnahme	Relevanz (- / Ø / +)	Check
Erfassung der Anwenderprofile		☐
Auswahl der Virtualisierungstechnik		☐
Auswahl der Clienthardware		☐
Vorbereitung des Hosts		☐
Konfiguration der Clients		☐
Funktionstest		☐
Ausrollen		☐

4. Server Virtualisierung und Konsolidierung

Kosten und Ressourcen sparen mit Virtualisierung

Ein wesentlicher Kostenfaktor in Gemeinden stellen die IT-Kosten dar. Neben den Auslagen für die Hardware fallen dabei nicht unerhebliche Beträge für den Betrieb der Geräte an. Denn ein hoher Strombedarf hat die Entstehung von Wärme zur Folge, was die Kühlung von Serverräumen nach sich zieht. Die Ausgaben für die Kühlung bewegen sich häufig in gleicher Höhe wie die Stromkosten für den Betrieb der IT Umgebung. Es ist daher von großer Bedeutung, die IT-Systeme zu reduzieren, um die damit verbundenen Kosten zu verringern.

Die Virtualisierung von Servern ermöglicht es, die benötigte Anzahl an Systemen mit weniger physikalischer Hardware zur Verfügung stellen. Dies bedeutet, dass mehrere virtuelle Server auf einem physischen Rechner existieren, was zudem Ressourcen spart.

Sieben Gründe für die Virtualisierung von Servern

Server Virtualisierungen bieten Gemeinden eine Reihe von Vorteilen, die traditionelle physikalische IT-Systemen nicht leisten. Sie ermöglichen z.B. eine gewisse Struktur aufzubauen und damit zu wachsen. Im Folgenden werden sieben Vorteile der Server Virtualisierungen näher erläutert.

1. bessere Auslastung der Hardware Systeme

IT Systemen sind meist nur zu 5 bis 10% ausgelastet. Damit halten sie unter hohem Stromverbrauch Ressourcen vor, die nicht dauerhaft benötigt werden. Durch die Virtualisierung werden RAM und CPU konstanter ausgelastet und nicht nur bei Spitzen des jeweiligen Servers.

2. Vorteil bei Notfällen – Disaster Recovery

Bei Systemausfällen kann für die Kommune ein erheblicher Schaden entstehen. Der Vorteil virtueller Server ist, dass sie schneller wieder hergestellt werden können und einfacher zu sichern sind. Dies kann jederzeit im laufenden Betrieb geschehen, ohne Beeinträchtigung des Systems oder der Gemeindearbeit. Bei der Wiederherstellung ist man zudem weniger an spezielle Hardware gebunden, als bei physikalischen Systemen.

3. Erhöhung der Systemverfügbarkeit

Virtuelle Maschinen lassen sich mit wenig Aufwand auf einem zweiten Server replizieren. Fällt ein Server aus, so läuft das System auf dem zweiten Host weiter. In diesem Fall ist auch das Starten eines Backup Prozesses nicht nötig. Damit erhält man mit schlanken Strukturen eine hochverfügbare Lösung. Durch ein von den Servern

getrenntes, zentrales Storage (SAN) sind alle Daten auch bei Ausfall einzelner Systeme verfügbar. Dieses sollte natürlich ein Backup haben, wenn möglich an einer anderen Lokalität.

4. zentrale Verwaltung und Management

Ohne Virtualisierung muss jeder Server einzeln verwaltet werden. Mit Virtualisierung kann dies für das gesamte System mit einer Software geschehen. Diese wird meist von den Herstellern geliefert. Das spart den Gemeinden im laufenden Betrieb Kosten, da die IT-Verantwortlichen schneller reagieren und administrieren können und sich weniger mit den einzelnen Systemen beschäftigen müssen.

5. Zeitersparnis

Bei der Einrichtung eines neuen physikalischen Servers muss neben der Installation und der Treiberinstallation auch die Hardware eingerichtet werden. In einem virtualisierten System ist dies viel einfacher: Benötigt man einen neuen Server oder neue virtuelle Client, so kann das mit wenigen Mausklicks erledigt werden. Hierbei muss man nichts bestellen, keine Angebote einholen oder Budgets einplanen. Die IT kann jederzeit neue Server erstellen.

6. Umzug der bestehenden Systeme

Die bestehenden physikalischen Systeme können in den meisten Fällen mit wenig Aufwand auf virtuelle Maschinen umziehen lassen. Die Hersteller liefern dazu spezielle Umzugsprogramme, die bei der Umwandlung unterstützen. So können auch die Bestandssysteme zeitnah virtualisiert werden. Die aufwändige Migration der Systeme auf eine neue Hardware wird stark erleichtert.

7. Einsparung von Ressourcen

Durch die Nutzung von skalierbaren Systemen entfällt der turnusgemäße Austausch der gesamten Server. Dadurch, dass einfach Leistung nachgeschoben werden kann, können alte Geräte immer noch unterstützend mit laufen und werden weniger schnell obsolet.

Checkliste Server Virtualisierung und Konsolidierung

Maßnahme	Relevanz (- Ø +)	Check
Ermitteln Sie die Anzahl ihrer aktuellen Server-Systeme und deren Hardwareausstattung. Diese Werte benötigen Sie für die Planung der neuen Systeme und Ihrer Zukunftsplanung für die nächsten 5 Jahre.		☐
Ermitteln Sie die Software Lizenzbestimmungen Ihrer aktuellen Software und deren Anforderungen. Für Virtualisierung kann es abweichende Lizenzmodelle geben		☐
Ermitteln Sie Ihr aktuelles Datensicherungskonzept und prüfen Sie dieses auf Sicherung von virtuellen Maschinen. Virtuelle Maschinen können zwar ähnlich gesichert werden wie physikalische Maschinen, es gibt jedoch für virtuelle Maschinen bessere Lösungen zur Sicherung.		☐
Ermitteln Sie, ob bestehende Peripheriegeräte wie USB Dongle, Adapter oder externe Geräte mit Virtualisierung kompatibel sind. Nicht jede Zusatzhardware ist pauschal kompatibel. Gerade eingesetzt Dongle zur Produktsicherung können hier Probleme machen.		☐
Prüfen Sie, ob die physikalischen Systeme sich zur Virtualisierung eignen. Einige wenige Alt-Systeme sollte man nicht 1:1 übertragen. Es gibt wenige Systeme, die besonders Hardwarenahe betrieben werden müssen. Dies betrifft vor allem wenige Appliance oder herstellerspezifische Lösungen. Klären Sie dies vorab mit Ihrem IT-Partner ab oder dem Hersteller.		☐

5. Serverräume und Infrastruktur

Gründe für ein GreenIT Rechenzentrum

Ein wesentliches Merkmal von Rechenzentren und Serverräumen ist der hohe Energieverbrauch. Neben der ökologischen Bedeutung ist ein hoher Energieverbrauch auch ein großer Kostenfaktor. Oftmals lässt sich durch einfache und nahezu kostenlose Maßnahmen die Energieeffizienz erhöhen und folglich Kosten einsparen. Wichtig ist, nach einer Clusterung der Server immer auch die Infrastruktur (Klimaanlage, Kühlluftführung, USV) anzupassen.

