



Bundesamt für Energie
Office fédéral de l'énergie
Ufficio federale dell'energia
Swiss Federal Office of Energy

Forschungsprogramm "Elektrizität"



Grundlagen für Forschungsaktivitäten im Bereich TVA/PABX

Background material for research activities in the field of private automatic branch exchanges (PABX) (page 4)

ausgearbeitet durch

Encontrol GmbH

A. Huser

Römerweg 32

5443 Niederrohrdorf

Im Auftrag des

Bundesamts für Energie

Juni 1998

Inhaltsverzeichnis

1 Zusammenfassung	2
Abstract: Energy and Private Automatic Branch Exchange (PABX)	4
2 Ausgangslage, Zielsetzung	8
3 Systeme	8
3.1 Technische Beschreibung	8
3.2 Geschichte	10
4 Marktanalyse	11
4.1 Segmentierung	11
4.2 Marktsituation	11
4.3 Gerätebestand	13
4.4 Entwicklungstrends	14
5 Energieverbrauch	16
5.1 Systemgrenzen	16
5.2 Energieverbrauch der Geräte	17
5.2.1 Herstellerangaben	17
5.2.2 Messungen an Teilsystemen einer TVA	19
5.2.3 Messungen an TVA's im praktischen Einsatz in verschiedenen Firmen	20
5.3 Energiemanagement bei TVA's	24
5.4 Schätzung des schweizerischen Gesamtverbrauchs	25
6 Entwicklung des Energieverbrauchs in der Zukunft	28
7 Empfehlungen für das weitere Vorgehen	30
8 Begriffe und Abkürzungen	31
9 Quellenverzeichnis	34

1 Zusammenfassung

Die stets wachsenden Kommunikations- und Informationsbedürfnisse, die markanten Technologiefortschritte sowie der grosse Preiszerfall im Bereich der neuen, digitalen Telefonanlagen bewirken eine starke Durchdringung dieser Technologie in der Industrie, in Dienstleistungsbetrieben und im Gewerbe. Die vorliegende Studie gibt einen Überblick über den Energieverbrauch von Teilnehmervermittlungsanlagen (TVA) auf der Ebene der einzelnen Geräte wie auch auf nationaler Ebene. Ebenfalls werden mögliche Handlungsalternativen beschrieben.

Beschreibung TVA

Eine TVA ist grundsätzlich modular aufgebaut und hat neben einer Speisung und einem Rechner mehrere Schnittstelleneinheiten zu verschiedensten Endgeräten (digitale, analoge und schnurlose Telefone, Geräte zur Datenübertragung usw.) sowie Schnittstellen zu Übertragungsnetzen im Bereich der Telekommunikation oder der elektronischen Datenverarbeitung (EDV). Die TVA's unterscheiden sich gegenüber von Geräten der EDV in mehreren Punkten:

- Die Ansprüche an die Verfügbarkeit sind höher,
- die praktische Nutzungsdauer ist länger (8 bis 10 Jahre) und
- die Leistung der Prozessoren ist kleiner.

Marktsituation

1992 wurde in der Schweiz das ISDN-Netz¹ eingeführt und praktisch gleichzeitig sind die Endeinrichtungen (Telefonapparate) und Datendienste (Fax, Modem) liberalisiert worden. Dies hat zu einem Modernisierungsschub und schnellen Veränderungen im Markt geführt.

Der TVA-Markt wird meist nach Anzahl der Teilnehmeranschlüsse in vier verschiedene Segmente aufgeteilt: bis 20 Teilnehmer, bis 200 Teilnehmer, bis 800 Teilnehmer und bis unbegrenzte Anzahl Teilnehmer. Der Netzbetreiber Swisscom hat eine marktbeherrschende Stellung. Die grösseren Anlagen werden mehrheitlich gemietet oder geleast. Bei den kleineren Anlagen geht der Trend eindeutig Richtung Kauf der Anlage. Die Swisscom führt eine Statistik über die installierten TVA's in der Schweiz. Die entsprechenden Daten können nicht veröffentlicht werden, sind in dieser Studie aber als Grundlage für Hochrechnungen benutzt worden. Bezüglich der Anzahl Anlagen dominiert mit einem Anteil von etwa 85 Prozent die Kleinanlagen im untersten Grössensegment. Die Marktsituation kann folgendermassen charakterisiert werden:

- Diffusion Sättigung bezüglich der Anzahl Wachstum beim Ersatzbedarf
- Technologiewandel gross
- Anbieter klarer Marktleader
- Markt international

In der Schweiz gibt es keine Entwicklung und Produktion von grossen Anlagen mehr. Kleinere Systeme werden aber hergestellt und europaweit vertrieben.

Trends

¹ ISDN: Integrated Services Digital Network: Europäischer Standard für die Übermittlung von Sprache, Text, Bild und Daten in einem einzigen digitalen Fernmeldenetz.

Die Zahl der ISDN - Anschlüsse in der Schweiz ist in den letzten Jahren rasant gewachsen. Die digitalen Anlagen sind heute bei den verkauften Systemen klar führend. Die Hersteller werden in Zukunft auch nur noch digitale Anlagen produzieren.

In Europa wird ein Wachstum des Umsatzes für TVA's von 3 bis 4 Prozent pro Jahr erwartet. Das Marktwachstum ist vor allem auf die Anwendung von neuen Technologien zurückzuführen: ISDN, drahtlose Endgeräte, Computer Telephony Integration (CTI).

Folgende Haupttrends zeichnen sich ab:

- Die Fest- und Mobilfunknetze werden in Zukunft bezüglich den Dienstleistungen und der Netze kombiniert werden, so dass der Kunde keine Unterschiede mehr bemerkt.
- Computer Telephony Integration (CTI): Die EDV - Daten- und die Telekommunikationsdienste wachsen zusammen.
- Die schnurlosen (engl. cordless) Telefone werden in die TVA's integriert.
- Es werden eher mehrere kleinere, miteinander vernetzte TVA's eingesetzt als eine grosse.

Energieverbrauch

Die maximale Umgebungstemperatur darf gemäss Herstellerangaben 35 bis 45 °C betragen. Eine Klimaanlage erübrigt sich daher in den meisten Fällen. Bis zu einer Grösse von etwa 200 Anschlüssen benötigt eine TVA keine mechanische Lüftung. Eine TVA speist bezüglich der Stromversorgung auch alle angeschlossenen System-Endgeräte. Die Aufteilung des Stromverbrauchs auf die Teilsysteme sieht bei einer Anlage mit 50 Teilnehmern folgendermassen aus: Speisung, Lüftung, Rechner: 53 Prozent - Schnittstellen: 32 Prozent - Endgeräte: 15 Prozent. Messungen im praktischen Einsatz bei verschiedenen Firmen ergaben folgende Kennwerte:

- elektrische Leistung pro angeschlossenem Endgerät: 2.2 W
- elektrische Leistung pro maximal anschliessbaren Endgeräte: 1.4 W

Dieser elektrische Leistungsbezug ist zeitlich konstant und unabhängig von der Belastung (Benützung der Dienste).

Eine Hochrechnung für die Schweiz ergab einen Strombedarf von ungefähr 80 GWh im Jahr, was 0.16 Prozent des gesamtschweizerischen Verbrauchs entspricht. Dieser Stromverbrauch dürfte für die TVA's auch in Zukunft etwa gleich bleiben, da ein Mehrverbrauch für die höheren Komfortansprüche durch die Fortschritte der Technik wahrscheinlich kompensiert wird. Im ganzen Bereich der Telekommunikation kann der technische Fortschritt allerdings zu neuen Produkten und Bedürfnissen führen, welche den Stromverbrauch sprunghaft ansteigen lassen (z. B. Mobiltelefonie mit Akkus, Bildtelefon usw.) würden.

Bei den TVA's könnte ein aktives Energiemanagement analog demjenigen in Personal Computers eingeführt werden. So würden Teilsysteme (z. B. Schnittstellenkarten) automatisch in einen tiefen Standby-Zustand gehen, falls sie nicht gebraucht würden. Die Hersteller unternahmen bis jetzt keine Schritte in dieser Richtung und sind vom Markt auch nicht gefordert dies zu tun. Würde ein solches Energiemanagement implementiert, könnte der Stromverbrauch einer TVA im praktischen Einsatz auf etwa die Hälfte gesenkt werden.

Empfehlung für das weitere Vorgehen

Der Jahresstromverbrauch der TVA's, von zur Zeit ungefähr 80 GWh, ist gemessen am Gesamtstromverbrauch der Schweiz relativ klein. Trotzdem wird vorgeschlagen, diesen Markt aus energiewirtschaftlicher Sicht weiter im Auge zu behalten und für Energiefragen zu sensibilisieren, denn der Markt verändert sich wegen dem enormen technischen Fortschritt, der Globalisierung der Wirtschaft und der gleichzeitigen Deregulierung der Märkte sehr schnell. Innerhalb weniger Jahre kann sich heute eine neue Technologie oder ein neues Dienstleistungsangebot durchsetzen (z. B. mobile Telefonie, Internet). Dies bedeutet, dass sich der Stromverbrauch in diesem Sektor innerhalb kurzer Zeit stark verändern kann.

Die Umsetzungsaktivitäten sollten dem Ziel der Sensibilisierung dienen und auf zwei Kanälen erfolgen:

1. Direkt bei den Herstellern und Netzbetreibern durch Versand dieses Berichtes und der Organisation einer Fachkonferenz.
2. Indirekt bei den Fachhändlern und Konsumenten durch Publikation von allgemeinverständlichen Artikeln in der Presse.

Abstract: Energy and Private Automatic Branch Exchange (PABX)

Key words: Telecommunication, private automatic branch exchange (PABX), energy consumption, energy management

Constantly growing needs for communication and information, the rapid progress of technology and the pronounced fall in prices in the field of new digital telephone systems are leading to a widespread distribution of this technology throughout the industrial, services and commercial sectors. This study provides an overview of the energy consumption of private automatic branch exchanges at the level of individual devices as well as on a national scale. It also describes possible alternative measures.

PABX: a definition

In principle, a private automatic branch exchange is of modular design and, in addition to a power supply and a computer, it is equipped with a number of interface units to a wide range of end devices (digital, analogue and cordless telephones, data transmission devices, etc.) and to transmission networks in the fields of telecommunications and electronic data processing. PABX systems differ from data processing devices in a number of ways:

- demands on availability are higher
- their practical service life is longer (8 to 10 years), and
- the performance of the processors used is lower

Market situation

An ISDN network² was first introduced in Switzerland in 1992, and end devices (telephone sets) and data services (fax, modem) were liberalised at more or less the same time. This gave rise to a wave of modernisation and rapid changes on the market.

