

DEUTSCHE VERSION

Energieverbrauch von Netzwerkkomponenten

Messbericht

Verteiler:

03.02.99, MK

Basler & Hofmann

Ingenieure und Planer AG, Mitglied SIA/ASIC
Forchstrasse 395, CH-8029 Zürich, Telefon 01 / 387 11 22, Telefax 01 / 387 11 00

Inhaltsverzeichnis

	Zusammenfassung	1
1.	Zielsetzung und Vorgehen	1
2.	Objektbeschrieb	2
2.1	Topologie Netzwerk (B&H) Rehalp/Esslingen	2
2.2	Topologie Netzwerk (SIG) Genf	2
3.	Messkonzept	3
3.1	Aufbau der Messungen und untersuchte Geräte B&H	3
3.2	Aufbau der Messungen und untersuchte Geräte SIG	6
4.	Messergebnisse	7
4.1	Wochen- und Tagesmessungen B&H	7
4.2	Wochenmessung SIG	9
	Messung 1 (B&H, Rehalp EDV-Raum)	11
	Messung 2 (B&H, Rehalp Telefon-Raum)	17
	Messung 3 (B&H, Esslingen EDV-Raum)	23
	Messung 4 (SIG, Genève, Rechnerzentrum)	29
5.	Umsetzung	33
6.	Verdankungen	33
	Anhang	35

Verteiler: Herren Brüniger, Kistler, Huser, Mitglieder Begleitgruppe

26.11.1997, D Version 1, 2522.00 MK/CF/am

Zusammenfassung

In zwei modernen Netzen mit 82 und 1200 Benützern sind Stromverbrauchsmessungen an Netzwerkkomponenten (Router, Switch, Multi-plexer, Micro Repeater, Media Converter) durchgeführt worden. 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.

1. Zielsetzung

Ziel

Ziel dieses Projektes ist es, den Stromverbrauch aktiver Netzwerkkomponenten zu erfassen und erste Ansätze für mehr Energieeffizienz aufzuzeigen. Die elektrischen Leistungsbezüge zu wichtigen Netzwerkkomponenten (Switch, Router, Multiplexer, Micro Repeater und Media Converter) sollen in einem Ethernet und einem ATM-Netzwerk ermittelt werden.

Vorgehen

Es werden Messungen der elektrischen Leistungen an Netzwerkkomponenten zu einem Zeitpunkt mit hoher (Tag) und einem Zeitpunkt mit tiefer (Nacht) Netzbelastung durchgeführt.

Die Untersuchung wird an zwei Netzen, Basler & Hofmann (CISCO Produkte) und Service Industriels de Genève (BAY Produkte) durchgeführt. Die Messungen werden in Zusammenarbeit der Firmen Basler & Hofmann und Teleinform ausgeführt.

2. Objektbeschreibung

2.1 Topologie Netzwerk (B&H) Rehalp/Esslingen

Beschrieb Topologie	Der Beschrieb beinhaltet den Einsatz der untersuchten Komponenten im Netzwerk B&H: – Die Topologie von Rehalp entspricht derjenigen von Esslingen. Ein Switch (2901) wird im Backbone eingesetzt, an welchem die einzelnen Etagen-Switches angeschlossen sind. Die einzelnen Segmente wurden nach Standard 10Base2 erschlossen und über Media-Konverter (Transceiver) mit dem Etagen-Switch (2802) verbunden. – In der Topologie Esslingen sind die Etagen-Switches (2802) über Glas mit dem Backbone-Switch (2901) verbunden. Da der CISCO-Switch keine Glas-Ports besitzt, sind die einzelnen Uplinks Optokonverter (Transceiver) vorgeschaltet. (Siehe Grafik im Anhang A)
Verkabelung Rehalp	In Rehalp ist die Verkabelung mittels ThinWire-Ethernet realisiert. Die einzelnen Stränge sind auf Verteiler geführt, welche mittels Glas an den Sternpunkt im Serverraum angeschlossen sind.
Verkabelung Esslingen	In Esslingen wurde für die Gebäudeverkabelung eine Universelle Gebäudeverkabelung gewählt. Der Sternpunkt befindet sich im Serverraum. Die Erschliessung der Etagen erfolgt über Glas. Die einzelnen Etagen werden von den in den Etagen liegenden Verteilern über Kupfer (Kat. 5) erschlossen.