Optimierungsmöglichkeiten

Allgemein

Neben der speziellen Optimierung von Klimatisierung und Energieversorgung gibt es allgemeine Optimierungsmöglichkeiten. Unbedingt beachtet werden sollte die Dokumentation des Alters der verbauten Geräte. So kann sichergestellt werden, dass Geräte mit schlechter Energiebilanz durch Geräte mit neuerer und effizienterer Technik ersetzt werden. Ein weiterer wichtiger Schritt zur Optimierung ist den tatsächlichen Bedarf an Kühlkapazität und Energieversorgung zu ermitteln. Grundsätzlich ist die permanente Überwachung des Rechenzentrums und seines Verbrauchs von großer Bedeutung, um eine hohe Wirtschaftlichkeit und ein „grünes“ Rechenzentrum zu garantieren. Diese Überwachung, das sogenannte Monitoring, ist Bestandteil von Green By IT (mehr dazu im Abschnitt: *Green By IT*).

Server

Durch den Einsatz von Blade-Servern Energie und Ressourcen eingespart werden. Jedes Blade stellt hierbei einen eigenen Server dar und besteht aus kompakten, modular aufgebauten Platinen, sogenannten Server-Blades. Diese haben neben dem geringen Platzbedarf und der hohen Verfügbarkeit den Vorteil eines effizienten Betriebs durch gemeinsam genutzte Komponenten sowie einen niedrigeren Energieverbrauch im Vergleich zu herkömmlichen Servern, da bei geringer benötigter Rechenleistung (z.B. nachts) einzelne Blades automatisch abgeschaltet werden können. Ebenso sinnvoll ist die Trennung zwischen Rechenleistung und Speicher durch ein zentrales Datenlager (SAN). Dieses kann leicht gesichert werden und ermöglicht bei vollumfänglichem Datenzugriff die Abschaltung ungenutzter Server / Blades.

Weiterhin empfohlen wird der Einsatz von effizienten Netzteilen mit einem hohen Wirkungsgrad und der Einbau von modernen, auf Effizienz getrimmten Server-Ventilatoren.

Außerdem sollte überdacht werden, ob jeder Server zu jeder Zeit in Betrieb sein muss. Durch verkürzte Dienstlaufzeiten können bspw. in kleineren Gemeinden bestimmte Dienste für Mitarbeiter nur zu definierten Zeiten (z.B. Betriebszeit GIS-System nur zwischen 06:00 und 18:00 Uhr) angeboten und so erhebliche Mengen an Energie im Vergleich zum Standby-Betrieb eingespart werden. Ist das Ausschalten nicht möglich, sollte zumindest die Energiesparoption aktiviert sein.

Um eine möglichst hohe Effizienz zu erhalten, sollten die einzelnen Racks möglichst voll ausgelastet sein. Ein Rack bezeichnet ein Rahmengestell, an dem mehrere Hardwareeinheiten befestigt sind.

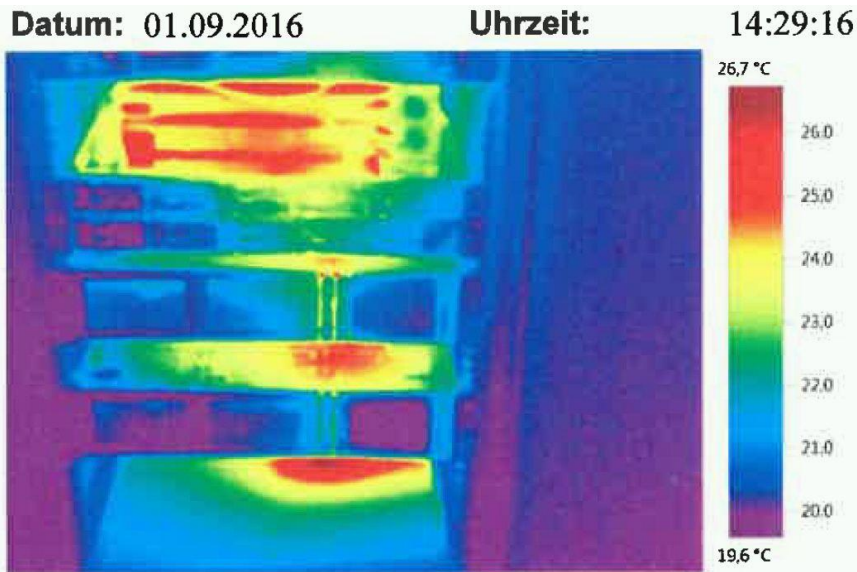
Klimatisierung

Eines der wichtigsten Themen eines Rechenzentrums ist die Klimatisierung. Sie schützt die Server vor Überhitzung und ist somit entscheidend für die Sicherheit der Daten. Jedoch verursacht sie einen hohen Energieverbrauch und immense Betriebskosten, weshalb eine effiziente Klimatisierung unbedingt notwendig ist. Zunächst ist es wichtig, eine Thermische Analyse durchzuführen, um die thermische Last des Raumes zu bewerten. An verschiedenen Messpunkten wird die Temperatur im Serverraum erfasst und aus den ermittelten Ergebnissen die optimale Verteilung der notwendigen Kühlleistung abgeleitet. Zusätzlich sollte die Temperatur der Geräte überwacht werden. Hierfür sollten im Rack unten, mittig und oben Sensoren verbaut werden.

Des Weiteren sollte die Dimensionierung des Raums überprüft werden, um nicht unnötige Kühlleistung zu verschwenden. Zusätzlich sollte überprüft werden, ob die Rücklufttemperatur richtig eingestellt ist, denn häufig ist die Lufttemperatur, die zur Kühlung des Raumes verwendet wird, zu niedrig eingestellt. Laut der Schweizer Bundesanstalt für Energiewirtschaft reicht eine Raumtemperatur von 26°C für einen sicheren Betrieb eines Rechenzentrums aus, jedoch sollte unbedingt die Temperatur im Rack überwacht werden. Einen Anhaltspunkt für sichere Betriebstemperaturen bieten oftmals zusätzlich die Produktdatenblätter der Geräte.

