
Programm *Elektrizität*
Pilot- und Demonstrationsanlagen



Schalten von Servern in KMU's

Marktbedarf und Pilotanlagen

Zusammenfassung von folgenden Studien/Projekten:

- Servernutzung in Klein- und Mittelbetrieben (IPSO, Dübendorf)
- Schalten von Servern, Pilotanlage in einem KMU-Betrieb, Phase I (R. Brüniger AG, Ottenbach)
- Schalten von Servern, Pilotanlage in einem KMU-Betrieb, Phase II (Encontrol GmbH)
- Schalten von Servern in einem Bundesbetrieb, Phasen I und II (Dr. Rolf Schmitz und St. Spillmann, Bundesamt für Energie, Bern)

ausgearbeitet durch:

Alois Huser

Encontrol GmbH

Römerweg 32, CH-5443 Niederrohrdorf

im Auftrag des

Bundesamtes für Energie

Januar 2001

Schlussbericht



Vertragsnummer: 29687
Projektnummer: 69542

**Diese Arbeit ist im Auftrag des Bundesamtes für Energie entstanden.
Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor
dieses Berichts verantwortlich.**

Dieser Bericht ist als pdf-Datei auf folgender Internet-Seite zu finden:
www.electricity-research.ch

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	3
2	Einleitung	5
3	Aktivitäten von 1995 bis 2000	5
4	Marktabklärungen	6
4.1	Zielsetzung	6
4.2	Vorgehen	6
4.3	Resultate	7
5	Pilotanlagen in der Bundesverwaltung	8
5.1	Erste Phase mit Intelligenz auf bestehendem zentralem Server	8
5.2	Zweite Phase mit Intelligenz auf separatem Linux-Server	8
5.2.1	System und Netzwerk	8
5.2.2	Im Projekt entwickelte Steuereinheit	9
5.2.3	Software	10
5.2.4	Benutzerschnittstelle	11
5.2.5	Investitionen	11
5.2.6	Stromverbrauch des Systems	12
5.2.7	Erfahrungen im Betrieb	12
6	Pilotanlagen in einem typischen KMU-Betrieb	14
6.1	Erste Phase: Schalten mit erweiterter Zeitschaltuhr	14
6.2	Zweite Phase: Schalten mit Hilfe der Intelligenz der USV-Anlage	14
6.2.1	Zielsetzungen	14
6.2.2	System und Netzwerk	14
6.2.3	Software	15
6.2.4	Stromverbrauch des Systems	17
6.2.5	Erfahrungen im Betrieb	17
7	Empfehlungen	18
8	Beteiligte Lieferanten und Partner	18
9	Glossar	19
10	Literaturverzeichnis	20
11	Anhang	21

1 Zusammenfassung

EDV-Server sind rund um die Uhr in Betrieb. Und dies obwohl in der Nacht oder am Wochenende in vielen Fällen gar keine Nutzung der Server-Dienstleistungen erfolgt. Eine repräsentative Marktuntersuchung zeigte, dass in typischen Klein- und Mittelbetrieben (KMU-Betriebe) in der Deutschschweiz das automatische Ausschalten von Servern während bestimmten Zeiten begrüsst würde, falls entsprechende ausgereifte und zuverlässige Systeme dafür existieren.

Die technische und organisatorische Machbarkeit des Schaltens von Servern wurde in vier Pilotanlagen gezeigt, die sukzessive weiter entwickelt wurden:

- Schalten mit umgebauter Schaltuhr in einem KMU-Betrieb
- Schalten mit Hilfe der unterbrechungsfreien Stromversorgungsanlage (USV-Anlage) in einem KMU-Betrieb
- Schalten mit vernetzten Schaltboxen in grösserem Betrieb der Bundesverwaltung
- Schalten mit eigenem Linux-Server und vernetzten Schaltboxen in grösserem Betrieb der Bundesverwaltung

Allen Projekten gemeinsam ist, dass mit in einem Zeitplaner gespeicherten Ein- und Ausschaltzeiten (in Schaltuhr, in USV-Anlage oder in einem Rechner) die Betriebszeiten von zentralen Netzwerkkomponenten (Server, Drucker usw.) verringert werden. Spezielle Software-Bausteine wurden entwickelt, damit die Benutzer am Netz über die vorgesehene Abschaltungen informiert werden und sie bei Bedarf eine Verlängerung der Einschaltzeit bewirken können. Auch müssen stillgelegte Server (z. B. am Wochenende) bei Bedarf durch die Benutzer wieder eingeschaltet werden können.

Mit diesem automatisierten Schalten konnten folgende Ergebnisse erzielt werden:

- Erhöhung der Zuverlässigkeit durch tägliches kontrolliertes „Herunterfahren“
- Booten der Systeme von Ferne: Zeitersparnis für System-Manager
- Vollständige Trennung vom Stromversorgungsnetz: Erhöhung der Informatik-Sicherheit (Zugriff von Drittpersonen, physikalische Einwirkungen) während beinahe 50 Prozent der Zeit
- Einsparung von über 50 Prozent des Stromverbrauches von Servern

Die in den Pilotsystemen eingesetzten Komponenten befinden sich noch im Prototypen-Stadium. Für eine Kommerzialisierung der Systeme müssten noch beträchtliche Mittel investiert werden. Das Ziel ist, dass die hier vorgestellten Funktionen von den Herstellern direkt in die Server eingebaut werden. In der Zwischenzeit sollten in weiteren Pilotprojekten zusätzliche Erfahrungen gewonnen werden. Weiter sollte eine Potentialabschätzung für das Schalten von Servern durchgeführt werden.

Abstract: Switching on and off of computer servers

Data processing servers are normally in operation round the clock, even though it is often the case that their functions are not required at all at night and during the weekend. A representative market survey has demonstrated that, in typical small and medium-sized companies in the German-speaking part of Switzerland, the option of automatic shutdown of servers during certain periods would be welcomed as long as fully developed and reliable systems are available for this purpose.

The technical and organisational feasibility of switching servers has been demonstrated using four pilot installations that are to be successively further developed:

- Switching in a small business using a modified clock
- Switching in a small business with the aid of an uninterruptible power supply device
- Switching in a large government office using networked switch boxes
- Switching in a large government office using an internal Linux server and networked switch boxes

The goal was the same in all projects, namely to cut the operating times of central network components (servers, printers, etc.) by storing switching times in a scheduler (e.g. timer, UPS device or computer). Special software components were developed so that users of the network could be informed about the planned switch-off times and thus request an extension of the operating time if necessary. It was also a prerequisite that users must be able to activate a server that has been switched off (e.g. for the weekend).

One was able to obtain the following results through the use of automatic switching systems:

Improved reliability thanks to controlled daily shutdown

- Remote booting of systems = time savings for system administrators
- Full separation from power supply = increased IT security (protection against unauthorised access and physical influences) during almost 50% of the time
- Saving of more than 50% in the consumption of electricity by servers

The components used in the pilot systems are still in the prototype stage, and considerable investments would be required in order to make them available for commercial use. The goal here is that the functions described in this report are to be installed in servers by the manufacturers themselves. In the meantime, further pilot projects need to be carried out in order to obtain additional findings, and an assessment of the potentials of switching servers needs to be made.

Résumé: L'enclenchement et le déclenchement des serveurs

Les serveurs sont généralement en service en permanence. Et ce, bien que beau-coup d'entre eux ne fassent rien de productif la nuit et le week-end. Trois projets-pilotes bénéficiant du soutien de l'Office fédéral de l'énergie montrent que les serveurs peuvent être mis hors service la nuit et le week-end, par télécommande et sans limitations pour les utilisateurs. Cela permet d'accroître la fiabilité de l'informatique tout en réduisant les coûts du courant électrique: les économies d'énergie sont toujours de 50%, sans compter les économies supplémentaires réalisées au niveau de la climatisation. Contrairement aux hypothèses des constructeurs de serveurs de réseau, la coupure contrôlée des serveurs durant la nuit et la fin de semaine est – selon une étude de l'Office fédéral de l'énergie – un sujet à examiner. C'est ainsi que 57% des petites et moyennes entreprises interrogées seraient favorables à l'enclenchement et au déclenchement automatiques d'un serveur à une heure déterminée ou en fonction d'un événement donné. L'enclenchement et le déclenchement des serveurs, avec bien entendu l'arrêt contrôlé du système d'exploitation, ont été réalisés selon diverses approches. On a commencé par une minuterie transformée simulant une coupure de courant au serveur. Le projet-pilote le plus récent dispose de son propre ordinateur Linux planifiant l'utilisation des serveurs, surveillant les réactions des utilisateurs et commandant plusieurs boîtes de commutation par l'intermédiaire du réseau. Les systèmes-pilotes réalisés ont fait leurs preuves en pratique mais ne sont pas encore arrivés à maturité de série. L'objectif à long terme consiste à intégrer aux serveurs mêmes une fonction de veille prise automatiquement dès que le serveur n'est pas ou que peu actif, par exemple pour le maintien de la communication.

2 Einleitung

Die Hersteller von elektronischen Geräten haben in den letzten Jahren grosse Anstrengungen unternommen, um die Leistungsaufnahme im Standby-Betrieb¹ zu senken. So optimiert zum Beispiel das „Advanced Power Management (APM)“ im Windows – Betriebssystem (Windows 98, Windows 2000) den Stromverbrauch der Geräte. Dem Energieverbrauch der EDV-Netzwerke wird bis heute hingegen kaum Beachtung geschenkt, obwohl 1.6 Prozent des Schweizer Stromverbrauchs zulasten von Netzwerken gehen. Dies sind jährlich etwa 800 GWh und entsprechen dem Jahresverbrauch einer Schweizer Stadt in der Grösse von Lausanne mit 150'000 Einwohnern. Gründe für die mangelnden Aktivitäten im Netzwerk sind die wachsende Komplexität der Systeme und die Angst der Betreiber, durch Manipulationen am Netz Störungen zu provozieren oder die Netzstabilität zu gefährden. Dazu müssen in weltweit vernetzten Systemen bestimmte Rechner wie Webserver, Mail-Server oder FTP-Server rund um die Uhr zur Verfügung stehen. Kleinere Netze oder Teilnetze von grösseren Netzen müssen aber unter Umständen ausserhalb der Arbeitszeiten nicht oder nur bedingt verfügbar sein. Eventuell ist es sogar wünschenswert, dass gewisse Server aus Sicherheitsgründen in diesen Zeiten absolut nicht ansprechbar sind.

