

Schlussbericht **Dezember 2004**

Energieeffizientes Servermanagement im praktischen Betrieb

ausgearbeitet durch
Beat Sauter
energy management team ag
Poststrasse 9a
8272 Ermatingen

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

Weitere Informationen über das Programm „Elektrizität“ des Bundesamts für Energie stehen auf folgender Web-Seite zur Verfügung:

www.electricity-research.ch

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	2
Résumé.....	3
Abstract	4
1. Bedeutung, Ausgangslage, Ziele	5
1.1 Bedeutung, Einsparpotential	5
1.2 Ausgangslage	5
1.3 Ziele	5
2. Beschreibung der Abschaltvorrichtung	6
2.1 Prinzipieller Aufbau des Netzwerks mit Webserver	6
2.2 Anforderungen an ein Servermanagement mit Webserver	6
2.3 Beschreibung des erreichten Endzustand des Webserver	7
2.3.1 Informationen an die Clients	8
2.3.2 Administratorfunktionen	9
3. Webserver - Hardware	11
3.1 Verbesserungen der Hardware	12
3.1.1 Interne Stromversorgung	12
3.1.2 Microcontroller	12
3.1.3 Real Time Clock	13
3.1.4 RS232 Kommunikationsschnittstelle	13
3.2 Bereitstellung der Hardware	13
4. Pilotversuch.....	14
4.1 Auswahl der Anlagen	14
4.2 Ereignisse während des Pilotversuchs	15
4.3 Untersuchung mit Betriebssystem Windows XP SP2	16
4.3.1 Betriebszeiten und ermittelte Energieeinsparungen	17
4.3.2 Ergebnisse des Pilotversuchs und Erfahrungen im Betrieb	17
4.3.3 Schlussfolgerungen und Ausblick	19
6. Anhang.....	20
6.1 Liste und Daten der geprüften EDV-Server	20
6.2 Technische Daten des Webserver	20
6.3 Team und Partner	21
6.4 Quellenverzeichnis	21
6.5 Glossar	21

Zusammenfassung

EDV-Server werden in kleineren und mittleren Betrieben praktisch nie ausgeschaltet, obwohl eine Nutzung in den Nachtstunden oder an den Wochenenden in der Regel nicht gegeben ist. Mit Hilfe einer Steckdosenleiste mit integriertem Webserver, ist ein automatisiertes und ordnungsgemässes Ein- und Ausschalten der EDV-Server zu programmierbaren Zeiten realisiert worden.

Die geleisteten Grundlagenentwicklungen sind in der Studie *Energieeffizientes Servermanagement* [2] beschrieben. Was ausstand, war die Erprobung im praktischen Umfeld. Dazu musste der Webserver so weiter entwickelt werden, dass ein Einsatz in betrieblich genutzten EDV-Anlagen zulässig und verantwortbar war.

Zu beantworten war auch, ob es neuere Server gibt, bei denen das automatische Ein- und Abschalten nicht möglich ist und ob unterschiedliche Windows Betriebssysteme Einfluss auf das Betriebsverhalten des Webserver oder dessen Kommunikation mit dem EDV-Server haben.

Betriebe aus unterschiedlichen Branchen wurden für den Pilotversuch evaluiert. In den dort regulär genutzten IT-Anlagen wurde der Webserver installiert und ausgetestet. Im praktischen Einsatz zeigten sich zu Beginn Schwächen in der Installation und der Konfigurierung des Normalbetriebs durch den Administrator. Zusätzlich stellten sich im Verlauf der Tests unterschiedliche Hardwareprobleme ein. Die erarbeiteten Lösungen wurden im laufenden Pilotversuch umgesetzt. Am Ende der Versuchsphase erfüllte der Webserver alle an ihn gestellten Anforderungen und lief sehr stabil.

Der Webserver arbeitete mit allen Windows 32Bit Betriebssystemen einwandfrei zusammen. Dagegen wurde festgestellt, dass es auch neuere EDV-Server gibt, die nach Anlegen der Netzspannung nicht automatisch einschalten. Ein kleiner Test wurde ausgearbeitet, mit dem der Kunde selber feststellen kann, ob sein Server geeignet ist oder nicht.

Die erzielten absoluten Energieeinsparungen sind sehr unterschiedlich und abhängig vom eingesetzten Server. Hochgerechnet auf ein Jahr, liegen sie zwischen 288kWh und 757kWh. Prozentual beträgt die Einsparung zwischen 47% und 57% und entspricht dem eingestellten Verhältnis der Ausschalt- zu Betriebszeit.

Für kleinere Unternehmungen mit wenigen Servern bildet der Webserver schon jetzt eine interessante Möglichkeit, die Betriebszeiten der EDV auf die tatsächlichen Arbeitszeiten abzustimmen. Für Unternehmungen mit mehreren EDV-Servern sind vermutlich noch Anpassungen und Erweiterungen erforderlich, um den Bedürfnissen der Systemadministratoren gerecht zu werden.

Résumé

Dans les petites et moyennes entreprises, les serveurs informatiques ne sont pratiquement jamais arrêtés, bien que ces derniers soient rarement utilisés la nuit ou pendant les week-ends. À l'aide d'une réglette à prises dotée d'un serveur Web intégré, la mise en marche et l'arrêt automatique des serveurs informatiques dans les règles de l'art à des horaires programmés ont pu être réalisés.

Les développements fondamentaux réalisés sont décrits dans l'étude *Energieeffizientes Servermanagement (management des serveurs avec utilisation efficiente de l'énergie)* [2]. Il restait néanmoins à faire des essais en environnement réel. À cet effet, il a fallu perfectionner le serveur Web de manière à rendre l'utilisation au sein des installations informatiques des entreprises admissible et responsable.

Il fallait répondre à la question de l'existence de serveurs plus récents pour lesquels la mise en marche et l'arrêt automatique ne sont pas possibles et si les différents systèmes d'exploitation Windows ont une incidence sur le comportement en fonctionnement du serveur Web ou sur sa communication avec le serveur informatique.

Des entreprises issues de différentes branches ont été évaluées pour le projet-pilote. Là, le serveur Web a été installé et testé dans des installations IT utilisées régulièrement. Dans le cadre de l'utilisation pratique, on a pu déceler au début des faiblesses dans l'installation et dans la configuration du fonctionnement normal par l'administrateur. De surcroît, différents problèmes matériels se sont posés au cours de ce test. Les solutions élaborées ont été mises en oeuvre dans le cadre de l'expérience-pilote. À la fin de la phase d'essai, le serveur Web répondait à toutes les exigences posées et présentait un fonctionnement très stable.

Le serveur Web a fonctionné sans aucun problème avec tous les systèmes d'exploitation Windows 32Bits. En revanche, il a également été constaté qu'il existait des serveurs informatiques plus récents qui ne se mettent pas en marche automatiquement après l'application de la tension du réseau. Un petit test permettant au client de détecter lui-même si son serveur est compatible ou non a été élaboré.

Les économies absolues d'énergie réalisées sont très variables et dépendent du serveur utilisé. Les estimations faites sur une période d'un an chiffrent ces économies entre 288kWh et 757kWh. Exprimées en pourcentage, ces économies varient entre 47 % et 57 %, ce qui est proportionnel au rapport entre la durée d'arrêt et la durée de marche réglée.

Pour les petites entreprises utilisant peu de serveurs, le serveur Web offre dès à présent une possibilité intéressante pour harmoniser les temps de fonctionnement des systèmes informatiques et les horaires de travail effectifs. Pour les grandes entreprises en revanche, des adaptations et des perfectionnements seront probablement nécessaires pour satisfaire les exigences des administrateurs système.