Außerdem sollten einzelne Komponenten der Klimaanlage, wie Umluftkühlgeräte, Kompressoren, Chiller, Rückkühler, Ventilatoren, usw. über eine dynamische Leistungsreglung aufeinander abgestimmt werden. So kann ein energieeffizienter und energieoptimierter Betrieb der Anlage gewährleistet werden. Daraufhin sollte dann das passende Kühlungsverfahren evaluiert werden.

Zur Optimierung der Kühlung empfiehlt es sich, Infrarotfilter mittels einer Thermographiekamera zu machen. So lassen sich leicht Hotspots identifizieren, die dann gezielt mit einem Kaltluftstrom angesteuert werden können, anstatt den ganzen Raum zu kühlen. Eine Thermographiekamera kann sich Ihre Kommune zum Beispiel bei der lokalen Feuerwehr ausleihen.



Thermographie eines Serverracks bei 20°C Raumtemperatur (Gemeinde Unterföhring)

Neben der Optimierung durch effiziente Kühlung kann im Rechenzentrum auch indirekt Energie gespart werden, indem die Abwärme für andere Zwecke verwendet wird. Zum Beispiel kann ein Nutzungskonzept für die produzierte Abwärme erarbeitet werden, das die Vorwärmung von Leitungswasser einschließt. Der springende Punkt hierbei ist jedoch eine Verwendung für die Wärme in räumlicher Nähe zu finden.

Luftkühlung

Bei der Luftkühlung wird kalte Luft als Kühlmedium genutzt. Diese wird durch Doppelböden zu den Server-Racks geleitet. Hierbei sollte der Luftstrom analysiert werden. Dies soll sicherstellen, dass es zu keiner Vermischung zwischen kalter und warmer Luft kommt.

Ein weiteres Problem stellen nicht voll bestückte Server-Racks dar, da sich dann aufgrund ungenutzter Räume und Öffnungen warme Luft sammeln kann. So kann die Kühlluft nicht richtig zirkulieren und Hotspots entstehen. Aus diesem Grund sind die nicht genutzten Höheneinheiten im Rack durch Blenden zu verschließen. Ebenfalls sollte auf den richtigen Aufbau des Racks geachtet werden. Geschlossenen Schrankkühlösungen sollten eine größere Tiefe als offene Schränke haben, da bei der geschlossenen Lösung die Luft vor und hinter den Einbauten zirkulieren muss. Außerdem sollte die Hardware mit der höchsten Energieaufnahme am besten unten und die mit der niedrigsten oben installiert werden. Vor allem bei der Warmgang-kaltgang-Anordnung (s. u.) ohne Einhausung erhalten die unteren Geräte mehr kalte Luft, als die oberen. So wird die Effizienz der Kühlung verbessert und dem Ausfall der Hardware durch Überhitzung vorgebeugt.

Kalt- und Warmgänge

Bei der Kalt- und Warmgang-Methode sind die Racks in Reihen parallel angeordnet, so dass jeder Gang von Heißluftauslässen und Kaltlufteinlässen umgeben ist. Die kühle Luft sollte über einen Doppelboden in den Kaltgang eingeführt und von den heißen Gängen nach oben abgeführt werden.

Für den optimalen Aufbau des Doppelbodens ist wichtig, dass dieser richtig dimensioniert wird, da die Höhe des Doppelbodens das Luftvolumen begrenzt und somit die Kühlleistung limitiert. Die Folge bei einer falschen Dimensionierung wäre, dass verstärkt kalte Luft in den Doppelboden geblasen werden muss, um die notwendige Kühlleistung zu erzeugen. Zusätzlich sollte die Kühlluft im Doppelboden kanalisiert und geführt werden, so dass die einströmende Luft sich nicht weitläufig im Doppelboden verteilt, sondern dahin kommt, wo sie gebraucht wird. Hierfür sollten Begrenzer in den Doppelboden eingezogen werden.

Grundsätzlich ist es bei dieser Methode von enormer Wichtigkeit, dass die Luft den gewünschten Richtungen folgt und nicht durch falsch drehende Ventilatoren oder Ähnliches falsch geleitet wird.

Kaltgang Einhausung

Die Methode der Kaltgang Einhausung geht noch einen Schritt weiter. Bei der Kaltgang Einhausung sollte die kalte Luft physikalisch mittels zusätzlicher Decken, Wände oder Türen im Kaltgang gehalten werden. Die Kühleffizienz kann so um 10 bis 20 Prozent im Vergleich zur einfachen Kaltgangkühlung gesteigert werden. Bei dieser Methode gilt jedoch zu überprüfen, ob sie für das jeweilige Rechenzentrum überhaupt sinnvoll und rentabel ist.

Wasserkühlung

Eine weitere Kühlmöglichkeit ist die Wasserkühlung. Der Vorteile bei dieser Methode ist eine gesteigerte Kühlleistung, da der Wärmetransport durch die höhere Wärmekapazität von Wasser effizienter ist. Zusätzlich wird bei Wasserkühlung nur der Bereich im Rechenraum gekühlt, der eine Kühlung benötigt. Jedoch sind hohe Anfangsinvestitionen notwendig, weshalb diese Art der Kühlung nur in Betracht zu ziehen ist, wenn ein Rechenzentrum neu gebaut wird.

Freie Kühlung

Eine freie Kühlung ist unter umwelttechnischen sowie betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten sehr vorteilhaft, da ein stromsparendes Konzept verfolgt wird. Freie Kühlung ist immer mit anderen Kühlkonzepten kombinierbar und kann bei geringem Aufwand wesentlich zur Energieeinsparung beitragen. Zur Kühlung wird kalte Luft bzw. kaltes Wasser aus der Umgebung genutzt. Dies kann im einfachsten Falle durch ein

gekipptes Fenster oder durch eine temperaturgesteuerte Außenlüftung geschehen. Zeitweise kann die freie Kühlung, je nach Standort und Klima, eine aktive Kühlung gänzlich ersetzen.

