

|                     |   |
|---------------------|---|
| <b>Zeitschrift:</b> | Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses |
| <b>Herausgeber:</b> | Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen  |
| <b>Band:</b>        | 80 (1989)   |
| <b>Heft:</b>        | 20  |
| <b>Artikel:</b>     | Computer als Stromverbraucher   |
| <b>Autor:</b>       | Spreng, D.  |
| <b>DOI:</b>         | <a href="https://doi.org/10.5169/seals-903728">https://doi.org/10.5169/seals-903728</a>   |

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 26.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Computer als Stromverbraucher

D. Spreng

**Rascher Anstieg der Zahl der im Einsatz stehenden Computer auf der einen Seite, Einführung immer sparsamerer Geräte auf der anderen – vor dem Hintergrund dieser beiden gegenläufigen Tendenzen geht der Beitrag der Frage nach dem derzeitigen und künftigen gesamten Stromverbrauch der Computer nach. Erste Schätzungen zeigen, dass heute der Strombedarf der elektronischen Geräte bei etwa 4% des gesamten Strombedarfs liegen und in Zukunft noch merklich ansteigen dürfte.**

**Cette article analyse l'évolution future de la consommation d'électricité des ordinateurs en prenant en considération les tendances contradictoires qui veulent que les appareils consomment de moins en moins d'énergie. Les premières estimations montrent que les appareils électroniques participent pour environ 4% à la consommation totale d'électricité et que cette part devrait notoirement augmenter dans un proche avenir.**

Über den Stromverbrauch der Computer ist bis heute, ausserhalb der Gilde der Computer-Hardware-Spezialisten, noch nicht sehr viel bekannt. Dies ist sowohl vom energiewirtschaftlichen Standpunkt aus als auch aus der Sicht der Betreiber von grösseren Computeranlagen ein bedauerlicher Mangel.

Es sei im folgenden lediglich über zwei kleinere Arbeiten berichtet, die kürzlich in der Forschungsgruppe Energieanalysen an der Abteilung IIIB der ETH durchgeführt wurden [1; 2]. Die eine Arbeit hatte u.a. zum Ziel, ein Leistungsflussdiagramm für ein grosses Rechenzentrum zu erstellen, die andere sollte den Personal Computer als elektrischen Apparat darstellen und auch seine energiewirtschaftliche Bedeutung abschätzen. Zusammen dürften die beiden Arbeiten einen ersten Einblick in das Thema gewähren.

Die Einflüsse, die die Computer auf den Energieverbrauch haben, sind mannigfaltig. Der im folgenden beschriebene Strombedarf, den die Anlagen selbst haben, ist nur eine der Wechselwirkungen. Computer können beispielsweise auch zum Energiesparen eingesetzt werden oder als Steuer-Einheiten für Anlagen, die ohne den Computer gar nicht möglich wären. Aus volkswirtschaftlicher Sicht trägt der Computer allgemein zum Wirtschaftswachstum und auch zur Veränderung der Energieproduktivität der Investitionsgüter bei. In dieses umfassendere Problem wurde in einer früheren Arbeit [3] der Einstieg gewagt, es steht bei der vorliegenden Arbeit aber nicht im Vordergrund.

## Leistungsflussdiagramme

Die Leistungsflussdiagramme von Figur 1 und 2 stellen den Strombedarf eines grossen Rechenzentrums und einer der Rechenanlagen in diesem

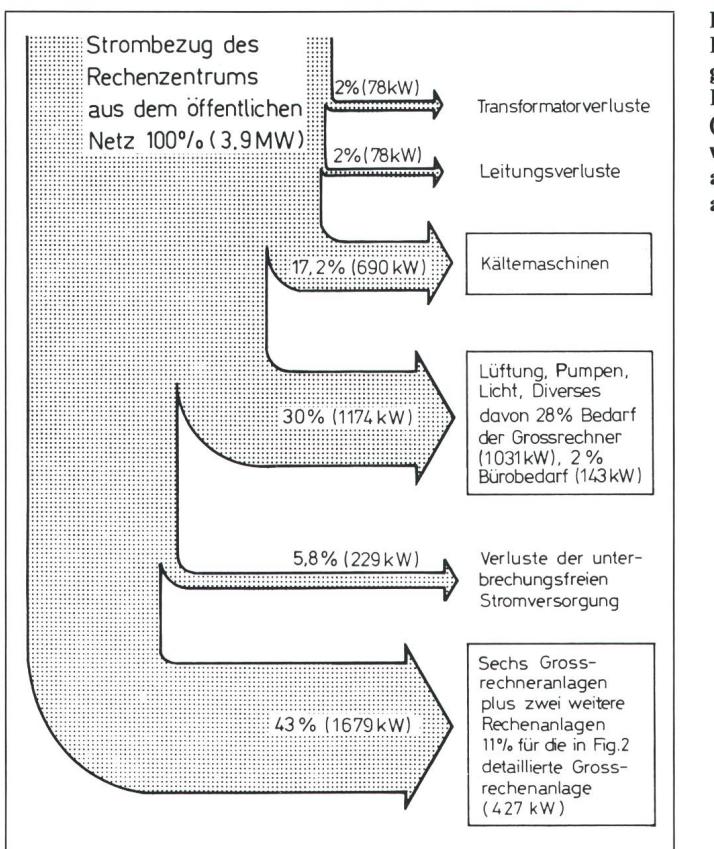
Rechenzentrum dar. Die Rechenanlage besteht aus vier Grossrechnern, mehreren Reihen von Plattspeichern, Bandstationen, Kommunikationsmodulen und weiteren, kleineren Rechnerkomponenten. Das Diagramm der Figur 3 zeigt den Strombedarf eines Personal Computers (PC). Aus diesen Figuren ist leicht ersichtlich, dass der Energieverbrauch von Computern sehr verschieden sein kann. Die Leistung, die das Rechenzentrum erfordert, beträgt rund um die Uhr etwa 4 MW, der PC benötigt, wenn er eingeschaltet ist, etwa 100 W. Rechenzentren wie das der Grossbank, dem Figur 1 und 2 zugrunde liegen, gibt es nur einige wenige in der Schweiz, PCs soll es demnächst schon eine Million geben.