Abstract

IT servers are virtually never switched off in small to medium-sized businesses even though the servers are generally not used during the nighttime or at weekends. IT servers can now be switched on and off automatically and properly at programmable times using a multiple socket outlet with integrated web server.

The fundamental developments made are described in the *Energy-Efficient Server Management Study* [2]. What was still to be done was a trial in a practical environment. In order to do this, the web server had to be further developed in such a manner that it could be used reliably and responsibly in IT systems used in a company environment.

Another question which needed to be answered was whether there are more recent servers on which it is not possible to switch on and off automatically and whether various Windows operating systems influence the operating behaviour of the web server or communication between web server and IT server.

Companies from various industries were evaluated for the pilot test. The web server was installed and fully tested on the IT systems used normally at the companies. At the start, there were signs of vulnerabilities in wiring and configuration for normal operation by the Administrator in practical use. In addition, various hardware problems occurred as the tests progressed. The solutions elaborated were implemented in the ongoing pilot test. At the end of the test phase, the web server met all requirements made of it and ran very stably.

The web server operated together perfectly with all Windows 32-bit operating systems. By contrast, it was shown that there are also more recent IT servers which do not switch on automatically when the mains power is applied. A easy test procedure was elaborated to allow the customer himself or herself to detect whether a server is suitable or not.

The absolute energy savings achieved differ very greatly and depend on the particular server used. Extrapolated over one year, these energy savings lie between 288 kWh and 757 kWh. In percentage terms, the saving is between 47 % and 57 % and corresponds to time-related ratio of set off time to operating time.

Even now, the web server is an interesting option for small companies with only a few servers for adapting operating times of the IT system to actual working hours. Adaptations and expansions are probably still required for larger companies in order to meet the needs of System Administrators.

1. Bedeutung, Ausgangslage, Ziele

1.1 Bedeutung, Einsparpotential

In kleineren und mittleren Betrieben (KMU) werden EDV-Server praktisch nie ausgeschaltet, obwohl eine Nutzung in der Nacht und an Wochenenden nur in Ausnahmesituationen gegeben ist. Durch eine Abstimmung der Betriebszeiten auf die tatsächliche Nutzungszeit des Servers, lassen sich - gemäss der Studie *Stromeinsparpotential durch das Schalten von Servern* [1] - bis zu 49 GWh Energie pro Jahr einsparen.

1.2 Ausgangslage

In der Studie *Energieeffizientes Servermanagement* [2] wurde die Grundlage einer automatischen Abschalteneinrichtung für EDV-Server in kleineren und mittleren Betrieben entwickelt. Diese basiert auf einem unabhängig arbeitenden Webserver, der in einer Steckdosenleiste untergebracht, den EDV-Server zu frei wählbaren Tageszeiten einschaltet und selbstständig, systemgerecht herunterfährt. Eine genauere Erläuterung findet sich in Abschnitt 2. Die Schlüsselkomponenten des Webserver wurden in dieser Phase entwickelt, die praktischen Erprobungen und Informationen zur Akzeptanz der Benutzer stehen aber noch aus.

1.3 Ziele

Grundsätzlich soll die Praxistauglichkeit des Webserver für EDV-Server aufgezeigt werden. Die Elektronik ist dazu in Bezug auf Funktionalität und Betriebssicherheit auf einen Stand weiterzuentwickeln, der es erlaubt, einen sicheren und störungsfreien Betrieb auf betrieblich genutzten Servern zu ermöglichen. Für den Test werden dazu in einer Reihe von KMU-Betrieben die Webserver-Steckdosenleisten installiert, überwacht und im praktischen Betrieb getestet. Allfällige Probleme werden sofort nach deren Auftreten analysiert und möglichst schnell behoben. Ziel ist es, Schwächen zu erkennen und zu beheben. Die tatsächlich zu erzielenden Einsparungen, die Benutzungsdauer der Server und Praxiserfahrungen werden aufgenommen und bewertet.

2. Beschreibung der Abschaltvorrichtung

Die ausführliche Herleitung und Umsetzung aller Funktionen des Webservers wurde in [2] vorgenommen. Die folgende, auf die wesentlichen Funktionen des Webservers beschränkte Beschreibung, gibt den zum Projektabschluss erreichten Stand wieder und wird vorweggenommen, um die folgenden Kapitel verstehen zu können.

2.1 Prinzipieller Aufbau des Netzwerks mit Webserver

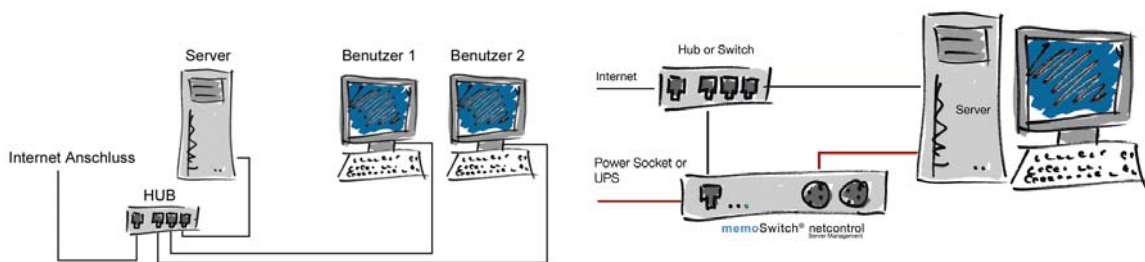


Fig. 1: Prinzipieller Aufbau eines Netzwerks mit EDV-Server und Webserver Abschaltvorrichtung

Die für die Webserver Abschaltvorrichtung relevanten Teile des Netzwerks sind, gemäss Fig. 1:

- EDV-Server, künftig als Server bezeichnet
- Hub mit Ethernet Netzwerk
- Steckdosenleiste mit integriertem Webserver *Netcontrol*, kurz als Webserver bezeichnet
- Benutzer bzw. Clients

2.2 Anforderungen an ein Servermanagement mit Webserver

Die grundsätzlichen Anforderungen an eine automatische Abschaltvorrichtung für EDV-Server, in 3 kurzen Sätzen wiedergegeben, lauten:

Der Webserver soll nach Arbeitsende den EDV-Server automatisch herunterfahren und ihn danach vom Stromnetz trennen. Vor dem erwarteten Arbeitsbeginn schaltet der Webserver den EDV-Server automatisch wieder ein. Zusätzlich muss es für jeden Client in Ausnahmesituationen möglich sein, das Einschalten und die Ausschaltzeiten auf einfachste Art und Weise zu beeinflussen.

An die Nutzung im Betrieb sowie den EDV-Server selbst, werden die folgenden Bedingungen gestellt:

- Die Nutzungszeiten des EDV-Servers müssen bekannt und möglichst regelmässig sein.
- Ein Ausschalten darf den betrieblichen Ablauf nicht stören, d.h. allfällige Aufgaben wie Backup etc. müssen auf die Betriebszeiten abgestimmt werden.
- Zum Starten wird nur die Stromversorgung des EDV-Server wieder eingeschaltet. Der Server muss somit in der Lage sein, selbstständig hochzufahren.