2.2 Topologie Netzwerk (SIG) Genf

Beschrieb Topologie	Das ATM Backbone des Netzwerkes SIG besteht aus 8 Centillion 100 und einigen 5000DN-Modellen des Herstellers Bay-Networks. Aus redundanten Gründen wurden zwei ATM Switches C100 im Rechenzentrum eingesetzt. Die C100 der Stockwerke UG und 3. OG bieten geschwitchte Ethernet-Verbindungen zu den Bay Modell 5000DN. Ein ATM-Router (VNR) ermöglicht die Verbindung zwischen den verschiedenen virtuellen LANs. (Siehe dazu auch Grafik im Anhang B)
---------------------	---

3. Messkonzept

3.1 Aufbau der Messungen und untersuchte Geräte im Netzwerk B&H

Übersicht Die untersuchten Komponenten werden im Schema Netzwerktopologie B&H im Anhang A farblich veranschaulicht.

Komponenten

Messung 1 (Gelb) Die Messung 1 findet im Server-Raum (SS) Rehalp statt:

- Router CISCO 2514 (VAX-Anbindung)
- Switch CATALYST 2802 (Etagen-Switch)
- Switch CATALYST 2901(Backbone-Switch)
- Transceiver Micro Repeater MR 122T
- Media Converter

Messung 2 (Grün) Die Messung 2 findet im Telefon-Raum (UG) Rehalp statt

- Router CISCO 2503 (Link Esslingen)
- Router CISCO 2503 (Internet-Anbindung)
- Multiplexer IDNX Micro20 (WAN-Link)

Messung 3 (Blau) Die Messung 3 findet im Server-Raum (UG) Esslingen statt:

- Router CISCO 2503 (Link Rehalp)
- Switch CATALYST 2901 (Etagen Switch)
- Multiplexer IDNX Micro20 (WAN-Link)
- Echo Cancellor

Komponentenwahl Bei Internet-Anbindungen werden weltweit ca. 88% CISCO Router eingesetzt. Davon sind 60% vom Typ Modell CISCO 2500 (Private Mitteilung M. Kistler). Dies zeigt, dass die Messungen am häufigsten eingesetzten Router durchgeführt wurde.

Messgeräte

Jede aktive Komponente wird an zwei Messgeräte angeschlossen. Diese redundante Messweise dient als Quervergleich bei Messungenauigkeiten und hilft die Messung zu kontrollieren.

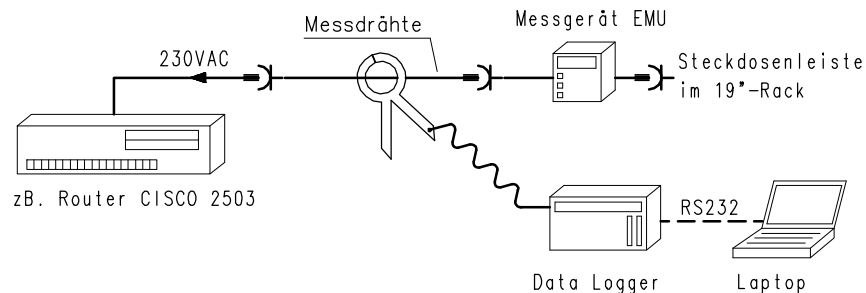
Für die Auswertung der Messungen wurden im wesentlichen nur die Stromzangenwerte berücksichtigt.

Gerät 1 Anschluss der Stromzangen an die Messdrähte und Verbindung der Zangen an einen Data-Logger.

Gerät 2 Anschluss von Messgerät EMU 1.x1M über direkte Verdrahtung auf die jeweilige Komponente.
Beide Messanordnungen werden über eine Schnittstelle auf einen Laptop übertragen und in einer Tabelle aufgezeichnet und dargestellt.