Die in Figur 1 dargestellten Leistungen beziehen sich alle auf Strom bei 220 V und 50 Hz, wobei der Strom, der den Grossrechnern zufließt sowie einigen andern ausgewählten Verbrauchern, unterbrechungsfrei und spannungsstabilisiert ist. Interessant ist, dass der Verbrauch für die Infrastruktur grösser ist als der Verbrauch der Rechner. Die in Figur 1 wiedergegebenen Zahlen beziehen sich zudem auf einen Stichtag im Winter, im Jahresdurchschnitt dürfte die für die Kältemaschinen erforderliche Leistung rund ein Drittel grösser sein, was den Anteil des Stroms, den die Rechner benötigen, im Jahresmittel auf runde 40% verringert. Mit andern Worten, jedes Watt Leistung der Rechenanlage verursacht einen Leistungsbezug aus dem öffentlichen Netz von 2,5 Watt.

Die Angaben von Figur 1 und 2 haben vorläufigen Charakter, sie sind nicht alle das Resultat von direkten Messungen, sondern beruhen z.T. auf Abschätzungen (z.B. Abzug einer Sicherheitsmarge bei Werksangaben) und Umrechnungen (z.B. von einer Kälteleistung auf eine für deren Pro-

## Adresse des Autors

Dr. Daniel Spreng, Forschungsgruppe Energieanalysen, Institut für Elektrische Energieübertragung und Hochspannungstechnik, ETH-Zentrum, 8092 Zürich.



**Figur 1**  
Leistungsflussdiagramm eines grossen Rechenzentrums (gemessene Werte wurden um 14 Uhr am 30.1.1989 aufgenommen [1])

Bei der Peripherie ist der Leistungsbedarf stark von den Komfortansprüchen des Benutzers abhängig, es kommt sehr darauf an, wie gross der Bildschirm ist, ob er farbig oder nur monochrom ist, ob man sich mit einem Nadeldrucker begnügt oder ob man jede Notiz mit einem Laserdrucker druckt. Figur 3 ist die Zusammenfassung einer Messreihe, die in [2] genauer beschrieben wird.

## Hochrechnungen

In Tabelle I wird eine Hochrechnung zur Ermittlung des jährlichen Elektrizitätsbedarfs für Computer in der Schweiz gewagt.

Der in Tabelle I ausgewiesene Elektrizitätsbedarf schliesst nur den Bedarf der Computer, inkl. Peripherie und Netze, ein. Der zusätzliche Bedarf für die Infrastruktur, d.h. die Klimaanlagen, die Beleuchtung usw., ist nicht eingeschlossen. In der Kategorie Grossrechner wird beispielsweise mit der Leistung gerechnet, die der Leistung von Figur 2 entspricht, plus direkt dieser Leistung zuzurechnende Verluste von Figur 1. (Es handelt sich dort um vier Grossrechner, die eine Leistung von 427 kW benötigen plus einen Anteil an im Rechenzentrum auftretenden Verlusten von 78 kW.) Alle weiteren Strombezüge, entsprechend den in Figur 1 dargestellten Leistungen, werden in Tabelle I nicht eingeschlossen.

