

PC-Netzwerke energieeffizient betreiben

Ratgeber zum Strom sparen bei vernetzten Computern

Energieeffizienz wird bei PC-Netzwerken noch kaum thematisiert, im Gegensatz zu Rechenzentren und Servern. Im Fokus der Netzwerk-Administratoren und Beschaffenden sind in erster Linie zuverlässiger Betrieb, Datensicherheit und einfaches Management von Updates und Software. S.A.F.E. hat deshalb für EDV-Verantwortliche in Betrieben und Verwaltungen den vorliegenden Ratgeber «PC-Netzwerke energieeffizient betreiben» erstellt.

Inhalt

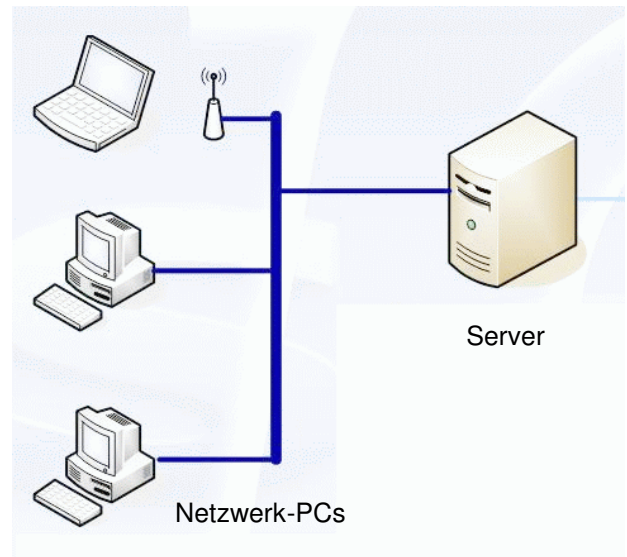
Das Wichtigste in Kürze	2
Worum geht es?	3
Begriffe	3
Grosse Sparpotenziale	4
Effizienzmassnahmen	4
Wie funktioniert das netzwerkgestützte Energiesparen?	5
Energieeffizienz als Kriterium bei der Komponentenbeschaffung	5
Anspruchsvolle Einrichtung	6
Mögliche Probleme und Lösungen dafür	6
«Autonom» sparsame Geräte als sichere Lösung	7
Messergebnisse einer Testinstallation	7
Vorgehen zur Einrichtung von PC-Netzwerk-Energiesparfunktionen	8
Empfehlungen zur Beschaffung	9
Infoplus	9



Das Wichtigste in Kürze

Was sind PC-Netzwerke?

PC-Netzwerke werden in fast allen Unternehmen mit mehr als drei PC-Arbeitsplätzen betrieben. Die Netzwerkgröße ist sehr unterschiedlich – vom Kleinbüro mit 5 - 10 Arbeitsplätzen bis zu Konzernen mit Zehntausenden von weltweit vernetzten Arbeitsplätzen. Diese Netzwerke dienen dazu, auf allen PCs gemeinsame Daten zur Verfügung zu stellen, aber auch Daten- und Software-Backups zentral zu organisieren, Drucker- und Internetfunktionen bereitzustellen und – hoffentlich – Energieeffizienzfunktionen zentral zu organisieren.



Wie kann Strom gespart werden?

Das Grundprinzip des Stromsparens in PC-Netzwerken besteht darin, alle Geräte abzuschalten oder in einen stromsparenden Zustand zu fahren, wenn sie gerade nicht gebraucht werden. Das ist nicht so einfach wie bei Netzwerk-unabhängigen Arbeitsplätzen (vgl. «Strom sparen am PC-Arbeitsplatz»), weil die Geräte im Netzwerk jederzeit für Informationen vom Server oder anderen Netzwerk-Komponenten erreichbar sein sollen. Manche Netzwerke erlauben deshalb gewisse Effizienzfunktionen nicht oder deren Anwendung kann zu Problemen führen, etwa verpassten Updates oder Kommunikationsproblemen beim erneuten Aufstart. Effizienzfunktionen müssen deshalb vom Netzwerk unterstützt oder noch besser direkt gesteuert werden, wozu geeignete Software und Einstellungen nötig sind.