Generally speaking, the PABX market is divided into four separate segments based on the number of connections concerned: up to 20 subscribers, up to 200 subscribers, up to 800 subscribers and over 800 subscribers. Larger systems are mostly either rented or leased, while with smaller systems the trend is clearly towards purchase. Clear market leader is the network operator „Swisscom“. Swisscom keeps statistics regarding installed private automatic branch exchanges in Switzerland. The figures cannot be published, but have been used in this study as the basis for calculations. With respect to the number of installations, it is small systems in the segment with the

lowest number of subscribers which predominate, with a distribution of around 85 percent. The market situation can be characterised as follows:

- Diffusion saturation with respect to number
 growth with respect to need for replacements
- Technological pronounced transition
- Providers clear market leader
- Market international

In Switzerland there is no more development and production of large-scale installations, but smaller systems are manufactured and distributed throughout Europe.

² ISDN: Integrated services digital network: European standard for transmission of voice, text, images and data via a single digital telecommunications network.

Trends

The number of ISDN connections in Switzerland has grown rapidly over the past few years. Today, it is primarily digital systems that are in demand, and manufacturers will consequently be concentrating entirely on these in the future.

In Europe, the anticipated growth in demand for private automatic branch exchanges is somewhere in the region of 3 to 4 percent per annum. Market growth is primarily attributable to the application of new technologies: ISDN, cordless devices, computer telephony integration (CTI).

The following main trends are becoming apparent:

- stationary and mobile networks will be combined in future in terms of services and networks, so that users will no longer be aware of any differences;
- computer telephony integration: electronic data and telecommunications services will be expanding in harmony;
- cordless telephones will be integrated into PABX systems;
- smaller, networked PABX systems will be used rather than a single large system.

Energy consumption

According to manufacturers' specifications, the maximum permissible ambient temperature is 35° to 45° C. This means that air conditioners are not required in the majority of cases. A PABX does not require mechanical ventilation if it has less than 200 connections. With respect to power supply, a PABX also feeds all end devices connected to the system. The distribution of electricity consumption throughout the system (system with about 50 ports) is as follows: power supply, ventilation, computers: 53 percent; interfaces, 32 percent; end devices, 15 percent. Measurements carried out during practical application at a variety of companies resulted in the following consumption values:

- electricity consumption per connected end device: 2.2 W
- electricity consumption per maximum no. of connectable end devices: 1.4 W

These electricity consumption levels are time-constant and independent of load (use of services).

An estimate for Switzerland resulted in an electricity demand of approximately 80 GWh a year, which is equivalent to 0.16 percent of the country's overall consumption. This level is likely to remain more or less constant in the future, since the higher demand due to increased comfort-related consumption will probably be compensated by technological progress. However, in the entire field of telecommunications it also has to be anticipated that technological progress will give rise to new products and needs (e.g. mobile phones with accumulators, videophones, etc.), which in turn would cause electricity consumption to increase sharply.

It would be possible to introduce an active energy management system for private automatic branch exchanges similar to those used for personal computers. This would mean that subsystems such as interface cards would automatically switch to standby mode when not in use. Manufacturers have not taken any steps in this direction to date, and there has not been any demand for this from the market either. If energy management systems were to be implemented for PABX systems, it would be possible to cut their electricity consumption to about half.

Recommendations for future measures

Measured in terms of Switzerland's overall electricity consumption, the present-day consumption of private automatic branch exchanges (approximately 80 GWh) is relatively low. Nevertheless it is recommended to keep a close eye on this market from a point of view of energy consumption, and to sensitise it to energy issues, for it is undergoing rapid change due to the immense pace of technological progress, the globalisation of the economy and the simultaneous process of deregulation. Today it is possible for new technologies or services (e.g. mobile telephony, Internet), to establish themselves on the

market within just a few years, and this means that electricity consumption in this sector can change drastically within a very short time.

Implementation activities should be aimed at achieving the goal of sensitisation, and should take place along two channels:

1. Directly, i.e. sensitisation of manufacturers and network operators by sending them this report and organising a specialised conference.
2. Indirectly, i.e. sensitisation of dealers and consumers through the publication of easily understandable articles in the trade press.

2 Ausgangslage, Zielsetzung

Die stets wachsenden Kommunikations- und Informationsbedürfnisse, die markanten Technologiefortschritte sowie der grosse Preiszerfall im Bereich der neuen, digitalen Telefonanlagen bewirken eine starke Durchdringung dieser Technologie in der Industrie, in Dienstleistungsbetrieben und im Gewerbe. Im Bereich der Teilnehmervermittlungsanlagen (TVA) gibt es keine grundsätzlichen Untersuchungen über den Energieverbrauch auf nationaler Ebene. Im Rahmen des BFE - Energieforschungsprogrammes „Elektrizität“ wird in mehreren Projekten versucht, die Thematik Kommunikation/Informatik/EDV-Netzwerke vom energetischen Standpunkt her anzugehen.

Ziel

Basierend auf einer Abschätzung der installierten und in Betrieb stehenden Anlagen soll der Gesamtenergieverbrauch von TVA's in der Schweiz ermittelt werden. Unter der Berücksichtigung von zu erwartenden Technologietrends und Marktentwicklungen soll eine Entwicklung beim zukünftigen Energieverbrauch geschätzt werden. Weiter sollen erarbeitet werden, ob es Möglichkeiten gibt, den Energieverbrauch der TVA's zu beeinflussen.

3 Systeme

3.1 Technische Beschreibung

Eine Teilnehmervermittlungsanlage bietet den Benützern meist folgende Dienstleistungen:

- Anrufumleitung, Anrufweiterleitung
- Gesprächsübergabe/-übernahme
- Kurzwahlnummern
- Gruppenruf, Ringruf
- Konferenzgespräch
- Gegensprechen/Durchsagen
- Anklopfen (Anzeige eines Anrufes während einem Gespräch)
- Makeln (Hin- und Herschalten zwischen 2 Verbindungen)
- Externe Musikeinspeisung
- Gebührendatenerfassung
- Datenübermittlung
- Drahtlos-Telefonie integrierbar
- Nacht- und Wochenendschaltung
- Fernwartung

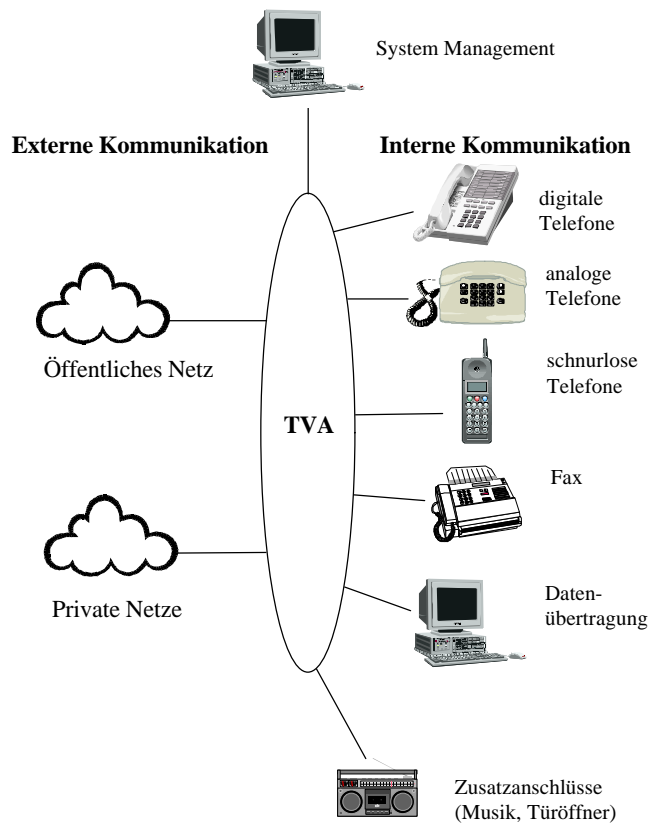


Abb. 3.1: System einer modernen Teilnehmervermittlungsanlage mit möglichen Verbindungen

Eine TVA besteht aus den folgenden Komponenten:

- Speisung (230 V AC -> verschiedene Kleinspannungen DC³)
- zum Teil batteriegestützte unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)
- zum Teil mechanische Lüftung
- Central processor unit (CPU)
- eine oder mehrere Schnittstelleneinheiten zum ISDN- oder zum analogen Telefon-Netz
- eine oder mehrere Schnittstelleneinheiten zu den digitalen Systemapparaten: S - Schnittstelle (4 Draht-Bus) oder herstellerspezifischer 2 Draht-Bus
- eine oder mehrere Schnittstelleneinheiten zu analogen Endgeräten
- ev. eine oder mehrere Schnittstellen für die Übertragung von Daten (z.Bsp. V.24 - Schnittstellen)
- zum Teil Schnittstellen für Spezialanwendungen wie Gegensprechanlagen, Türöffner usw.

Die Auslegung der Netzgeräte erfolgt bei kleineren Anlagen nach der maximalen Anzahl der anschliessbaren Endgeräte. Bei grösseren Anlagen ist ein modularer Aufbau der Speisung möglich.

³ Bei der Telekommunikation beträgt die verwendete Spannung üblicherweise 48 V DC

Die kleineren TVA's werden ohne mechanische Lüftung betrieben. Gemäss Aussage der Swisscom benötigen TVA's bis etwa 200 Ports keine forcierte Lüftung, wenn sie in der Raumklasse C (Temperatur 5 bis 30 °C) betrieben werden.

Gegenüber dem Markt der EDV sind bei den TVA's einige wichtige Unterschiede zu erwähnen:

- Die Ansprüche an die Verfügbarkeit sind höher.
- Die praktische Nutzungsdauer ist länger.
- Die Leistung der Prozessoren ist kleiner.

3.2 Geschichte

1976	Übergang von Relais-technik zur Transistortechnik in TVA's
1980	Erste TVA's mit Mikroprozessoren
1988	Einführung von TVA mit digitalen Kommunikationsmöglichkeiten
1989	Einführung des Swissnet 1 als digitales Datennetz in der Schweiz
1.5.1992	Die TVA's werden liberalisiert
Okt. 1992	Das ISDN Netz wird in der Schweiz eingeführt

4 Marktanalyse

4.1 Segmentierung

Die Geräte werden nach der Anzahl der Teilnehmeranschlüsse (auch Nebenstellenanschlüssen oder Ports genannt) in verschiedene Kategorien eingeteilt. Häufig wird der Markt in drei oder vier Kategorien eingeteilt:

- Segment 1: kleine TVA's: 5 bis etwa 30 Nebenstellen
- Segment 2: mittlere TVA's: 30 bis etwa 400 Nebenstellen
- Segment 3: grosse TVA's: mehr als 400 Nebenstellen

Ein Aufteilung in 4 Kategorien sieht folgendermassen aus:

- Segment 1: kleine TVA's: 1 bis 20 Nebenstellen
- Segment 2: mittlere TVA's: 15 bis 200 Nebenstellen
- Segment 3: mittlere TVA's: 40 bis etwa 800 Nebenstellen
- Segment 4: grosse TVA's: 100 bis unbegrenzt

Bei der Informationsübertragung kann grundsätzlich eine Unterscheidung zwischen analoger und digitaler Telefonie (ISDN-Anschluss) gemacht werden.