Es ist eine Frage der Abgrenzungsmöglichkeit. In einem grossen Rechenzentrum kann durchaus argumentiert werden, dass die ganze Infrastruktur wegen den Rechnern da ist. In typischen Bürogebäuden, wo in irgend einem Raum auch noch der Computer steht, ist jedoch schwer abzuschätzen, wieviel der Klimatisierung dem Computer zuzurechnen ist. Vielleicht wäre ohne Computer überhaupt keine Klimaanlage installiert worden, vielleicht ist der Computer ein Vorwand für den ganzjährigen Betrieb der Klimaanlage, oder das Gebäude ist so gebaut, dass eine Klimaanlage ohnehin nötig ist, und der Computer bedeutet blass eine kleine zusätzliche Wärmequelle.

Würde die Klimatisierung in der Hochrechnung von Tabelle I mitgerechnet, käme man auf eine Zahl, die vielleicht insgesamt um 50% grösser wäre. Es würde sich aber dann auch die Frage stellen, ob für die entstehende Wärme nicht eine Gutschrift berechnet werden müsste. Auch ohne eigens installierte Abwärmenutzung

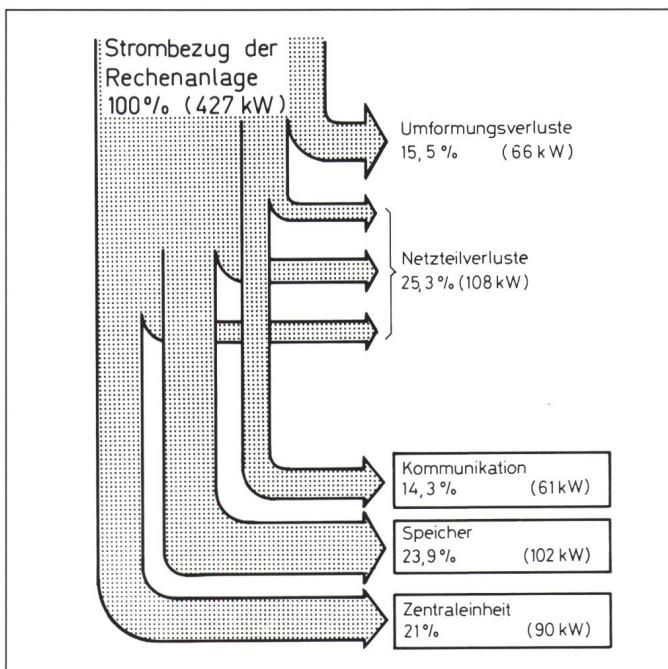
duktion notwendige elektrische Leistung).

Grossrechner werden meist nicht mit einer Frequenz von 50 Hz versorgt, sondern mit 400 Hz. Letztere Frequenz ist eine militärische Norm aus Amerika. Aus 400 Hz lässt sich mit relativ kleinem apparativem Aufwand und relativ wenig Verlust Gleichstrom produzieren. Die Netzgeräte der einzelnen Rechnerkomponenten müssen daher nicht allzu gross und schwer gebaut sein, um den für die Elektronik erforderlichen rippelfreien, spannungsstabilen und störungsfreien Gleichstrom zu erzeugen.

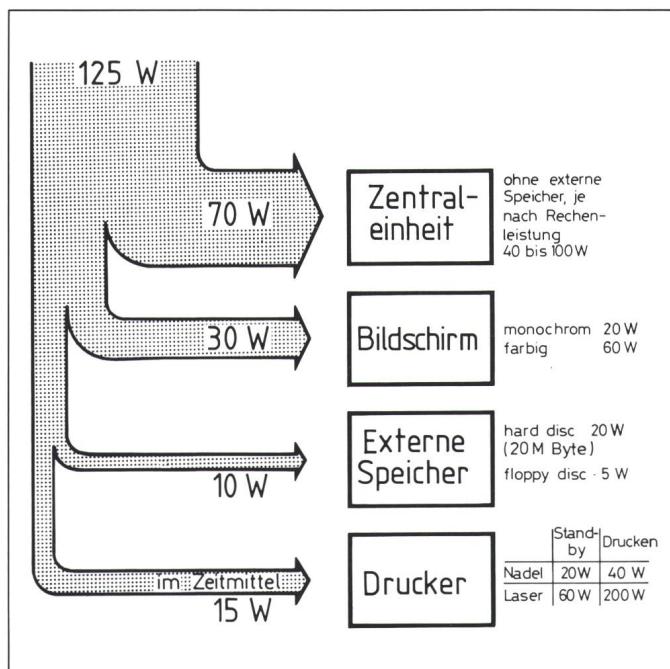
Aus Figur 2 geht hervor, dass diese neuerliche Umformung von 50 Hz auf 400 Hz in der Energiezentrale des RZ zusammen mit der Gleichrichtung in den Netzgeräten der verschiedenen Rechnerkomponenten einen weiteren Teil, rund 40% der Leistung, die für die Rechner bestimmt war, erfordert. Die Energie, die in Form von Gleichstrom schliesslich für die Zentraleinheit, die Plattenspeicher und die Kommunikationsmodule gebraucht wird, beträgt noch rund ein Viertel (40% von Figur 1 mal 60% von Figur 2 gleich 24%) der Energie, die das RZ aus dem öffentlichen Netz bezog.