Mögliche Hindernisse

Aus verschiedenen Gründen werden an sich vorhandene PC-Effizienzfunktionen in Netzwerken oft nicht ausgenutzt; z.B. weil die einzelnen Mitarbeitenden keine Konfigurationsänderungen vornehmen dürfen, weil das Energiemanagement für Administratoren zusätzlichen Aufwand bringt, oder auch weil die Anreize fehlen (keine Firmen-Vorgaben, keine Anerkennung, kein persönlicher Vorteil). Daher werden viele PCs in Netzwerken nur abends oder gar nicht herunter- oder in einen Stromsparszustand gefahren, oft werden auch Periferiegeräte (Drucker etc.) durchgehend laufen gelassen oder bleiben in einem wenig sparsamen Standby-Zustand.

Was tun?

Die Einrichtung von Energiesparfunktionen in PC-Netzwerken bedarf eines schrittweisen Vorgehens. Bei kleinen Systemen kann das Vorgehen vereinfacht werden. Ideal ist, wenn die Initiative von der Netzwerk-Administration ausgeht und die Geschäftsleitung das Vorhaben unterstützt.

Worum geht es?

Die bekannten Energieeffizienz-Massnahmen für einzelne PC-Arbeitsplätze (www.topten.ch/standby) lassen sich in Netzwerken meist nicht ohne weiteres nutzen. Andererseits sind Effizienzmassnahmen speziell für Netzwerke realisierbar, erfordern aber einigen Aufwand seitens der Netzwerk-Administration. Der Aufwand ist eines der Hindernisse; aber oft fehlen auch jegliche Anreize (keine Firmen-Vorgaben, keine Anerkennung, kein persönlicher Vorteil). Daher werden viele PCs in Netzwerken nur abends oder gar nicht herunter- oder in einen Stromsparszustand gefahren, u. U. werden auch Periferiegeräte (Drucker etc.) durchgehend laufen gelassen oder bleiben in einem wenig sparsamen Standby-Zustand.

Begriffe

Aus (Off)	Gerät ist mit Stromnetz verbunden und führt keine Funktionen aus, eine Anzeige des ausgeschalteten Zustands zählt nicht als Funktion.
Standby	Gerät ist mit Stromnetz verbunden und wartet auf Reaktivierung, dieser Zustand kann auch angezeigt sein.
Idle, untätig	Bei PCs und Periferiegeräten der Zustand, wenn das Gerät eingeschaltet und bereit ist, aber kein Prozess genutzt wird. Könnte auch als «Leerlauf» oder «Betrieb ohne Nutzen» (BoN) bezeichnet werden. Bei älteren PCs ist der «Idle»-Stromverbrauch nur unwesentlich tiefer als «Betrieb».
Betrieb	Zustand, wenn das Gerät eine Funktion ausführt.
Reaktivierung, Wake up	Das Gerät kann durch eine Netzwerkfunktion, Fernbedienung, interne Uhr oder einen Sensor in einen anderen Zustand geschaltet werden.
Wake-on-LAN (WoL)	Reaktivierung über das lokale Netzwerk
LAN, WLAN	Local Area Network, lokales Netzwerk (über Kabel), WLAN: Wireless LAN, d.h. über Funk.
Server	Leistungsstarke, zentrale Netzwerkrechner, über die funktionale und infrastrukturelle Netzdienste realisiert werden. Sie übernehmen oder unterstützen die Netzwerkadministration (Strom sparen!), verwalten Dateien, Domänen und Namen, führen Sicherheitsfunktionen aus, stellen u.U. Software zentral zur Verfügung, etc.
Switch	Kopplungselement, das Netzwerk-Segmente und Geräte miteinander verbindet. Nebst einfachen Geräten gibt es komplexe Switches, welche vielfältige weitere Funktionen im Netzwerk anbieten und entsprechend teurer und energieintensiver sind.
Router	Koppeln oder trennen Rechner- oder Kommunikationsnetze. Dabei analysiert der Router die ankommenden Datenpakete nach ihrer Zieladresse und blockt diese oder leitet sie entsprechend weiter.
Thin Client	Endgerät (Terminal) eines Netzwerkes, dessen funktionale Ausstattung im Wesentlichen auf die Ein- und Ausgabe beschränkt ist (Monitor + Tastatur). Die Ausführung der Leistungen erfolgt auf dem Server. Unter «Client» oder auch «Fat Client» versteht man Terminals mit erweiterter Funktionalität, z.B. einen Netzwerk-PC.
Energiemanagement (in EDV-Systemen)	Vorgehen, um den unnötigen Energieverbrauch zu vermindern, indem leer laufende bzw. nicht benötigte Komponenten (auch innerhalb der Geräte) ausgeschaltet bzw. in einen sparsamen Standby-Zustand versetzt werden. In Netzwerken kann das Energiemanagement auch Aufgabe des Netzwerk Management Systems NMS sein.

