

Elektrizität sparen

Autor(en): **Brunner, C. U.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **78 (1987)**

Heft 4

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-903820>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Elektrizität sparen

C.U. Brunner

Nachdem bereits im Bulletin SEV/VSE Nr. 24/1986 eine Zusammenfassung der Nationalfonds-Projektleitung über die Studie «Elektrizität sparen» sowie ein Korreferat aus der Sicht der Elektrizitätswirtschaft publiziert wurden, wird nachfolgend einem Mitglied des Autorenteams Gelegenheit gegeben, vor allem über die technischen Grundlagen der dargestellten Sparmöglichkeiten eingehender zu berichten. Damit soll dem kritischen Leser die Möglichkeit geboten werden, sich aus erster Hand über die Feststellungen der Autoren und die von ihnen gezogenen Schlüsse zu informieren.

Le Bulletin ASE/UCS n° 24/1986 ayant déjà publié un résumé du Fonds National et un exposé présentant le point de vue de l'économie électrique sur l'étude «Economiser l'électricité», la possibilité est maintenant donnée à un membre du groupe des auteurs de s'exprimer de manière plus exhaustive sur les bases techniques des possibilités d'économies proposées. Le lecteur critique peut ainsi recevoir de première main un aperçu des constatations des auteurs et des conclusions qu'ils en ont tirées.

Bericht über das NFP-44-Projekt:
Conrad U. Brunner, Andreas Baumgartner,
Ernst A. Müller, Roland Stulz und Bruno Wick:
«Elektrizität sparen», Zürich, September 1986
(erhältlich beim Schweizerischen Nationalfonds,
Postfach 2338, 3001 Bern, oder bei der Pro-
grammleitung NFP 44, SIASR, Dufourstrasse 48,
9000 St.Gallen).

Adresse des Autors

Conrad U. Brunner, dipl. Arch. ETH/SIA,
Büro CUB, Planung & Architektur & Energie,
Lindenhofstrasse 15, 8001 Zürich

1. Die Geschichte des Elektrizitätssparens

Im Gegensatz zum Ölsparen, das durch den Ruf von 1973: «Weg vom Öl!» in der Zwischenzeit politisch und technisch zu einem anerkannten Forschungs- und Realisierungsthema wurde, ist der rationelle Einsatz von Elektrizität in der Schweiz, wie auch im Ausland, ein bisher noch wenig bearbeitetes Thema, das im übrigen auch nicht von einer klaren politischen Willensäußerung gestützt wird.

Die Einsparung von Öl hat sich seit 1973 in der nationalen Energiebilanz, wie auch in der Volkswirtschaft und im ökologischen Bereich, deutlich positiv niedergeschlagen. Der Rückgang des Heizölverbrauchs von 1975 bis 1985 um 13% ist nicht allein durch die rationellere Energienutzung, sondern zu einem Teil auch durch blosser Verschiebung auf andere Energieträger wie Gas und Elektrizität zustande gekommen. Dennoch ist der Umschwung seit der Erdölkrise von 1973 in einer Geschwindigkeit und in einem Ausmass eingetreten, wie er damals nicht vorausgesagt werden konnte und wie er in den offiziellen Szenarien der GEK auch noch keinen Niederschlag fand.

Entscheidend für den ersten Erfolg im Ölbereich war die gemeinsame Willensäußerung aller politischen Kräfte und eine Verstärkung der Anstrengungen in der Ausbildung (Impulsprogramme I und II), sowie der Förderung von Forschung und Entwicklung (NEFF, NFP usw.). Erst in zweiter Linie war die Erarbeitung gesetzlicher Vorschriften (z. B. Energiegesetz des Kantons Zürich), das Schaffen ökonomischer Anreize (z. B. Steuerabzüge oder günstigere Hypotheken) und das Setzen neuer Energieverbrauchsstandards (Energiekennzahlen, SIA 380/1) bedeutungsvoll. Schliesslich gelang es, dank der breit abgestützten Akzeptanz dieser Massnahmen und der allgemein anerkannten Einsicht, dass Energiesparmassnahmen sinnvoll sind, den Heizenergieverbrauch insgesamt in unserem Lande – trotz weiter wachsender Gebäudefläche – zu stabilisieren.