Damit muss der Webserver die folgenden Forderungen erfüllen:

- Er arbeitet absolut unabhängig vom EDV-Server.
- Die Benutzung zu den normalen Arbeitszeiten muss ohne Wartezeit oder besondere Aktionen möglich sein.
- Zu Ausnahmezeiten z.B. am Wochenende, kann der Server bei Bedarf von jedem Benutzer hochgefahren werden.
- Bei längerer Arbeitszeit eines Benutzer soll das automatische Ausschalten des Servers hinausgeschoben werden können.
- Die Bedienung muss intuitiv einfach und dennoch gegen Fehlmanipulationen und den Betriebsablauf störende Eingriffe der Benutzer geschützt sein.
- An den Arbeitsstationen, den Clients, sollen möglichst keine Eingriffe vorgenommen werden müssen.

Als wichtiges Features für den EDV-Administrator wird die Möglichkeit angesehen, den Server bei Störungen "hart" vom Stromnetz nehmen zu können. Dies erlaubt eine Fernwartung, also ein Aus- und Einschalten des Servers ohne manuelle Betätigung.

2.3 Beschreibung des erreichten Endzustand des Webservers

Der in der Steckdosenleiste integrierte Webserver kann über ein Kommunikationsprogramm mit seinem Server Informationen austauschen und diesen steuern. Der Server kann so mittels *Shut-Down* Befehl veranlasst werden, alle Applikationen zu schliessen und das Betriebssystem zu beenden.

Um unabhängig von den Wochentagen arbeiten zu können, wurde der Webserver so gestaltet, dass die Betriebszeiten für jeden einzelnen Wochentag getrennt vorgegeben werden können [Fig. 2]. So ist es möglich, auf spezifische Anforderungen, wie ein Backup am Mittwoch Abend oder kürzere Arbeitszeiten am Freitag, eintreten zu können.

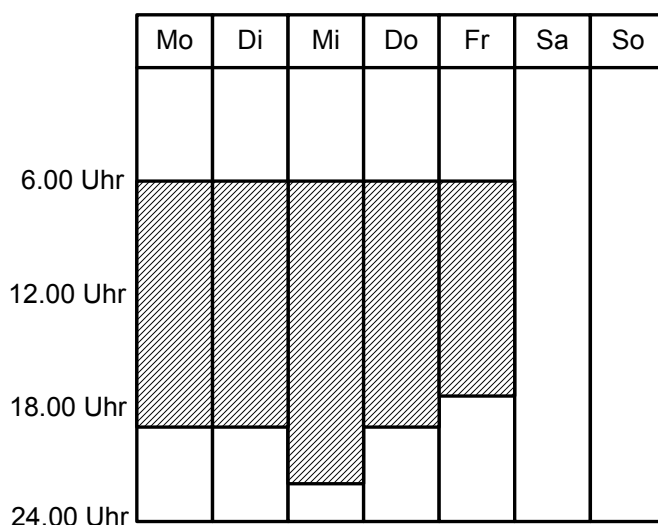


Fig. 2: Vorgabe der Betriebszeiten des Servers durch den Administrator

2.3.1 Informationen an die Clients

Vor Erreichen der programmierten Ausschaltzeit erhält jeder Client im Netzwerk eine Nachricht, dass der Server in wenigen Minuten ausgeschaltet wird [Fig 3]. Verwendet wird dazu der in den Windows® Betriebssystemen 2000/XP verfügbare Nachrichtendienst.



Fig 3: Nachricht des EDV-Servers an die Clients

Über den *Browser* hat der Benutzer nun die Möglichkeit diesen Ausschaltprozess zu unterbrechen und die Ausschaltzeit um einige Stunden zu verschieben [Fig. 4].

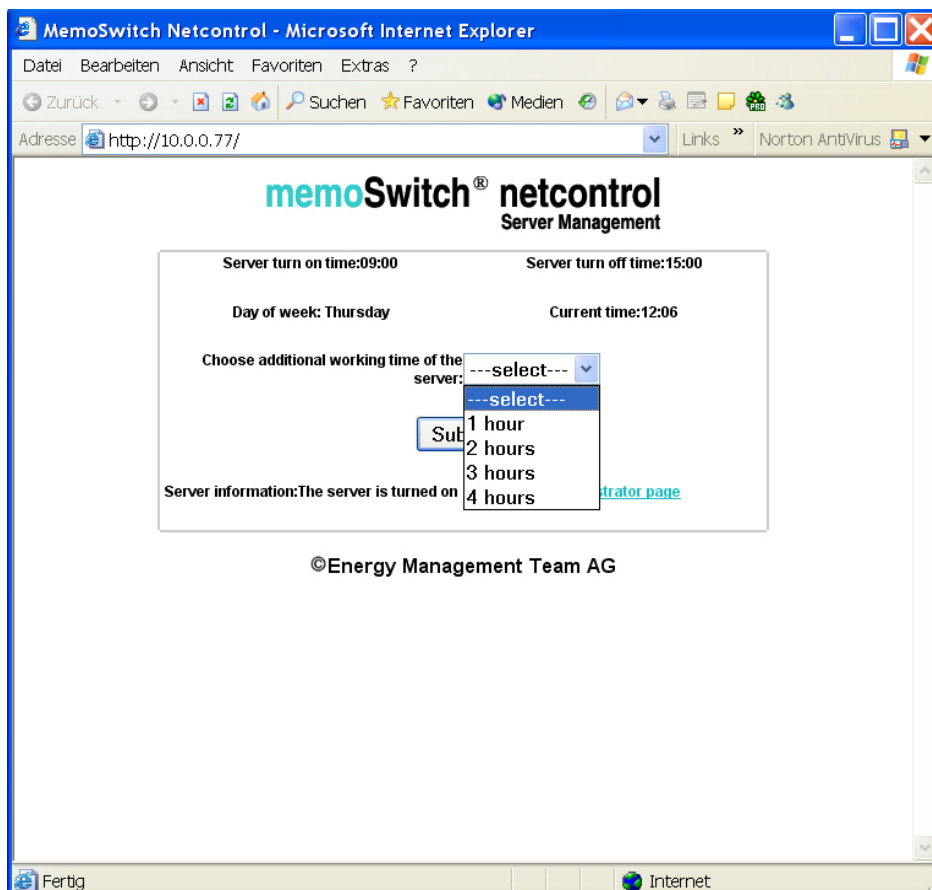


Fig. 4: Verschieben der Ausschaltzeit des Servers

Wird keine Verlängerung vom Benutzer angefordert, wird ein *Shutdown* Befehl für den Server vom Webserver erzeugt. Der Server seinerseits erzeugt eine Nachricht dass er jetzt abgeschaltet wird und gibt diese an die Clients im Netzwerk weiter [Fig. 5].



Fig 5: Benachrichtigung der Clients vom Server: Server *Shutdown* wird ausgeführt

2.3.2 Administratorfunktionen

Die Konfiguration des Webservers durch den Administrator gliedert sich in die folgenden Teile auf:

Systemeinstellungen, werden bei der 1. Inbetriebnahme vorgenommen und bleiben danach üblicherweise bestehen. Diese Angaben sollen besonders geschützt sein, um die einwandfreie Funktion des Webservers zu gewährleisten. Aus Sicherheitsgründen werden die Systemeinstellung - hardwaremässig vom Ethernet getrennt - mit Hilfe eines eigenen Konfigurationsprogramms [Fig. 6] über die RS232 Schnittstelle an der Steckdosenleiste vorgenommen.