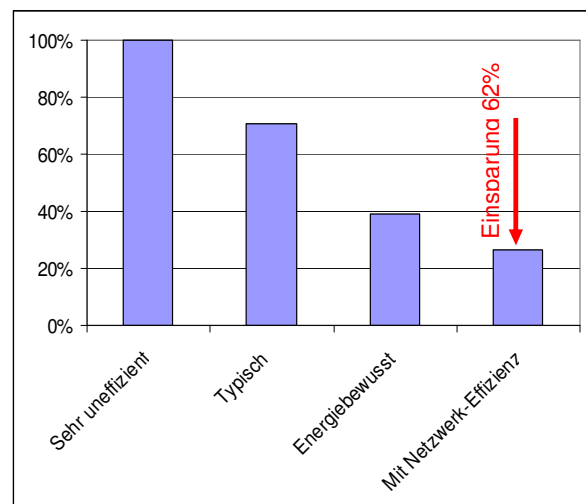
Grosse Sparpotenziale

Das folgende Beispiel gilt für eine Arbeitsplatz-Ausstattung mit relativ energieeffizienten Geräten; mit älteren Komponenten kann der Verbrauch wesentlich höher liegen:

- Moderner PC (50 W im Betrieb, 2 W im Standby- bzw. Ruhezustand)
- Flachbildschirm (30 W im Betrieb, 1 W Standby)
- Arbeitsplatzdrucker pro 2 Arbeitsplätze (8 W Standby; ohne Energie fürs Drucken).

Betriebsweise, Energiemanagement	kWh pro Jahr	
Sehr uneffizient: PC immer ein, Monitor 240 Arbeitstage 10 Std. im Betrieb, Drucker durchgehend im Standby (23.5 Std./Tag)	585	100%
Typisch (240 Arbeitstage / Standby an Wochenende + Ferien): 240 Tage 24 Std. PC ein, 6 Std. Monitor im Betrieb, Standby Drucker + Monitor durchgehend	413	71%
Energiebewusst (nachts Standby): 240 Tage 10 Std. PC ein, 6 Std. Monitor im Betrieb, Drucker werktags 23.5 Std. Standby	228	39%
Mit Netzwerk-Effizienzfunktionen: täglich 6 Std. PC ein, 6 Std. Monitor im Betrieb, 10 Std. Drucker Standby	156	27%

Die im Beispiel ermittelte Einsparung mit Netzwerk-Effizienz gegenüber typischem Betrieb beträgt 257 kWh pro Jahr bzw. 62%, was etwas über 50 Franken ausmacht – pro Arbeitsplatz! Bei ungünstigeren Voraussetzungen («sehr uneffizienter» Betrieb, ältere Komponenten) kann der maximale Stromverbrauch durchaus das Doppelte ausmachen und die Einsparung entsprechend höher liegen.



Server und Rechenzentren sind nicht im Fokus dieses Ratgebers. Erfahrungen zeigen jedoch, dass bei allen Grössenklassen grosse Einsparungen durch neue Geräte und Konzepte möglich sind. Als einfaches Beispiel seien Klein-Server bzw. Netzwerkspeicher für einige wenige Arbeitsplätze aufgeführt: ältere Geräte laufen mit 150 bis 300 W Leistungsaufnahme durchgehend zur Gewährleistung der Funktionen, während neue Netzwerkspeicher mit Standby-Leistungsaufnahmen unter 10 Watt die selbe Leistung erbringen.