Und im elektrischen Bereich? Zu Zeiten der Untersuchungen der GEK wurden 1976 erstmals die elektrischen Sparmöglichkeiten diskutiert (Basler & Hofmann: Energiesparmassnahmen). Aus heutiger Sicht wirken diese Untersuchungen für den elektrischen Bereich eher unvollständig und oberflächlich. Dies ist aus den Voraussetzungen der Zeit nach 1973 gut zu verstehen, wo die wirtschaftliche Abhängigkeit von den arabischen Staaten im Vordergrund des politischen Interesses stand. Zu Zeiten der EEK wurden 1980 im Rahmen der Bedarfsnachweise für die Kernenergie weitere Untersuchungen angestellt, die auch Grundlagen für die Berechnungen mit ökonomischen Modellen lieferten (BEW Schriftenreihe Nr. 19). Diese Untersuchungen über Spartechnologien, Sparinstrumente und Vollzugsmöglichkeiten (BEW Schriftenreihe Nr. 10) sind immer noch auf – aus heutiger Sicht – dürftigen Grundlagen abgestützt. Eigentliche Untersuchungen über die Komponenten des Elektrizitätsverbrauches existierten bis dato in der Schweiz nicht. Die offizielle Elektrizitätsstatistik des BEW gibt darüber nur unvollständig Aufschluss.

Die Elektrizitätswerke selber haben in ihrem Verband VSE im Rahmen der regelmässig erstellten 10-Werke-Berichte wiederholt auf technisch-wirtschaftliche Einsparungen von Elektrizität durch rationelle Nutzung hingewiesen. Die Untersuchungen im letzten veröffentlichten 6. Bericht aus dem Jahr 1979 mit einer Vorschau der Elektrizitätsversorgung bis ins Jahr 1990 basieren im wesentlichen auf älteren deutschen Abklärungen (VDEW 1977) mit Schwergewicht im Bereich der gut dokumentierten Haushaltgeräte. Im deutschen Forschungs- und Entwicklungsbereich sind weitere interessante Anstrengungen, vor allem zugunsten der Hersteller von Massenprodukten im Haushaltgerätebereich, vom BMFT gefördert worden. Die inzwischen durch eine gemeinsame Anstrengung der deutschen Elektroapparate-Branche erzielten Erfolge lassen sich sehen

(3. ZVEI-Bericht 1978–1984). Ähnliche Fortschritte wurden auch bei schweizerischen Produkten erreicht.

Die Sparüberlegungen der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft wurden vielfach von Substitutionsmodellen im Bereich Raumwärme überlagert. Die ständige Ausweitung der Inlandnachfrage mit jährlichen Wachstumsraten von etwa 3 bis 4% hat das Vertrauen der Elektrizitätsproduzenten in theoretische Berechnungen der möglichen Sparquoten nie zu gewinnen vermocht.

In der Schweiz sind im Rahmen der alljährlich vom BEW publizierten Forschungsprojekte im Energiebereich (BEW: F, E & D, 1985) nur wenige Projekte zu finden, die sich mit der rationellen Elektrizitätsnutzung auseinandersetzen. Das Schwergewicht der durch die öffentliche Hand geförderten Projekte liegt immer noch im Wärmebereich. Bei der Elektrizität konzentrieren sich die Forschungsanstrengungen auf die Erzeugerseite, im wesentlichen aber auf Untersuchungen im Zusammenhang mit einem sicheren Betrieb und der Entsorgung der Kernkraftwerke.

An dieser Stelle ist es notwendig, den Begriff des «Sparens» zu klären. Sparen von Elektrizität unterscheidet sich von Substitution durch die Verminderung des Einsatzes von Endenergie ohne Verschiebung auf andere Energieträger.¹ Sparen – aus unserer Sicht – umfasst im wesentlichen die technische Verbesserung zur rationellen Energienutzung, die ohne Komfortverzicht, bei gleicher Sicherheit, bei heutigen wirtschaftlichen Gegebenheiten günstig ist und diesen Spareffekt mit Technologien erreicht, die bereits in der Schweiz eingeführt und erprobt (aber nicht notwendigerweise im Markt verbreitet) sind.

Die bisherigen schweizerischen Prognosen des Elektrizitätsverbrauches basieren nicht auf detaillierten Sparstudien, sondern im wesentlichen auf Trendentwicklungen. Die Nachfrageentwicklung ist aber keine resultierende Grösse, sondern eine ursächliche Grösse, die vom Informationsstand der Konsumenten, der verfügbaren Technologie und vom Preisniveau der konkurrenzierenden Energieträger abhängt. Dazu werden nunmehr ständig schärfere Kriterien der Sicherung von Mensch und Umwelt vor unerwünschten geringfügigen, aber dauernd wirkenden Beeinträchtigun-

¹ In der hier beschriebenen Studie wird nur im Bereich der Raumheizung ein beschränkter Anteil (10%) der Elektrizitäts-Verbrauchsverminderung durch Rücksubstitution unterstellt (weniger als 0,5% des Heizölbedarfs).

gen einerseits, und auch vor seltenen, dafür aber katastrophalen Auswirkungen andererseits, gefordert.