4.2 Marktsituation

Zur Zeit verkauft oder vermietet die Swisscom Anlagen der Hersteller Ascom, Siemens und DeTeWe. Bis 200 Ports verkaufen diese Hersteller die Anlagen ausschliesslich über die Swisscom. Die kleineren Anlagen bis etwa 200 Ports werden über Fachhändler (Telefon- und Elektroinstallateure) vertrieben. Die grösseren Anlagen werden von der Swisscom und den Herstellern direkt betreut (Abb. 4.1).

Bei den kleineren Anlagen gibt es eine breite Auswahl von Herstellern (Auswahl): z. B. Auerswald, Bosch, Ericsson, Telion usw.

Im Segment der mittleren und grossen Anlagen gibt es weitere Anbieter (Auswahl): z. B. Alcatel, Matra

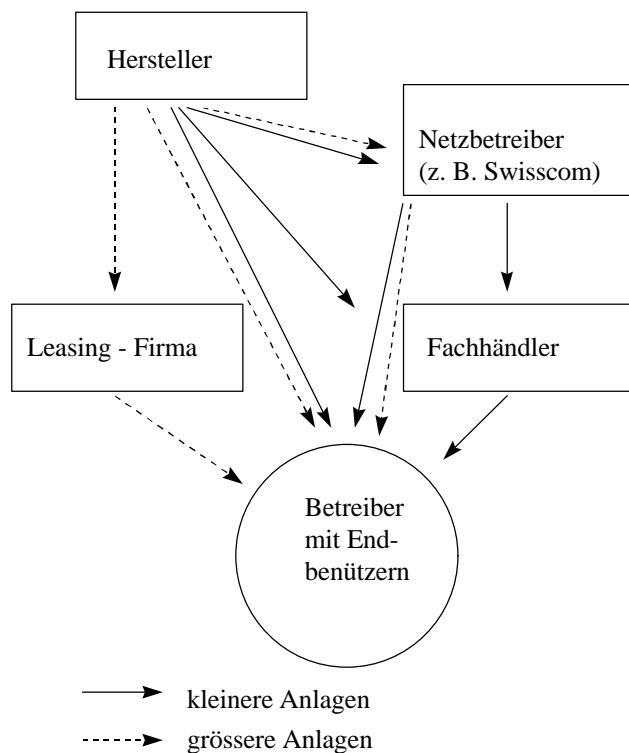


Abb. 4.1 Marktpartner

Bezüglich dem Verhältnis von Miete und Kauf geht der Trend in Richtung Kauf der TVA's.

Die Entwicklungskosten für grössere Anlagen sind sehr hoch geworden. Die grösseren Systeme werden daher international vermarktet. In der Schweiz gibt es keine Entwicklung mehr für diese Anlagen. Es werden in der Schweiz jedoch kleinere Systeme hergestellt und europaweit vermarktet.

Gemäss mündlicher Auskunft der Swisscom sind bei kleineren und grösseren Betrieben zum Teil unterschiedliche Auswahlkriterien bei der Evaluation vorherrschend. Bei kleineren Betrieben ist vor allem das Design und die Bedienung der Endgeräte wichtig. Bei grösseren Betrieben spielen bestehende Geschäftsbeziehungen eine wichtige Rolle.

Die folgende Tabelle gibt Hinweise zu Trends bei der Evaluation und dem Betrieb der TVA:

	KMU⁴	Grossfirmen
Entscheidungsträger	Geschäftsleitung	technische Leitung, Telefonspezialist
Besitzverhältnisse	Kauf der Anlage	Miete/Leasing der Anlage
Entscheidungskriterien	Design + Bedienung Endgeräte, Preis	Geschäftsbeziehungen, Verfügbarkeit, Preis
Infrastruktur	ev. USV	USV, ev. Klimaanlage
Energiekosten	bezahlt durch Besitzer (Firma)	bezahlt durch Mieter (Firma)
Unterhalt	bezahlt durch Besitzer	bezahlt durch Vermieter

4.3 Gerätebestand

Die Swisscom unterhält eine Statistik über die Swisscom installierten TVA's. Die entsprechenden Daten können jedoch nicht veröffentlicht werden.

Die Abbildung 4.2 zeigt die Verteilung der Anlagen des Gesamtmarktes auf die in Kapitel 4.1 beschriebenen Segmente (hochgerechnet über den Marktanteil der Swisscom):

- Segment 1: kleine TVA's: 1 bis 20 Nebenstellen
- Segment 2: mittlere TVA's: 15 bis 200 Nebenstellen
- Segment 3: mittlere TVA's: 40 bis etwa 800 Nebenstellen
- Segment 4: grosse TVA's: 100 bis unbegrenzt

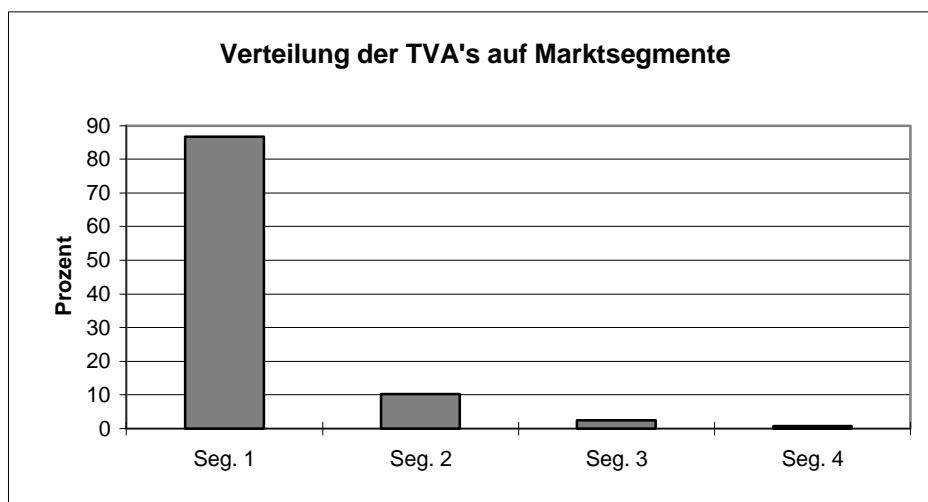


Abb. 4.2 Verteilung der Anzahl Anlagen auf die verschiedenen Marktsegmente

⁴ KMU: Kleinere und mittlere Unternehmen

Seit etwa zwei Jahren ist der Markt bezüglich der Anzahl Anlagen gesättigt. Der Ersatzbedarf ist durch den schnellen Technologiewandel aber gross. Zwei häufige Gründe für den Ersatz einer Anlage:

- Aufrüsten auf ISDN
- Einführung von Cordless-Endgeräten

Gemäss Swisscom werden heute vermehrt Anlagen mit den Möglichkeiten der Cordless-Technologie gewünscht.

Die Lebensdauer der Geräte liegt bei 8 Jahren und länger. Die technische Innovation ist jedoch viel schneller. So werden die TVA's eher wegen der Anpassung an die technische Entwicklung ausgewechselt als auf Grund des Erreichens des Endes der technischen Lebensdauer. Zur Zeit beeinflusst der schnelle Übergang von der analogen zur digitalen Telekommunikation wahrscheinlich das mittlere Alter der eingesetzten Anlagen stark.

4.4 Entwicklungstrends

Die Zahl der ISDN - Anschlüsse in der Schweiz wächst rasant. 1997 hat sie gegenüber dem Vorjahr um 72 Prozent zugenommen. Noch 1996 war bei einem grösseren Hersteller noch etwa die Hälfte der verkauften Anlagen mit analoger Technik ausgerüstet. 1997 kam ein grosser Schub für digitale Anlagen, so dass heute die digitalen Systeme klar führend sind. Besonders die grossen Umnumerierungsaktionen waren in vielen Firmen der Anlass für neue Konzepte und Neuinvestitionen im Telekommunikationsbereich. Die Hersteller werden in Zukunft nur noch digitale Anlagen produzieren.

Eine Marktstudie von Frost&Sullivan geht in Europa von einem Wachstum des Umsatzes für TVA's von 3 bis 4 Prozent pro Jahr aus [Fro 1997]. Das Marktwachstum ist vor allem auf die Anwendung von neuen Technologien zurückzuführen: ISDN, drahtlose TVA, Computer Telephony Integration (CTI). Vor allem bei den kleinen Anlagen sind durch die Forderung der ISDN - Fähigkeit hohe Wachstumsraten zu verzeichnen. Die Zukunft der kleinen TVA's ist aber noch völlig offen, denn grundsätzlich könnte die interne Vermittlung auch in den ISDN-Netzabschluss integriert werden.

Folgende Trends zeichnen sich ab:

- Die verschiedenen Standorte von Firmen werden über das ganze Land oder sogar weltweit bezüglich allen Kommunikationsbedürfnisse miteinander vernetzt.
- Die Fest- und Mobilfunknetze werden in Zukunft bezüglich den Dienstleistungen und der Netze kombiniert werden, so dass der Kunde keine Unterschiede mehr bemerkt (Fixed-Mobile Convergence FMC).
- Computer Telephony Integration (CTI): Die EDV - Daten- und die Telekommunikationsdienste wachsen zusammen.
- Die schnurlosen (engl. cordless) Telefone werden in die TVA's integriert. Mit dem DECT⁵ - Standard ist eine qualitativ gute Verbindung auch mit Cordless - Apparaten möglich.
- Es werden eher mehrere vernetzte kleinere TVA's eingesetzt als eine grosse. Diese können über ATM-Schnittstellen⁶ mit bestehenden ATM-Backbones untereinander verbunden werden.

⁵ DECT: Digital Enhanced Cordless Telephony

⁶ ATM: Asynchroner Transfer-Modus

- Bei den digitalen Anlagen wird eine Anpassung an die neue Entwicklung häufig durch ein Update der eingesetzten Software erfolgen. Die Hardware muss dabei während einer gewissen Zeit nicht ausgetauscht werden.

Zusammenfassend ist die Marktsituation folgendermassen charakterisiert:

Diffusion	Sättigung bezüglich der Anzahl Wachstum beim Ersatzbedarf
Technologiewandel	gross
Anbieter	klarer Marktleader
Markt	international

5 Energieverbrauch

5.1 Systemgrenzen

Eine TVA benötigt eine Infrastruktur. Diese Infrastruktur kann bei einer kleinen TVA sehr rudimentär sein und sich auf einen 230 V - Anschluss beschränken. Bei grossen Anlagen ist die Infrastruktur aufwendiger und kann beispielsweise enthalten:

- batteriegestützte unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)
- Klimaanlage
- rechnergestütztes Managementsystem

Gemäss Auskunft der Hersteller benötigen die TVA's bei ausreichender Belüftung keine Klimaanlage. Die maximale Umgebungstemperatur kann je nach Produkt 35 bis 45 °C betragen. Die Lebensdauer nimmt jedoch mit höheren Temperaturen ab.