Mess-Schema

Anordnung der Messung



Messzyklus

Messdauer

Es werden zwei Messungen wie folgt angestrebt:

Tagesmessung:

Die Messung wird in kleinstmöglichen Messschritten von 1 Sekunde durchgeführt. Diese Werte werden alle 30 Sekunden gemittelt, gespeichert und aufgezeichnet.

Wochenmessung:

Die Messung wird in kleinstmöglichen Messschritten von 1 Sekunde durchgeführt. Diese Werte werden alle 5 Minuten gemittelt, gespeichert und aufgezeichnet.

Bei beiden Messungen werden zusätzlich zu jeder aktiven Komponente die maximalen und minimalen Werte aufgezeichnet.

Auswertung

Bei jeder der drei Messungen wird über das Integral ein Mittelwert errechnet. Der Verlauf der Messungen wird graphisch aufgezeichnet und die Leistung [W] dargestellt.

Es werden Vergleiche mit gleichen Komponenten in verschiedenen Topologien aufgezeigt.

Messperiode

Messung 1	12. – 23. Juni 1997
Messung 2	24. Juni – 2. Juli 1997
Messung 3	2. – 11 Juli 1997

Messgrösse

Als zu messende Grösse werden mit den Stromzangen Chauvin Arnoux Output 100 mV (=) / A (–) gemessen. Bei den Energie-Zählern EMU wird die Messgrösse in kWh gemessen.

3.2 Aufbau der Messungen und untersuchte Geräte SIG

Übersicht

Die Messung wird im Schema Netzwerktopologie SIG im Anhang B farb-lich veranschaulicht.

Komponenten

Messung 4 (Rot)

Die Messung 4 findet im Rechenzentrum der Firma Service Industriels de Genève statt.

Messperiode

Messung 4

23. – 30. Juni 1997

4. Messergebnisse

4.1 Wochen- und Tagesmessungen (B&H)

Erläuterungen

Messkapazität	Es konnten fünf Geräte gleichzeitig erfasst werden.
Messung 1	Zur Kontrolle der gemessenen Werte der Messzangen konnten nur fünf Kanäle belegt werden. Für die Messungen standen nur fünf EMU-Geräte zur Verfügung.
Messung 3	Der Multiplexer IDNX konnte bei der Messung nicht über ein EMU geführt werden. Vergleichbare Werte bei der Messung 2.
Messgenauigkeit EMU	Diese Geräte können Ströme bis 32 A messen. Das EMU-Gerät ist in der Genauigkeitsklasse 2 angesiedelt, d.h. +/- 0.5% Toleranz (Siehe dazu auch Grafik im Anhang C).
Messgenauigkeit Stromzangen	Diese Zangen können Ströme bis 150 A messen. Die Toleranz liegt bei 3%, wobei die Stromzangen bei sehr kleinen Stromwerten zu grossen Abweichungen neigen. (Siehe dazu auch Grafik im Anhang C). Siehe Vergleichswerte der Energie (Stromzangen und EMU)

Ergebnisse Netzwerk B&H

Leistungsaufnahme	Aus den vorliegenden Messresultaten ergeben sich die folgenden Ergebnisse: • Die aufgenommene Leistung der Geräte im Dauerbetrieb bleibt unabhängig von Datenflussmengen, Tageszeit oder Wochentagen annähernd konstant. • Speziell zu erwähnen ist, dass auch am Wochenende keine grössere Leistungsschwankungen auftreten. • Die Leistungsaufnahme der einzelnen Geräte ist unabhängig von der Topologie in der sie eingesetzt sind. • Die gemessenen Leistungen betragen etwa 30% der Angaben in den Produktebeschreibungen.
-------------------	--

In dieser Tabelle sind die im Netzwerk Basler & Hofmann eingesetzten Komponenten veranschaulicht:

Gerätemodell	Angegebene Leistung	Gemessene Leistung
Micro Repeater		3W
Media Converter		6W
Switch Catalyst 2802	110W	40W
Switch Catalyst 2901	264W	80W
Router CSICO 2503	40W	15W
Router CSICO 2514	40W	15W
Multiplexer IDNX 20	400W	110W
Echo Cancellor		12W

Bei den Leistungsvergleichen muss auch beachtet werden, dass die Komponenten nicht voll ausgebaut sind. Die Power Supply jedoch für einen Vollausbau angegeben werden.