Das Bundesamt für Energie ist das Thema auf verschiedenen Wegen angegangen:

1. Eine empirische Marktuntersuchung soll zeigen, ob das Schalten von Servern in typischen Klein- und Mittelbetrieben ein Thema ist und ob es ein Bedürfnis darstellt.
2. Die Machbarkeit des Schaltens von Servern soll in verschiedenen Pilotprojekten in unterschiedlichen Nutzungs- und Einsatzbedingungen demonstriert werden, wobei mindestens die folgenden Anforderungen erfüllt werden:
 - Ausschalten von Servern ausserhalb der Arbeitszeiten, falls kein Benutzer mit den betroffenen Servern arbeitet.
 - Selbständige Überwachung der Aktivitäten der angeschlossenen Clients und Start der benötigten Servern bei Bedarf.
 - Kommunikation mit den Benutzern:
 - Benachrichtigung aller Benutzer vor dem Ausschalten
 - Rückmeldung der Benutzer an den Server, dass das Ausschalten um eine bestimmte Zeitspanne verzögert wird
 - Der Benutzer kann das Ausschalten der Server um eine wählbare Zeitspanne verlängern.

3 Aktivitäten von 1995 bis 2000

- | | |
|------|---|
| 1995 | Im Ingenieurbüro R. Brüniger AG wird in einem Novell-Netzwerk mit 6 Clients ein Server, ein CD-Gerät und ein Hub mit Hilfe einer weiterentwickelten Zeitschaltuhr ausserhalb der Arbeitszeiten ausgeschaltet ([Bac 96]). |
| 1995 | Im Bundesamt für Energie werden durch eine Steuereinheit zentrale Server und Drucker ausserhalb der Arbeitszeiten ausgeschaltet. Das System besteht aus einer Steuersoftware, welche auf einem UNIX-Server implementiert ist und einer Steuereinheit mit 6 Schaltausgängen. |
| 1997 | Eine Studie untersucht die Einsparungen durch das „Schalten der Server“ und kommt zum Schluss, dass der Stromverbrauch um etwa 50 Prozent gesenkt werden kann. Die Publikation „Energiesparen im Netzwerk – leicht gemacht“ / „Energy efficiency in networks – made simple“ beschreibt in einem kurzen Merkblatt das System ([Bfe 97]). |

¹ „Standby power“ gemäss Definition der „International Energy Agency in Paris (IEA)“: Standby power use depends on the product being analysed. At a minimum, standby power includes power used while the product is performing no function. For many products, standby power is the lowest power used while performing at least one function.

- 1997 In zwei modernen Netzen mit 82 und 1200 Benützern sind Stromverbrauchsmessungen an Netzwerkkomponenten (Router, Switch, Multiplexer, Micro Repeater, Media Converter) durchgeführt worden ([Kun 97]). Dabei hat sich gezeigt, dass die aufgenommenen Leistungen zeitlich konstant sind und nicht von der Datenflussmenge oder der Netztopologie abhängen. Die gemessenen Leistungen betragen ca. 30 % der Angaben in den Produktebeschreibungen. Dies kann zu Überdimensionierungen von Infrastrukturanlagen wie Klimatisierung und unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) führen.
- 1998 Im Bundesamt für Energie wird das System weiterentwickelt. Die Steuersoftware wird bezüglich der Benutzerführung weiterentwickelt und auf einen eigens dafür zusammengestellten Linux-Server übertragen.
- 1998 Auch im KMU-Betrieb wird die 1995 eingebaute Lösung durch eine neue Entwicklung abgelöst. Die Server werden jetzt mit Hilfe der Intelligenz der USV-Anlage und der USV-Management-Software geschaltet ([Hus 99]).
- 1999 Das System wird an verschiedenen Workshops vor allem in Deutschland vorgestellt. Im Allgemeinen stösst die Entwicklung auf grosses Interesse. Es wird jedoch eine käufliche Variante gewünscht, welche einfach zu installieren ist.
- 1999 Beim Bundesamt für Landwirtschaft werden Abklärungen gemacht über die Implementation des Systems. Wegen Umbau der Systeme muss die Einführung aber verschoben werden. Es zeigt sich auch, dass die Betreiber von grossen und komplexen Netzwerken dem Einrichten von neuen Software-Elemente auf den Servern grossen Widerstand entgegensetzen. Aus diesem Grund wird die Steuersoftware auf einen eigenständigen Rechner mit dem Betriebssystem Linux portiert.
- 2000 Die Pilotanlage wird einigen Vertretern von Server-Herstellern vorgestellt und zur Umsetzung empfohlen. Die Industrie reagiert nicht auf die Empfehlung.
- 2000 Eine empirische Marktuntersuchung (telefonische Befragung von 400 Klein- und Mittelbetrieben in der Deutschschweiz) über die Bedürfnisse bezüglich dem Thema „Server schalten“ wird durchgeführt ([Gub 00]).
- 2001 Präsentation der Projekte am internationalen Workshop "Standby Power - Towards a harmonised Solution" (www.iea.org/standby/index.htm) am 7. Februar 2001 in Tokyo durch Roland Brüniger (siehe Anhang 1)
- Zukunft Vision: Ein effizientes Power-Management wird direkt bei den Servern und den Netzwerkmanagement-Tools eingebaut.

4 Marktabklärungen

4.1 Zielsetzung

Das Bundesamt für Energie möchte im Rahmen einer statistischen Umfrage eine repräsentative Aussage über den effektiven Bedarf von Netzwerk-Servern über Nacht und am Wochenende/Feiertage bei Klein- und Mittelbetrieben (KMU) gewinnen.

4.2 Vorgehen

Um eine repräsentative Aussage über den effektiven Bedarf von Netzwerk-Servern über Nacht und am Wochenende/Feiertage bei Klein- und Mittelbetrieben (KMU) zu gewinnen, wurde eine **telefonische Befragung** bei 400 entsprechenden Betrieben in der Deutschschweiz durchgeführt. Die Fragen beziehen sich auf die Ausrüstung mit Servern und Arbeitsstationen bzw. PCs, auf die Nutzung der Server sowie auf die Akzeptanz eines automatischen Aus- und Einschaltens der Server über Nacht und an Wochenenden und Feiertagen.

Die Befragung lässt sich folgendermassen charakterisieren:

Grundgesamtheit Klein- und Mittelbetriebe (10-200 Mitarbeiter) in der Deutschschweiz mit EDV-Netzwerk und mindestens einem zentralen Server

Stichprobe	Die Zufallsstichprobe von 400 Klein- und Mittelbetrieben ergibt sich aufgrund eines Screening einer Zufallsauswahl von KMU auf das Kriterium „Netzwerk-Server vorhanden“. Die Adressen der Zufallsauswahl wurden eingekauft. Zielpersonen sind die EDV-Verantwortlichen (Netzwerk- oder Systemadministratoren) des entsprechenden Betriebes.
Befragungsart	Telefonische Befragung
Zeitlicher Ablauf	Telefonische Befragung: 24. Juli – 8. August 2000
Fehlermarge	Aufgrund der statistischen Gegebenheiten ist bei der Hochrechnung der Ergebnisse auf die Grundgesamtheit bei 95% statistischer Sicherheit in der Zielgruppe Betriebe eine Fehlermarge von max. $\pm 4.9\%$ zu berücksichtigen.
Ausschöpfung	72% (%-Anteil der Zieladressen, welche tatsächlich befragt wurden)
Aussagekraft	Die Ergebnisse können aufgrund der Zufallsstichprobe und der guten Ausschöpfung als repräsentativ und gültig betrachtet werden.

4.3 Resultate

Eine detaillierte Beschreibung der Resultate ist in einem separaten Schlussbericht mit dem Titel „Servernutzung in Klein- und Mittelbetrieben“ veröffentlicht ([Gub 00]). Der Bericht kann im Internet unter der Adresse „electricity-research.ch“ eingesehen werden. Im folgenden die wichtigsten Resultate:

1. Rund 80% der Klein- und Mittelbetriebe in der Deutschschweiz besitzen heute ein EDV-Netzwerk.
2. Rund 80% der Server sind an eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) angeschlossen und in rund 50% der Unternehmen mit Servern ist der Raum, in welchem die Server stehen, klimatisiert.
3. Rund 80% der Server laufen mit dem Betriebssystem „Windows NT“.
4. Die Mehrheit jener, die ein Netzwerk besitzen, lassen alle ihre Server in der Nacht (94%) und an den Wochenenden/Feiertagen (90%) laufen, obwohl in der Nacht rund ein Viertel und an den Wochenenden sogar beinahe die Hälfte aller eingeschalteten Geräte nichts tun.
5. Ungefähr 2/3 der Server, die in der Nacht Funktionen erfüllen und Prozesse ausführen, benötigen dafür weniger als drei Stunden.
6. 43% der Unternehmen mit Server-Nutzung schalten einen Server mindestens einmal im Monat aus (echte Trennung vom Stromnetz).
7. Ein automatisches Aus- und Einschalt-System wird begrüsst: 57% der Befragten finden die Möglichkeit, dass ein Server automatisch zu einer bestimmten Zeit oder bei einem bestimmten Ereignis ein- oder ausgeschaltet wird, gut. 46% sind es bei der Möglichkeit eines automatischen Ausschaltens des Servers bei Nicht-Gebrauch und der gleichzeitigen Möglichkeit eines Einschaltens vom Arbeitsplatz aus.
8. Die Gründe für eine ablehnende Haltung solcher Möglichkeiten gegenüber sind nur selten sachlich oder technisch bedingt, sondern liegen eher in Unsicherheiten, Gewohnheiten und früher geprägten Vorstellungen oder in Zweifeln an der technischen Machbarkeit.