Der Bedarf für Kommunikation, Speicher und Zentraleinheit ist eine Funktion der für das RZ gewählten Konfiguration, die ihrerseits stark von der Aufgabe des Rechenzentrums abhängt. Rechenzentren für wissenschaftliche Berechnungen werden hier ganz anderen Bedürfnissen genügen müssen und einen relativ grösseren Bedarf an Rechenleistung aufweisen als kommerzielle Rechenzentren. Ob die Aufteilung zwischen den drei Funktionen, wie in Figur 2 dargestellt, typisch für kommerzielle Rechenzentren ist, sei dahingestellt. Jedenfalls brauchen in diesem Beispiel Speicher und Zentraleinheit etwa gleich viel Elektrizität, Kommunikation etwas weniger.

In Figur 3 ist der typische Leistungsbedarf eines PC dargestellt. Es handelt sich um den Bedarf an Leistung aus der Steckdose (220 V, 50 Hz). Zudem enthält die Figur einige Angaben über die Spannweite der Werte bzw. über typische Werte bei einigen genauer definierten Komponenten. Beim Drucker ist zudem berücksichtigt, dass dieser nicht unbedingt immer läuft, wenn der PC eingeschaltet ist, oder dass mehrere PC einen Drucker gemeinsam benutzen. Auch hier benötigt die Zentraleinheit nur einen Teil der Leistung.



Figur 2 Leistungsflussdiagramm einer Rechenanlage mit vier Grossrechnern [1]



Figur 3 Typischer Leistungsbedarf eines Personal Computers, inklusive Peripherie. Total: 125 Watt

trägt der Computer im Winter oft dazu bei, den Heizbedarf zu reduzieren. Es ist deshalb wohl besser, für die Hochrechnung die gewählte Abgrenzung beizubehalten.

Das Total von 1120 GWh entspricht 2,5% des schweizerischen Stromverbrauchs. Computer werden oft mit weiteren elektronischen Geräten zusammen als eine Gruppe in der Liste der sogenannten Energiedienstleistungen betrachtet. Zum Verbrauch der

Computer kommen dann noch etwa 530 GWh für die Unterhaltungselektronik und 150 GWh für das Telefon und weitere elektronische Dienstleistungen, wie Überwachungssysteme usw.<sup>7</sup> Dabei nicht eingeschlossen ist der gesamte Bereich der industriellen Elektronik. Diese elektronischen Systeme helfen bloss mit, eine andere

<sup>7</sup> Hinweise auf die Quellen dieser Angaben sind in Referenz [2] zu finden.

Energiedienstleistung wie z.B. mechanische Arbeit, Wärme oder Kälte zu liefern.

Insgesamt dürften elektronische Geräte jährlich also etwa 1800 GWh konsumieren. Dies entspricht 4% des gesamten Stromverbrauchs. In Tabelle II wird dieser Anteil mit geschätzten Anteilen von andern Energiedienstleistungen, welche durch den Einsatz der Elektrizität erbracht werden, verglichen.

Die Werte der Tabelle I sind mit beträchtlicher Unsicherheit behaftet. Sowohl die Schätzungen der durchschnittlichen Leistungen als auch der durchschnittlichen Einschaltzeiten dürfen nur als grobe Richtwerte betrachtet werden.

Interessant an Tabelle I ist der Umstand, dass die grosse Anzahl der PC, dank kleiner Leistungen und im Durchschnitt kurzen Einschaltzeiten, nicht zu einem besonders grossen Elektrizitätsbedarf führt. Der Betrieb der paar hundert Grossrechner, die in einer noch viel kleineren Anzahl Rechenzentren untergebracht sind, hat insgesamt einen wesentlich grösseren Strombedarf zur Folge als der Betrieb von fast einer Million PC.

In älteren Untersuchungen ist der Elektrizitätsbedarf für die Gesamtheit der Computer jeweils wesentlich tiefer geschätzt worden. Dies ist ganz einfach das Resultat des Umstandes, dass dieser Verbrauch in den letzten Jahren gewaltig zugenommen hat.

| Computertyp                   | Anzahl <sup>1</sup>  | Durchschn. Leistung (Kilowatt) | Durchschnittl. Einschaltzeit (Std. pro Tag) | Jährlicher Strombedarf (GWh) |
|-------------------------------|----------------------|--------------------------------|---|------------------------------|
| PC                            | 900 000 <sup>2</sup> | 0,125                          | 3 <sup>2</sup>                              | 120                          |
| Kleinstsysteme <sup>3</sup>   | 12 200               | 2                              | 6 <sup>4,5</sup>                            | 50                           |
| Kleinsysteme <sup>3</sup>     | 18 100               | 5                              | 6 <sup>4,5</sup>                            | 190                          |
| Mittlere Systeme <sup>3</sup> | 2 600                | 10                             | 17 <sup>4,6</sup>                           | 160                          |
| Grosscomputer <sup>3</sup>    | 660                  | 100                            | 24  | 600                          |
| Total                         |                      |                                |   | 1 120                        |