Der Stromverbrauch einer TVA kann nicht über das Gerätemodell definiert werden, denn die TVA's sind modular aufgebaut und sind je nach gewünschtem Ausbau mit mehr oder weniger Schnittstellenmodulen bestückt. Weiter speist eine TVA bezüglich der Stromversorgung auch alle angeschlossenen System - Endgeräte sowie die Endgeräte an einem S-Bus (Abb. 5.1). Wird die elektrische Leistung einer TVA im praktischen Einsatz gemessen, so ist der Bezug dieser Endgeräten im gemessenen Wert enthalten. Der Anteil der angeschlossenen System-Endgeräte kann stark schwanken und liegt typischerweise bei 40 bis 80 Prozent. Die restlichen Endgeräte sind einfache analoge Endgeräte ohne eigenen Strombedarf oder Endgeräte, welche separat dezentral durch das Stromnetz gespeist werden. In den Messungen in Kapitel 5.2 ist der Verbrauch der TVA inklusiv der System-Endgeräte erfasst worden.

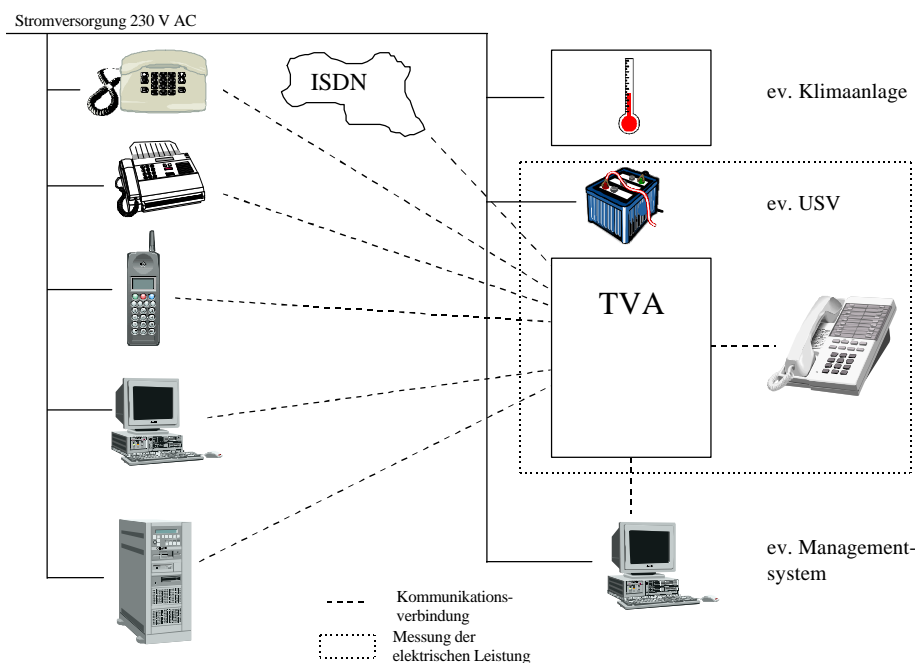


Abb. 5.1 Stromversorgung der TVA und der Endgeräte

5.2 Energieverbrauch der Geräte

Um einen ersten Eindruck des elektrischen Leistungsbezuges der TVA zu bekommen, wurden drei Schritte unternommen:

1. Auswertung von Herstellerangaben
2. Messung des elektrischen Leistungsbezuges von verschiedenen Teilsystemen einer TVA
3. Messung des elektrischen Leistungsbezuges der TVA im praktischen Einsatz in verschiedenen Firmen

5.2.1 Herstellerangaben

Die folgende Tabelle zeigt die Angaben von einigen Herstellern für typische Produkte:

Hersteller	Modell	max. Anzahl Endgeräte	elektrische Wirkleistung [W]	elektrische Scheinleistung [VA]
Alcatel	4220	128	192	
Ascom	Casatel 3	5		18
Ascom	Casatel D10	16	gemessen: 10 (inkl. T/S)	max. 50 gemessen: 20
Ascom	Ascotel bcs 4	15		max. 50
Ascom	Ascotel bcs16	24		50
Ascom	Ascotel bcs 64S	128		max. 145
Ascom	Ascotel bcs 64	190		max. 235
Auerswald	ETS 1004	4		6
Auerswald	ETS 4016	16		24
Auerswald	ETS 4308 I	16		31
DeTeWe	varix 14	26	75 gemessen: 10	gemessen: 15
DeTeWe	varix 200	158	285	
Matra	6501	104	190	
Matra	6504	600		900
Siemens	Hicom 330 E	576	490	

Die Abbildung 5.2 zeigt, dass die elektrischen Leistungsangaben pro Endgeräte-Anschluss mit der Grösse der Anlage etwas abnehmen. Die Hersteller geben in den technischen Beschreibungen meist nur grobe maximale Leistungsbezüge bei Vollausbau an. Zum Teil sind sie bei den kleineren Anlagen zu hoch (siehe Messungen in der Praxis im Kapitel 5.2.3). Für die Umrechnung der Wirkleistung in die Scheinlei-

stung wurde ein Leistungsfaktor ($\cos \varphi$) von 0.7 angenommen (siehe Messungen in der Praxis im Kapitel 5.2.3).

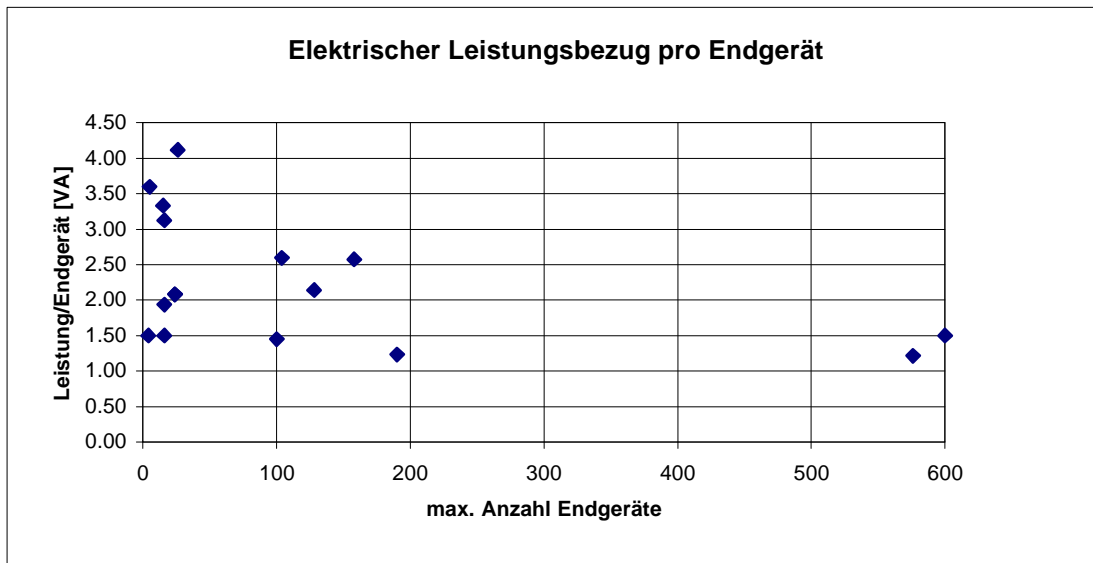


Abb. 5.2 Elektrische Scheinleistungen pro Endgeräte bei verschiedenen TVA's

Weiter ist ein ISDN-Netzabschlussgerät gemessen worden:

Wirkleistung: 2 W; Scheinleistung: 11 VA, \rightarrow Leistungsfaktor ($\cos \varphi$): 0.2 !

In den technischen Beschreibungen sind folgende Umgebungsbedingungen angegeben:

Gerät	Umgebungstemperatur	Luftfeuchtigkeit
Alcatel 4200	0 bis 45 °C	10 bis 80 %
Ascom Casatel 3	bis 45 °C	
Ascom Ascotel bcs 64	+ 5 bis 35 °C	10 bis 80 %
DeTeWe varix	+ 5 bis 40 °C	20 bis 70 %
Matra 6504	+ 5 bis 40 °C	20 bis 80 %

Aus diesen zulässigen Umgebungsbedingungen kann geschlossen werden, dass bei ausreichender Belüftung keine Raumklimatisierung notwendig sein sollte.

5.2.2 Messungen an Teilsystemen einer TVA

Exemplarisch wurde bei einer TVA einzelne Komponenten bezüglich dem Strombezug gemessen:

Typ Matracom 6504:

• Analoge Schnittstelleneinheit mit 16 Ports	4 W	(0.25 W pro Port)
• Digitale Schnittstelleneinheit mit 16 Ports	7 W	(0.44 W pro Port)
• Primäranschlusskarte	8 W	
• Datenschnittstelleneinheit (V.24) mit 16 Ports:	19 W	(1.2 W pro Port)

Diese TVA, ausgerüstet mit 24 analogen und 20 digitalen Ports sowie 8 ISDN-Basisanschlussmöglichkeiten, benötigt ohne Endgeräte 75 W (119 VA). Pro Port ergibt dies einen Wert von 1.7 W.

Ein digitales Endgerät benötigt im Schnitt etwa 0.3 W.

Aus den obigen Messresultaten kann der Stromverbrauch bei dieser Anlage mit 44 digitalen Endgeräten ungefähr folgendermassen aufgeteilt werden:

• Speisung, Lüftung, CPU	53 %
• Schnittstellen	32 %
• Endgeräte	15 %

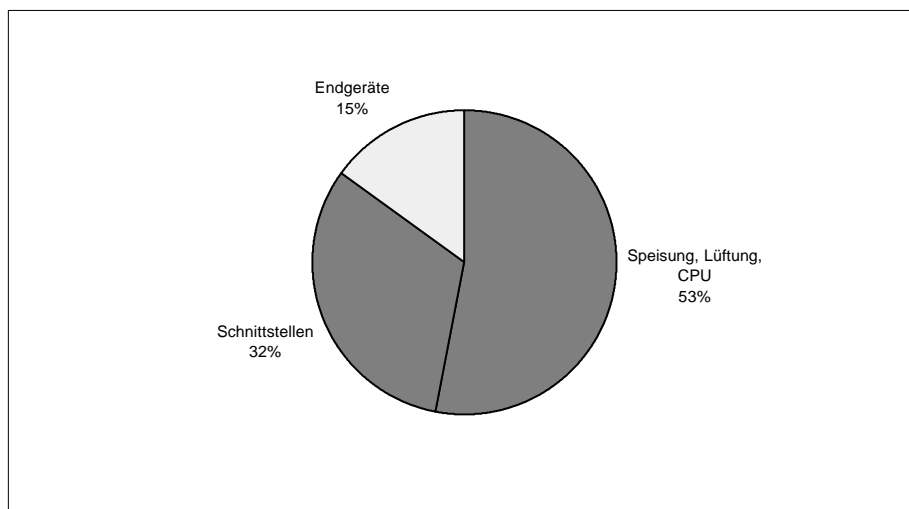


Abb. 5.3 Aufteilung des Stromverbrauchs auf Teilsysteme

Aus diesen Messungen ist ersichtlich, dass die digitalen Endgeräte (von TVA gespeisene Systemapparate) nur einen geringen Anteil am Gesamtverbrauch haben. Anders sieht die Situation bei den analogen Endgeräten aus. Die Stromversorgung von autonomen, analogen Geräten mit Komfortfunktionen (Display, Anrufbeantworter usw.) wird meist über ein separates Netzteil realisiert. Was dies für den Stromverbrauch bedeutet zeigt die Entwicklung der Telefone in den letzten Jahrzehnten:

Ein analoges Telefon aus den 70er Jahren hat kein Standby - Verbrauch und benötigt während eines Gespräches etwa 1.2 W (DC), die es aus dem Telefonnetz bezieht. Ein modernes analoges Telefon mit Anrufbeantworter und LCD-Display benötigt während eines Gespräches noch etwa die gleiche Leistung

von 1.1 W (DC 45 V, 24 mA). Es ist jedoch über einen Adapter an das elektrische Netz angeschlossen, der dauernd eine Leistung von etwa 2 W (AC 230 V) bezieht. Wird über dieses Telefon 200 Stunden im Jahr telefoniert, so wird heute 9.6 kWh pro Jahr benötigt im Gegensatz zu 240 Wh früher. Der Verbrauch ist heute also um den Faktor 40 höher.