Folgerung: Es besteht ein grosser Handlungsspielraum für die Einführung automatischer Ein- und Ausschaltssysteme von Netzwerk-Servern. Ob jedoch dieser Handlungsspielraum genutzt werden kann, ist – neben der Bereitstellung technisch ausgereifter Lösungen – von der Frage abhängig, wie gut es gelingt, die Verantwortlichen von der technischen Machbarkeit, der ökologischen Wünschbarkeit und vom ökonomischen Nutzen zu überzeugen.

5 Pilotanlagen in der Bundesverwaltung

5.1 Erste Phase mit Intelligenz auf bestehendem zentralem Server

Das Bundesamt für Energie verfügt über ein Netzwerk, welches ein Teil des Netzwerks der allgemeinen Bundesverwaltung darstellt. Die installierten Server laufen unter den Betriebssystemen UNIX und Windows NT. Im Teilnetz mit zwei Servern, diversen zentralen Drucker und etwa 30 Arbeitsplätzen wurde als Pilotprojekt das Ausschalten der zentralen Komponenten untersucht. Seit Mitte 1996 wurde eine Steuereinheit (Schaltbox) mit 6 Schaltausgängen (230 V, 8 A) eingesetzt. Daran angeschlossen waren die zwei Server, der zentrale Drucker, der CD-ROM-Wechsler und diverse Modems. Die Schaltausgänge konnten über das Ethernet von einem zentralen Server des übergeordneten Netzwerkes aus angesteuert werden. Auf diesem Server lief ein Programm (Scheduler), worin die Ein- und Ausschaltbefehle sowie die Kontrollbefehle an die betroffenen Server für das „Herunterfahren“ gespeichert waren. Durch den Scheduler liessen sich die Ein- bzw. Ausschaltzeiten den Betriebszeiten anpassen. Bei Bedarf konnte das Ausschalten von jedem Benutzer jeweils um anderthalb Stunden aufgeschoben werden (Verzögerungszeit vom Systembetreuer frei programmierbar). Dazu genügte es, einen zentralen Taster zu drücken. Dieser Taste dient auch dazu, einen stillgelegten Server wieder aufzustarten. Die Abfrage des Tasters erfolgt über das Netzwerk durch den zentralen Rechner, welcher dann den entsprechenden Einschaltbefehl an die Schaltbox sendet.

Die Schaltbox (Masse: 20 x 22 x 7 cm) wurde von der Firma EMCT in Schönbühl-Urtenen hergestellt. Die Herstellungskosten beliefen sich auf etwa CHF 2'500.-.

Vor dem Schalten betrug der Stromverbrauch 12'200 kWh pro Jahr. Während des Pilotversuchs noch 6'500 kWh. Die Einsparung betrug somit 5'700 kWh oder etwa 47 Prozent.

5.2 Zweite Phase mit Intelligenz auf separatem Linux-Server

5.2.1 System und Netzwerk

Das System besteht aus einem Linux-Rechner und 2 dezentralen Controllern mit je 8 Schaltausgängen. Dieses System wird „**AC-Manager**“ genannt. „AC“ steht für „**A**lternating **C**urrent“.

Das EDV-Netzwerk umfasst die folgenden Benutzer und Komponenten:

- EDV-Arbeitsplätze 108
- Mitarbeiter 95
- Netzwerk Ethernet 10 MB/s
- Server 6 NT-Server; Lieferant/Typ: HP LH Pro
5 UNIX-Server; Lieferant/Typ: HP 9000 H40
- Bandstationen 2 Stück
- Workstations 120 Stück
- Drucker 11 Laserdrucker; Lieferant/Typ: HP Laserjet 4M

Von diesen Komponenten werden die folgenden Geräte durch den AC-Manager geschaltet:

- 4 NT-Server (Mail- und Home-Server bleiben dauernd eingeschaltet)
- 2 UNIX-Server (Datenbankanwendungen)
- 2 Drucker

Das folgende Schema zeigt die Anordnung der Geräte und die Netzkonfiguration:

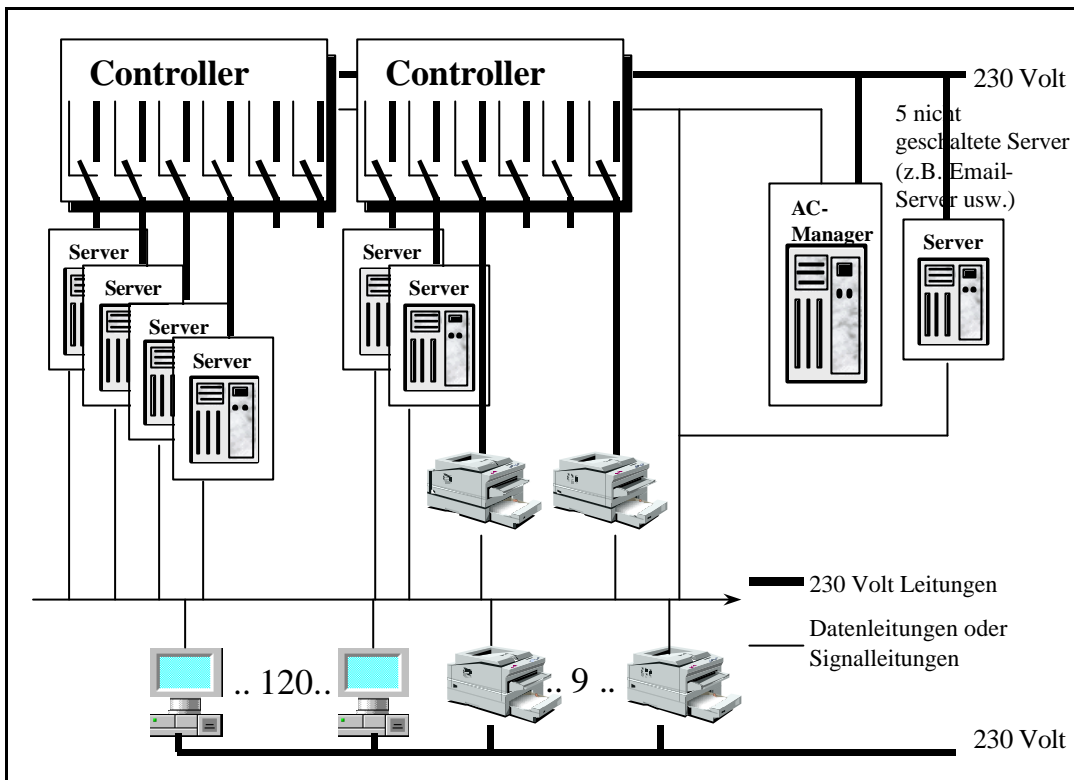


Abbildung 4.1: Übersicht über die Netzkonfiguration

5.2.2 Im Projekt entwickelte Steuereinheit

Die folgende Abbildung zeigt das elektrische Übersichtsschema des Controllers:

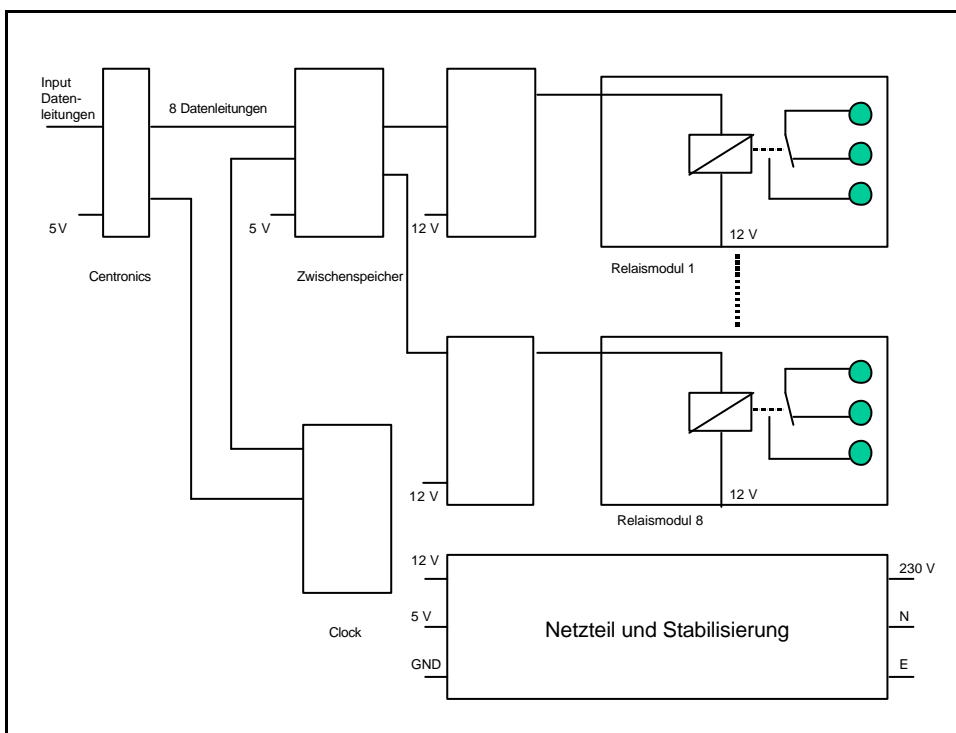


Abbildung 4.2: elektrisches Übersichtsschema des Controllers

Die folgenden Komponenten wurden verwendet:

Komponente	Bauteile	Lieferant
Linux-Rechner	Motherboard ASUS B2BS 128 MB RAM 4 GB Disk Seagate LAN-Karte 3COM 305B 10/100TX	Verschiedene
Controller	8 Schaltrelais; Siemens BCC6; 12 VDC, 8 A/255 VAC 8 Stecker 1 Netzteil 1 Relais-Ansteuerkarte: Auerswald	ECMT, Schönbühl
LAN-Schnittstelle	Print-Server PSEU1P-4	Micronet