Tabelle I Elektrizitätsbedarf für Computer in der Schweiz 1988

<sup>1</sup> Vergl. [2] Die Daten, ohne Anzahl der PCs, stammen aus A. Lüthi, R. Julmi, T. Schaller, «Informatik-Einsatz in Schweizer Betrieben 1989», Uni Fribourg und IHA Hergiswil, 1989

<sup>2</sup> Siehe [2] Die durchschnittliche Benutzungsdauer wird so kurz angesetzt, da viele der verkauften PCs selten und einige gar nie in Gebrauch sind.

<sup>3</sup> Aufteilung nach Preisklassen, siehe Fussnote <sup>1</sup>. Durchschnittliche Leistungen schliessen Peripherie und Netze ein.

<sup>4</sup> Es wird berücksichtigt, dass einige Geräte, obwohl vorhanden und vielleicht auch einsatzbereit, nicht oder nicht das ganze Jahr in Betrieb sind. Dies führt zu einer verminderten durchschnittlichen Einschaltzeit.

<sup>5</sup> Im Prinzip etwas länger als Büroarbeitszeit, allenfalls minus Betriebsferien und Abzug wegen Bemerkung von Fussnote <sup>4</sup>

<sup>6</sup> Im Prinzip rund um die Uhr, minus Abzug wegen Bemerkung von Fussnote <sup>4</sup>.

## Künftige Entwicklungen

Die künftige Entwicklung des Energieverbrauchs für die Rechner wird sowohl durch technische als auch durch wirtschaftliche Faktoren bestimmt.

Welche Rolle die stete technische Entwicklung in Richtung Wirkungsgradverbesserung spielt, lässt sich sehr schön anhand der PC illustrieren. Die rasante Entwicklung in der Halbleitertechnik führt dazu, dass für dieselbe Informationsverarbeitung bei jedem neuen Modell, das auf den Markt kommt, immer weniger Strom erforderlich ist. Dabei geht es nicht um Prozente, sondern um Faktoren.

Ein logisches Gatter, das mit der alten TTL-Technik (Transistor-Transistor-Logik) gebaut ist, ist in Figur 4 abgebildet. Dieses Gatter zieht bei drei von vier Schaltzuständen ständig 1,25 mA, beim vierten Schaltzustand noch mehr. Würde ein Rechner, der Tausende von diesen Gattern enthält, noch heute mit dieser Technik gebaut, würde dies zu einem erheblichen Leistungsbedarf führen.

Heute wird die schnelle, aber energieverwenderische TTL-Technik i.a. nur noch für Übermittlungsfunktionen inner- oder ausserhalb von Zentraleinheiten eingesetzt. Zudem

gibt es im Rahmen dieser Technik, die ganze Familien von Halbleiter-Bausteinen umfasst, grosse Verbesserungen (Veränderungen des Aufbaus, Miniaturisierung, Systemintegration usw.), die sich auch sehr stark auf den Energieverbrauch auswirken.

Für die Verarbeitung von Daten wird die TTL-Technik jedoch durch andere Techniken, vor allem die MOS-Techniken (metaloxyde semiconductor) abgelöst. Eine Variante dieser Technik, die CMOS-Technik (complementary metaloxide semiconductor), braucht besonders wenig Energie. Bei dieser Technik fliesst nämlich nur dann Strom, wenn ein Schaltzustand sich ändert. Die derzeitige allmähliche Verdrängung der bisher angewandten Techniken, insbes. NMOS (n-channel metaloxide semiconductor), durch CMOS führt zu massiven Einsparungen [4].

Die Entwicklung der Halbleitertechnik wirkt sich insbesondere auf die Zentraleinheit aus. Neuere Zentraleinheiten brauchen alle zwei Jahre nur noch etwa halb so viel Energie, oder haben die doppelte Informationsverarbeitungskapazität.

Bei der PC-Peripherie sind es meist nicht elektronische Komponenten, die den Energiebedarf verursachen. Es ist

die Kathodenstrahlröhre des Bildschirms mit Glühkathode und Wehneltzylinder, welcher der Beschleunigung und Fokussierung des Elektronenstrahls dient. Bei Farbbildschirmen braucht es drei Elektronenstrahlen mit dreifachem Energieverbrauch. Im Aufschlagdrucker sind es die energiebetriebenen Komponenten, Magnete und kleine Elektromotoren; und im sogenannten Laserdrucker, der wesentlich mehr Energie braucht, ist es vor allem auch eine Heizung zum Anschmelzen des Farbpulvers. Bei diesen ausgereiften Techniken halten sich die Wirkungsgradverbesserungen von Jahr zu Jahr im üblichen Rahmen, d.h. sie betragen einige wenige Prozente.