Eingegeben werden:

- Administrator Passwort
- Netzwerkeinstellungen: IP-Adresse des Webservers, Subnetz Maske, Standard Gateway



Fig 6: Konfiguration des Webservers

Betriebsfunktionen betreffen das Verhalten des Webserver. Bearbeitet werden diese mit dem Browser direkt auf den Webpages des Webserver. Die Bearbeitung der Betriebsfunktionen ist dem Administrator vorbehalten und mit Passwort geschützt [Fig. 7]. Das Passwort wird in der Konfiguration über die serielle Schnittstelle eingegeben [Fig.6]. Das Eingabe des Passwortes ist somit systemgetrennt.



Fig. 7: Eingabe des Administratorpasswortes

Der Administrator muss die folgenden Einstellungen [Fig. 8] vornehmen:

- *Tageszeit, Wochentag und Vorlaufzeit* für die Abschalt-Warnmeldung an die Clients.
- *IP Adresse des Servers* der geschaltet werden soll.
- *Arbeitsmodus des Servers*: Wahlweise *Automatik*, *dauernd Ein* oder *Aus*.
- Einschalten eines optionalen *Passwort für Clients*. Damit können nur berechtigte Clients eine Verlängerung der Betriebszeit des Servers erreichen.

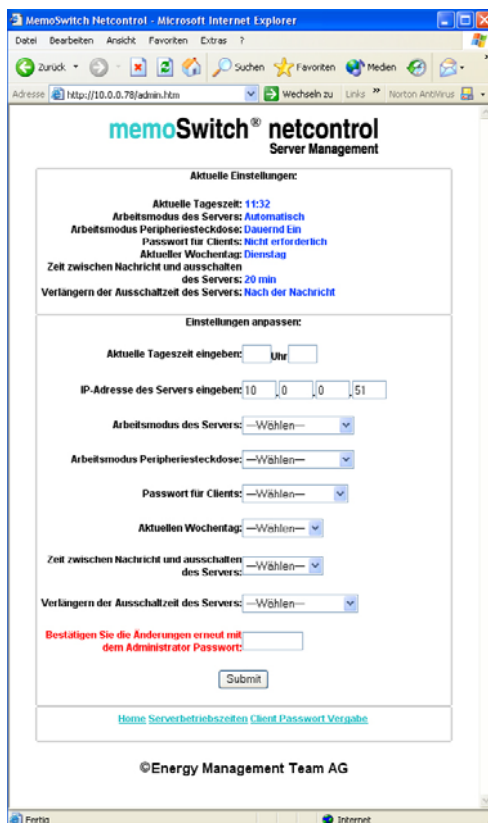


Fig. 8: Betriebseinstellungen des Webserver durch den Administrator

Weiter sind die Betriebszeiten des Servers [Fig. 9] auf einer zusätzlichen Webseite des Webserver einzustellen. Identische Zeiten bedeuten, dass der Server nicht gestartet wird. Die einzelnen Ein- und Ausschaltzeiten werden im Stundentakt vorgegeben.

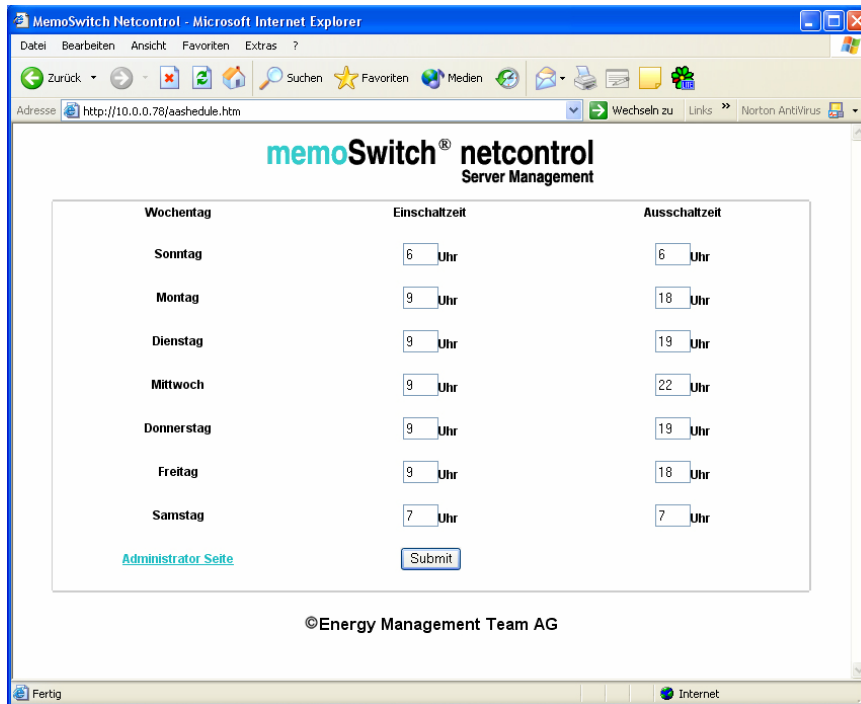


Fig. 9: Vorgabe der Betriebszeiten des Servers durch den Administrator

3. Webserver - Hardware

Aus Vorgesprächen mit möglichen Anwendern und Spezialisten bildeten sich zusätzliche Forderungen an die Hardware heraus. Gegenüber der in [2] entwickelten Version mussten dazu wesentliche Teile komplett überarbeitet werden. Die wesentlichen Hardwarekomponenten zeigt [Fig. 10].

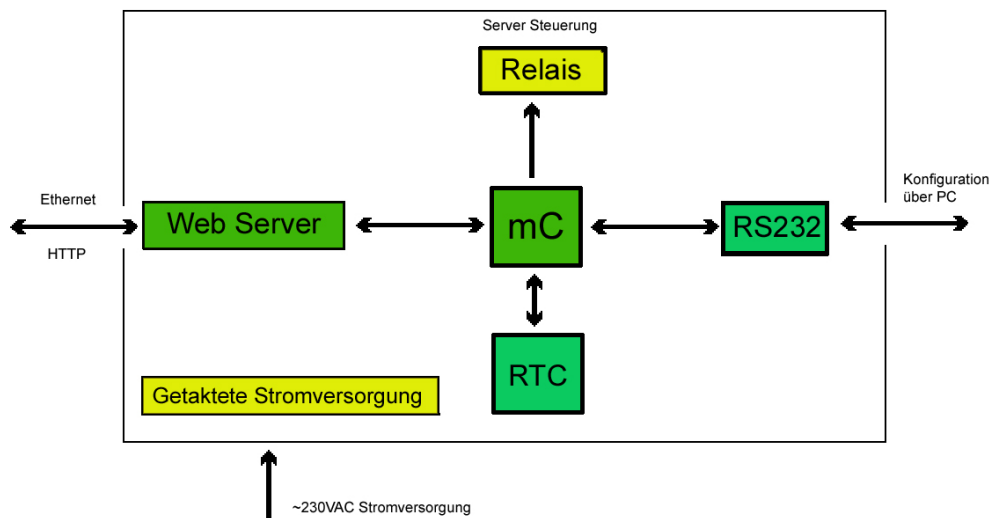


Fig. 10: Hardwarekomponenten des Webserver

3.1 Verbesserungen der Hardware

3.1.1 Interne Stromversorgung

Der eingesetzte Webserver muss leistungsfähig sein, um die angestrebten Funktionen zu ermöglichen. Damit steigt der interne Stromverbrauch an und der Einsatz einer getakteten AC-DC Stromversorgung mit einem Wirkungsgrad von über 75% ist aus Gründen der Erwärmung und Energieaspekte unausweichlich. Gewählt wurde ein *Flyback Switching Regulator* mit Bauteilen von Power Integrations [3]. Messungen des Stromverbrauchs befinden sich in Kapitel 6.2.