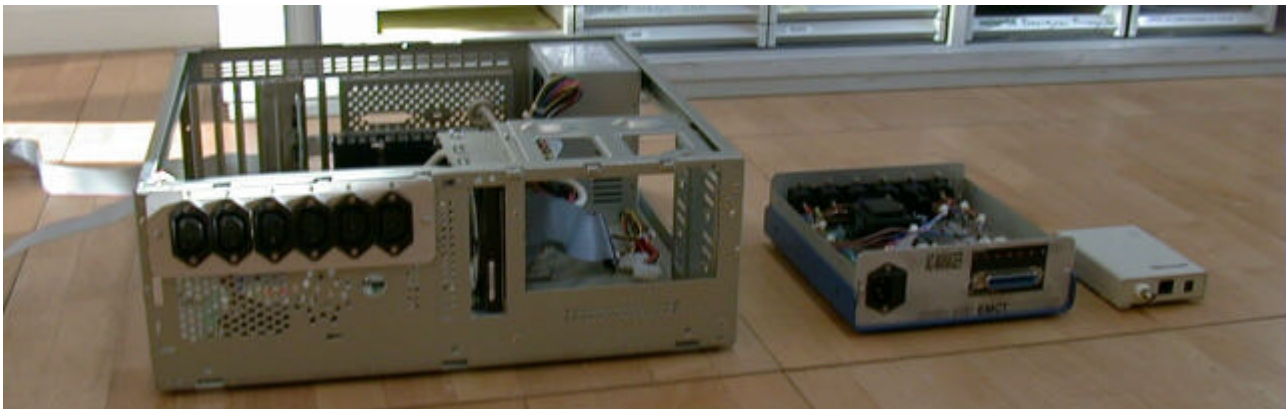


Abbildung 4.3: Frontansicht: Linux-Rechner mit integriertem Controller; separater Controller mit 8 Schaltausgängen; LAN-Schnittstellen-Karte (von links nach rechts)

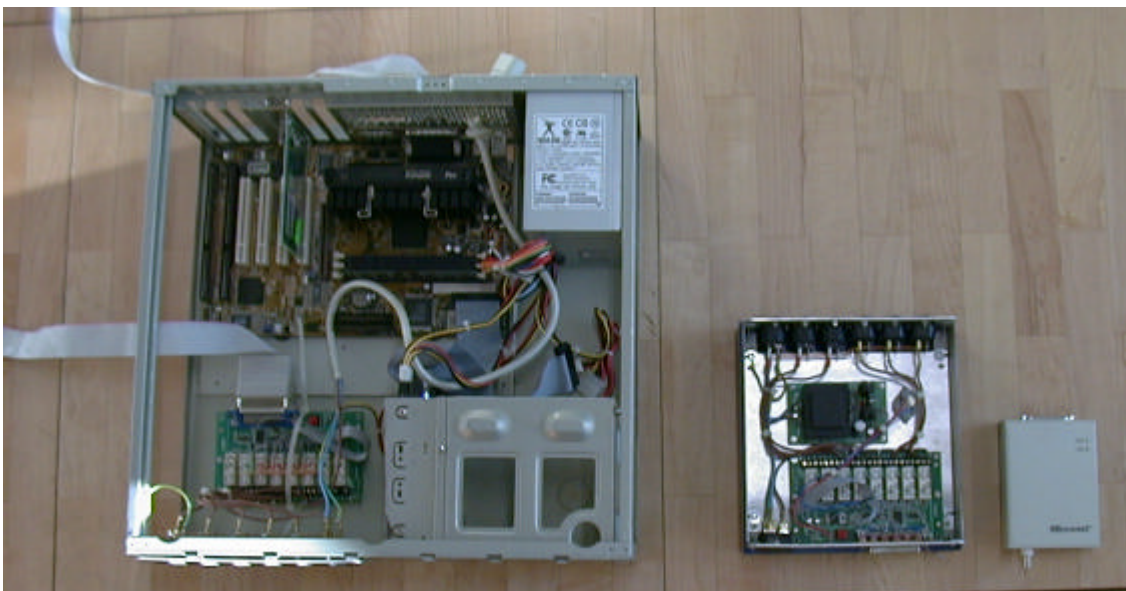


Abbildung 4.4: Aufsicht: Linux-Rechner mit integriertem Controller; separater Controller mit 8 Schaltausgängen; LAN-Schnittstellen-Karte (von links nach rechts)

5.2.3 Software

Der Rechner läuft mit dem Betriebssystem Linux. Diverse Anwendungsprogramm steuern die Konfiguration und die Steuerung der Schaltbox „AC-Manager“ [Spil 00].

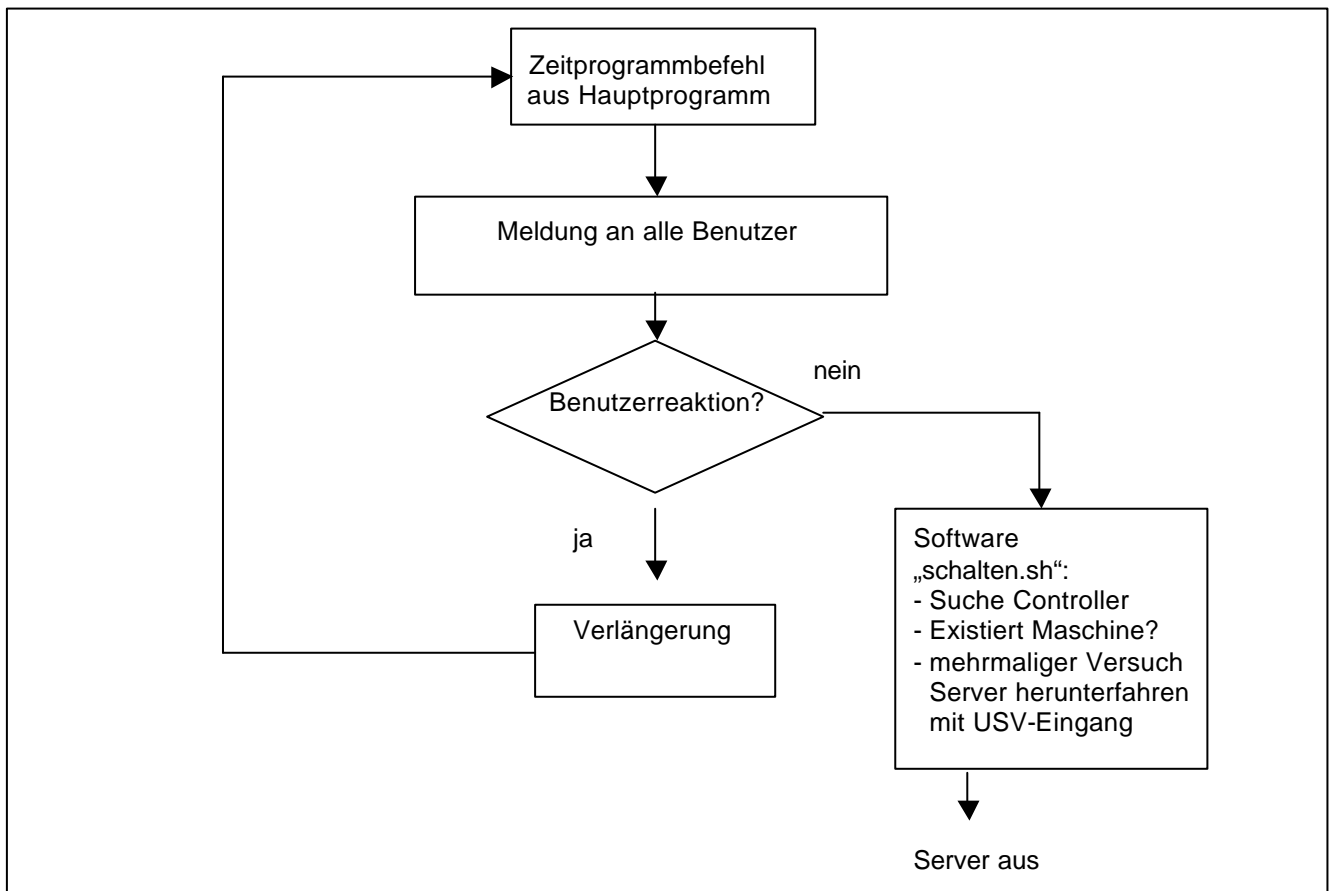


Abbildung 4.6: Flussdiagramm zum automatisierten Herunterfahren des Servers

5.2.4 Benutzerschnittstelle

Über das „Common Desktop Environment CDE“ und die „X11-Software“ auf dem Client erhält jeder Benutzer vor dem automatischen „Shutdown“ des Servers eine Warnung auf dem Bildschirm:

In 10 Minuten wird der Server ausgeschaltet!

Wenn eine Nachricht vom bevorstehenden „Shutdown“ empfangen wird und der Benutzer weiterarbeiten will, musste er in der ersten Phase eine zentrale Taste betätigen. Im nächsten Entwicklungsschritt konnte der Benutzer die Verlängerung direkt am Bildschirm anfordern.

5.2.5 Investitionen

- Entwicklungsarbeit Software: etwa 80 Personentage
- Entwicklungsarbeit Hardware: etwa 20 Personentage
- Hardware Versuchsaufbau:
 - Rechner: Fr. 1'100.-
 - pro Ethernet-Schnittstelle: Fr. 300.-
 - pro Controller: Fr. 500.-

Bei einer Serienfabrikation mit hohen Stückzahlen könnte der AC-Manager (Linux-Rechner inkl. Controller mit 8 Schaltausgängen) mit Kosten von etwa Fr. 600.- produziert werden. Ein Verkaufspreis von Fr. 1'200.- wäre realistisch. Falls weitere dezentrale Schaltausgänge benötigt werden, würden die Kosten eines weiteren Controllers inkl. LAN-Schnittstelle bei einer Serienproduktion etwa Fr. 500.- betragen.