Es zeigt sich nun, dass die Konsumenten mit fortschreitender Technik bei der Zentraleinheit in den allermeisten Fällen die höhere Informationsverarbeitungskapazität wählen, so dass sich der durchschnittliche Leistungsbedarf der gekauften Modelle nur langsam verringert. Bei der Peripherie werden grössere, wenn immer möglich farbige Bildschirme und schönere Drucker gewählt und demnächst wohl auch farbige Drucker. Dies führt dazu, dass der Strombedarf der Peripherie pro PC stark wächst.

Ähnlich liegen die Dinge in bezug auf die Entwicklung des Stromverbrauchs grösserer Rechner. Die stürmische Entwicklung in der Halbleitertechnik kann auch hier zu Einsparungen führen, wenn das verbesserte Verhältnis von Informationsverarbeitungskapazität zu der dafür notwendigen elektrischen Leistung nicht einfach zur Vergrösserung der Informationsverarbeitungskapazität verwendet wird. Ebenso ist bei den grösseren Rechnern auch ein Trend zu mehr Benutzerfreundlichkeit festzustellen, der den erhöhten Komfortansprüchen bei der PC-Peripherie entspricht. Sowohl die rapid zunehmende Vernetzung der Systeme als auch die sogenannten benutzerfreundlichen Oberflächen führen zu erhöhtem Energieverbrauch. Benutzerfreundliche Software, in ferner Zukunft bis hin zur Spracherkennung, ist oft mit einem erheblichen Rechenaufwand verbunden.

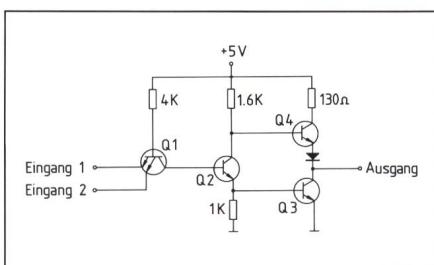
Der wachsende Stromverbrauch pro Gerät ist natürlich noch mit der rapid wachsenden Anzahl der Geräte zu multiplizieren. Jährliche Zuwachsrate (in Geldeinheiten) lagen bei der EDV in den letzten Jahren zwischen 10% und 20%. Eine Sättigung des Marktes zeichnet sich nicht ab.

| Energiedienstleistungen <sup>8</sup>  | Geschätzter Anteil am gesamten Elektrizitätsbedarf <sup>9</sup> der Schweiz in % |
|---|--|
| Mechanischer Antrieb<br>Maschinen aller Art, Pumpen, Gebläse usw.           | 20   |
| Beleuchtung   | 11   |
| Warmwasser<br>inkl. Warmwasser für Wäsche                                   | 10   |
| Raumwärme   | 8  |
| Klimatisierung<br>von Räumen, insb. auch Ventilation                        | 8  |
| Kochen  | 8  |
| Prozesswärme<br>Widerstands-, Induktionsheizung usw.                        | 8  |
| Personen- und Gütertransport  | 7  |
| Trocknen  | 4  |
| Kühlen/Gefrieren von Waren  | 4  |
| Elektroprozesse   | 4  |
| Elektronische Geräte  | 4  |
| Sonstige elektrische Apparate<br>insbes. in Haushaltungen                   | 2  |
| Mobile Geräte und Fahrzeuge für<br>innerbetriebliche Transporte inkl. Lifte | 2  |

Tabelle II Elektrizitätsbedarf für die verschiedenen Energiedienstleistungen

<sup>8</sup> Aufstellung nach Institute for Energy Analysis, Oak Ridge, TN.

<sup>9</sup> Viele dieser Werte sind geschätzt, z.T. abgeleitet aus der Gesamtenergiestatistik und aus Conrad U. Brunner et al., «Verminderung des elektrischen Energieverbrauchs in Gebäuden», NFP 44, Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung, Bern, 1986



Figur 4 Schaltung eines TTL-NAND-Gatters\*. Widerstandswerte sind in Kilo-Ohm (oder einfach K) und Ohm angegeben [6]

\* NAND («not and») steht für die Kombination der logischen Funktionen UND und NICHT

Wohl sind die Zuwachsrate bei den grösseren Rechnern (definiert als Preisklasse) kleiner als bei den kleineren, billigeren Rechnern. Dies dürfte aber mindestens z.T. ein Resultat der Verbilligung der Rechner sein. Marktdata, bei welchen die Computer in Klassen gleicher Leistung eingeteilt sind, gibt es in der Schweiz nicht.