Leider erzeugen getaktete AC-DC Wandler sehr viel EMV-Störstrahlung, die hauptsächlich leitungsgebunden ins Netz abgestrahlt werden. Da auf den Testanlagen keine Störungen über den gesetzlichen Normen, gemäss [Fig. 11] akzeptiert werden konnten, mussten zusätzliche *Common Mode* EMV-Filter entwickelt und beim Prüfinstitut *Quinel AG* [5] in Zug überprüft werden.

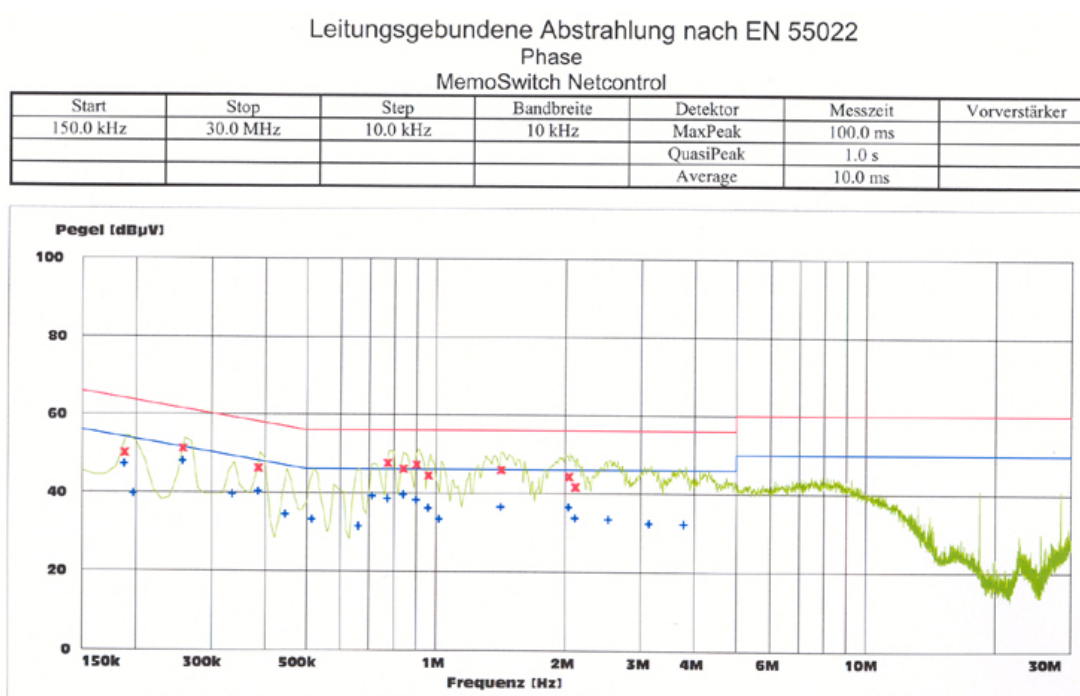


Fig. 11: Leitungsgebundene Abstrahlung, gesetzliche Vorgaben (oberste Linie) und Messungen

3.1.2 Microcontroller

Den zusätzlich realisierten Funktionen wurde mit dem Einsatz eines leistungsfähigeren Microcontrollers Rechnung getragen. Die Wahl fiel auf den PIC18F252 Microcontroller von *Microchip* [4] mit einer höheren Anzahl von ROM und RAM Speichern. Dieser Microcontroller der neusten Generation besitzt mit seinen *Incircuit Programming* Funktionen zudem eine höhere Entwicklungsflexibilität und ermöglicht eine einfache Ankopplung an den Baustein, der das TCP/IP Protokoll verarbeitet. Die Systemsoftware wurde in der Programmiersprache C ausgearbeitet.

3.1.3 Real Time Clock

Der Real Time Clock (RTC) Baustein arbeitet nach einmaliger Konfiguration als batteriegestützte, unabhängige Uhr. Leider nicht immer fehlerfrei. Ein anderer Baustein wurde deshalb gewählt. Der Microcontroller generiert daraus die auf dem Webserver angezeigte und verwendete Tageszeit.

3.1.4 RS232 Kommunikationsschnittstelle

Die RS232 Kommunikationsschnittstelle diene bis anhin ausschliesslich für den Upload der Systemsoftware. Geplant war, dass die in jedem Fall erforderliche Konfiguration des Webserver beim Kunden, über das Ethernet durchzuführen ist. Bereits beim Vortest zeigten sich hier aber erhebliche Schwächen, so dass die Hardware geändert wurde um eine Konfiguration über die serielle Schnittstelle zu ermöglichen [Fig. 6].

3.2 Bereitstellung der Hardware

Für den Pilotversuch wurden total 10 Steckdosenleisten mit integriertem Webserver, gemäss [Fig. 12] und [Fig. 13] bereitgestellt. Die Steckdosenleisten basieren auf den in Kapitel 3.1 beschriebenen Hardwareanpassungen.

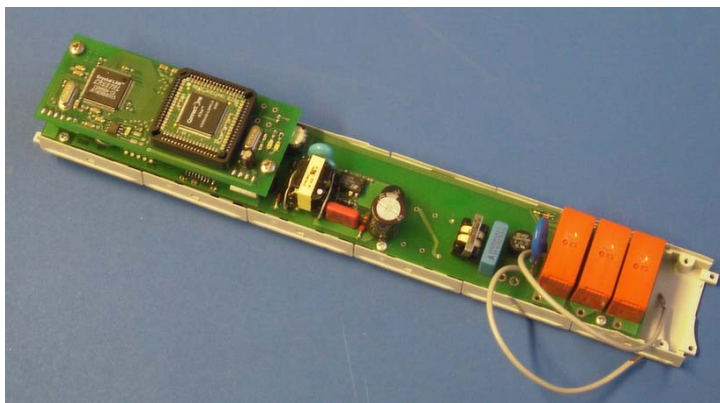


Fig. 12: Webserver, eingebaut in Steckdosenleiste

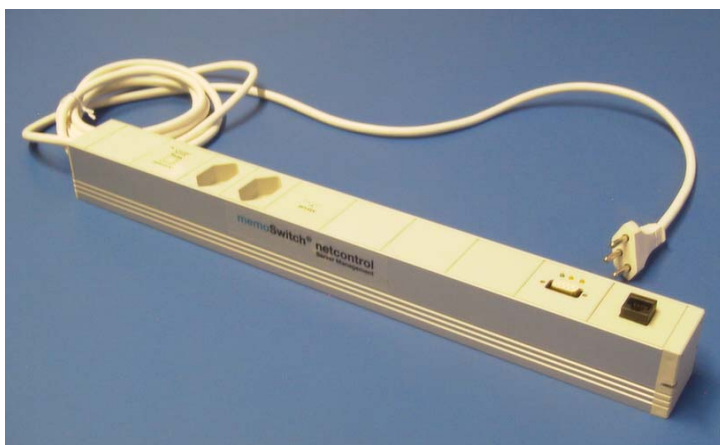


Fig.13: Steckdosenleiste mit, in der IT-Branche üblichen Abmessungen von einer "Höheneinheit"

4. Pilotversuch

4.1 Auswahl der Anlagen

Geeignete Anlagen für die Tests zu finden gestaltete sich recht schwierig. Angefragt wurde total 19 kleinere und mittlere Unternehmen. Von denen haben 5 zum Test zugesagt. Die Ablehnung zur Teilnahme am Pilotversuch erfolgte hauptsächlich mit der Begründung, dass der Server für das Unternehmen ausserordentlich wichtig ist und damit keine Versuche durchgeführt werden könnten.