Arbeitsplatzgeräte	30.0 kW	10h / Tag Betriebsdauer
Server	1.5 kW	24h / Tag Betriebsdauer
Aktive Komponenten	2.3 kW (angegeben)	24h / Tag Betriebsdauer
Aktive Komponenten	1.0 kW (gemessen)	

Da die Arbeitsplatzgeräte nachts abgeschaltet werden, reduziert sich deren Betriebszeit und entsprechend der Energieverbrauch.

Der Anteil der Netzwerkkomponenten beim untersuchten Netz Basler & Hofmann macht etwa 15% des gesamten Jahresenergieverbrauch des Netzes aus.

Bedeutung Gesamtschweizerisch müssen die Betreiber von Netzwerken vermehrt auf den Jahresenergieverbrauch der Netzwerkkomponenten aufmerksam gemacht werden. Somit sollte der Einsatz eines Energiemanagement in Netzwerken gefördert werden.

4.2 Wochenmessung (SIG)

Erläuterungen

Messung 4 Aus Aufwandgründen konnte die Tagesmessung durch die Firma Teleinform nicht durchgeführt werden. Als Quervergleich wurden in Genf keine EMU-Geräte eingesetzt.

Vergleich SIG In dieser Tabelle sind die im Netzwerk Societe Industriels de Genève eingesetzten Komponenten veranschaulicht:

Gerätemodell	Angegebene Leistung	Gemessene Leistung
ATM Switch	300/600W (Reduntanter Power Supply)	130W
Bay Modell 5000 DN	950W	170W

Ergebnisse Netzwerk SIG

Leistungsaufnahme Aus den vorliegenden Messresultaten ergeben sich die folgenden Ergebnisse:

- Die aufgenommene Leistung der Geräte im Dauerbetrieb bleibt unabhängig von Datenflussmengen, Tageszeit oder Wochentagen annähernd konstant.
- Speziell zu erwähnen ist, dass auch am Wochenende keine grössere Leistungsschwankungen auftreten.
- Die Leistungsaufnahme der einzelnen Geräte ist unabhängig von der Topologie in der sie eingesetzt sind.
- Die gemessenen Leistungen betragen etwa einen Viertel bis einen Drittel der Angaben in den Produktebeschreibungen. Beim Bay Modell 5000 DN ist der Unterschied der angegebenen Leistungen zur gemessenen Leistung noch deutlicher.

Messung 1

Basler & Hofmann (Rehalp, EDV-Raum)

Messung 2

Basler & Hofmann (Rehalp, Telefon-Raum)

Messung 3

Basler & Hofmann (Esslingen, EDV-Raum)

Messung 4

Service Industriels de Genève (Rechnerzentrum)

5. Umsetzung

Datenangaben

Die Messdaten sollen den beiden Herstellern (Cisco und Bay) zur Vernehmlassung und Beurteilung unterbreitet werden. Im gleichen Zusammenhang sollen die Hersteller über die mögliche Entwicklung befragt werden. Falls relevante Leistungsunterschiede zwischen den Fabrikanten bestehen, könnte wie bei Endgeräten ein Labeling eingeführt werden. Komponenten, welche die Kriterien erfüllen, werden mit einem Gütesiegel ausgezeichnet. Damit wird auf dem Markt die Transparenz verbessert.

6. Verdankungen

BEW

An dieser Stelle möchten wir uns beim Auftraggeber dem Bundesamt für Energiewirtschaft für das Einbeziehen von Basler & Hofmann in dieses Projekt bedanken.

Teleinform

Ausserdem besten Dank der Firma Teleinform für die tatkräftige Unterstützung beim Einbau der verschiedenen Messungen im Netzwerk B&H.

Begleitgruppe

Die Herren R. Brüniger und A. Huser haben uns wertvolle Hinweise gegeben.

Anhang

A Graphik Topologie B&H

B Graphik Topologie SIG

C Datenblätter