Die TVA's können heute mit Sendeeinheiten ausgerüstet werden für den Betrieb von Cordless - Apparaten. Die Sendeleistung beträgt etwa 250 Milliwatt und die elektrische Anschlussleistung 1 bis 2 W. Damit erhöht die Sendeeinheit den elektrischen Gesamtleistungsbezug nur unwesentlich. Viel bedeutender hingegen ist der Stromverbrauch der Ladestationen der Endgeräte. Diese Ladestationen sind dauernd am Netz und benötigen eine elektrische Leistung von etwa 2 bis 3 W. Lag der elektrische Leistungsbezug vorher bei 2 W pro Endgeräteport (inkl. Endgerät), liegt dieser Wert bei einem Cordless-Gerät nun bei 3.7 bis 4.7 W, was einer Verdoppelung entspricht.

5.2.3 Messungen an TVA's im praktischen Einsatz in verschiedenen Firmen

In sechs Firmen wurden Stromverbrauchsmessungen durchgeführt: Fünf Firmen gehören zum Dienstleistungssektor und zählen zu den sogenannten KMU's⁷. In der Dritten Firma ist die TVA Teil eines Netzes mit anderen TVA der Firmengruppe sowie stark integriert in die EDV - Netze. Die Firma 6 ist ein grösserer Produktionsbetrieb der Branche „Maschinenbau“.

Firma 1: Tätigkeitsgebiet: EDV - Dienstleistungen 4 Mitarbeiter, 4 Arbeitsplätze

Ausrüstung:

- externe Anschlüsse: 1 ISDN Basis
- TVA: Ascom Ascotel bcs 16
- 4 digitale Telefone: Ascom Ascotel topaz
- 1 Telefon: Ascom Crystal
- 1 Fax
- 1 Modem analog + 1 Telefon analog

Elektrischer Leistungsbezug der TVA: 9 W (23 VA)

Kennwerte:

- Endgerät pro Mitarbeiter: 4.5
- Anteil digitaler Endgeräte: 71 Prozent
- Auslastung (Anteil der Endgeräte an max. möglichen Endgeräten): 7/8: 88 Prozent
- elektrischer Leistungsbezug pro max. anschliessbaren Endgeräten: 9 W/8 Endgeräte: 1.1 W
- elektrischer Leistungsbezug pro angeschlossenem Endgerät: 9 W/7 Endgeräte: 1.3 W
- elektrischer Leistungsbezug pro Mitarbeiter: 9 W/4 Mitarbeiter: 2.25 W

⁷ Kleinere und mittlere Unternehmen (KMU)

**Firma 2: Tätigkeitsgebiet: Verlag
27 Mitarbeiter, 27 Arbeitsplätze**

Ausrüstung:

- externe Anschlüsse: 4 ISDN Basis
- TVA: Ascom Ascotel bcs 64 s
- 27 digitale Telefone: Ascom Office 30
- 1 Telefon: Ascom Crystal
- 1 Telefonbeantworter analog
- 1 Fax
- 3 Modem analog
- 1 Schnurloses Telefon analog

Elektrischer Leistungsbezug der TVA: 56 W (97 VA)

Kennwerte:

- Endgerät pro Mitarbeiter: 1.3
- Anteil Systemendgeräte: 82 Prozent
- Auslastung (Anteil der Endgeräte an max. möglichen Endgeräten): 34/64: 53 Prozent
- elektrischer Leistungsbezug pro max. anschliessbaren Endgeräten: 56 W/64 Endgeräte: 0.9 W
- elektrischer Leistungsbezug pro angeschlossenem Endgerät: 56 W/34 Endgeräte: 1.6 W
- elektrischer Leistungsbezug pro Mitarbeiter: 56 W/27 Mitarbeiter: 2.1 W

**Firma 3: Tätigkeitsgebiet: Dienstleistungen im Telekommunikationsgebiet
55 Mitarbeiter, 50 Arbeitsplätze
Firma ist Teil einer Firmengruppe mit welcher sie vernetzt ist**

Ausrüstung:

- externe Anschlüsse: 2 x ISDN Basis, 1 x ISDN Primär, 1 x 2 MBit/s Verbindung zu weiterer TVA
- TVA: Matracom 6504 E (inkl. Batterie)
- 29 digitale Systemapparate
- 57 analoge Apparate
- 4 S₀ - Schnittstellen
- 20 Datenports

Elektrischer Leistungsbezug der TVA: 190 W (272 VA)

Kennwerte:

- Endgerät pro Mitarbeiter: 1.6
- Anteil Systemendgeräte: 34 Prozent
- Auslastung (Anteil der Endgeräte an max. möglichen Endgeräten): 87/118: 73 Prozent
- elektrischer Leistungsbezug pro max. anschliessbaren Endgeräten: 190 W/118 Endgeräte: 1.6 W
- elektrischer Leistungsbezug pro angeschlossenem Endgerät: 190 W/87 Endgeräte: 2.2 W
- elektrischer Leistungsbezug pro Mitarbeiter: 190 W/55 Mitarbeiter: 3.5 W

**Firma 4: Tätigkeitsgebiet: Ingenieurbüro
7 Mitarbeiter, 7 Arbeitsplätze**

Ausrüstung:

- externe Anschlüsse: 5 Amtslinien
- TVA: analoge Alcatel - Anlage, 1992
- 10 analoge Systemendgeräte

Elektrischer Leistungsbezug der TVA: 27 W

Kennwerte:

- Endgerät pro Mitarbeiter: 1.4
- Anteil Systemendgeräte: 90 Prozent
- Auslastung (Anteil der Endgeräte an max. möglichen Endgeräten): 10/16: 63 Prozent
- elektrischer Leistungsbezug pro max. anschliessbaren Endgeräten: 27 W/16 Endgeräte: 1.7 W
- elektrischer Leistungsbezug pro angeschlossenem Endgerät: 27 W/10 Endgeräte: 2.7 W
- elektrischer Leistungsbezug pro Mitarbeiter: 27 W/7 Mitarbeiter: 3.85 W

**Firma 5: Tätigkeitsgebiet: Optiker
8 Mitarbeiter, 8 Arbeitsplätze**

Ausrüstung:

- externe Anschlüsse: 2 Amtslinien
- TVA: Ascom Econom 4/10 Hybrid
- 6 analoge Endgeräte: 2 x Ascom Brigit 202, Tritel Davos, Lugano 2, 2 x Diverse
- 1 Fax
- 1 Anrufbeantworter analog
- 1 Modem analog

Elektrischer Leistungsbezug der TVA: 15 W (23 VA)

Kennwerte:

- Endgerät pro Mitarbeiter: 1
- Auslastung (Anteil der Endgeräte an max. möglichen Endgeräten): 9/10: 90 Prozent
- elektrischer Leistungsbezug pro max. anschliessbaren Endgeräten: 15 W/10 Endgeräte: 1.5 W
- elektrischer Leistungsbezug pro angeschlossenem Endgerät: 15 W/8 Endgeräte: 1.9 W
- elektrischer Leistungsbezug pro Mitarbeiter: 15 W/8 Mitarbeiter: 1.9 W

**Firma 6: Tätigkeitsgebiet: Maschinenbau
548 Mitarbeiter , 548 Arbeitsplätze (davon 300 Büro)**

Ausrüstung:

- externe Anschlüsse: 2 ISDN Primär, 15 ISDN Basis, 4 Amtsleitungen
- TVA: 4 Knoten mit Siemens Hicom 372 und Hicom 362
- 435 digitale Telefone
- 82 analoge Telefone
- 20 Modem

- 1 Fax - Server (17 PC-Fax-Anschlüsse)
- 30 Fax
- Infrastruktur: USV für TVA, Raumklimagerät im grössten Knoten, Managementsystem mit 2 PC

Elektrischer Leistungsbezug aller Knoten: 1270 W (1900 VA)

Kennwerte:

- Endgerät pro Mitarbeiter: 1.0
- Anteil Systemendgeräte: 77 Prozent
- elektrischer Leistungsbezug pro angeschlossenem Endgerät: 1270 W/567 Endgeräte: 2.24 W
- elektrischer Leistungsbezug pro Mitarbeiter: 1270 W/548 Mitarbeiter: 2.32 W

Die nachfolgende Tabelle zeigt eine Zusammenfassung der Resultate der Messungen in den sechs Firmen:

Firma	Mitarbeiter	Endgeräte	Kennwert [Endgeräte/ Mitarbeiter]	Leistung [W]	Kennwert [W/ Mitarbeiter]	Kennwert [W/ Endgerät]	Kennwert [W/max. Endg.]
1	4	7	1.75	9	2.25	1.3	1.1
2	27	34	1.26	56	2.07	1.6	0.9
3	55	87	1.58	190	3.45	2.2	1.6
4	7	10	1.43	27	3.86	2.7	1.7
5	8	8	1.00	15	1.88	1.9	1.5
6	548	567	1.03	1270	2.32	2.2	
Total	649	713	1.10	1567	2.41	2.2	1.4

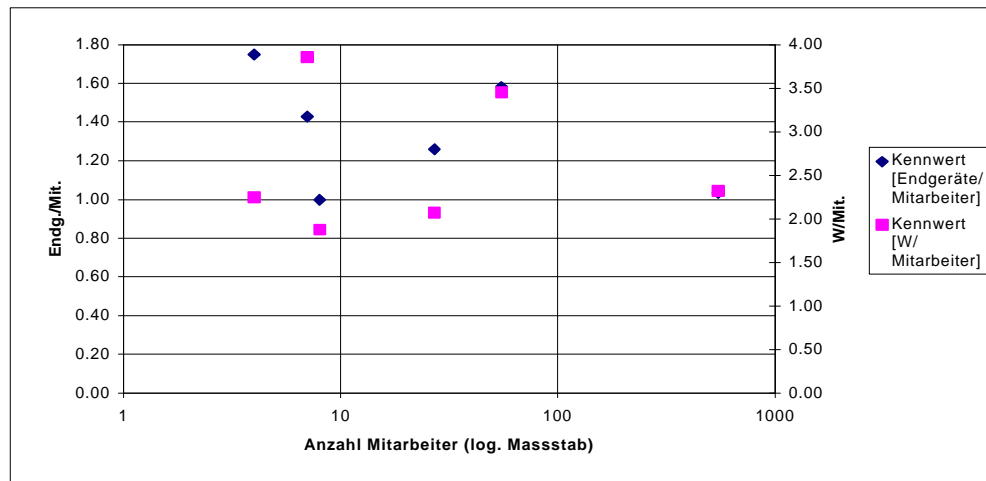


Abb. 5.4 Kennwerte „Endgeräte pro Mitarbeiter“ und elektrische Leistung pro Mitarbeiter“

Die Mittelwerte über alle Firmen betragen:

- Endgerät pro Mitarbeiter
 - elektrische Leistung pro Mitarbeiter
 - elektrische Leistung pro angeschlossenem Endgerät
 - elektrische Leistung pro maximal anschliessbaren Endgeräte
- 1.1 Endgeräte pro Mitarbeiter
2.4 W pro Mitarbeiter
2.2 W pro Endgerät
1.4 W pro Endgerät

Bei der Bank UBS wurden im Jahre 1994 elektrische Leistungsmessungen durchgeführt [Bec 1998]:

Anlagentyp	Anzahl Endgeräte	Anzahl max. Ports.	El. Leistung [W]	Leist./Endgerät [W]	Leist./max. Port [W]
Siemens Hicom 300 K		360	531		1.5
Ascom Meridian	500	700	1040	2.1	1.5
Ascom Meridian	1200	1350	2320	1.9	1.7

Diese Messungen an grossen Anlagen bestätigen die Resultate der Untersuchungen in dieser Studie.