Energieversorgung

Sichere Bereitstellung der notwendigen Energie und die ausreichende Abfuhr der entstehenden Wärme sind Hauptaufgaben der Energieversorgung. Diese wichtigen Aufgaben müssen effizient bewältigt werden, um einen möglichst geringen PUE-Wert (Power Usage Effectiveness) zu erhalten. Dieser Wert sagt aus, wie viel Energie durch die IT verbraucht wird im Vergleich zu der gesamten verbrauchten Energie. Ist der Wert nahe 1, so ist eine gute Energieeffizienz gegeben. Die PUE sollte daher zwingend ermittelt werden, um die Energieeffizienz des Rechenzentrums zu bestimmen. Eine Maßnahme zur Effizienzsteigerung in der Rechenzentruminfrastruktur ist der Einsatz von effizienten USVs (unterbrechungsfreie Stromversorgung). Aufgrund des schlechten Wirkungsgrads bei Teillast sollten diese von ihrer Dimensionierung auf den aktuellen Verbrauch angepasst werden und trotzdem eine Skalierbarkeit bei gegebenenfalls höheren Verbräuchen bieten. Realisierbar sind diese Anforderungen durch modulare Systeme, welche erweiterbar sind. Des Weiteren ist hierbei zu beachten, dass die Trennung von Batterie und USV ressourcenschonender ist, da die USV eine hohe Wärmeabgabe hat und die maximale Haltbarkeit der Batterie bei 20 °C – 22 °C liegt. Gleich verhält es sich bei Stromgeneratoren, deren Dimensionierung ebenfalls nicht zu groß sein sollte.

Eine weitere Maßnahme ist die Einspeisung von Gleichstrom, da für alle Server- und Storage-Systeme sowie USVs keine Umwandlung von Wechsel- in Gleichstrom erfolgen muss und daher keine Verluste durch das Umwandeln entstehen. Gleichstrom kann bspw. durch das eigene Blockheizkraftwerk (BHKW) eingespeist werden.

Im Serverrack sollten intelligente Steckdosenleisten eingesetzt werden. Diese bieten die Funktionalität, dass Steckplätze einzeln geschaltet bzw. administriert werden können. Zusätzlich besitzen einige Modelle vorinstallierte Messinstrumente, die die Leistungsaufnahme der angeschlossenen Verbraucher messen können.

Abhängigkeiten im Rechenzentrum

In Rechenzentren gibt es verschiedene Abhängigkeiten, die die Energieversorgung und Klimatisierung beeinflussen und somit auch Auswirkungen auf Energie- und Ressourcenverbrauch haben. Bspw. können durch die Virtualisierung von Servern mehrere Betriebssysteme gleichzeitig auf einer physischen Hardware betrieben werden, so dass die Auslastung der Hardware und somit deren Effizienz erhöht wird. Daraus folgt, dass weniger Server verwendet werden und demnach eine geringere Kühlleistung

und weniger Energie benötigt werden. Diese Abhängigkeiten sind nach jeder Änderung im System zu prüfen.

Checkliste Rechenzentrumsinfrastruktur

Maßnahme	Relevanz (- / Ø / +)	Check
Erfassung der Anwenderprofile		☐
Dokumentation der Geräte (U.a. Alter)		☐
Monitoring der RZ Infrastruktur		☐
Einsatz effizienter Prozessoren		☐
Einsatz von Blade-Servern		☐
Einsatz effizienter Netzteile		☐
Einsatz moderner Server-Ventilatoren mit höherem Wirkungsgrad		☐
Energiesparfunktionen der Server aktivieren		☐
Ausschalten von Servern		☐
Server richtig dimensionieren		☐
Einsatz von modernen Speichertechniken		☐
Einsatz von intelligenten Switches		☐
Ermittlung des Kühlbedarfs		☐
Thermische Analyse		☐
Temperatur Monitoring		☐
Richtiges Einstellen der Rücklufttemperatur		☐
Dynamische Leistungsregelung		☐
Richtige Kühlungsverfahren auswählen		☐
Analyse des Luftstroms		☐
Optimierter Aufbau des Racks		☐
Einhausung von Kalt-und Warmgängen		☐
Optimierter Aufbau des Doppelbodens		☐
Einsatz von Wasserkühlung		☐
Vermeidung von Überdimensionierung des Serverraums		☐
Ermitteln der PUE		☐
Einsatz effizienter USVs		☐

Effiziente Auslastung der USV		☐
Einspeisung von Gleichspannung		☐
Einsatz von intelligenten steckdosenleisten im Rack		☐
Vermeidung der Überdimensionierung der Stromgeneratoren		☐
Nutzungskonzept für Abwärme		☐
Zertifizierung (z.B. Blauer Engel, EnergyStar, GreenIT)		☐

6. Einsparungen am Arbeitsplatz, Mitarbeiter Motivation und Richtlinien

Einsparungen am Arbeitsplatz

Das Verhalten der Anwender, die Ausstattung ihrer Arbeitsplätze und die Umsetzung von bestimmten Richtlinien sind wichtige Faktoren zur Energie- und Ressourceneinsparung am Arbeitsplatz. Um effiziente Maßnahmen zur Einsparung realisieren zu können, sollte der Energieverbrauch der Geräte in normalem Betrieb sowie im Standby-Modus bekannt sein.

Arbeitsplatzausstattung

Geräte, die sich außerhalb der Zentraleinheit eines Computers befinden, auch Peripheriegeräte genannt, sind von großer Bedeutung in Hinblick auf Energieeinsparungen am Arbeitsplatz. Besitzen diese im Standby-Modus einen hohen Stromverbrauch, sollten sie nach Möglichkeit ersetzt werden oder nur für den Betrieb aktiviert werden. Dazu gehören z.B. Laserdrucker am Arbeitsplatz, die durch eine Kombination aus zentralem Laserdruckern und lokalen Tintendruckern abgelöst werden können.

Geräte, die dauerhaft in Betrieb sind, aber die Standby-Funktion nicht unterstützen, sollten ebenfalls ausgetauscht werden. Dies trifft bspw. auf einige Monitortypen zu, die bei schwarzem Bild nicht zuverlässig in den Standby-Modus wechseln.

Die Mitarbeiter sollten in der Lage sein, Geräte außerhalb ihres Betriebs vom Stromnetz zu trennen. Diese Maßnahme lässt sich durch den Einsatz von gut erreichbaren schaltbaren Steckdosenleisten umsetzen. Sollte die Erreichbarkeit in der Praxis Probleme bereiten, haben sich Funksteckdosen bewährt oder Modelle, die einen mit einem Kabel angebundenen Fußschalter besitzen. Moderne Funksteckdosen haben einen Standby-Verbrauch von $<0,5\text{W}$, messen den Stromverbrauch im Betrieb und sind zentral steuerbar.