Effizienzmassnahmen

Die zur Zeit (2009) anwendbaren Effizienzmassnahmen für einzelne PC-Arbeitsplätze sind bekannt, sie sind in den S.A.F.E./ Topten-Ratgebern «Strom sparen am PC-Arbeitsplatz» beschrieben (www.topten.ch/standby). Die PC-Konfigurationseinstellungen werden für Windows XP, Vista und 7 ausführlich erläutert.

In Netzwerken können diese Einstellungen meist nicht ohne weiteres angewandt werden, weil sie mit Netzwerk-Funktionen und -Einstellungen nicht kompatibel sind. Das kann unangenehme Folgen haben, z.B. dass im Standby- oder Ruhezustand die Netzwerkverbindung getrennt und nicht mehr von selbst wieder aufgebaut wird. Andererseits erlauben Netzwerke

grundsätzlich das «ferngesteuerte» In den Ruhezustand Fahren der PCs, womit nachlässiges Benutzerverhalten kompensiert werden kann.

In vielen Netzwerken werden PCs nachts im Betrieb gehalten, um Software-Updates über das Netzwerk auszuführen. Dies ist keineswegs zwingend: mit geeigneten Netzwerkfunktionen kann dies automatisch beim Aufstart der PCs ausgeführt werden. Wenn normalerweise nur der Ruhezustand benutzt wird kann ein z.B. wöchentliches Herunterfahren und Neustart durch das Netzwerk erzwungen werden.

Ein weiteres Sparpotenzial in Netzwerken kann mit dem Einsatz sparsamer Server und Switches realisiert werden. Switches werden in einem Netzwerk pro Raum oder Gebäude benötigt, um die anfallenden Daten bestimmungsgemäss den angeschlossenen Computern, Geräten und Netzwerkzweigen zuzuordnen. Allerdings können Switches je nach Einsatzbereich und Typ auch weitere Funktionen realisieren, etwa das zentrale Energiemanagement steuern. Der Switch ist jedoch oft selber ein Energieverschwender: der Energiehunger reicht von wenigen Watt für einen einfachen Switch bis über 500 W eines komplexen Switches im Standby, bei grossem Datenverkehr gar bis über 1000 W. Auch für den gleichen Funktionsumfang kann der Energieverbrauch von Switches sehr unterschiedlich sein. Somit ist die Evaluierung von effizienten Switches eine wichtige Effizienzmassnahme in Netzwerken.

Wie funktioniert das netzwerkgestützte Energiesparen?

Das Grundprinzip ist, die in den verschiedenen Geräten «eingebauten» Effizienzmassnahmen auch im Netzwerk zuzulassen und möglichst zusätzlich durch das Netzwerk zu unterstützen. Dies betrifft vor allem die Energieoptionen von Windows, da deren Sparpotenzial für PCs sehr bedeutend ist. «Ferngesteuertes» Herunterfahren von PCs durch das Netzwerk ist vor allem an Arbeitsplätzen sinnvoll, die von verschiedenen Personen benützt werden und daher oft nicht in einem Spar-Zustand verlassen werden, z.B. in Schulen. Auch das Herunterfahren von lokalen Servern nach Arbeitsschluss kann eine interessante Netzwerk-Effizienzmassnahme sein.

Bei den Peripheriegeräten ist die Situation unterschiedlich:

- Grundsätzlich sollen die geräteeigenen Effizienzfunktionen optimal konfiguriert werden. Bei der Datenversorgung über das Netzwerk sollten damit keine Probleme entstehen.
- Arbeitsplatzdrucker und weitere einfache Geräte können über Master-Slave-Steckerleisten beim Herunter- oder in den Standby-/Ruhezustand-Fahren des PC ausgeschaltet werden. «Master-Slave»-Schalter reagieren auf den Stromverbrauch des steuernden (Master-, im Bild bei Rot einzustecken) Gerätes; unterhalb eines oft einstellbaren Grenzwertes werden die als «Slaves» (schwarz) eingesteckten Geräte vom Netz getrennt. Achtung: Drucker immer vorher am Geräteschalter ausschalten.
- Grössere Netzwerkdrucker können möglicherweise über das Netzwerk in einen Stromsparszustand versetzt werden.