Bemerkenswert ist, dass alle untersuchten Firmen ein oder mehrere Endgeräte pro Mitarbeiter einsetzen. Diese sechs Messungen lassen keine allgemeingültigen Aussagen zu und weitere Messungen müssten ausgeführt werden, damit ein eindeutiger Zusammenhang zwischen elektrischem Leistungsbezug und der Anzahl Mitarbeiter hergestellt werden könnte.

Stichprobenmessungen bei unterschiedlichen Belastungen zeigten weiter, dass der elektrische Leistungsbezug unabhängig von der Belastung (Benützung der Dienste) ist. Dies entspricht dem Verhalten von Kommunikationsgeräten in EDV-Netzen [Kun 1997].

5.3 Energiemanagement bei TVA's

Gemäss Auskunft der Hersteller gibt es bei TVA's kein aktives Energiemanagement analog demjenigen bei den PC's.

Mittlere bis grosse TVA's sind zur Überbrückung von Stromausfällen mit Batterien ausgerüstet. Bei mittleren Anlagen ohne Batteriestützung gibt es eine Notschaltung, welche erlaubt, auch bei Stromausfall mit einem bis zwei Apparaten zu telefonieren. In ähnlicher Weise könnte ein Energiemanagement betrieben werden, welches dafür sorgt, dass nur aktiv benützte Baugruppen gespiesen werden. Dieses in der Informatik angewendete Prinzip des Zurücksetzens von zeitweise nicht benützten Teilsystemen könnte auch bei einer TVA angewendet werden. Wegen dem modularen Aufbau der TVA's könnte dieses Prinzip sogar relativ einfach implementiert werden.

Die Art und Auslegung der Speisung hat einen entscheidenden Einfluss auf den Energieverbrauch der TVA's. Die TVA's benötigen geregelte Spannungen auf unterschiedlichen Spannungsniveaus. Der Wirkungsgrad von Speisegeräten mit linearem Spannungsregler beträgt etwa 25 bis 50 Prozent. Die teureren primärgetakteten Schaltnetzteile haben einen wesentlich höheren Wirkungsgrad von 60 bis 80 Prozent. Die TVA's sind dauernd eingeschaltet, das heisst ein höherer Wirkungsgrad bei der Speisung hat eine grosse Bedeutung bezüglich den Aspekten des Energiemanagements. Die primärgetakteten Speisungen dringen auch immer mehr in kleine Leistungen vor. Gemäss Aussage eines Herstellers sind heute bereits TVA's mit einer elektrischen Leistung von 15 bis 30 W mit primärgetakteten Schaltnetzteilen ausgerüstet.

TVA's bis etwa 200 Ports sind meist mit einer einzigen Stromversorgungseinheit ausgerüstet. Grössere Anlagen hingegen haben meist pro Erweiterungseinheit eine separate Speisung. Die Stromversorgungseinheiten sind auf die maximal ausrüstbaren Schnittstelleneinheiten (Anzahl Ports) ausgelegt und daher im praktischen Einsatz meist überdimensioniert. Dies hat entsprechende Konsequenzen auf den Wirkungsgrad.

5.4 Schätzung des schweizerischen Gesamtverbrauchs

In einem ersten Ansatz wird angenommen, dass der elektrische Leistungsbezug pro Mitarbeiter über alle Anlagen gemittelt 2.4 W beträgt (gemäss den Messungen in Kapitel 5.2) und keine zeitlichen Schwankungen aufweist. In dieser Zahl ist nur der Stromverbrauch der TVA sowie der von der TVA gespeisten Endgeräte enthalten. Analoge Endgeräte (Telefon, Fax, Modem) sowie schnurlose Telefone mit Ladestationen, welche über einen Adapter direkt vom elektrischen Netz gespeist werden, sind dabei nicht enthalten. Weiter wird die Anzahl Beschäftigte in der Schweiz für die Hochrechnung herangezogen: In der Schweiz sind 1991 im Sektor 3 (Dienstleistungen) in Firmen mit 2 und mehr Vollzeitbeschäftigten in 168'000 Arbeitsstätten 1.56 Mio. Menschen beschäftigt [Bfs 1993]. Im Sektor⁸ 2 sind in Firmen mit 2 und mehr Vollzeitbeschäftigten in 57'700 Arbeitsstätten 1.13 Mio. Menschen beschäftigt (Abb. 5.5 und 5.6).

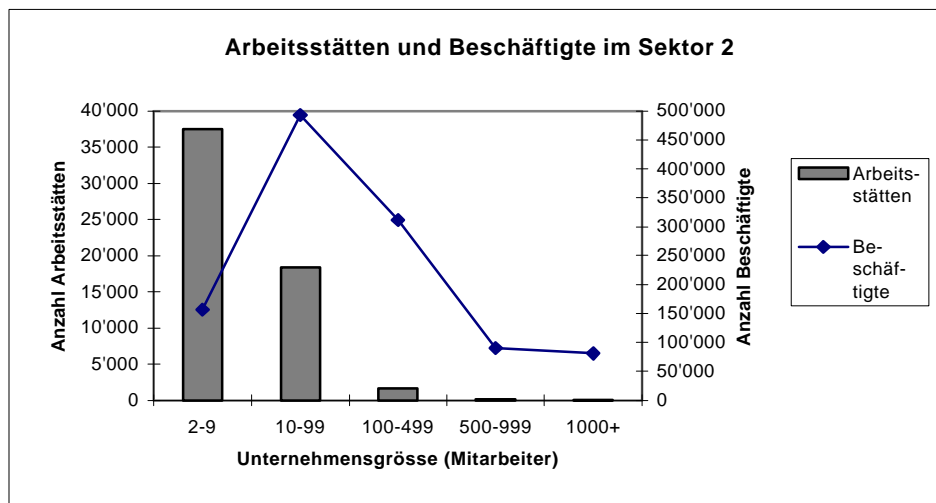


Abb. 5.5 Arbeitsstätten⁹ und Vollzeitbeschäftigte in der Schweiz 1991 im Sektor 2¹⁰ [Bfs 1993].

⁸ Sektor: Gemäss der „Allgemeinen Systematik der Wirtschaftszweige 1985“: 1 Landwirtschaft, Gartenbau, Forstwirtschaft, Fischerei, Jagd; 2 Produktion (Gewerbe und Industrie); 3 Handel und Dienstleistungen

⁹ Arbeitsstätte: Ein Ort eines Unternehmens, an dem gearbeitet wird (Ein Unternehmen kann aus einer oder mehreren Arbeitsstätten bestehen).

¹⁰ Sektor 2: Produktion (Gewerbe und Industrie)

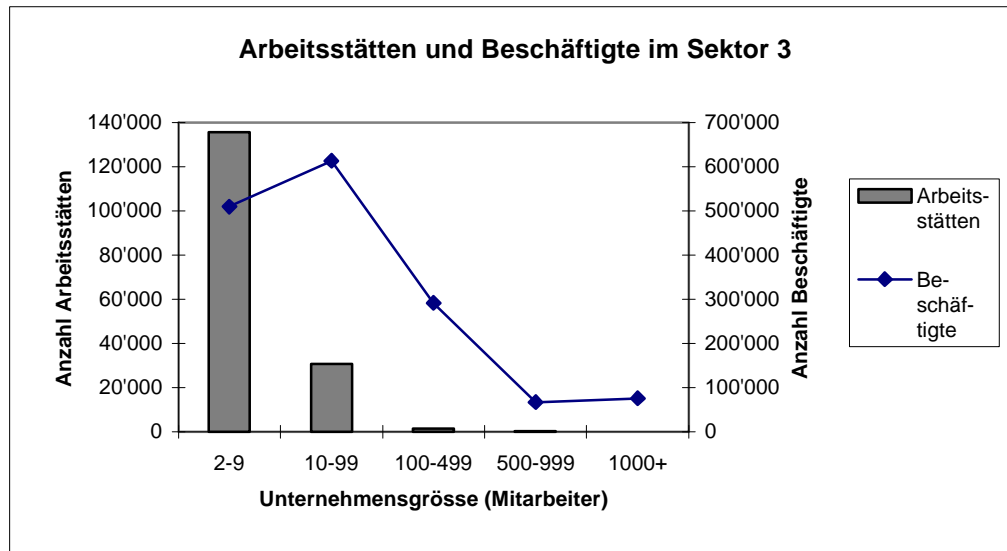


Abb. 5.6 Arbeitsstätten und Vollzeitbeschäftigte in der Schweiz 1991 im Sektor 3¹¹ [Bfs 1993].

In den Sektoren 2 und 3 sind 400'000 Teilzeitbeschäftigte mit einem Pensum von 50 bis 89 Prozent beschäftigt. Weitere 451'000 Teilzeitbeschäftigte haben ein Pensum von unter 50 Prozent. Es gibt keine Untersuchung über die Anzahl Arbeitsplätze, welche diese Teilzeitbeschäftigte besetzten¹². Für diese Studie wird daher angenommen, dass die Teilzeitbeschäftigte mit einem Pensum von grösser 50 Prozent einen fixen Arbeitsplatz haben und dass diejenigen mit einem geringeren Pensum den Arbeitsplatz mit einer zweiten Person teilen. Damit ergibt sich eine Zahl von 625'000 Arbeitsplätze, welche zu den Vollzeitbeschäftigten hinzugezählt wird.

Es wird angenommen, dass im Sektor 1 (Landwirtschaft) mit rund 80'000 Betrieben eine vernachlässigbar kleine Anzahl TVA installiert ist.