Motivation

Zur Energieeinsparung am Arbeitsplatz trägt auch zu einem erheblichen Maße das Verhalten der Mitarbeiter bei. Diese müssen sich ihrer Verantwortung bei der Ressourceneinsparung bewusst sein, weshalb eine Sensibilisierung mittels Schulung dabei unabdingbar ist. Nur wer den Energieverbrauch der einzelnen Gerätegruppen einschätzen kann und die eigenen Maßnahmen zur Einsparung kennt, wird sie aktiv

umsetzen. Eine zusätzliche Motivation gewinnt man durch die Dokumentation und Publikation der Erfolge, engagierte Mitarbeiter können hier als Vorbilder dienen. Je öfter das Thema Energie sparen an die Mitarbeiter heran getragen wird, desto eher werden sie Handlungsempfehlungen umsetzen und zum Beispiel zuverlässig ihre Steckdosenleiste nach Feierabend abschalten. Informationen über die Einsparungen am Arbeitsplatz sollen den Mitarbeitern weitergereicht werden um ihnen zu verdeutlichen, was die GreenIT Maßnahmen für die Reduktion des Energie- und Ressourcenverbrauchs am Arbeitsplatz genützt haben. Diese Erfolgskontrolle trägt erheblich zur Motivation der Mitarbeiter bei und sorgt dafür, dass sie auch zukünftig die Maßnahmen umsetzen.

Weiterhin ist es hilfreich verschiedene Kanäle zur Information zu nutzen: Beispiele sind Mitarbeiterschulungen, das Verbreiten von Informationen zu Energieverbrauch und Einsparmöglichkeiten in Sitzungen, Flyern und Emails, oder Mitarbeiterbefragungen.

Richtlinien

Richtlinien an die Mitarbeiter ermöglichen es, weitere Energieeinsparungen am Arbeitsplatz zu erreichen.

Für die zeitgesteuerten Energiespareinstellungen der Arbeitsplatzrechner und Peripheriegeräte Richtlinien erstellt, umgesetzt und kontrolliert werden. Für zentral steuerbare Stromversorgungen und Funksteckdosen können ebenso Energiespareinstellungen vorgenommen werden.

Checkliste Einsparungen am Arbeitsplatz

Maßnahme	Relevanz (- / Ø / +)	Check
Energieverbrauch einzelner Geräte ermitteln		☐
Geräte mit hohem Verbrauch im Standby ersetzen		☐
Fehlerhafte Standby-Funktion erkennen und beheben		☐
Schaltbare Steckdosen und Funksteckdosen nutzen		☐
Richtlinien zu Energiespareinstellungen erstellen		☐
Richtlinien umsetzen und kontrollieren		☐
Arbeitsanweisungen erstellen		☐
Mitarbeiterschulung (Sensibilisierung und Umsetzung)		☐
Information auf verschiedenen Kanälen		☐

7. Beschaffung, Ressourcen und ReUse

Nachhaltige Beschaffung von IT-Ressourcen

Der Ressourcenbedarf für den Aufbau und den Betrieb der IKT-Infrastruktur ist zu einem bedeutsamen ökologischen Faktor geworden. Durch Green IT sollen Informations- und Kommunikationstechniken umwelt- und ressourcenschonend eingesetzt werden. Der Aufbau einer IT-Infrastruktur sollte daher schlank und passend dimensioniert erfolgen, um Ressourcen wie Hardware und Energie sinnvoll und effizient zu nutzen. Der Lebenszyklus der Hardware sollte bereits im Beschaffungsprozess berücksichtigt werden sowie die Vorteile des ReUse genutzt werden.

Ressourcen für die IT-Infrastruktur

Im Bereich der Informationstechnologie werden mit Ressourcen solche definiert, die ein Unternehmen oder eine Organisation bei der elektronischen Datenverarbeitung (EDV) unterstützt. Ressourcenbedarfe für Speicherplatz und Rechenleistung steigen, weil Nachfrage und Anforderungen an IKT zunehmen. Das führt trotz effizienter Hardware dazu, dass mehr Ressourcen verbraucht werden und dass dieser Verbrauch aufgrund der fortschreitenden Digitalisierung weiterhin zunehmen wird. Grundsätzlich kann in drei Typen von Ressourcen unterschieden werden:

- *Hardware-IT-Ressourcen:* physische oder virtuelle Hardware-Ressourcen, auf denen Software-IT-Ressourcen oder Plattform-IT-Ressourcen installiert werden können.
- *Software-IT-Ressourcen:* Ressourcen, welche komplette Anwendungen über ein Nutzerinterface zur Verfügung stellen, mit denen ein Anwender direkt interagiert.
- *Plattform-IT-Ressourcen:* Betriebsumgebungen wie verwaltete Server oder Dienste, dessen Funktionalität der Anwender nutzt.

Neben der Hardware wird auch Energie für den Betrieb von IT-Infrastrukturen benötigt. Der Anstieg des Stromverbrauchs, den die IT-Branche für den Betrieb benötigt, verursachte im Jahr 2007 einen Ausstoß von weltweit 2,1 Mrd. Tonnen CO₂. Damit lag bereits im Jahr 2007 das Niveau der CO₂ Emissionen durch die IT auf dem gleichen Niveau des weltweiten Flugverkehrs.

Minimierung der benötigten IT-Ressourcen

Ein intelligentes Systemdesign und schlanke Konzeptionierung der gesamten IT-Infrastruktur sollten die Vorteile der Virtualisierung und Konsolidierung von Serverstrukturen und Netzwerken nutzen sowie den Einsatz energieeffizienter Hardware (siehe Kapitel 4: Server Virtualisierung und Konsolidierung). Mit Green IT-Lösungen können, im Vergleich zum Business-as-usual-Szenario, daher über 40 % der benötigten Bedarfe an Hardware und Energie innerhalb der IT-Infrastruktur eingespart werden. Es geht also darum, die benötigten IT-Ressourcen für eine sichere, stabile und nutzerfreundliche IT-Struktur insgesamt zu minimieren:

Bedarfsgerechte Dimensionierung

Um eine Überdimensionierung der Hard- und Software zu vermeiden, müssen die Bedarfe an die IT-Infrastruktur zunächst analysiert werden. Hierbei sollen auch Aspekte der Flexibilität und Skalierbarkeit berücksichtigt werden. Auf dieser Grundlage kann dann ein ganzheitliches und ressourcenoptimiertes IT-Konzept erstellt und umgesetzt werden. Durch eine bedarfsgerechte Dimensionierung lassen sich durchschnittlich 65% der benötigten Rechenkapazität, Energiebedarfe und Hardwareressourcen einsparen.