Energieeffizienz als Kriterium bei der Komponentenbeschaffung

Als weit gehend von Netzwerk und PC-Konfiguration unabhängige Massnahme bietet die Gerätewahl bei Neuanschaffungen ein beträchtliches Effizienzpotenzial:

- Neue PCs sind trotz höheren Leistungen sparsamer: die Leistungsaufnahme typischer Büro-PCs ist von 70 bis über 100 W auf 40 bis 60 W zurückgegangen, die Leistungsaufnahme im Ruhezustand von 2 bis 6 W auf 1 bis 2 W. Auch neue Monitore mit LED- statt Röhren-Beleuchtung sind etwas effizienter.

- Neue «Thin Client» Systeme können noch weitaus sparsamer sein: am Arbeitsplatz ist nur Bildschirm, Tastatur und ein Netzwerkgerät; Rechnerleistung und Softwarenutzung werden über das Netzwerk abgewickelt. Da es verschiedene Lösungen mit unterschiedlicher Aufteilung des Energieverbrauchs auf lokale Arbeitsplätze (Clients) und Server gibt, ist eine Optimierung aufgrund der effektiven Anforderungen nötig.
- Statt mit (Desktop-) PCs und Monitoren könnte auch mit Notebooks gearbeitet werden, womit die Betriebs-Leistungsaufnahme nur 30 bis 50 W (inkl. Monitor) beträgt. Aus ergonomischen und weiteren Gründen (Diebstahl, Monitor fest verbunden...) ist diese Lösung allerdings wenig beliebt.
- Peripheriekomponenten weisen z.T. bereits wesentlich tiefere Standby-Verbrauchswerte auf als noch vor wenigen Jahren (vgl. Topten.ch). Dank den Ecodesign-Vorschriften zum Standby-Verbrauch wird das Angebot rasch wachsen.
- Neue Server-Systeme und Switches sind ebenfalls wesentlich sparsamer geworden.

Ecodesign-Vorschriften

Die Schweizer Energieverordnung hat die EU-Ecodesign Vorschrift zu Standby und Aus-Stromverbrauch (ab 1.1.2012 übernommen):

1 W im Standby, bzw.

2 W im Standby mit einem (sinnvollen) Display

Anspruchsvolle Einrichtung

Vorausgesetzt, die Netzwerk-Administration sei interessiert und habe einen entsprechenden Auftrag, dürfte die Komplexität der Programmierung und Umstellung der wichtigste Problem-bereich sein. Zuverlässigkeit und Datensicherheit müssen immer gewährleistet sein und die Benutzenden sollen möglichst nichts von den Änderungen merken. Dies ist anspruchsvoll; z.B. können «Übungen» zur Erprobung kaum innerhalb der normalen Benutzungszeit durchgeführt werden. So oder so ist die Benutzerschaft angemessen zu informieren, wenn z.B. ausserhalb der normalen Arbeitszeit der Aufstart anders abläuft oder neue Hinweise des Systems auftauchen.

Die Programmierung und Umstellung selbst erfordert die Auswahl einer geeigneten Software (wenn das Server-Betriebssystem die gewünschten Funktionen nicht enthält) und evtl. Recherchen bezüglich Verhalten von Hardwarekomponenten. Die Einrichtung selbst und das Austesten, insbesondere der Sicherheit, aller Betriebszustände und Benutzeraktionen, bedeuten einen gewissen Arbeitsaufwand. Manchmal gibt es Unsicherheiten bezüglich des Verhaltens älterer Komponenten, welche nicht für intermittierenden Betrieb entwickelt wurden. Vor der Einrichtung muss – mindestens teilweise – festgelegt werden, welche Funktionen und Varianten ermöglicht werden sollen (z.B. Systembenutzung ausserhalb Normalnutzungszeit, etc.).