5.2.6 Stromverbrauch des Systems

Gemessene elektrische Standby-Leistungen der Geräte gemäss Konfiguration in Kapitel 3:

• HP-Server LH Pro	150 W
• HP 9000 H 40	200 W
• Drucker HP 4M	25 W
• Linux-Rechner	30 W
• AC-Manager Controller	2 W
• LAN-Schnittstelle von Controller	2 W

Die elektrische Leistung der geschalteten Geräte beträgt 1'050 W; diejenige der nicht geschalteten Geräte 1'125 W. Die Eigenleistung des AC-Managers beträgt total 38 W (Linux-Rechner, 2 Controller, 2 LAN-Schnittstellen zu Controller).

Die Server werden nach dem folgenden Zeitplan ausgeschaltet:

Montag bis Freitag	21.00 bis 6.00 Uhr
Samstag und Sonntag	ganzer Tag

Die Server sind somit pro Woche 93 Stunden aus- und 75 Stunden eingeschaltet.

Die Drucker werden nach dem folgenden Zeitplan ausgeschaltet:

Montag bis Freitag	20.00 bis 6.30 Uhr
Samstag und Sonntag	ganzer Tag

Die Drucker sind somit pro Woche 100.5 Stunden aus- und 67.5 Stunden eingeschaltet.

Stromverbrauch pro Woche von allen Komponenten mit AC-Manager:

geschaltete Server (75 h x 1'000 W)	75.0 kWh
geschaltete Drucker (67.5 h x 50 W)	3.4 kWh
AC-Manager (168 h x 38 W)	6.4 kWh
Total	84.8 kWh

Stromverbrauch pro Woche von allen Komponenten vor dem Ausschalten:

geschaltete Server (168 h x 1'000 W)	168.0 kWh
geschaltete Drucker (168 h x 50 W)	8.4 kWh
Total	176.4 kWh

Pro Jahr ergibt sich ein Stromverbrauch von 4'409 kWh für die Server. Ohne Ausschalten betrug der Stromverbrauch 9'173 kWh (8'760 Stunden mal 1'050 W). Die Einsparung beträgt somit 4'764 kWh pro Jahr (51%). Bei einem durchschnittlichen Strompreis von 15 Rappen/kWh ergibt sich somit eine Einsparung von Fr. 714.- pro Jahr.

5.2.7 Erfahrungen im Betrieb

Der Betrieb funktioniert gut. Der System-Manager benutzt aktiv den AC-Manager. So kann er sonst nicht mehr in Funktion zu setzende Server mit komplettem Ausschalten von Ferne neu starten. Dies spart ihm sehr viel Mühe und Zeit.

Mit diesem automatisierten Schalten konnten die folgenden Ergebnisse erzielt werden:

- Erhöhung der Zuverlässigkeit durch tägliches kontrolliertes „Herunterfahren“
- Booten der Systeme von Ferne: Zeitersparnis für System-Manager
- Vollständige Trennung vom Stromversorgungsnetz: Erhöhung der Informatik-Sicherheit (Zugriff von Drittpersonen, physikalische Einwirkungen) während beinahe 50 Prozent der Zeit
- Einsparung von über 50 Prozent des Stromverbrauches von Servern

Zur Zeit wird bezüglich den Schaltzeiten nicht an die Grenze gegangen, so dass praktisch keine Interaktionen mit den Benutzern stattfinden (Einzustand verlängern). Noch aus einem anderen Grund finden praktisch keine Verlängerungswünsche statt: Die Mail- und Internetdienste befinden sich auf einem nicht geschalteten



Server. Auch kann mit einer Datei, welche vom Server auf die lokale Arbeitsstation geladen wurde, normal weitergearbeitet werden.

6 Pilotanlagen in einem typischen KMU-Betrieb

6.1 Erste Phase: Schalten mit erweiterter Zeitschaltuhr

1995 wurde in einem Novell-Netzwerk mit 6 Clients ein Server mit Hilfe einer weiterentwickelten Zeitschaltuhr ausserhalb der Arbeitszeiten ausgeschaltet. Die Betriebssysteme auf einem Server sind mit standardisierten Hard- und Software-Schnittstellen ausgerüstet, welche bei einem detektierten Stromausfall nach einer definierten Zeit das Betriebssystem kontrolliert „herunterfahren“. Diese Zeitschaltuhr simulierte nun zu den eingestellten Zeitpunkten dem Server über einen Relaiskontakt einen Stromausfall. Der Server fuhr darauf sein Betriebssystem kontrolliert herunter und wurde anschliessend vom Netz getrennt. Bei Bedarf konnte ein Benutzer über einen zentral installierten Taster die Betriebsdauer um drei Stunden verlängern. Entsprechend liess sich auch das ausgeschaltete Netzwerk (Wochenende) per Knopfdruck einschalten. Damit liess sich der Energieverbrauch für diesen Server von 814 kWh pro Jahr auf 284 kWh senken (Einsparung 65 Prozent).

Das Projekt ist im Bericht „Effizientes Energiemanagement in Computer- und Kommunikationsnetzwerken: Ergebnisse eines Demonstrationsprojektes und einer schweizerischen Pilotstudie“ ([Bac 96]) beschrieben.

6.2 Zweite Phase: Schalten mit Hilfe der Intelligenz der USV-Anlage²

In der zweiten Phase wurden die Server mit Hilfe der Intelligenz einer USV-Anlage und der USV-Management-Software geschaltet (Bundesamt für Energie: Schalten von Servern, Pilotanlage in einem KMU-Betrieb; Publikation 805.089.7d, Bern; November 1999 [Hus 99]). Die kommerziell erhältliche Management-Software des USV-Lieferanten wurde für die einfache Handhabung der Benutzer mit einem Windows-Script-Programm ergänzt. Das System läuft zur Zufriedenheit der Anwender.

6.2.1 Zielsetzungen

Das Ziel war das Sammeln von Betriebserfahrungen und die Erfassung der Stromverbrauchsreduktion.

Die folgenden Funktionen wurden vom System gefordert:

- Geplantes, programmierbares Herunterfahren der Server via USV-Anlage in der Nacht und an Wochenenden
- Automatisches Hochfahren der Server nach der programmierten Auszeit
- Benachrichtigung aller Benutzer vor dem Ausschalten
- Verzögerung des Ausschaltens durch Benutzer von einem Client
- Manuelles Einschalten der Server durch einen Benutzer eines Clients
- Manuelles Ausschalten der Server durch einen Benutzer eines Clients

6.2.2 System und Netzwerk

Das folgende Schema zeigt die Anordnung der Geräte:

² USV: Unterbrechungsfreie Stromversorgung

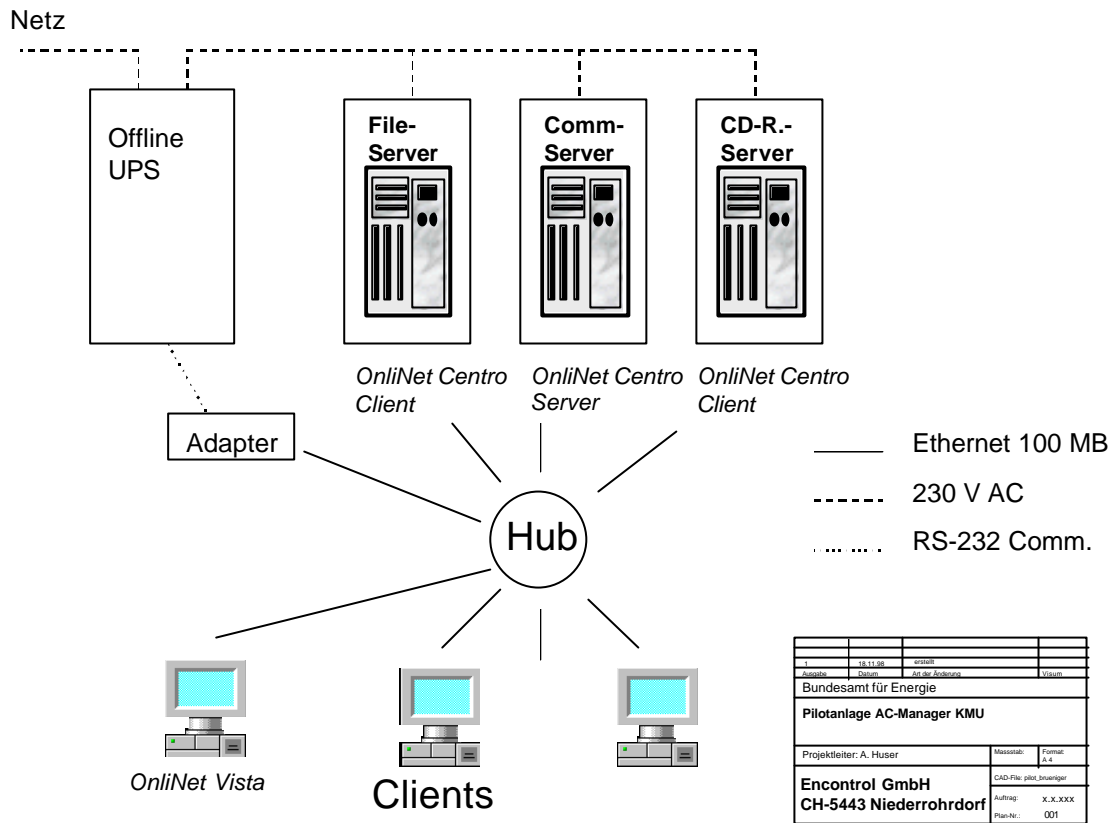


Abbildung 5.1: System und Netzwerk

USV-Anlage:

Hersteller: Exide Electronics
 Typ: NetUPS Line Interactive
 Leistung: 1900 VA, 1400 W
 Netzadapter: ConnectUPSTM SL mit Anschluss für Ethernet 10baseT

EDV-Geräte an der USV-Anlage:

Server: Compaq Proliant 1600 (156 MB, 3 x 9 GB)
 Backup-Server: Compaq Deskpro 4000
 CD-ROM Server: Axis 4 x CD-ROM
 Bildschirm: Compaq 17"
 Modem: Zykel Omni 288s (2 Stück)
 CPU Switch: Maxxtro

Netzwerk und Arbeitsplätze:

Netzwerk: Ethernet 100 Mb/s
 Workstation: 8 x Compaq
 Drucker: 3 x Laser, 1 x Farbtintenstrahl

6.2.3 Software

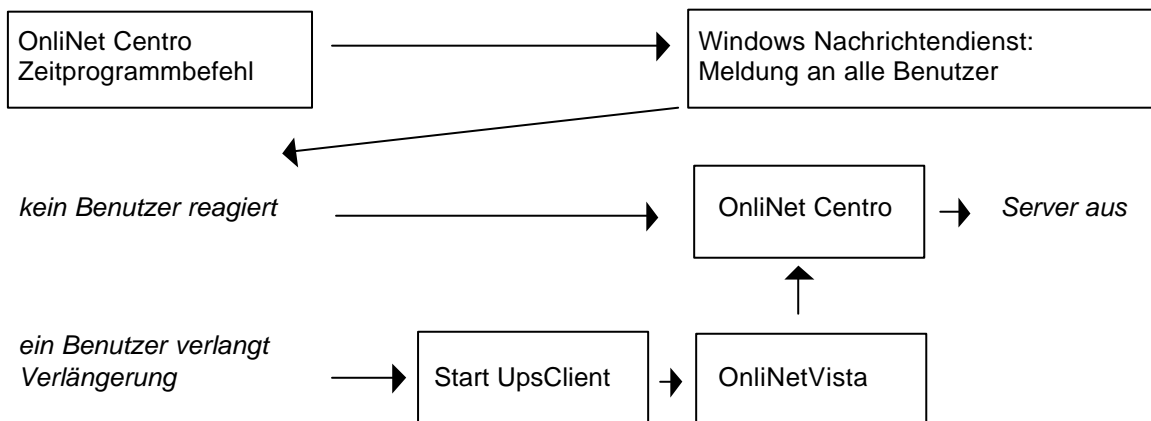
Die USV-Anlage wird durch die Software des USV-Lieferanten gesteuert:

- Onlinet Centro^{TM3} auf dem Server
- Onlinet Vista^{TM4} auf den Clients

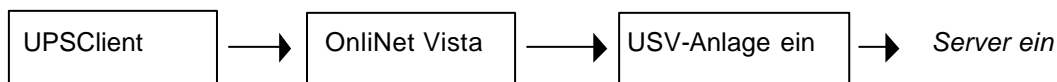
Damit die Kommunikation und die Einflussmöglichkeiten von allen Mitarbeitern genutzt werden kann, ist eine einfache Benutzeroberfläche programmiert worden. Diese steuert die Software „Onlinet[®] Vista“ über Script-Befehle des Betriebssystems „Windows“ an.

Die Programme werden folgendermassen verwendet:

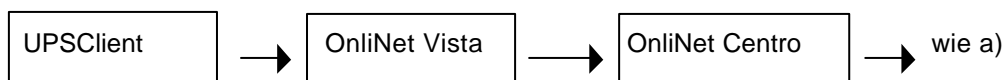
a) Automatisiertes Herunterfahren des Servers:



b) Manuelles Einschalten des Servers ausserhalb der ordentlichen Betriebszeiten:



c) Manuelles Ausschalten des Servers ausserhalb der ordentlichen Betriebszeiten:



Der Benutzer erhält vor dem automatischen „Shutdown“ des Servers eine Warnung auf dem Bildschirm:

Der Server wird in wenigen Minuten ausgeschaltet! Falls Sie weiterarbeiten wollen, starten Sie das Programm 'UPSCient'!

Wenn eine Nachricht vom bevorstehenden „Shutdown“ empfangen wird und der Benutzer weiterarbeiten will, muss er das Programm „UpsClient“ starten und die Funktion „Server-Einschaltzeit verlängern“ wählen. Darauf kann eine Verlängerung bis 23.00 oder bis 02.00 Uhr verlangt werden.

³ Eingetragenes Warenzeichen der Firma Exide Electronics Corporation, Raleigh, NC, USA

⁴ Eingetragenes Warenzeichen der Firma Exide Electronics Corporation, Raleigh, NC, USA

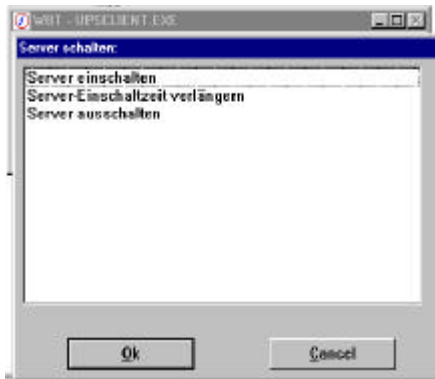


Abbildung 5.2: System und Netzwerk

Wenn die USV-Anlage und der Server ausgeschaltet sind, so kann der Benutzer durch Start des Programmes und Wählen der Funktion „Server einschalten“ die Anlage wieder einschalten. Die Anlage kann auch durch den Benutzer manuell ausgeschaltet werden (wählen der Funktion „Server ausschalten“). Das Programm berechnet dann automatisch die verbliebene Zeit bis zum nächsten Morgen um 6.00 Uhr und schaltet den Server um diese Zeit wieder ein.

Am Schluss des Programms erscheint die folgende Meldung:

Die Operation wurde erfolgreich ausgeführt!

6.2.4 Stromverbrauch des Systems

Gemessene elektrische Leistungen der Geräte gemäss Konfiguration in Kapitel 6:

an der USV angeschlossenen Geräte:	256 W	310 VA
USV im Standby, angeschl. Geräte ausgeschaltet	25 W	107 VA
USV mit allen angeschlossenen Geräten	276 W	345 VA

Die Server werden nach dem folgenden Zeitplan ausgeschaltet:

Montag bis Donnerstag	20.15 bis 6.00 Uhr
Samstagsmorgen bis Montagmorgen	01.00 bis 6.00 Uhr

Die Server sind somit pro Woche 92 Stunden aus - und 76 Stunden eingeschaltet.

Stromverbrauch pro Woche während Einschaltzeit	20.1 kWh
Stromverbrauch pro Woche während Ausschaltzeit	2.4 kWh
Total	22.5 kWh

Pro Jahr ergibt sich ein Stromverbrauch von 1'170 kWh für die Server. Ohne Ausschalten betrug der Stromverbrauch 2'418 kWh (8'760 Stunden mal 276 W). Die Einsparung beträgt somit 1'248 kWh pro Jahr (52 %).

6.2.5 Erfahrungen im Betrieb

Das implementierte System in der Windows NT - Umgebung läuft zur Zufriedenheit der Benutzer. Die folgenden Vorteile konnten erzielt werden:

- Senkung des Stromverbrauchs um 50 Prozent
- Schutz vor fremdem Systemzugriff und elektromagnetischen Störungen ausserhalb der Arbeitszeiten
- Stabiles System dank Optimierung des „System-Shutdown“ und täglichem Herunterfahren

Die folgenden Schwachstellen sind aufgetreten:

- Die Standby - Leistung der USV-Anlage von 25 W ist zu hoch.
- Der Leistungsfaktor im Standby - Betrieb ist sehr gering (gemessen $\cos \varphi = 0.24$).

7 Empfehlungen

Seitens der Industrie wird das Thema «Ausschalten von Servern» zur Zeit nicht behandelt. Wohl werden Lösungen für das Fernmanagement von Clients in Netzwerken angeboten und auch ein effizientes Energiemanagement von Arbeitsplatzrechnern ist technisch bereits möglich, doch im Server-Bereich gelten heute die Devisen «Never touch a running system» und «always on».

Für viele Nutzungsarten von Servern bietet ein gezieltes Herunterfahren in den Aus-Zustand oder einen tiefen Stand-by-Zustand zu bestimmten Zeiten aber Vorteile. Am internationalen Workshop «Stand-by Power – Towards a harmonised Solution» (www.iea.org/standby/index.htm) am 7. Februar 2001 in Tokyo zeigten daher die versammelten Experten grosses Interesse an den Erfahrungen in diesen Pilotprojekten.

Die in den Pilotanlagen eingesetzten Systeme sind auf der Hardware- und der Software-Seite noch im Prototypen-Stadium. Für eine **Kommerzialisierung der Systeme müssten noch beträchtliche Mittel investiert werden**. Vor allem die Konfiguration des Systems müsste für den Benutzer vereinfacht und selbsterklärend sein. Für einen Durchbruch der hier gezeigten Lösungen braucht es die kommerzielle Umsetzung durch die grossen internationalen Systemanbieter auf der Seite der Server. Diese Hersteller müssen von den Vorteilen des „Server schalten“ überzeugt werden. Dies könnte in einem ersten Schritt mit der **Veröffentlichung der Resultate dieser Pilotversuche in Englisch** in internationalen Computerfachzeitschriften erfolgen.

Eine erste Umfrage bei Server-Lieferanten in der Schweiz ergab, dass für eine Weiterentwicklung des hier beschriebenen Systems keine Ressourcen zur Verfügung stehen. Und dies obwohl die Lieferanten namentlich die folgenden Vorteile würdigen:

- Erhöhung der Zuverlässigkeit durch tägliches kontrolliertes „Herunterfahren“
- Booten der Systeme von Ferne: Zeitersparnis für System-Manager
- Vollständige Trennung vom Stromversorgungsnetz: Erhöhung der Informatik-Sicherheit (Zugriff von Drittpersonen, physikalische Einwirkungen) während beinahe 50 Prozent der Zeitverbesserte Zuverlässigkeit

Dies unterstreicht die Bedeutung des **Einbezugs grösserer international tätiger Unternehmen**.