All dies macht eine Prognose des Stromverbrauchs der Computer sehr schwierig, mit einem jährlichen Wachstum von mindestens 10% ist jedoch zu rechnen<sup>10</sup>.

## Energiesparmöglichkeiten

Dem Energieverbrauch kommt bei der Anwendung der Computer allgemein eine sehr geringe Bedeutung zu. Die wenigsten Anwender werden sich bei der Anschaffung neuer Geräte um den zu erwartenden Energieverbrauch kümmern. Angaben über den Stromverbrauch werden lediglich für die Bereitstellung der notwendigen elektrischen Leistung und der notwendigen Kühlleistung benötigt. Ein Kriterium für den Kauf dieses oder jenes Gerätes ist der Energieverbrauch selbstverständlich nicht.

Nun, ist dies wirklich so selbstverständlich? Es scheint sich in letzter Zeit ein zunehmendes Interesse der Anwender am Stromverbrauch ihrer Computer zu regen. Dies einerseits, weil die Stromrechnung grosser Rechenzentren oft nicht vernachlässigbare Werte erreicht (jährlich oft mehrere Millionen Franken) und anderseits, weil weite Kreise der Bevölkerung, u.a. auch ökologisch interessierte Leute, mit Computern in Kontakt kommen.

<sup>10</sup> Mit zunehmendem Anteil des Stroms für Computer am Gesamtverbrauch dürfte für direkt ans Netz angeschlossene Geräte u.a. auch das sehr schlechte Verhältnis der Wirkleistung zur Scheinleistung das Augenmerk der Elektrizitätswirtschaft verdienen.

Beim Kauf von Geräten ist es ähnlich wie bei einem Auto. Wer sich für einen Cadillac entschliesst, wird im Gebrauch einen erhöhten Energieverbrauch haben. Rechner, die besonders schnell sind und besonders grosse Datenspeicher haben, brauchen im Gebrauch, ob diese Eigenschaften ausgenutzt werden oder nicht, mehr Strom als kleinere Geräte. Besonders ausgeprägt ist im PC-Bereich der Mehrbedarf, der sich beim Gebrauch grosser und farbiger Bildschirme sowie beim Gebrauch von Laserdruckern ergibt. Letztere werden oft auch, mit einem zusätzlichen PC als Server, rund um die Uhr betrieben.

Wenn man also in bezug auf Speicherkapazität, Rechengeschwindigkeit, Bildschirmgrösse und Druckqualität überlegt einkauft, spart man nicht nur Geld, sondern man wird i.a. anschliessend im Gebrauch auch Strom sparen. Beim Bildschirm sind zudem Flüssigkristall-Anzeigen besonders sparsam (sie brauchen 10 000 mal weniger Strom als die üblichen Kathodenstrahlröhren [5]). Für bessere Lesbarkeit sind diese LCD (Liquid Cristal Display) neuerdings oft hinterleuchtet, brauchen aber auch dann noch wesentlich weniger Strom als konventionelle Bildschirme [4].

Die sogenannten Laptop-PC sind mit solchen LCD ausgerüstet. Diese Bildschirme haben den zusätzlichen Vorteil, dass sie flach sind. Einige Laptops sollen auch weitgehenden Gebrauch der CMOS-Technik machen [5]. Ein Überblick über Energiesparmöglichkeiten wird für die PC und für die übrigen elektronischen Bürogeräte in einer kürzlich publizierten Studie, mehrheitlich amerikanischen Ursprungs, gegeben [4].

Kapazitätsauslastung ist auch ein Problem bei grösseren Systemen: Legt man sich einen Rechner zu, der nur zu einem kleinen Teil ausgelastet ist, so läuft man Gefahr, sich damit für die gesamte Lebensdauer der Anlage auch eine überdimensionierte Stromrechnung eingehandelt zu haben.

Die Gefahr kann durch einen sinnvollen Betrieb der Systeme teilweise gebannt werden. Es kommt ja nicht nur auf die elektrische Leistung an, mit der die Systeme betrieben werden, sondern auch auf die Einschaltzeiten der Anlagen und Anlagekomponenten. Schnelle Rechner, die während einer kurzen Einschaltzeit voll genutzt werden, können energetisch sehr wohl sinnvoll sein. Ebenso kann ein komfortabler, schneller Drucker, der von

vielen Benutzern gemeinsam genutzt wird, zu einem kleineren Energieverbrauch führen als eine Vielzahl langsaamer Drucker.

Ein sanftes Energiemanagement hat seine Berechtigung sowohl in der Phase der Auslegung von Systemen als auch im Betrieb. Zuverlässige Energieverbrauchsangaben seitens der Hersteller wären für eine energiebewusste Auslegung von Systemen wichtig. Bei Druckern wären z.B. Angaben über Verbrauch pro Kopie für typische, evtl. sogar standardisierte Anwendungsfälle hilfreich.