Mögliche Probleme und Lösungen dafür

- Einstellungen umfassend vornehmen und testen:
Die Programmteile (Scripts) für die verschiedenen Funktionalitäten, z.B. Wake-on-LAN, Energieeinstellungen von Netzwerkadaptern, Group Policy (Benutzergruppen), müssen nach der Erstellung sorgfältig getestet werden.
- Handhabung für Endbenutzer:
Die Benutzer der PC-Arbeitsplätze dürfen keine unbekanntes bzw. unverständlichen Reaktionen des Systems aufgrund der Energiesparfunktionen vorfinden. Andererseits müssen Änderungen relevanter Einstellungen durch die Endbenutzer verhindert werden. Selbstverständlich sind alle denkbaren Zustandsänderungen durch äussere Einflüsse, insbesondere Aufwecken aus dem Standby durch Maus, Tastatur, USB-Geräte, PC-Startknopf, sowie auch bei Netzausfall, eingehend zu testen.

- Offene Dateien:
Im Standby-Modus der Windows-PCs bleiben offene Dateien ungesichert, d.h. nur im flüchtigen Speicher; bei Netzunterbruch würden sie u.U. beschädigt. Bei ordnungsgemäsem Wechsel zum Ruhezustand speichert Windows offene Dateien auf die Harddisk. Die Standby- bzw. Ruhezustand-Programmierung muss sicherstellen, dass im Zusammenhang mit ferngesteuertem Standby/Ruhe-Zustand kein Datenverlust auftreten kann.
- Maintenance Wake-up:
Je nach dem effektiven Ablauf von Wartungs-Updates und der PC-Einstellung muss mit wiederholten «WakeUp»-Signalen dafür gesorgt werden, dass die Client-PCs nicht unzeitgemäss (automatisch) herunterfahren.
- Server-Client Abstimmung bei Produkt- oder Software-Wechsel:
Das Zusammenspiel von «Energysave»-Software, Betriebssystem und Hardware (Server, Client-PCs, evtl. Drucker etc.) muss auch beim Wechsel einzelner Teile sichergestellt werden. Dies erfordert u.a. eine umfassende Dokumentation und Information bzw. Ausbildung der Netzwerk-Administratoren. Der Betriebssystem-Lieferant soll einbezogen werden (z.B. Microsoft); seine Fachleute haben u.U. Lösungen für noch nicht allgemein bekannte Probleme.

«Autonom» sparsame Geräte als sichere Lösung

Im Idealfall sind die Arbeitsplatz-Einrichtungen, insbesondere Bildschirm und Peripheriegeräte, mit autonom funktionierenden Sparfunktionen ausgestattet, welche bei Werkseinstellung aktiviert sind. Die Einstellungen sollen durch Netzwerk-Funktionen (z.B. Wake-on-LAN) nicht ausser Funktion gesetzt werden; wenn nötig, ist die Konfiguration so anzupassen, dass die Sparfunktionen erhalten bleiben.

Beispiel für ein effizientes Drucker-Energiemanagement (im Gerät konfiguriert):

1 Minute nach Beendigung eines Druckauftrags geht der Drucker in einen tiefen Standby-Zustand mit z.B. 1 W Leistungsaufnahme.

Falls ein grösserer Netzwerkdrucker eine längere Aufwärmzeit über ca. 1 Minute aufweist, kann er zwei «Standby»-Zustände haben:

- Nach 1 Minute: Bereitschaft/«Sleep» mit Reaktionszeit unter ca. 5 Sekunden, Energieverbrauch z.B. 5 - 20 W (reduzierte Heizfunktion)
- Nach 10 - 20 Minuten Übergang in tiefen Standby mit z.B. 1 W.