Trotzdem waren die Anfragen nicht nutzlos, gaben sie Informationen über den Betrieb des Servers in den betreffenden Unternehmungen. Gefragt wurde, ob ein Interesse an einem automatischen Servermanagement besteht, das

- den Stromverbrauch des Servers um rund 50% senken kann
- den Server automatisch ein- und ausschaltet
- eine höhere Stabilität des EDV-Server durch regelmässiges *Booten* ermöglicht
- ein einfacher Schutz vor "Hacker-Angriffen" in den Nachtstunden bietet
- eine Fernwartung, durch Abschalten des Servers über das Netzwerk, erlaubt

Die nachfolgende Liste gibt die Antworten auf die Anfragen mit Informationen zur Branche, Anzahl Clients und Server wieder:

Branche	Angefragt	Anzahl Clients	Anzahl Server	Ausschaltung	Relevanz des Serverenergieverbrauchs	Ausschalten wäre prinzipiell sinnvoll
Dienstleistungen, Gewerbe	10	3..10	1	1 manuell 9 nein	1 wichtig 3 mittel 6 unwichtig	4 ja, auch möglich 4 ja, aber kaum möglich 2 nein, unwichtig
Handel, Produktion	7	15..50	1..3	1 teilweise 6 nein	1 wichtig 1 mittel 5 unwichtig	1 ja, auch möglich 2 ja, aber kaum möglich 4 nein, unwichtig
Handel	2	80	4	nein	2 unwichtig	1 ja, auch möglich 1 nein, unwichtig

Mit dem Hinweis, dass diese Befragung nur sehr bedingt repräsentativen Charakter besitzt, erlauben wir uns trotzdem einige Schlüsse daraus zu ziehen:

- Bei den kleineren Firmen ist die Bereitschaft durchaus vorhanden ein einfaches System zum automatischen Ein- und Ausschalten des Servers einzusetzen.
- Bei grösseren Firmen sind die Aufgaben der Server vielschichtiger. Ein Ausschalten zu bestimmten Zeiten muss genauer geplant werden und dies generiert Aufwand für den Systemverantwortlichen.
- Die Energieaspekte sind für die einzelnen Firmen kaum wichtig - durch die hohe Gesamtzahl der Anlagen, ist das Energie-Einsparpotential aber von grosser Bedeutung [1].

Um Anpassungen in der Startphase des Pilotversuchs schneller vornehmen zu können, wurde schrittweise vorgegangen und das System zuerst nur in 2 Anlagen installiert. Dies um sicherzustellen, dass bei den kritischeren Anlagen in der 2. Phase die Kinderkrankheiten des Systems bereits behoben sind.

Installationen in der 1. Phase:

Branche	Anzahl Clients	Server	Betriebssystem	Fachkenntnis des Administrators
Ingenieurbüro (A)	4	Fileserver	Windows Server 2000	gross
Ingenieurbüro (B)	10	Reserve	Windows Server 2003	gross

Installationen in der 2. Phase. Hier war das Ziel, die in der 1. Phase gemachten Erfahrungen bestätigen zu können.

Branche	Anzahl Clients	Server	Betriebssystem	Fachkenntnis des Administrators
Treuhandbüro (C)	2	Fileserver	Windows Server 2000	keine
Handelshaus (D)	8	Fileserver	Windows XP SP2	wenig
Handelshaus (E)	150	Reserve	Windows Server 2003	gross

Zum Abschluss der Versuche, wurde zusätzlich eine unabhängige Firma beauftragt, den Webserver zu testen (F,G) und zu bewerten.

4.2 Ereignisse während des Pilotversuchs

Beim "rollenden" Testablauf werden auftretende Probleme sofort behoben und der Test mit dem verbesserten Geräten fortgesetzt. Dabei wurden die Verbesserungen nicht nur an den Leisten wo sie auftraten durchgeführt, sondern auf allen installierten Testanlagen. Ziel war es, am Ende des Pilotversuch möglichst auf allen Anlagen einen stabilen Betrieb mit identischen Versionen gewährleisten zu können.

Die unter 3.1 beschriebenen Hardwareanpassungen wurden vorgängig umgesetzt. Benutzerrechte und durchgängig in Deutsch gehaltene Webpages wurden gestaltet, die intuitivere Einstellungen am Webserver erlaubten. Die in der nachfolgenden Liste aufgeführten Fehler und Ereignisse geben einen chronologischen Ablauf des Pilotversuches wieder.

Problem	Anlagen	Ursache, Massnahmen	Behoben
Installation zu kompliziert	A,B	Das im Webserver-Baustein integrierte Konfigurationsprogramm erwies sich für den Administrator als zu kompliziert, da für unsere Anwendung nur einige wenige Einstellungen genutzt wurden. Abhilfe: Ein eigenes Konfigurationsprogramm wurde geschrieben und getestet.	ja

Installation nicht möglich	zusätzlich	Auf dem Server läuft ein Windows 98 Betriebssystem. (Inhaber war der Meinung Windows 2000 sei installiert.) Auf älteren DOS-Systemen ist ein automatischer <i>Shut-down</i> nicht möglich.	nein
Die automatische Abschaltung wird gelegentlich nicht ausgeführt	A,B	Die Kommunikation zwischen dem Webserver und dem PC bricht beim Durchgeben des Abschaltbefehl ab. Dieser wird somit nicht ausgeführt. Abhilfe: Die Kommunikationssoftware wurde überarbeitet und läuft jetzt stabil.	ja
Bedienungsprobleme für den Administrator	B,C,D	Das Anpassen der Betriebseinstellungen für den Administrator wird als zu kompliziert wahrgenommen. Das "Einloggen" und das Vornehmen der Administoreinstellungen wird vereinfacht. [Fig. 7] [Fig. 8]	ja
Zeitverschiebungen festgestellt	A,B,C,D	Auf verschiedenen Anlagen wurde ein unterschiedliches, langsames Verschieben der im Webserver erzeugten Tageszeit festgestellt. Ursache war die interne Spannungsversorgung, die eine zu hohe EMV-Abstrahlung erzeugte. Abhilfe: Eine zusätzlich eingefügte Glättung der Spannungsversorgung löste das Problem nachhaltig.	ja
Server wird gelegentlich nicht vom Stromnetz getrennt	B,C,D	Ursache war ein Relais, das nicht ausschaltet. Der Fehler wurde gefunden, konnte aktuell nur provisorisch behoben werden.	ja
Server startet nicht	F	Der Server startet nach dem Anlegen der Spannung nicht selbstständig. Auf Anfrage beim Hersteller wird bestätigt, dass bei diesem Typ ein automatisches Hochfahren nach dem Anlegen der Versorgungsspannung nicht vorgesehen ist.	nein

4.3 Untersuchung mit Betriebssystem Windows XP SP2

Da alle getesteten Clients der Pilotversuche mit Windows 2000 Betriebssystemen arbeiteten, wurde ein zusätzlicher Test auf einem mit Windows XP Service Pack 2 arbeitenden *Client* durchgeführt. Im Gegensatz zum Betrieb unter Windows 2000 müssen auf dem *XP-Client* 2 Einstellungen angepasst werden, um die Nachrichten vom Server zu erhalten:

- Der Nachrichtendienst muss unter Dienste/Services aktiviert werden.
- Die ebenfalls im Grundzustand aktivierte *Firewall* muss nicht komplett ausgeschaltet werden; es reicht wenn der betroffene *incoming port* (5500) mittels einer neuen Regel freigegeben wird.