Automatisierungen und Standardisierungen

Eine automatisierte Konfiguration der IT-Infrastruktur ermöglicht es, dass regelmäßige IT-Prozesse entsprechend standardisiert ablaufen. Dadurch werden Kapazitäten und Ressourcen ideal genutzt. Weiterhin können diese Prozesse automatisch stattfinden, wenn das System freie Kapazitäten hat.

Strukturiertes Datenmanagement

Mit steigender Nutzung von Computern und elektronischen Dokumenten nimmt auch die Menge an gespeicherten Daten zu. Eine unstrukturierte oder uneinheitliche Arbeitsweise kann hierbei maßgeblich zum Anstieg des Datenvolumens beitragen. Ein Daten- und Dateimanagement ist daher ein wichtiges Werkzeug, um relevante Daten zu speichern und bereits Erledigtes zu löschen. Durch ein strukturiertes Datenmanagement lassen sich bis zu 40% an Speicherplatz einsparen.

Hier sollten Unternehmen Kommunikationslösungen schaffen, die einen flexiblen Austausch von Informationen, Dokumenten oder Ideen unterstützen. Je nach Anforderung des Datenaustausches, der Unternehmenskultur und der Nutzer könnten hier web-basierte Methoden wie Intranet, Chat-Werkzeuge oder Unternehmensanwendung als Medium dienen.

Beschaffung für die IT-Infrastruktur

Für die Herstellung von IT-Produkten werden verschiedene Edelmetalle, u.a. Gold, Koltan, Cobalt und sogenannte seltene Erden benötigt. Durch steigende Anforderungen

an die Hardware und Weiterentwicklung der Technologien enthalten IT-Geräte inzwischen rund 60 verschiedene Elemente. Die zunehmende Digitalisierung erhöht die Nachfrage an Rohstoffen in den nächsten Jahren um mindestens 50%. Risiken der Rohstoffbeschaffung durch Konflikte in den Ursprungsländer, politische Situationen und steigende Kosten beeinflussen daher auch die IT-Infrastrukturen deutscher Organisationen und Unternehmen.

Umweltaspekte in der IT-Beschaffung

In Hinblick auf eine ökologische Beschaffung geht es darum, gezielt IT-Geräte zu beziehen, die keine schädlichen Auswirkungen auf die Umwelt haben. Hier existiert inzwischen eine Vielfalt an Kriterienlisten und Gütesiegeln. Geprüft werden kann dabei, ob die Produktion der IT-Geräte energieeffizient erfolgt, ob die Produkte recyclingfähig sind und eine Reduzierung von Schadstoffen seitens des Herstellers vorgenommen wurde. Auch eine Verminderung des Verpackungsumfangs sind Faktoren für eine umweltverträgliche Beschaffung.

Umweltzertifikate im Beschaffungsprozess

	Blauer Engel	EU Ecolabel	TCO Certified	Epeat	Energy Star
Siegel					
Website	www.blauer-engel.de	www.eu-ecolabel.de	www.toodevelopment.de	www.epeat.net	www.eu-energy-star.org
Produkte	Arbeitsplatzcomputer, tragbare Computer, Bürogeräte mit Druckfunktion, Bildschirme, Tastaturen, Tonermodule	Arbeitsplatzcomputer, tragbare Computer	Arbeitsplatzcomputer, tragbare Computer, Bildschirme, Smartphones, Headsets, Beamer	Arbeitsplatzcomputer, tragbare Computer, Bürogeräte mit Druckfunktion, Bildschirme	Arbeitsplatzcomputer, tragbare Computer, Bürogeräte mit Druckfunktion, Fräsmaschinen, Bildschirme, Faxgeräte
Vergabe	RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung	RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung	TCO-Development	Green Electronics Council	Europäische Kommission
Energieeffizienz	über Energy Star hinaus	mind. Energy Star	mind. Energy Star	mind. Energy Star	✓
Ergonomie	✓		✓		
Elektromagn. Strahlung		✓	✓		
Geräuschemissionen	✓	✓	✓		
Schadstoffemissionen	✓	✓	✓	✓	
Gefährliche Stoffe	✓	✓	✓	✓	
Recyclingfähigkeit	✓	✓	✓	✓	
Verwendung von Recyclingpapier	✓		✓	✓	
Ersatzteillieferung	5 Jahre	3 Jahre	3 Jahre	3 Jahre	
ILO-Kernarbeitsnormen			✓		
Umweltmanagement			ISO 14001 / EMAS	ISO 14001 u. a.	
Siegelnehmer	noch nicht für Flachbildschirme, tragbare Computer	noch keine	✓	✓	✓
Siegelart	Umweltsiegel	Umweltsiegel	Umweltsiegel mit Sozialstandards	Umweltsiegel	Energiesiegel

(Auszug: Leitfaden Green IT - ©kaneo GmbH - green IT solutions - online verfügbar: www.kaneo-gmbh.de)

Kriterien für den Beschaffungsprozess

Bei Neuanschaffungen von IT-Geräten sollte auf einen energieeffizienten Prozessor geachtet werden. Weiterhin sollte darauf geachtet werden, ob sich einzelne Komponenten mit einem höheren Verschleiß, wie z.B. Festplatten, austauschen lassen. Die Server sollten so ausgestattet sein, dass sie bei der Beschaffung passend dimensioniert jedoch aufrüstbar und erweiterbar sind.

Für die zukünftige IT-Beschaffung sollten neben Kriterien wie Leistungsfähigkeit, Qualität, Anwenderzufriedenheit auch die Bereiche Energieverbrauch, Recyclingfähigkeit, Geräuschemissionen, Schadstoffgehalte sowie Umwelanforderungen der Hersteller einbezogen werden. Dafür können Kriterien in einer Kriterien-Gewichtungsmatrix zusammen getragen als Grundlage für den IT-Beschaffungsprozess verwendet werden.

unten ist wichtiger
als rechts
1 = wahr
0 = falsch

	geringer Stromverbrauch	Reparaturmöglichkeiten	Aufrüstungsmöglichkeit	ILO-Kernarbeitsnormen	Recyclingfähigkeit	geringe Strahlung	Weight
geringer Stromverbrauch		1	0	1	0	1	8,3
Reparaturmöglichkeiten	-1		1	1	0	1	6,7
Aufrüstungsmöglichkeit	0	-1		0	1	1	3,3
ILO-Kernarbeitsnormen	-1	-1	0		1	1	1,7
Recyclingfähigkeit	0	0	-1	-1		0	1,7
geringe Strahlung	-1	-1	-1	-1	0		-1,7

(Auszug: Kriterien-Gewichtungsmatrix - ©kaneo GmbH - green IT solutions)

Verlängerung des Lebenszyklus durch ReUse und Refurbishing

ReUse für die verlängerte Nutzung der Hardware

Eine professionelle IT-Hardware im Clientbereich kann in der Regel fünf bis sieben Jahre verwendet werden, statt der durchschnittlichen verwendeten zwei Jahre. Bevor neue Hardware beschafft wird, sollte geprüft werden, ob sich die Anforderung von beispielsweise einer Aufstockung des Arbeitsplatzes ausschließlich durch eine

Neuanschaffung realisieren lässt oder ob eine Aufrüstung mit gebrauchter Hardware möglich ist. Einfache Officeanwendungen benötigen weniger Rechenleistungen und können auch mit älterer Hardware stabil und anwenderfreundlich realisiert werden. Im Serverbereich können durch eine modulare Bauweise einzelner Komponenten ausgetauscht und somit Ressourcen und Kosten sparsam eingesetzt werden.