Messergebnisse einer Testinstallation

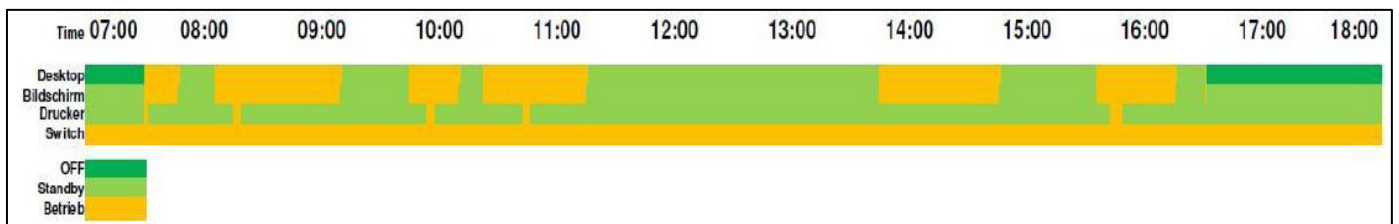
Im Sommer 2009 wurde im «KITS»-Netzwerk der Schulen der Stadt Zürich eine Testinstallation mit 3 Schulzimmern mit folgenden Komponenten eingerichtet:

Ausstattung	Leistungsaufnahme pro Gerät	Einstellungen
Je 2 Standard Desktop PCs	44 W Ein, 7.8 W Standby, 2 W Off	Standby nach 16 min. «idle», Monitor Off nach 15 min.
Je 2 19-Zoll Flachbildschirme	32 W Ein, 0.7 W Standby	(Standby via PC nach 15 min.)
Je ein Standard-Laserdrucker	7.8 Standby	Nur geräteintern: nach 1 min. in Standby
Je ein Standard 8-Port Black-Box Netzwerk-Switch	7.1 W	(Dauerbetrieb)

Die Stromverbrauchsmessungen wurden einmal mit «normalem» 24-h Betrieb inkl. «Beschäftigung» der Komponenten und einmal mit dem aktivierten «Energysave»-Betrieb realisiert. Für den «Energysave»-Betrieb wurden der PC nach 16 min. und der Bildschirm nach

15 min. aktionsfreier Zeit auf Standby programmiert. Die Tests ergaben folgende Stromverbrauchswerte pro Tag für einen Raum:

Gerät	Stromverbrauch Dauerbetrieb (Wh)	Stromverbrauch mit Energysave (Wh)	Einsparung (Wh pro 24 h)	Einsparung Prozent
2 PCs	2112	874	1238	59%
2 Bildschirme	1872	319	1553	83%
1 Laserdrucker	393	393	0	-
1 Netzwerk-Switch	170	170	0	-
Total	4'547	1'756	2791	61%



Die Grafik illustriert den Versuchsbetrieb mit «Energysave»: Gelb ist Ein/normaler Betrieb, hellgrün Standby, dunkelgrün Off (nur beim PC nachts).

Eine Hochrechnung der Einsparungen pro Raum (2 PC-Arbeitsplätze) mit 40 Wochen (Schul-) Betrieb ohne Wochenenden ergibt 781 kWh pro Jahr, oder pro Arbeitsplatz 390 kWh. Für einen Bürobetrieb (weniger Ferien, längere Betriebszeit abends) und für weniger sparsame PC-Modelle ergäben sich sogar noch höhere Einsparungen. Weitere Einsparungen wären durch die Ausschaltung (nicht nur Standby) der Drucker nachts und an Wochenenden möglich. Im Beispiel Seite 4 werden für den «Idealfall Netzwerk-Effizienz» jährliche Einsparungen von 257 kWh gegenüber dem typischen Betrieb bilanziert. Die höheren Einsparungen im «KITS»-Netzwerk-Beispiel sind vor allem auf die hier eher verschwenderischen Vergleichsbasis (Dauerbetrieb PC) sowie die relativ kurze Wartezeit für das PC-Standby zurückzuführen (nach 16 min. «idle»).

Bei allen Angaben von Einspar-Potenzialen sind daher die Bezugswerte und Randbedingungen sorgfältig zu betrachten.