Damit weitere Partner für die Umsetzung von kommerziell erhältlichen Lösungen motiviert werden können, wären weitere **Daten über das Marktpotential** nötig. In einem nächsten Schritt sollte dies eine Studie abklären und gleichzeitig das mit diesen Systemen erschlossene **Stromeinsparpotential** abschätzen.

Als Ziel wird in Zukunft wahrscheinlich nicht das vollständige Trennen vom Stromversorgungsnetz angestrebt, sondern ein tiefer Stand-by-Zustand, welcher vom Server automatisch eingenommen wird, wenn der Server nicht aktiv ist oder nur geringe Aktivität zeigt wie zum Beispiel dem Aufrechterhalten der Kommunikation. Bis es soweit ist, können weitere Prototypenlösungen uns dem Ziel eines effizienten Energiemanagements in der Informationstechnik, verbunden mit einer Erhöhung der Sicherheit und Zuverlässigkeit näher bringen.

8 Beteiligte Lieferanten und Partner

Den folgenden Firmen und Personen wird für Ihre Unterstützung und aktive Mithilfe in diesem Projekt gedankt:

- Michael Gruber und Matthias Peters
IPSO – ein Kompetenzzentrum der IHA-GfM
Zürichstrasse
8600 Dübendorf
- Bundesamt für Energie, Bern
Dr. Rolf Schmitz; Stephan Spillmann, System-Manager und Entwickler AC-Manager
- Hersteller Hardware Pilotanlage „Bundesverwaltung“:
Herr Müller
ECMT

Moostrasse 3
 3322 Schönbühl

- Betreiber der Pilotinstallation in einem KMU-Betrieb:
R. Brüniger AG, Ottenbach
Roland Brüniger; Dieter Schnurrenberger
- Lieferant USV-Anlage und Software „Onlinet® Centro; Onlinet® Vista“ bei der Pilotanlage „KMU-Betrieb“:
EHAG AG, Maur
Th. Hediger
- Hersteller Hardware im Pilotprojekt „Schalten mit erweiterter Zeitschaltuhr“:
Linard AG
9506 Lommis

9 Glossar

EDV-Netzwerk	Gesamtheit der mittels eines Netzwerks verbundenen EDV-Geräte (Server, Clients, Workstations, Bildschirme, Drucker, Kommunikationsgeräte usw.)
Endgeräte	Arbeitsplatzgeräte wie z. B. Workstations und PC
Gateway	Kopplungsgerät, das den Datenverkehr zwischen unterschiedlichen Netzwerkbe- reichen verbindet.
Hub	Verstärker mit mehreren Ein- und Ausgängen, der sternförmige Verzweigungen von Netzkabeln verschiedener Art ermöglicht.
Netzwerk-Komponenten	Geräte, die für das Funktionieren des Datenverkehrs in einem EDV-Netzwerk we- sentlich sind (Kommunikations-Server, Gateways, Hubs, Router, Bridges usw.)
Router	Kopplungsgerät, das eine Anzahl von Netzwerken miteinander verbindet und Da- tenpakete von einem Sender zu einem Empfänger befördert, indem es verschiede- ne Teilnetzwerke benützt. Der Sender muss nur die Empfängeradresse, nicht aber den Weg durch die Netze kennen.
Server	Zentraler Rechner, der für andere Rechner (sog. Clients) Dienstleistungen erbringt (Datenverwaltung, Rechnen, Kommunikation usw.)
Standby	“Standby power“ gemäss Definition der „International Energy Agency in Paris (IEA)“: Der Standby-Zustand ist abhängig vom betrachteten Gerät. Im Minimum ist die Standby-Leistung diejenige Leistung, die ein Gerät benötigt, falls es keine Dienstleistung erbringt. Für manche Geräte ist die Standby-Leistung diejenige Lei- stung, welche benötigt wird, wenn das Gerät nur noch eine oder wenige Grunddienstleistungen erbringt.
Switch	Kopplungsgerät, das den Datenverkehr zwischen gleichartigen Netzwerkbereichen verbindet.
USV	Gerät, welche die angeschlossenen Verbraucher bei Netzunterbrüchen oder – störungen während einer bestimmten Zeit mit Energie versorgt (unterbrechungs- freie Stromversorgung)
Zentrale Geräte	Von verschiedenen Benutzern gemeinsam genutzte Geräte (z. B. Server, Drucker)

10 Literaturverzeichnis

- [Bac 93] Bachmann Christian: Miniwatt-Report: Rationeller Energieeinsatz in der Informationstechnik und in der Unterhaltungselektronik; Bericht über das internationale Meeting für „Insider“ vom 19. März 1993 in Zürich, ETH Zürich
- [Bac 96] Bachmann Christian und Roland Brüniger: Effizientes Energiemanagement in Computer- und Kommunikationsnetzwerken: Ergebnisse eines Demonstrationsprojektes und einer schweizerischen Pilotstudie; im Auftrag des Bundesamtes für Energiewirtschaft, Bern, 1996
- [Bfe 97] Bundesamt für Energie: Energiesparen im Netzwerk – leicht gemacht, Bern, 1997
- [Bru 98] Brüniger Roland: Energieeffizienz in Computer-Netzwerken in der Schweiz, Bern, 1998
- [Gub 00] Gubler Michael und Peters Matthias: Servernutzung in Klein- und Mittelbetrieben: Eine empirische Untersuchung zum effektiven Bedarf von Netzwerk-Servern in der Nacht und an Wochenenden/Feiertagen in Klein- und Mittelbetrieben in der Deutschschweiz; IPSO – ein Kompetenzzentrum der IHA-GfM im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Bern, September 2000
- [Hus 99] Huser Alois: Schalten von Servern, Pilotanlage in einem KMU-Betrieb; im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Publikation 805.089.7d, Bern; November 1999
- [Kun 97] Kunz M., Kistler M.: Energieverbrauch von Netzwerkkomponenten, Basler&Hofmann und Teileinform AG, im Auftrag des Bundesamtes für Energie, 1997
- [Spil 00] Spillmann Stefan: Beschreibung Softwarekomponenten für das Schalten des AC-Managers, Bundesamt für Energie, Bern, 2000

11 Anhang

Anhang 1: Präsentation des Projektes am internationalen Workshop "Standby Power - Towards a harmonised Solution" (www.iea.org/standby/index.htm) am 7. Februar 2001 in Tokyo von Roland Brüniger

Anhang 2: Energie-Effizienz in Computer-Netzwerken



Anhang 1: Projektpräsentation von Roland Brüniger

Switching off Servers over night/weekends of small and medium-sized companies

Switching off Servers over night/weekends in small and medium-sized companies

Results of several Pilot projects and a Study funded by the Swiss Federal Office of Energy Research-Programme "Electricity"

February 7/8, 2001, Tokyo



  R. Brüniger AG
Engineering & Consulting Zollikofenstrasse 5, CH-1810 Oltenbach

Switching off Servers over night/weekends of small and medium-sized companies

Titles of the Studies/Projects

- Pilot Installation in a small office
- Pilot Installation in the Swiss Federal Office of Energy
- Survey about switching off Servers in small and medium sized companies

February 7/8, 2001, Tokyo



  R. Brüniger AG
Engineering & Consulting Zollikofenstrasse 5, CH-1810 Oltenbach

Switching off Servers over night/weekends of small and medium-sized companies

Agenda

- Introduction of subject
- Experiences in a pilot project of a small company
- Experiences in a pilot project at the Swiss Federal Office of Energy
- Survey
- Conclusions
- Recommendations / next actions

February 7/8, 2001, Tokyo



  R. Brüniger AG
Engineering & Consulting Zollikofenstrasse 5, CH-1810 Oltenbach

Switching off Servers over night/weekends of small and medium-sized companies

Introduction of subject

- 1,6% of Swiss electricity consumption is used by computer / networks
- This is about 770 GWh per year
- Optimization potential by efficient devices is estimated by about 210 GWh (27%)
- Optimization potential by network energy management is estimated by about 220 GWh (28%)

February 7/8, 2001, Tokyo



  R. Brüniger AG
Engineering & Consulting Zollikofenstrasse 5, CH-1810 Oltenbach

Switching off Servers over night/weekends of small and medium-sized companies

Introduction of subject

- Servers are on 24h/day and 365 days/year
- Small and medium companies do not need Servers over night (statement!!)
- Energy saving potential is relevant
- Nobody dares to touch a running Server
- IT-people are reluctant to switch Servers
- IT-Industry has no solution for that

February 7/8, 2001, Tokyo



  R. Brüniger AG
Engineering & Consulting Zollikofenstrasse 5, CH-1810 Oltenbach

Switching off Servers over night/weekends of small and medium-sized companies

Pilot project 1

- First pilot project was started 1995 and proved that switching Servers off is possible (installation was live until 1998)
 - 6 PCs, 3 Printer networked
 - 1 Novell-Server, Tape, Modem
- Energy manager using the UPS alarm at the server to simulate system down
- Interaction only via Energy manager

February 7/8, 2001, Tokyo

  R. Brüniger AG
Engineering & Consulting Zollikofenstrasse 5, CH-1810 Oltenbach

Switching off Servers over night/weekends of small and medium-sized companies

Pilot project 1

Energy reduction of 50 % of the central components was achieved



Energy Manager

February 7/8, 2001, Tokyo



Switching off Servers over night/weekends of small and medium-sized companies

Pilot project 1



Installation of Energy manager (EM) with server

Power Consumption without EM: 814 kWh/a
 Power Consumption with EM: 284 kWh/a
 Energy savings (65%): 530 kWh/a

February 7/8, 2001, Tokyo



Switching off Servers over night/weekends of small and medium-sized companies

Pilot project 1 - Update

- Follow up project was launched on a Software base (1999 until now)
- UPS installation was also considered and is central point of intelligence
- Change to MS NT-Server-Network
- Standard running time is defined
- Interaction (switching, prolongation etc.) is purely via the PC

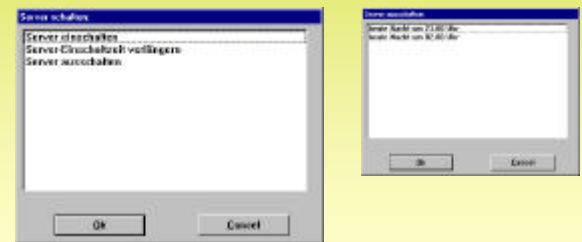
February 7/8, 2001, Tokyo



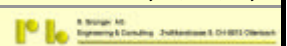
Switching off Servers over night/weekends of small and medium-sized companies

Pilot project 1 - Update

GUI on PC (human Interface)



February 7/8, 2001, Tokyo



Switching off Servers over night/weekends of small and medium-sized companies

Pilot project 1 - Update

Major results:

- It is stable working in a productive area
- E-Mail is stored at the provider (WEB-hosting would not be possible)
- It is accepted by the people and does not bother the daily business
- Commercial product not yet made
- UPS needs 25 W for Standby!!