Neben den typischen Desktop-PC werden für einen Großteil der Nutzer kleiner Hardware wie Mini-PC's, Notebooks und Thin Clients ausreichen. Im Gegensatz zu den vollwertigen Computern sind diese mit einer geringeren Rechenleistung ausgestattet, die dementsprechend weniger Material und Energie benötigen. Für die Nutzung für Office-Programme, E-Mails und Internet sind diese jedoch oftmals zweckmäßig und voll ausreichend.

Weiterhin bietet die kaskadierende Nutzung von Arbeitsplatzgeräten große Potenziale zur Ressourceneinsparung: Wird ein intensiv genutzter PC zu schwach, muss er nicht gleich raus geschmissen werden. Er kann an einem anderen Arbeitsplatz, wo weniger Rechenleistung benötigt wird, oder wo der PC nur ab und zu verwendet wird, weiter genutzt werden.

Refurbishing von professioneller Hardware

Eine qualitätsgesicherte Überholung und Instandsetzung von IT-Geräten wird als Refurbishing bezeichnet. Monitore, Drucker, Kopiergeräte, Toner- und Tintenkartuschen, aber auch Software werden zum Zweck der Wieder- und Weiterverwendung aufbereitet und vermarktet.

Ältere Hardware kann die Anforderungen von neuer Hardware oft genauso erfüllen, sodass ohne Qualitätseinschränkungen auf gebrauchte Hardware zurückgegriffen werden kann. Für die Wiederverwendung von gebrauchten IT-Geräten, dem sogenannten Reusing, existieren bereits gute Rahmenbedingungen sowie technische Spezifikationen. Da die gebrauchten IT-Geräte insbesondere aus gewerblicher Herkunft stammen, handelt es sich hierbei um professionelle und leistungsstarke Hardware.

Durch die Verlängerung des Lebenszyklus lassen sich Investitionen für Neuanschaffungen verringern, die Anhäufung von Elektronikabfall zumindest zeitlich aufschieben und es müssen weder erneut Ressourcen und andere Rohstoffe noch Energie für die Herstellung neuer IT-Produkte aufgewendet werden. In Anbetracht der Rohstoffknappheit, der sozialen und ökologischen Bedingungen für die Gewinnung der Rohstoffe sowie die ökologischen, sozialen und ökonomischen Aufwendungen zur Herstellung der Hardware und anschließenden Entsorgung, die wiederum ökologische, soziale und ökonomische Risiken birgt, ist die Wiederverwendung von IT-Geräten ein essentieller Aspekt für eine nachhaltige IT-Infrastruktur.

Wenn Hardware intern nicht mehr verwendet werden kann, sollte diese ebenfalls einem professionellen Refurbishing zum Zweck des Remarketing zugeführt werden.

Recycling von IT-Hardware

Nachdem IT-Geräte am Ende ihres Lebenszyklus angekommen sind und diese keine Verwendung mehr zur Wiederaufbereitung oder Wiederverwendung finden, werden diese Geräte zu Elektronikschrott. Diese enthalten giftige Substanzen, die negative Auswirkungen auf die Umwelt, z.B. Luft, Grundwasser, Boden, Pflanzen, Tiere und den Menschen haben können. Jedoch besteht Elektronikabfall aus Materialien, die als sekundäre Rohstoffe zurückgewonnen werden können. Abhängig von den Eigenschaften des jeweiligen Geräts können die Geräte entsorgt werden oder energetisch oder stofflich verwertet werden. Der Recyclingprozess als solches ist jedoch wiederum energieintensiv. Zudem können nicht alle Rohstoffe ohne Verlust zurückgewonnen werden.

Checkliste Beschaffung, Ressourcen und ReUse

Maßnahme	Relevanz (- / Ø / +)	Check
Analyse der bedarfsgerechten Dimensionierung der IT-Infrastruktur		☐
Automatisierung und Standardisierung von Prozessen		☐
Regeln und Management zum Umgang mit Daten		☐
Kriterien zur Beschaffung von IT-Hardware		☐
Weiterverwendung von Hardware (Reusing)		☐
Verwendung von aufbereiteter Hardware (Refurbishing)		☐
Zuwendung nicht mehr benötigter Hardware in Remarketing		☐

8. Green By IT: Prozessoptimierung

Abgrenzung zu Green IT

Die IT-Infrastruktur besitzt einen großen Anteil am allgemeinen Energie- und Ressourcenverbrauch in kleinen und größeren Kommunen. Diesen auf ein effizientes Minimum zu reduzieren, ist das Ziel bei Green IT. Einen Schritt weiter geht Green By IT. Das Ziel ist nicht nur in der IT möglichst wenig Energie und Ressourcen zu verbrauchen, sondern durch Informationstechnik eine Verringerung des Energie- und Ressourceneinsatzes in verschiedenen Bereichen der Kommune zu erreichen.

Dokumentationssoftware

Dokumentation der IT, aber auch anderer Bereiche, führt zu effizienteren Prozessen. Es können zum Beispiel Fahrwege eingespart werden, weil Informationen vor Ort abgerufen und dokumentiert werden.

Im Falle der Dokumentation eines Rechenzentrums oder einer IT können Ressourcen eingespart werden, da genaue Informationen über den Bestand, freie Kapazitäten, den Lebenszyklus und einer möglichen Wiederverwendung der Geräte bekannt sind.

Ein weiterer Anwendungsfall ist die Dokumentation von Wartungs- und Lizenzverträgen, was einen betriebswirtschaftlichen Vorteil mit sich bringt. Es kann durch automatisierte Abfragen vermieden werden, dass Anwendungen überlizenziert werden und Wartungsverträge für ausgemusterte Komponenten bestehen.