Dies ergibt folgenden Energieverbrauch für die TVA's in der Schweiz:

Beschäftigte [Mio]	elektrische Leistung/ Beschäftigte [W]	Anzahl Stunden pro Jahr	Energieverbrauch pro Jahr [GWh]
3.31	2.4	8760	70

Bei diesem Ansatz sind die Anlagen im privaten Bereich nicht erfasst.

Im zweiten Ansatz wird die Hochrechnung gemäss Statistik der Swisscom über die installierten Anlagen und ihre durchschnittlich installierte Port - Zahl (die effektiv belegte Anzahl Ports ist kleiner) durchgeführt. Pro Port wird in erster Näherung ein in Kapitel 5.2 erarbeiteter Durchschnittswert der elektrische Leistung von 1.4 W (elektrische Leistung pro maximal anschliessbare Endgeräte bei den 6 untersuchten Firmen)

¹¹ Sektor 3: Handel und Dienstleistungen

¹² Gemäss mündlicher Aussage von H. Althaus, Bundesamt für Statistik (Bfs)

angenommen. Damit ergibt sich ein Energieverbrauch von 67 GWh¹³ pro Jahr. Dieser Schätzwert ist um 4 Prozent tiefer als im ersten Ansatz. Trotz den doch relativ ungenauen und hypothetischen Annahmen bei den Berechnungen liegen die Resultate der beiden Ansätze jedoch nahe beieinander.

Abbildung 5.7 zeigt die Verteilung des Stromverbrauchs auf die verschiedenen Marktsegmente gemäss Kapitel 4.1:

- Segment 1: kleine TVA's: 1 bis 20 Nebenstellen
- Segment 2: mittlere TVA's: 15 bis 200 Nebenstellen
- Segment 3: mittlere TVA's: 40 bis etwa 800 Nebenstellen
- Segment 4: grosse TVA's: 100 bis unbegrenzt

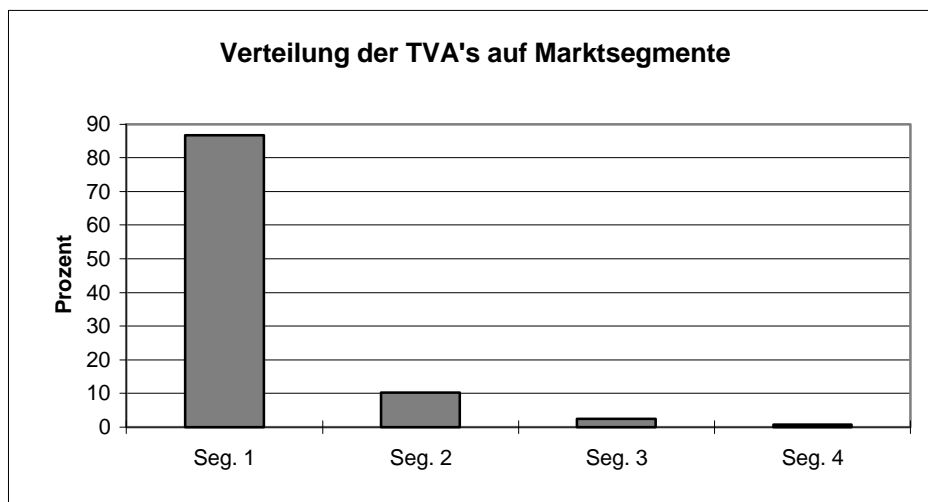


Abb. 5.7 Aufteilung des Stromverbrauchs auf die verschiedenen Marktsegmente

Der Stromverbrauch von zusätzlichen auf Personal Computer (PC) basierten Managementsystemen, welche grössere TVA's unterstützen, ist nicht mitgerechnet. Wird angenommen, dass bei jeder TVA im Segment 3 und 4 ein PC als Managementsystem mitläuft (weitere Annahme: 50 % der Bildschirme sind ausgeschaltet), so ergibt sich ein weiterer Verbrauch von ungefähr 10 GWh.

Gemäss Aussagen von Herstellern sind alleine wegen den TVA's praktisch keine Klimaanlage installiert. Stehen die TVA's jedoch in technischen Räumen, welche ohnehin klimatisiert sind, so müsste ein zusätzlicher Strombedarf für die Wegführung der Wärme aus der TVA dazugerechnet werden. Wieviele TVA's in klimatisierten Räumen installiert sind, konnte im Rahmen dieser Studie nicht ermittelt werden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der Strombedarf für die TVA's in der Schweiz nach dieser groben Abschätzung etwa 70 GWh beträgt. Die Managementsysteme benötigen weitere 10 GWh pro Jahr. Der totale Verbrauch von 80 GWh pro Jahr entspricht etwa 0.16 Prozent des gesamtschweizerischen Stromverbrauchs.

¹³ Wegen vertraulichen Angaben der Swisscom keine detaillierteren Angaben zur Berechnung

6 Entwicklung des Energieverbrauchs in der Zukunft

Verschiedene Faktoren beeinflussen den Energieverbrauch in der Zukunft [Sch 1998]:

- Wirkungsgrad der Geräte
- Nutzungsintensität
- Zahl der Geräte (Marktdurchdringung)
- neu hinzukommende Gerätetypen

Zu diesen Faktoren werden nachfolgend aus Expertengespräche qualitative Aussagen gemacht:

Die befragten Experten sagen aus, dass der Stromverbrauch bei den TVA's in der Zukunft wahrscheinlich etwa gleich bleiben wird. Es ist jedoch anzufügen, dass die befragten Personen sich sehr unsicher waren über die zukünftige Entwicklung.

Im Einzelnen sind die folgenden Entwicklungen genannt worden:

- Die Komfortansprüche werden weiter steigen, was tendenziell zu einem Strommehrverbrauch führen wird. Die Fortschritte in der Technik werden aber eher zu einem Minderverbrauch führen, welcher den Mehrverbrauch für die erhöhten Komfortansprüche wieder kompensieren wird.
- Es besteht kein Druck, ein Energiemanagement in TVA's durchzuführen. Der Stromverbrauch ist bei den Nachfragern im Markt kein Thema.
- Die Entwicklung geht in Richtung primärgetakteter Speisungen. Während heute in kleinen Anlagen sekundärgetaktete Speisungen eingesetzt werden, wird in Zukunft auch in diesem Segment primärgetaktet gespeisen. Der Leistungsfaktors $\cos \varphi$ wird verbessert.
- Der Anteil der Cordless-Endgeräte wird stark ansteigen. Gemäss Schätzungen eines deutschen Marktforschungsinstitutes wird sich der Anteil dieser Endgeräte von heute etwa 8 Prozent bis ins Jahr 2003 auf etwa 23 Prozent erhöhen [Fro 1997]. Damit nimmt der Strombedarf für die Ladegeräten stark zu.
- Entscheidend für die zukünftige Entwicklung wird das Zusammenwachsen der Informatik- und der Telekommunikationstechnologie sein. Welche Konzepte sich in der Zukunft durchsetzen werden, ist noch unklar. Am Beispiel des Telefons soll dies verdeutlicht werden: Wird in Zukunft das Telefon im PC integriert sein mit einer dauernden Betriebsbereitschaft des PC's gemäss der OnNow¹⁴-Vision oder wird im Telefon die Agenda, die Datenbanken und der Internet-Browser enthalten sein?
- Die Komfortansprüche an die Endgeräte und damit deren Intelligenz nimmt zu. Damit verbunden ist ein Strommehrbedarf. Beispielsweise könnte ein Markterfolg des Bildtelefons einen markanten Zuwachs beim Stromverbrauch verursachen. Dieser Mehrbedarf nimmt noch stärker zu, wenn die Endgeräte anstatt über die Telefonverbindung oder den digitalen Bus einzeln über eine eigene Stromversorgung ab dem 230 V - Netz gespeisen werden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass bei einer unbeeinflussten Entwicklung der Strombedarf für die TVA's etwa stagnieren dürfte.

¹⁴ Die Firmen Intel, Microsoft und Toshiba veröffentlichten 1997 das OnNow-Konzept für ein zukünftiges einfaches und flexibles Energiemanagement in PC's.

Würde ein fortschrittliches Energiemanagement eingeführt, so wäre folgendes Szenario denkbar (dazu ist zu bemerken, dass die befragten Experten die Machbarkeit und den Nutzen eher negativ beurteilen): Teile der TVA (z. B. Schnittstellenkarten) gehen automatisch in einen tiefen Standby-Zustand, falls sie nicht gebraucht werden. Es können Benutzungszeiten definiert werden, an den die Anlage aktiv ist. Ausserhalb dieser Zeiten sind nur einige spezielle Endgeräte sowie Dienste aktiv und die Anlage geht in einen tiefen Standby-Zustand. Bei der Berechnung eines Stromsarpotentials wird in einem ersten Ansatz davon ausgegangen, dass die normale Benutzungszeit den durchschnittlichen Arbeitszeiten (5 mal 12 Stunden in der Woche) entspricht und der tiefe Standby ausserhalb dieser Zeit 10 Prozent des Normalwertes beträgt. Gemäss Kapitel 5.4 beträgt der Jahresstromverbrauch aller Geräte etwa 70 GWh. Geteilt durch die Jahresstunden von 8760 ergibt sich eine Leistung von 8 MW.

Der Stromverbrauch aller TVA's in der Schweiz würde mit dem skizzierten Energiemanagement folgendermassen aussehen:

Benutzung	Leistung [MW]	Stunden	Stromverbrauch/ Jahr [GWh]
Arbeitszeit	8	3100	25
Ruhezeit	0.8	5660	5
Total		8760	30

Damit liesse sich der Stromverbrauch bei diesem visionären Szenario somit um etwa die Hälfte senken.