Wird der Nachrichtendienst bereits genutzt, entfallen die obigen Einstellungen.

4.3.1 Betriebszeiten und ermittelte Energieeinsparungen

Bei der Ermittlung des Stromverbrauchs wurde bei den Servern vom gemessenen, durchschnittlichen Stromverbrauch ausgegangen und dieser auf die nicht benutzten Zeiten hochgerechnet. Da wo die Server nicht als Reserve-Server eingesetzt waren, wurde der Energieverbrauch gemessen und mit dem aus den eingestellten Benutzungszeiten der Server resultierenden Energieverbrauch verglichen.

Da die Benutzungszeiten bei allen Testanlagen sehr grosszügig eingestellt wurden, gab es keine nennenswerte Abweichungen. Der Energieverbrauch der Steckdosenleiste wurde in dieser Aufstellung mit 60Wh/Tag ebenfalls mitberücksichtigt.

Server	Branche	Mittlerer Stromverbrauch	Betriebszeiten, Wochentage	Aktive Stunden pro Woche	Energieverbrauch pro Woche
(A)	Ingenieurbüro	45W	Mo..Do: 7.00...20.00 Fr: 7.00...18.00	63	3.2kWh
(B)	Ingenieurbüro	150W	Mo..Fr: 7.00...21.00	70	10.9kWh
(C)	Treuhand	52W	Mo..Fr: 8.00...22.00 Sa: 8.00...18.00	80	4.6kWh
(D)	Handel	140W	Mo, Di, Do: 7.00...21.00 Mi: 7.00...24.00 Fr: 7.00...18.00	74	10.8kWh
(E)	Handel	110W	Mo..Fr: 7.00...22.00	75	8.7kWh

Server	Energieverbrauch pro Jahr ohne Webserver	Energieverbrauch pro Jahr mit Webserver	Energieeinsparung pro Jahr in kWh	Energieeinsparung in %	Energieeinsparung pro Jahr bei Fr. 0.16/kWh
(A)	394kWh	166kWh	228kWh	57%	Fr. 46.-
(B)	1314kWh	557kWh	757kWh	57%	Fr. 121.-
(C)	455kWh	240kWh	215kWh	47%	Fr. 34.-
(D)	1226kWh	561kWh	665kWh	54%	Fr. 106.-
(E)	964kWh	453kWh	511kWh	53%	Fr. 81.-

4.3.2 Ergebnisse des Pilotversuchs und Erfahrungen im Betrieb

Nachdem alle in Kapitel 4.2 aufgeführten Verbesserungen und Anregungen der Benutzer im "rollenden" Testablauf umgesetzt wurden, funktionierten die Webserver in allen Anlagen zur Zufriedenheit der Benutzer.

Dabei fiel auf, dass im Kleinbetrieb der einmal installierte und konfigurierte Webserver nicht mehr verändert wurde. Die Betriebszeiten wurden so gewählt, dass wirklich nur in Ausnahmefällen die Serverausschaltzeiten verschoben werden mussten. Aus den grösseren Anlagen mit höherer Fachkompetenz der Systemadministratoren kamen dagegen viele kritische Anmerkungen, Wünsche und Anregungen.

Besonders zu beachten sind die Tests eines zusätzlichen Servers von Dell (F):

- Dieser Server startete nach dem Anlegen der Netzspannung nicht selbstständig. Damit ist ein automatisches Hochfahren nicht möglich. Auf Anfrage beim Hersteller wurde bestätigt, dass es auch im BIOS keine Anpassungsmöglichkeit gebe. Ob es sich dabei nur um einen Einzelfall handelt, wird aktuell abgeklärt und kann in diesem Bericht nicht abschliessend beantwortet werden.

Ansonsten spielte weder die Art des Servers, noch das verwendete Windows Betriebssystem eine Rolle. Getestet wurden die Server mit:

- Windows Server 2000
- Windows Server 2003
- Windows XP SP 2

Die Ergebnisse des Pilotversuchs entkräfteten Argumente, die gegen die Abschaltung des Servers sprechen:

- Argument: Der Server wird unregelmässig genutzt. Resultat: Die einfache Art und Weise wie der Server auf unterschiedliche Zeiten abgestimmt werden kann, überzeugte die Anwender.
- Argument: Die Ein- und Ausschaltung des EDV-Server über den Webserver ist zu kompliziert. Resultat: Dieses Argument wurde nach dem ersten Ein- und Ausschalten des EDV-Servers mit dem Webserver nicht mehr erwähnt.
- Argument: Energieverbrauch ist nicht relevant. Resultat: In kleineren Anlagen, wo der Server in einem nicht klimatisierten Raum steht, wird die deutliche Reduktion der Raumerwärmung in den Sommermonaten mit grosser Befriedigung und Erstaunen zur Kenntnis genommen.

Einige von den Benutzern und Systemadministratoren übermittelte Verbesserungsvorschläge konnten (noch) nicht umgesetzt werden. Wie weit diese überhaupt möglich und sinnvoll sind, müssen weitere Abklärungen zeigen:

- Die Zeit vom Absetzen des Befehls *Herunterfahren*, bis zum Unterbrechen der Stromversorgung ist etwas kurz und sollte einstellbar sein.
- Feinere Unterteilung der Ein- und Ausschaltzeiten. Aktuell im Stundentakt, gewünscht wurden 15 Minuten.
- Nach einem ausserordentlichen Einschalten des Server's, sollte die Zeit bis zum automatischen Herunterfahren wählbar sein.
- In der Warnmeldung *Server wird ausgeschaltet* [Fig. 5] sollte die Zeit mit der Einstellung im Webserver automatisch abgeglichen werden.
- 2. Peripherierelais sollte optional mit der automatischen Schalten des Servers kombinierbar sein.
- Mehrere Server sollen mit einem einzigen Webserver steuerbar sein.
- USV Anlagen sollten ebenfalls steuerbar sein.

4.3.3 Schlussfolgerungen und Ausblick

Der entwickelte Webserver hat seine Bewährungsprobe bestanden. Sowohl die Benutzerfreundlichkeit als auch die Stabilität konnte während des Pilotversuchs wesentlich verbessert werden. Es zeigte sich, dass die Anwender die Ein- und Ausschaltzeiten so wählen, dass ein Herausschieben der Ausschaltzeit des Servers nur in absoluten Ausnahmesituationen erforderlich ist.

Die erzielten absoluten Energieeinsparungen sind sehr unterschiedlich, abhängig vom eingesetzten Server und liegen, hochgerechnet auf ein Jahr, zwischen 288kWh und 757kWh. Prozentual beträgt die Einsparung zwischen 47% und 57% und entspricht dem zeitlichen Verhältnis der eingestellten Ausschalt- und Betriebszeit. Eine vernünftige Amortisationszeit lässt sich mit einem Gerät, dessen Verkaufspreis voraussichtlich bei Fr. 600.- liegt, wohl nicht erreichen.

Der Webserver arbeitete mit allen Windows 32Bit Betriebssystemen einwandfrei zusammen, dagegen wurde festgestellt, dass es auch neuere EDV-Server gibt, die das automatische Einschalten nach Anlegen der Netzspannung nicht unterstützen. Ein einfacher Test wurde ausgearbeitet, mit dem der Kunde selber feststellen kann, ob sein Server geeignet ist oder nicht.