2. Technisches Sparpotential

Aufgrund von Untersuchungen an insgesamt 100 Gebäuden aus dem Dienstleistungs- und Haushaltbereich und aufgrund detaillierter Analysen im Bereich der drei wichtigsten Elektrizitätsanwendungen für Wärme, Licht und Kraft, ist es heute möglich, in diesen drei Bereichen erste Erkenntnisse für ein technisch-wirtschaftliches Sparpotential zu formulieren. Die präsentierten Erkenntnisse sind vorläufige Ergebnisse von durchgeführten oder im Detail geplanten Elektrosanierungen in der Schweiz. Sie werden durch laufende Untersuchungen vertieft und sie sollen insbesondere im Rahmen der vom Bundesrat im Oktober 1986 eingesetzten Expertenkommission «Energieszenarien» durch weitere Unteraufträge vertieft und geklärt werden.

Eines der auslösenden Motive für die hier beschriebene Arbeit war die Begegnung mit einer Vielzahl von grösseren Bauten in der Schweiz in den letzten 5 Jahren, wie Spitälern, klimatisierten Verwaltungsbauten, Rechenzentren, Einkaufszentren usw., bei denen zum Teil trotz hoher Ölpreise (1980–1985) schon damals die jährlichen Elektrizitätskosten die Ölkosten überstiegen. Erst wenige Objekte sind in der Schweiz aufgrund dieser Ausgangslage systematisch analysiert und verbessert worden. Damit kann aus der Beobachtung von teilweise unvollständig oder ungünstig sanierten Bauten noch nicht direkt auf das tatsächliche Sparpotential bei der vollen Ausschöpfung aller heute technisch verfügbaren Mittel, die wirtschaftlich eingesetzt werden können, geschlossen werden. Im folgenden soll ein kurzer Abriss über die technischen Sparmöglichkeiten in den Bereichen Wärme, Licht und Kraft gegeben werden.

2.1 Wärme

Im Wärmebereich werden heute auf der Basis des Verbrauches von 1983 etwa 42% der Elektrizität verbraucht. Wichtig ist, neben Raumheizung (8%), Warmwasser (9%), Backen/Kochen (10%) und Waschen/Abwaschen/Trocknen (4%), vor allem der Bereich der Prozesswärme in Gewerbe und Industrie (12%).

Die Wärmeerzeugung aus Elektrizität erfolgt meistens mit Ohmschen Widerständen. Die Verbesserungen im

thermischen Bereich sind auf die verbesserte Wärmetechnik der letzten 10 Jahre abgestützt (NFP 44 Projekt: SVEG²). Die thermische Verbesserung von Gebäuden besteht aus einer Verminderung der Wärmeanforderungen (zeitlich, örtlich) bei gleichbleibender Deckung der Komfortbedürfnisse und auf einer Reduktion der Verluste durch Dichtung und Dämmung. Zusätzlich kann sektoriell eine deutliche Prozessverbesserung durch den Ersatz der Ohmschen Widerstandsheizung durch Wärmepumpen usw. erzielt werden. Im Bereich der erhöhttemperaturigen Prozesse sind ebenso Anwendungen mit Induktionssystemen, Mikrowellen usw. denkbar, welche die klassischen Ohmschen Widerstände ersetzen können.