Ebenfalls bringt die Verwendung und Dokumentation von UMTS Karten in Parkscheinautomaten einen Vorteil bei der Energieeinsparung, da das Gerät kommunizieren kann und aus diesen Informationen unter anderem eine geeignete Routenplanung zur Wartung erstellt werden kann.

Grundsätzlich sollten alle Einsparungen von Energie und Ressourcen dokumentiert und in regelmäßigen Abständen mit allen Mitarbeitern kommuniziert werden (bspw. durch einen Infobildschirm, Mitarbeiterbroschüren o.Ä.). So kann wichtiges Bewusstsein für energie- und ressourcensparendes Handeln geschaffen werden.

Dokumentenmanagementsoftware

Die Verwendung einer Dokumentenmanagementsoftware hat das Ziel wenig Papier bzw. kein Papier mehr im Arbeitsalltag zu benötigen. Prozesse wie Bereitstellung, Kopieren und gemeinsames Arbeiten können durch Dokumentationssoftware optimiert werden. Diese Optimierung spiegelt sich dann in einer Einsparung von Lagerplatz sowie in einer schnellen Verteilung und Versand wieder. Detailliertere Informationen gibt es im Kapitel 2 „Dokumenten- und Printmanagement“.

Kollaborationssoftware

Interne Kommunikation sowie Kommunikation mit externen Unternehmen sind im Arbeitsalltag von großer Bedeutung. Diese haben jedoch häufige Fahrten für Besprechungen zur Folge. Kollaborationssoftware kann diese Kommunikation effizient und energiesparend in den Arbeitsalltag integrieren. Mit dem weiteren Vorteil, dass durch das gemeinsame Arbeiten an Dokumenten, Arbeitsabläufe einfacher und effizienter werden. Wichtig ist es jedoch die Mitarbeiter zu schulen, um ihnen die Funktionalitäten der Software näher zu bringen und somit die Anwendung der Software zu fördern. Ebenfalls sollten die Mitarbeiter für den Einsatz einer solchen Software sensibilisiert werden. Diese Maßnahmen sind von so großer Bedeutung, da ein Kulturwandel sowie Umdenken für den erfolgreichen Einsatz notwendig sind.

Weitere Software zur Prozessoptimierung

Zu einer enormen Verbesserung des Energieverbrauchs führt der Einsatz eines Gebäudemanagementsystems, welches bspw. automatisierte Rollladensysteme beinhaltet. Diese ermöglichen es auf Sonneneinstrahlung zu reagieren, so dass dadurch weniger Heiz- bzw. Kühlleistung benötigt wird. Eine weitere Maßnahme ist der Einsatz einer intelligenten Lampensteuerung, die die Einschaltzeit nicht mit Hilfe einer Zeitschaltuhr sondern über lichtsensitive Sensoren regelt. Dies gilt im Kleinen für die Lichtsteuerung in den Rathäusern der Kommunen wie im Großen für die Straßenbeleuchtung der gesamten Kommune.

Des Weiteren ist die Fernwartung/-steuerung eine Möglichkeit Energie zu sparen, indem z.B. Fahrwege bei der Pumpsteuerung gespart werden.

Grundsätzlich sollte sich permanent nach neuen Möglichkeiten zur Energie- und Ressourceneinsparung umgeschaut werden. Hier sind eine kritische Haltung und ein großes Engagement des Umweltbeauftragten notwendig.

Checkliste Green By IT: Prozessoptimierung

Maßnahme	Relevanz (- / Ø / +)	Check
Dokumentation der IT		☐
Dokumentation der Bestände		☐
Dokumentation der Einsparung von Energie und Ressourcen		☐
Kommunizieren der Einsparung von Energie und Ressourcen		☐
Dokumentenmanagementsystem [siehe Checkliste Paper Dokumentenmanagement]		☐
Onlinebesprechungssoftware (bspw. Skype)		☐
Screen Sharing Tool		☐
Tool zur Synchronen Bearbeitung von Dokumenten		☐
Gebäudemanagementsystem		☐
Automatisieren der Rollladensteuerung		☐
Intelligente Lampensteuerung		☐
Fernwartung/-steuerung		☐

1. Messen, Bilanzierung und Dokumentation



Perfect Green IT GmbH

Geschäftsstelle
Amalie-Dietrich-Stieg 9
22305 Hamburg

Ansprechpartner
Alexander Stech
Tel.: 040 - 333 77 285
alexander.stech@perfect-green-it.com

2. Drucken; 5. Serverräume und Infrastruktur; 7. Green By IT



FNT GmbH

Geschäftsstelle Ellwangen
Röhlinger Straße 11
73479 Ellwangen
Phone +49 (0)7961-9039-0
Fax +49 (0)7961-9039-439

Ansprechpartner
Marc Ruppert
Tel.: 07961 9039-2358
Marc.Ruppert@fntsoftware.com

3. Desktopvirtualisierung

ESD1 UG

Geschäftsstelle
Auf der Grub 5
61267 Neu-Anspach

Ansprechpartner
Matthias Diehl
Tel.: 06081 92631-0
m.diehl@esd1.de

4. Server Virtualisierung und Konsolidierung



xPertus IT GmbH

Geschäftsstelle
In der Speidt 11
56235 Ransbach-Baumbach

Ansprechpartner
Bastian Hoffmann
Tel.: 02623 869 88-60
BH@xpertus-it.de

6. Mitarbeiter Motivation und Richtlinien



Harzmeier Computertechnik

Geschäftsstelle
Brinkstraße 4
27245 Kirchdorf

Ansprechpartner
Gerd Harzmeier
Tel.: 0 4273 94002
gerd.harzmeier@harzmeier.de

7. Beschaffung, Ressourcen und ReUse



kaneo GmbH

Geschäftsstelle
Lüner Weg 32a
21337 Lüneburg

Ansprechpartner
Nele Lübberstedt
Tel.: 04131 777 80 97
nele.luebberstedt@kaneo-gmbh.de



Deutsche Umwelthilfe

Deutsche Umwelthilfe e.V.

Bundesgeschäftsstelle Radolfzell
Fritz-Reichle-Ring 4
78315 Radolfzell
Tel.: 0 77 32 99 95 – 0
Fax: 0 77 32 99 95 - 77
E-Mail: info@duh.de
www.duh.de

Ansprechpartner
Steffen Holzmann
Projektleiter greenITown
Tel.: 07732 9995-52
E-Mail: holzmann@duh.de
Simon Mößinger
Projektmanager greenITown
Tel.: 07732 9995-371
E-Mail: moessinger@duh.de