7 Empfehlungen für das weitere Vorgehen

7.1 Mögliche Handlungsalternativen

1. Die Strategie eines Energiemanagement in TVA's unterscheidet sich nicht gross von denjenigen in anderen vernetzten elektronischen Systemen. Das Zusammenwachsen der Technologien der Informatik und der Telekommunikation zwingt dazu, beide Gebiete zusammen zu betrachten. In diesem Sinne könnte die Begleitgruppe des Bundesamtes für Energie „Vernetzte elektronische Systeme“ mit einem Vertreter der Telekommunikation ergänzt werden.
2. Der Schweizer Hersteller von TVA's könnte in einem Pilotprojekt die Machbarkeit eines Energiemanagements aufzeigen und die Wirtschaftlichkeit überprüfen.
3. Die Spannungsversorgungseinheit einer TVA ist bezüglich der Ausfallhäufigkeit das kritischste Element (mündliche Mitteilung eines Vertreters der Swisscom). Auch hat das Speisegerät einen wichtigen Einfluss auf den Stromverbrauch. Es könnten Optimierungen für diese Speisegeräte gesucht werden, welche den spezifischen Anforderungen der TVA's wie geringe Ausfallwahrscheinlichkeiten, lange Lebensdauer, hoher Wirkungsgrad, modularer Aufbau gerecht werden.
4. Die Cordless-Telefonie verzeichnet ein starkes Wachstum. Diese schnurlosen Telefone sind mit einem wiederaufladbaren NiCd- oder neuerdings mit einem Nickel-Metallhydrid (NiMH) oder einem Lithium-Ion-Akku ausgerüstet. Die Akkus mit den zugehörigen Ladestationen könnten bezüglich den energetischen und umweltspezifischen Auswirkungen weiter untersucht werden. Erste Ansätze sind an der Forschungsstelle für Energiewirtschaft in München unternommen worden [Lec 1995].
5. Bei grösseren TVA laufen häufig parallel Managementsysteme auf der PC-Basis. Der Stromverbrauch dieser PC's und vor allem der Bildschirme könnten durch ein Energiemanagement gesenkt werden. Ein Merkblatt könnte dazu erarbeitet werden. Gleichzeitig könnte darin die Problematik der USV-Versorgung der TVA behandelt werden. Wann ist diese sinnvoll und wie muss sie dimensioniert sein?
6. Gemäss Aussage der Swisscom werden 60 bis 80 Prozent der Anlagen über den Preis verkauft. Der Stromverbrauch spielt dabei keine Rolle. Trotzdem ist zu überlegen, ob bei den kleinen Anlagen mit vielen Anbietern und einer grossen Produktauswahl ein Labeling durch die E2000-Organisation durchgeführt werden könnte, wie es bei den Bürogeräten schon funktioniert.
7. Die Technik der Telekommunikation hat bis jetzt die Zuverlässigkeit stark gewichtet. Wahrscheinlich hat dies zusammen mit der Stromversorgung von Endgeräten über die Telefonleitung oder den Bus zu einem im Vergleich zur Informatik tiefen Stromverbrauch geführt. Der Markt ist aber einem sehr schnellen Wandel in der Technologie und bezüglich neuen Bedürfnissen unterworfen. Der Stromverbrauch könnte daher plötzlich stark zunehmen. Darum sollten die beteiligten Akteure (Hersteller, Netzbetreiber usw.) bezüglich dem Thema Energie sensibilisiert werden.

Diese Vorschläge werden in der folgenden Tabelle grob qualitativ bewertet:

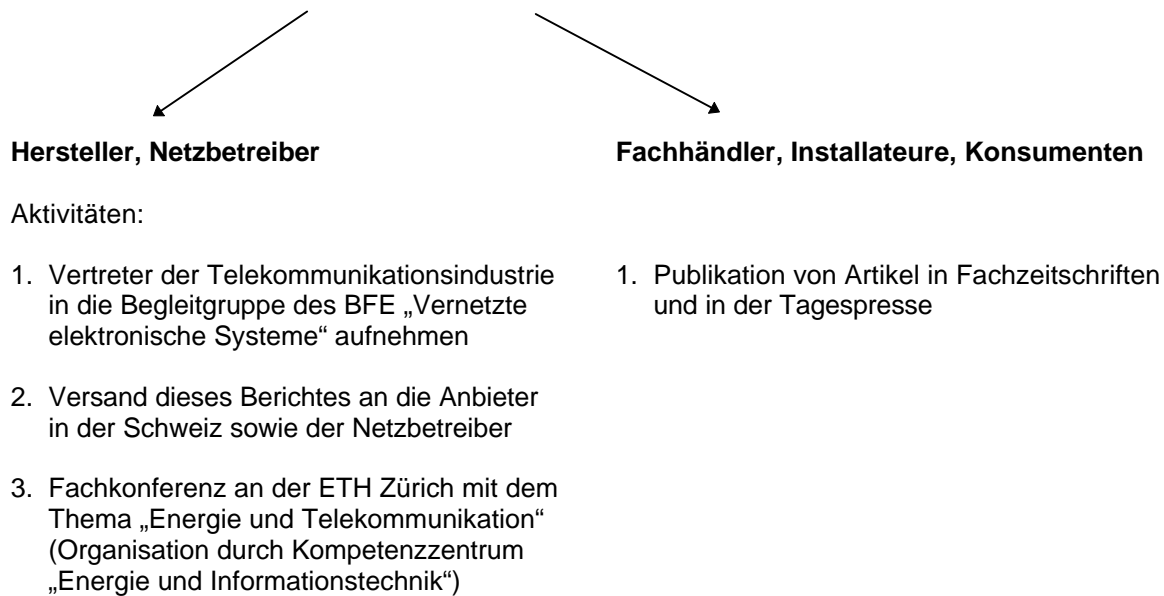
Vorschlag	Wirksamkeit	Energierrelevanz ¹⁵	Zielpublikum	Akzeptanz	Kosten
Nr. 1	mittelfristig	mittel	Hersteller, Anbieter	hoch	klein
Nr. 2	mittelfristig	hoch	Hersteller	tief	hoch
Nr. 3	mittelfristig	hoch	Hersteller	hoch	hoch
Nr. 4	mittelfristig	hoch	Hersteller	hoch	mittel
Nr. 5	kurzfristig	mittel	Käufer, Betreiber	mittel	mittel
Nr. 6	kurzfristig	mittel	Anbieter, Käufer	mittel	mittel
Nr. 7	kurz- /mittelfristig	klein/mittel	Hersteller, Käufer	hoch	klein

¹⁵ bezüglich dem Stromverbrauch der TVA's

7.2 Empfehlung

Der Jahresstromverbrauch der TVA's von zur Zeit ungefähr 80 GWh ist gemessen am Gesamtstromverbrauch der Schweiz relativ klein. Trotzdem wird vorgeschlagen, diesen Markt aus energiewirtschaftlicher Sicht weiter im Auge zu behalten und zu sensibilisieren, denn der Markt verändert sich wegen den enormen technischen Fortschritten, der Globalisierung der Wirtschaft und der gleichzeitigen Deregulierung der Märkte sehr schnell. Innerhalb weniger Jahre kann sich heute eine neue Technologie oder ein neues Dienstleistungsangebot durchsetzen (z. B. mobile Telefonie, Internet). Dies bedeutet, dass sich der Stromverbrauch in diesem Sektor innerhalb kurzer Zeit stark verändern kann.

Die Umsetzungsaktivitäten mit dem Ziel der Sensibilisierung sollten an zwei Zielgruppen gerichtet werden:



8 Begriffe und Abkürzungen

In diesem Bericht werden viele Begriffe und Abkürzungen verwendet. Die folgende Liste erklärt die wichtigsten Begriffe:

Basisanschluss	ISDN-Anschluss mit zwei Nutzkanälen (B-Kanäle) mit einer Übertragungskapazität von je 64 kBit/s und ein Steuerkanal (D-Kanal) für die Signalisierung mit einer Übertragungskapazität von 16 kBit/s.
CTI	Computer Telephony Integration
DDI	Direct-Dialling-In: Anschluss mit Teilnehmervermittlungsanlage und Teilnehmer-Durchwahl
DECT	Digital Enhanced Cordless Telephony: Standard für die schnurlose Telefonie mit Unterstützung von GAP (Generic Access Protocol)
Endgerät	Gerät beim Benutzer: Telefon, FAX, Modem, PC usw.
ISDN	Integrated Services Digital Network: Europäischer Standard für die Übermittlung von Sprache, Text, Bild und Daten in einem einzigen digitalen Fernmeldenetz. Es sind Übertragungsraten bis zu 128 kbit/s möglich (zum Vergleich analoge Verbindung: 28.8 kbit/s).
ITU-T	International Telecommunication Union. Zuständig für die Standardisierung in der Telekommunikation. Ersetzte 1993 CCITT.
Minibus	Mehrfachsteckdose, die den Anschluss von 4 digitalen Endgeräten erlaubt.
MSN	Multiple Subscriber Number: Punkt-Mehrpunkt-Anschluss: ISDN-Anschluss, der mit mehreren Nummern betrieben werden kann.
NT	Netzabschlussgerät beim ISDN-Netz (NT = Network Terminator): Schnittstelle zwischen Netz und Hausinstallation für den Anschluss von bis zu acht digitalen Endgeräten.
NT+2ab	Wie Netzabschluss NT. Erlaubt aber den Anschluss von bis zu sechs digitalen und zwei analogen Endgeräten.
Port	Teilnehmeranschluss bei einer TVA
Primäranschluss	Primärmultiplex-Anschluss (PMxA): ISDN-Anschluss mit 30 Nutzkanälen (B-Kanäle) mit einer Übertragungskapazität von je 64 kBit/s und ein Steuerkanal (D-Kanal) für die Signalisierung mit einer Übertragungskapazität von ebenfalls 64 kBit/s.
S - Schnittstelle	Von der ITU-T definierte Referenzschnittstelle für den Anschluss von ISDN-Geräten an einen ISDN-Anschluss
S ₀ - Bus	Interner 4-Draht-Bus für den Anschluss von digitalen Endgeräten
Terminaladapter	Damit kann ein analoges Endgerät an die S-Schnittstelle von ISDN angeschlossen werden.
TVA/PABX	Teilnehmervermittlungsanlage oder Private Automatic Branch Exchange; in Deutschland ist auch der Ausdruck Nebenstellenanlage gebräuchlich

9 Quellenverzeichnis

- [Bec 1998] Becker, K.H., UBS, Auszug aus der Gerätedatenbank
- [Buc 1997] Isidor Buchmann: Nickel-Cadmium- oder Lithium-Ion-Batterien? in elektrotechnik Nr. 12-97
- [Bfs 1993] Bundesamt für Statistik: Arbeitsstätten und Beschäftigte nach Wirtschaftsarten, Bern 1993
- [Fro 1997] Frost & Sullivan, Frankfurt: Goldene Zukunft für Nebenstellenanlagen, in elektrotechnik Nr. 10-97
- [Kun 1997] Kunz, M.; M. Kistler, M.: Energieverbrauch von Netzwerkkomponenten, Basler&Hofmann im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE), Zürich, 1997
- [Lec 1995] Lechner, M.: Ladetechnik für batteriebetriebene Kleingeräte. In: Energiebewusstes Handeln und nutzergerechte Technik (Tagung Schliersee 1995). VDI_Berichte Nr. 1190, Düsseldorf: VDI-Verlag, 1995
- [Sch 1998] Schwarz, J.: Wie beeinflussen Marktdurchdringung und Wirkungsgrad den Stromverbrauch?, in Infel-Info 1/98, Zürich, 1998
- [Swi 1997] Swisscom: Fragen und Fakten von A bis Z zum Thema ISDN, 1997

Mit den folgenden Experten wurden Gespräche geführt:

Becker K.H	UBS	Zürich
Blatter U.	Ascom Business System AG	Solothurn
Hux D.	Comptop AG	Solothurn
Imfeld H.-U.	Swisscom AG	Bern
Lehmann H.	Siemens Schweiz AG	Bern
Progin P.	Swisscom AG	Bern
Schenk R.	Swisscom AG	Bern
Schnebeli U.	Alcatel Schweiz AG	Kloten
Singy D., Dr.	Swisscom AG	Bern
Wieland P.	Ascom Business System AG	Solothurn