February 7/8, 2001, Tokyo



Switching off Servers over night/weekends of small and medium-sized companies

Pilot project 2

AC-Manager at the SFOE (since 1996)

- 29 Workstations, several printers
- Mixture of UNIX- and NT-Servers
- AC-Manager includes AC-Breaker with 6 outlets, control-SW on running Server
- AC-Manager can be controlled via Network or via modem (system manager)
- Interaction of user only via central box

February 7/8, 2001, Tokyo



Switching off Servers over night/weekends of small and medium-sized companies

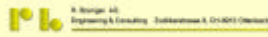
Pilot project 2

AC-Manager at the SFOE (since 1996)



Power Consumption without ACM: 12'191 kWh/a
 Power Consumption with ACM: 6'503 kWh/a
 Energy savings (47%): 5'688 kWh/a

February 7/8, 2001, Tokyo



Page 12

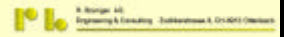
Switching off Servers over night/weekends of small and medium-sized companies

Pilot project 2 - Update

AC-Manager at the SFOE (since 1998)

- 120 Workstations, several printers
- 2 UNIX, 4 NT-Servers, 2 printer switched
- AC-Manager-Software integrated in a Blackbox (Linux-Server, always up)
- AC-Manager can be controlled via Network or via modem
- Interaction of users via workstation

February 7/8, 2001, Tokyo



Page 13

Switching off Servers over night/weekends of small and medium-sized companies

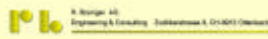
Pilot project 2 - Update

AC-Manager at the SFOE (since 1998)



AC-Manager with 6 outlets and additional controller

February 7/8, 2001, Tokyo



Page 14

Switching off Servers over night/weekends of small and medium-sized companies

Survey-study (year 2000)

Is switching off Server requested?

- Representative statistical telephone survey with 400 small and medium-sized companies
- The main questions were:
 - Do you have a network in your company
 - How long does your server(s) work over night/weekend
 - What is the operating system of your server(s)
 - Do you switch off your server(s) over night / weekends
 - Would you like an automatic shutoff of your server(s) with the possibility to switch them on manually if needed

February 7/8, 2001, Tokyo



Page 15

Switching off Servers over night/weekends of small and medium-sized companies

Survey-study (year 2000)

Results (Small and medium-sized companies = SMC)

- 80% of the SMC have a network
- 80% of the servers are connected to an UPS
- 50% are placed in an air conditioned room
- 80% of the servers have NT as OS

February 7/8, 2001, Tokyo



Page 16

Switching off Servers over night/weekends of small and medium-sized companies

Survey-study (year 2000)

Results (Small and medium-sized companies = SMC)

- 94% of servers are on over night
- 90% of servers are on over weekends
- 2/3 of servers working over night need less than 3 hours for that work
- 43% of SMC do shut down their servers once a month

February 7/8, 2001, Tokyo



Page 17

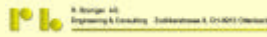
Switching off Servers over night/weekends of small and medium-sized companies

Survey-study (year 2000)

Results (Small and medium-sized companies = SMC)

- 57% of the SMC are positive to switch servers automatically
- Reasons for being against this idea are mostly doubts, uncertainty, reluctance for new ideas etc. and NOT explainable facts

February 7/8, 2001, Tokyo



Page 14

Switching off Servers over night/weekends of small and medium-sized companies

Summary / Conclusion

- Several pilot projects proved the concept of switching off Servers in SMC
- Analysis for proper implementation needed
- Achieved Energy savings are substantial
- Customers are positive for this idea
- A commercial available solution is needed
- Industry (at least the contacted industry) is still reluctant to implement it

February 7/8, 2001, Tokyo



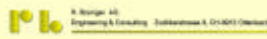
Page 15

Switching off Servers over night/weekends of small and medium-sized companies

Advantages of switching off

- Remote Booting (Hard-Bootting) possibility gives new features (e.g. in large company areas)
- Daily shutdown increases server-stability
- Prevents hacker attacks during off time
- Reduces electricity costs of servers of about 50%

February 7/8, 2001, Tokyo



Page 16

Switching off Servers over night/weekends of small and medium-sized companies

Recommendations/Actions

- Study to precise the estimated electricity saving potential (CH, EU)
- Push industry to implement the switch off functionality into servers
- Promotion of these innovative solutions
- Cooperation on international level
- UPS efficiency in standby must be improved

February 7/8, 2001, Tokyo



Page 17

Switching off Servers over night/weekends of small and medium-sized companies

Documents (in English)

- The Energy efficiency of computer networks
- Efficient Energy management in Computer and Communication Networks
- Energy efficiency in networks - made simple

February 7/8, 2001, Tokyo



Page 18

Switching off Servers over night/weekends of small and medium-sized companies

Further information

www.electricity-research.ch

February 7/8, 2001, Tokyo



Page 19

Anhang 2: Energie-Effizienz in Computer-Netzwerken

1.6% des Schweizer Stromverbrauchs gehen zulasten von Netzwerken. Dies sind 772 GWh jährlich oder der Jahresverbrauch an Elektrizität einer Schweizer Stadt in der Grösse von Lausanne mit 150'000 Einwohnern. Durch günstige Wahl der Geräte und durch Massnahmen zur Energieoptimierung lässt sich dieser Verbrauch um über die Hälfte senken. Energieoptimierte Geräte könnten in Computer- Netzwerken jährlich über 210 GWh elektrischer Energie einsparen. Ein noch grösseres Sparpotential von über 220 GWh steckt im Einsatz eines Netzwerk-Energiemanagements. Dies zeigt eine neue Studie des Bundesamtes für Energiewirtschaft.

Die Studie untersucht Energieverbrauch und Einsparmöglichkeiten von Computernetzwerken in der Schweiz. Neben der Analyse des bestehenden statistischen Materials stützt sich die Studie in erster Linie auf eine Reihe von Expertengesprächen mit Netzwerkspezialisten und Anwendern. Sie wurde im Auftrag des Bundesamtes für Energiewirtschaft durch die Meyer & Schaltegger AG erstellt.

Immer mehr Arbeitsplätze werden heute in Computernetzwerke integriert, denn immer mehr Informationen stehen in elektronischer Form zur Verfügung. Computernetzwerke bestehen aus räumlich verteilten Systemen von Rechnern und Peripheriegeräten, die über Datenleitungen miteinander verbunden sind. Sie erlauben die gemeinsame Nutzung von Informationen und Ressourcen. Zwei Drittel der Schweizer Unternehmen mit 20 und mehr Mitarbeitern sind heute vernetzt.

In den Energieberechnungen enthalten sind alle an Netzwerke angeschlossenen Geräte. Dies sind zentrale Rechner und spezielle Netzwerkkomponenten ebenso wie Personal Computers, Bildschirme und Drucker. Die zentralen Rechnersysteme verbrauchen rund zwei Drittel der Energie, rund ein Viertel des Verbrauchs entfällt auf Arbeitsplatzgeräte, der Rest auf Netzwerkkomponenten.

Berechnet wurden auch die Einsparungen bei konsequentem Einsatz der heute schon zur Verfügung stehenden energieoptimierten Geräte. Damit liesse sich der Energieverbrauch um 212 GWh oder 27% senken. Diese Einsparungen können erreicht werden, wenn bei zukünftigen Anschaffungen energieoptimierte Geräte gewählt werden.

Ebenfalls untersucht wurden die Auswirkungen eines Netzwerk-Energiemanagements, das heisst eines gezielten Abschaltens der Geräte ausserhalb der Nutzungszeiten. Der Einsatz eines solchen Energiemanagements bei allen Netzwerken führt zu einer Reduktion des Energieverbrauchs um 222 GWh oder 29%. Um erfolgreich eingesetzt zu werden, muss ein solches Energiemanagement automatisch ablaufen können.

Für die erzielbaren Einsparungen sind verschiedene Faktoren massgebend. Wichtige Kriterien sind Unternehmens- und Netzwerkgrösse sowie Netzwerktyp. Das grösste Sparpotential besitzen die mittleren und grossen Unternehmen mit zahlreichen vernetzten Arbeitsplätzen. Dies sind meist Netzwerke, in die grössere Rechnersysteme, Abteilungs- oder Grossrechner integriert wurden. In kleinen Unternehmungen bestehen zwar über 25'000 Netzwerke, ihr Anteil am Energieverbrauch beträgt aber lediglich 43 GWh oder knapp 6%.

Ein weiterer Faktor ist die Betriebszeit des Netzes. Es kann davon ausgegangen werden, dass ein Grossteil der Netze nur während der Bürozeiten in Betrieb stehen muss. Dies ist vor allem bei kleinen und mittleren Unternehmen der Fall. Bei grösseren Unternehmen stehen weltweite Netzwerke rund um die Uhr in Betrieb.

In Zukunft ist von einer weiteren Zunahme der Netzwerkzahl auszugehen. Neue weltweite Kommunikationsmöglichkeiten könnten die Zahl der Installationen auch bei Kleinunternehmen drastisch erhöhen. Umso bedeutender erscheint damit die Nutzung aller Optimierungsmöglichkeiten im Energieverbrauch.