Im Betrieb ist das manuelle Ausschalten zweifelsohne eine wirksame Methode. In Zukunft wird wohl aber vermehrt und zuverlässiger ein Energiemanagement-Software-Paket dafür sorgen, dass jeweils nur diejenigen Anlagen und Anlagekomponenten in Betrieb stehen, die wirklich benötigt werden. Diese Software schaltet Anlagekomponenten automatisch auf Standby, nachdem die Anlageteile eine gewisse Zeit nicht im Einsatz standen. Solche Programme sind in Ansätzen schon vorhanden, könnten aber ohne Zweifel vermehrt eingebaut werden. Ihre vermehrte Anwendung würde dazu beitragen, die im Einsatz stehende Kapazität der Rechenanlagen den Bedürfnissen besser anzupassen.

Energiesparmöglichkeiten im Bereich der Computer sind für die einzelnen Betreiber sehr gross. Es kann aber nicht damit gerechnet werden, dass die in Zukunft realisierten Einsparungen in diesem noch völlig ungesättigten Markt auf volkswirtschaftlicher Ebene deutlich in Erscheinung treten werden.

## Literatur

- [1] Künzler B., «Elektrizitätsverbrauch und EDV-Einsatz in einer Grossbank», Semesterbericht WS 88/89, Institut für Elektrische Energieübertragung und Hochspannungstechnik, ETH Zürich
- [2] Spreng D., «Personal Computer und ihr Stromverbrauch», Forschungsbericht Nr. 1/1989, Auftrag der Kommission für Rationale Elektrizitätsanwendung, INFEL, Postfach, 8023 Zürich
- [3] Spreng D./Hediger W., «Energiebedarf der Informationsgesellschaft», Verlag der Fachvereine, Zürich, 1987
- [4] Norford L., Rabl A., Harris J., Routier J.: «Electronic Office Equipment: The Impact of Market Trends and Technology on End-Use Demand for Electricity», in Electricity, T.B. Johansson et al. Eds., Lund University Press, 1989
- [5] Proebster W.E., «Peripherie von Informationssystemen», Springer, 1987.
- [6] Sargent III, M., Shoemaker R., und Stelzer, E. H. K., «Assemblersprache und Hardware des IBM PC/XT/AT», Addison-Wesley, Bonn, 1988

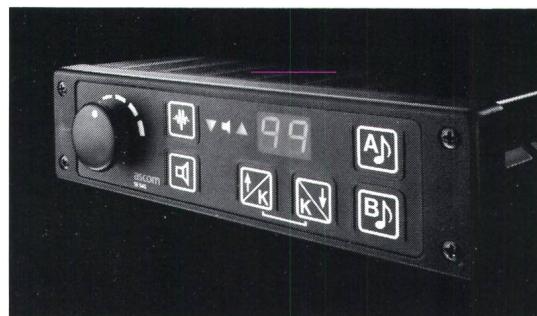
# Genau das Richtige für die Feuerwehr, das Tiefbauamt, der Industriebetrieb, das Baugeschäft und den Aussendienst?



## Genau das Richtige für noch so unterschiedliche Ansprüche!

Das neue professionelle Sprechfunkgerät SE 540 vereint dank Mikroprozessorsteuerung Vielseitigkeit mit individueller Anpassungsfähigkeit. Viele seiner Funktionen sind auf spezielle Anwenderbedürfnisse programmierbar. Modernste SMD-Fertigung und die robuste Metall-Rahmen- und -Gehäusekonstruktion machen es zu einem High-Quality-Kommunikationsmittel. Das Gerät ist äusserst kompakt und einfach zu bedienen. Es passt sowohl zur gepflegten Ausstattung einer Limousine wie zum Cockpit eines Kleintranspor-

ters oder Baustellenfahrzeuges. Eine intelligente Modulbauweise garantiert die Wartungsfreundlichkeit, die man heute von einem Profi-Gerät erwartet.



Fahrzeugfunkgerät SE 540 mit Synthesizer-Frequenzaufbereitung. 20 oder mehr Kanäle im 2-m-, 4-m- und 70-cm-Band. 6/10/25 Watt Sendeleistung, LED-Anzeige für Kanäle und Selektivruf.

Lassen Sie sich über das neue Funkgerät von **ascom** informieren.

Coupon bitte einsenden an:  
**Ascom Telematic AG**, Abt. VL, Bolligenstr. 56,  
3000 Bern 22, Fax 031 41 75 27

-----  
Mich interessieren  Ihre Funkgeräte  Ihre Funksysteme  
 Datenfunktechnik  Kanalbündeltechnik

Name \_\_\_\_\_ Vorname \_\_\_\_\_  
Firma \_\_\_\_\_  
Strasse \_\_\_\_\_  
PLZ \_\_\_\_\_ Ort \_\_\_\_\_  
Telefon Nr. \_\_\_\_\_  
-----