Vorgehen zur Einrichtung von PC-Netzwerk-Energiesparfunktionen

Die Einrichtung von Energiesparfunktionen in PC-Netzwerken bedarf eines schrittweisen Vorgehens, um ohne Umwege und administrative Schwierigkeiten zum Erfolg zu kommen. Dies ist vor allem für grössere Netzwerke sehr wichtig, während bei kleinen Systemen u. U. der Administrator einen ausreichenden Überblick hat und ohne grosse Formalitäten handeln kann. Ideal ist, wenn die Initiative von der Netzwerk-Administration ausgeht und die Geschäftsleitung das Vorhaben unterstützt.

Schritt	Was	Detail
1	Zustimmung der Geschäftsleitung	Wie jede Investition (was es letztlich ist) muss auch dieses Vorhaben von der Geschäftsleitung genehmigt werden. Für die externe Kommunikation könnte dies vorteilhaft in Form einer Selbstverpflichtung erfolgen.
2	Bestand und Randbedingungen abklären	Um geeignete Lösungen gezielt suchen zu können, ist das bestehende Netzwerk (und ggf. geplante Erweiterungen) und seine Randbedingungen (z.B. Räumlichkeiten, Benutzerschaft, mehrere Gebäude, etc.) zu beschreiben.

3	Funktionalitäten und Realisierungsoptionen abklären	Die Anforderungen an das Energiemanagement und allfällige weitere Funktionen sind mit Blick auf die erhältlichen Lösungen zu beschreiben (Pflichtenheft). Dabei sind die Randbedingungen (2. Schritt) zu berücksichtigen.
4	Software evaluieren	Aufgrund des Pflichtenhefts können eine Software und evtl. geeignete Zusatzgeräte (Switch) bestimmt werden. Verschiedene Varianten sind auch aus Sicht des Aufwandes zu vergleichen.
5	Beschaffung, Installation, Konfiguration, Testen	Für die gewählte Lösung werden die nötigen Anschaffungen getätigt, die Installation ausgeführt und das Testprogramm durchgeführt. Damit die Tests alle nötigen Aspekte umfassen, ist dafür ein besonderer Beschrieb, mit Durchführungsprotokoll, zu erstellen.
6	Information der Benutzer	Wenn alles einwandfrei funktioniert (und evtl. schon in der Testphase), müssen die Netzwerk-BenutzerInnen über die neuen Funktionen informiert werden. Dies ist auch aus psychologischen Gründen wichtig, damit sich niemand bevormundet fühlt.

Empfehlungen zur Beschaffung

Werden PC-Netzwerke neu erstellt, erweitert, umgebaut oder mit neuen Geräten ausgestattet, so soll bei dieser Gelegenheit unbedingt ein zeitgemässes Energiemanagement mit eingebaut oder – wenn vorhanden – optimiert werden. Die zusätzlichen Umtriebe durch Unterbrüche und Testen des Energiemanagements sind dann minimal.

Selbstverständlich sollen bei der Komponenten-Beschaffung (d.h. schon bei der Ausschreibung) Energieeffizienz-Kriterien eine wichtige Rolle spielen. Das Energy-Star Label ist bisher nur zur Abgrenzung gegenüber wirklichen Stromverschwendern nützlich; an einer «Top»-Version des Energy-Star wird gearbeitet. Die sparsamsten Bürogeräte vieler Kategorien finden Sie auf [Topten.ch](http://topten.ch).

Infoplus

- www.topten.ch/standby
Ratgeber und Hilfsgeräte zur Verminderung des Standby-Verbrauchs, insbesondere Ratgeber «Stromsparen am Arbeitsplatz» und Merkblätter Windows-Energieoptionen, sowie Merkblatt «Energieeffiziente PC-Netzwerke» (Kurzfassung 2 Seiten)
- www.topten.ch
Kaufhilfe für effiziente (Büro-) Geräte
- KITS für Kids, OIZ Stadt Zürich, www.kitsfuerkids.ch, Claude Geier (Abteilungsleiter KITS-Center)
- Energieverordnung des Bundesrates zum Energiegesetz (EnV), jeweils neueste Version im Internet: <http://www.admin.ch/ch/d/sr/7/730.01.de.pdf>

Allen durch Beiträge und Korrekturlesen Mitwirkenden danken wir herzlich; insbesondere auch Claude Geier von «KITS für Kids».