Für kleinere Unternehmungen mit wenigen Servern bildet der Webserver schon jetzt eine interessante Möglichkeit, die Betriebszeiten der EDV auf die tatsächlichen Arbeitszeiten abzustimmen. Bei IT-Installationen mit höherer Komplexität sind die Anforderungen der Administratoren an eine automatische Abschaltvorrichtung höher. Hier sind weitere Marktabklärungen erforderlich, ob auf Basis der aktuell vorliegenden Lösung eine Version mit erweiterten Funktionen erarbeitet werden kann und soll.

Die wichtigsten **Risiken** für die Vermarktung eines solchen Webserver sind:

- Es gibt auch heute noch Server, die nach dem Einschalten der Versorgungsspannung nicht automatisch starten. Bei unserem Tests trafen wir auf einen solchen Server von Dell. Wie häufig diese (noch) sind müssen weitere Abklärungen zeigen.
- Viele kleinere Unternehmungen werden nur schwer zu überzeugen sein an ihrem Server Veränderungen vorzunehmen, nur um diesen abschalten zu können. Zumal die Sachkompetenz der Verantwortlichen in IT-Belangen in diesen Betrieben in der Regel sehr klein ist.
- Bei Betrieben mit mehreren Servern müssen weitere Abklärungen zeigen, welche der gestellten Anforderungen umzusetzen sind und zu welchen Konsequenzen.

Chancen für den Webserver sind:

- Überzeugende Funktionen und Vorteile für den Benutzer.
- Die hohen Energieeinsparungen decken einen beachtlichen Teil der Anschaffungskosten.
- So genannte Nebennutzen. Dies sind Fernwartungsmöglichkeit, Schutz vor Überspannungen durch allpolige Abschaltung in den Nachtstunden, höhere Stabilität durch häufiges *Booten* usw.

Trotz Risiken denken wir, dass der Webserver Chancen hat, bei den KMU's zum Einsatz zu kommen. Der Webserver wird deshalb ab dem kommenden Jahr, nach der Umsetzung von einigen Anpassungen, vorerst in Kleinserien produziert und unter dem Namen Memo Switch Netcontrol zu einem marktfähigen Preis angeboten.

6. Anhang

6.1 Liste und Daten der geprüften EDV-Server

Prüfling	Typ	Mittlerer Energieverbrauch	Betriebssystem
(A)	PC Spezialist 300, 1998	45W	Windows Server 2000
(B)	Compaq Proliant 1600, 1998	150W	Windows Server 2003
	Compaq Proliant ML370, 2001	90W	Windows Server 2003
(C)	Fujitsu Siemens 466, 1999	52W	Windows Server 2000
(D)	Asus-TUV4X, 1.2GHz, 2002	140W	Windows XP SP 2
(E)	Intel ISP-21506, 2000	110W	Windows Server 2000
(F)	Dell PowerEdge 1600SC, 2004	-	Windows Server 2003
(G)	IBM eServer xSeries, 2003	-	Windows Server 2003

6.2 Technische Daten des Webserver

Betriebsspannung	230VAC
Netzfrequenz	50Hz
Maximale Strombelastung der Leiste	16A
Eigenverbrauch im Stand-By (alle Steckdosen aus)	1.5W
Maximaler Eigenverbrauch (alle Steckdosen aktiv)	3.0W
Netzwerkspezifikation	IEEE 802.3 Ethernet
Anschlüsse	
Ethernet	RJ 45
Konfigurationsanschluss	RS232 / D-Sub 9-pol F
Steuerbare Schaltkreise	2 getrennte
Abmessungen	440mm x 45mm x 45mm
Ausführung der Leiste	1HE, Alu
Unterstützende Betriebssysteme	Windows 2000, XP
Prüfungen, Zertifizierung	CE

6.3 Team und Partner

Den folgenden Firmen und Personen wird für Ihre Unterstützung und den ausserordentlichen Einsatz in diesem Projekt gedankt:

- Technischer Projektleiter, zuständig für Hard- und Softwareentwicklungen
Herrn Vladimir Pogorilyy
energy management team ag, Poststr. 9a, 8272 Ermatingen
- Entwicklung Hardware, Leiterplattendesign, Kommunikationssoftware
Herrn Alois und Silvan Minghetti
energy management team ag, Poststr. 9a, 8272 Ermatingen
- Marketingabklärungen und Bereitstellung der Steckdosenleisten
Herrn Peter Bachmann
Bachmann GmbH&Co, Holderäckerstrasse 7, D-70499 Stuttgart (Weilimdorf)
- Den Partnerfirmen, die uns ihre wertvolle Infrastruktur zur Verfügung gestellt haben

6.4 Quellenverzeichnis

- [1] Encontrol GmbH, Huser Alois: Stromeinsparpotential durch Schalten von Servern, www.electricity-research.ch
- [2] energy management team ag, Sauter Beat: Energieeffizientes Servermanagement www.electricity-research.ch
- [3] Power Integrations Inc, Power Switching Devices, www.powerint.com
- [4] Microchip Technology Inc. Pic, Microcontroller, www.microchip.com
- [5] Quinel AG, Zertifiziertes Institut u.a. für EMV Messungen, 6300 Zug, www.quinel.ch

6.5 Glossar

Netzwerk:	Verbund von Computern, die über verschiedene Leitungen verbunden sind und sich gemeinsame Ressourcen wie Daten und Peripheriegeräte teilen. Häufig steht in einem Netzwerk ein Server nur zur Datenverwaltung zur Verfügung, auf den alle anderen Arbeitsstationen Zugriff haben. In unserer Applikation geht es im Wesentlichen um LAN's, die "unter einem Dach", also innerhalb von Firmen oder Behörden eingesetzt werden.
EDV-Server:	Zentraler Rechner in einem Netzwerk, der den Arbeitsstationen Daten, Speicher und Ressourcen zur Verfügung stellt. Auf dem Server ist das Netzwerk-Betriebssystem installiert, und vom Server wird das Netzwerk verwaltet.
Client:	Ein PC in einem Netzwerk, der auf Dienste oder Ressourcen eines Servers zugreift.
Hub:	Gerät, als Knotenpunkt von Leitungen, in einem sternförmig angelegten Netzwerksegment.

- Webbrowser: Kurzform - Browser. Client-Software für den Zugriff auf HTML-Dokumente und andere Internet / Intranet-Ressourcen, abgeleitet von "to browse": Durchblättern, schmökern, sich umsehen.
- Webserver: Ein Webserver ist im engeren Sinne ein Server-Dienst, welcher Dateien bzw. Daten über das HTTP-Protokoll zur Verfügung stellt, die sich über eine HTTP-URL adressieren lassen. Umgangssprachlich versteht man unter Webserver aber auch einen physisch vorhandenen Server, auf dem ein entsprechender HTTP-Dienst läuft.
- HTTP: Protokoll zur Übertragung von Webseiten. Definiert die Kommunikationsmethode zwischen Server und Client bei der Übermittlung von HTML-Code, mit dem Webseiten im Browser eines Benutzers dargestellt werden.
- TCP/IP: Transmission Control Protocol/Internet Protocol sind Protokolle für die Kommunikation in grossen gerouteten Netzwerken wie dem Internet.
- Netcontrol: Interner Projektname für die Steckdosenleiste mit Webserver.
- Shutdown: Befehl, der den EDV-Server veranlasst, das Betriebssystem zu beenden und den Ausschaltvorgang einzuleiten.
- Booten: Mit Booten oder Hochfahren wird das Laden eines Computer-Betriebssystems bezeichnet.