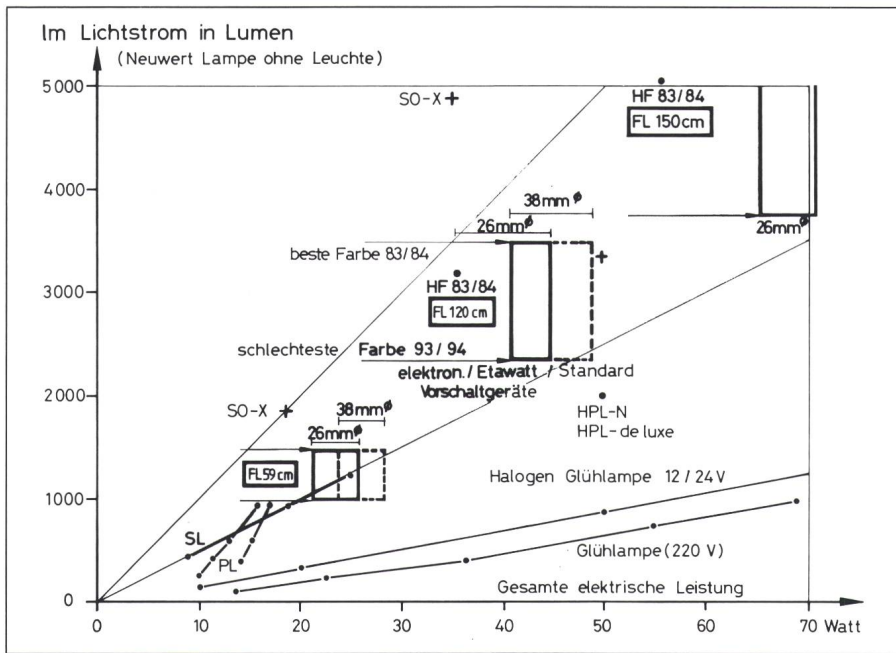
Insgesamt beziffert die Studie «Elektrizität sparen» das technische Sparpotential, das auf heutigem Technologiestand mit wirtschaftlichen Mitteln realisiert werden kann, auf 27% im Wärmebereich, wovon zwei Drittel im Winter anfallen.

2.2 Licht

In der klassischen Gliederung der drei Hauptanwendungen sind hinter dem alten Begriff Licht auch die neuen Anwendungen der Elektrizität für die Informatik und Fernmeldetechnik verborgen. Im Lichtbereich, der insgesamt etwa 11% des gesamten Elektrizitätsverbrauches umfasst, verbirgt sich zudem das traditionelle Gefühl, dass Licht – im engeren Sinne die öffentliche Beleuchtung mit 2% – nur wenig ausmacht. Aus neueren Erkenntnissen des Verbrauches im Dienstleistungsbereich geht hervor, dass Licht dort über 30% des elektrischen Verbrauches ausmachen kann und damit auch zu einem spürbaren Betriebskostenfaktor geworden ist.

In der Schweiz werden jährlich etwa 40 Millionen Lampen verkauft, wovon erst 10 Millionen Stück auf die in der Lichtausbeute etwa 5mal besseren und wesentlich langlebigeren Gasentladungslampen fallen. Die Verbesserungen im Lichtbereich beginnen bei einer besseren Tageslichtnutzung, umfassen neue bessere Lampen mit höherer Lichtausbeute (Fig. 1), bessere Vorschaltgeräte, bessere Leuchten und ein besseres Verständnis für die Raum-Geometrie. Zudem werden vermehrt Lichtsensoren zur ständigen Helligkeitsregulierung eingesetzt.

² C.U. Brunner und E.A. Müller: Strukturelle Verminderung des Energieverbrauchs in Gebäuden, Zürich August 1985.



Figur 1 Lichtausbeute kleiner Lampen

Im *Informatikbereich* ist besonders die Entwicklung grosser Rechenzentren in Grossbanken, Versicherungen, Hochschul- und Forschungsinstituten im Auge zu behalten, die schätzungsweise mit 30 bis 50 Anlagen in der Schweiz um 0,5 TWh/a Elektrizität verbrauchen. Spartechnologien im EDV-Bereich stehen erst am Anfang. Wohl sind sehr grosse Fortschritte in der erforderlichen elektrischen Leistung pro Rechenoperation (W/Mips) in den letzten 10 Jahren verzeichnet worden. Noch immer sind aber die jährlichen Zuwachsraten der Rechnerleistung höher als dieser technische Spareffekt. Grosse Fortschritte sind in der Bildschirmtechnik und im Einsatz und in der Auswahl der Peripherie (Drucker, Speicher usw.) erzielt worden. Durch den gezielten Betrieb in hierarchischen Systemen und mit Stand-by-Funktionen sind hier weitere Verbesserungen zu erwarten, die sich auf die allgemeine Büroautomation positiv auswirken.

Ein weiteres Feld im EDV-Bereich öffnet sich mit dem Einsatz besserer Kühlsysteme, die direkt Apparateorientiert eingesetzt werden und nicht wie bisher indirekt via die Raumklimatisierung die konzentrierte Abwärme (300 bis 600 W/m²) abführen müssen. Grosse zusätzliche Verluste entstehen heute durch die teilweise erforderliche unterbrechungsfreie Stromversorgung, die häufig mit ungeeigneten Systemen betrieben wird und damit einen dauernden zusätzlichen Elektrizitätsaufwand von etwa 20 bis 30% verursacht.

Das technisch-wirtschaftliche Sparpotential im Bereich *Licht* wird von der Studie auf 50% veranschlagt, wovon fast zwei Drittel im Winterhalbjahr anfallen.

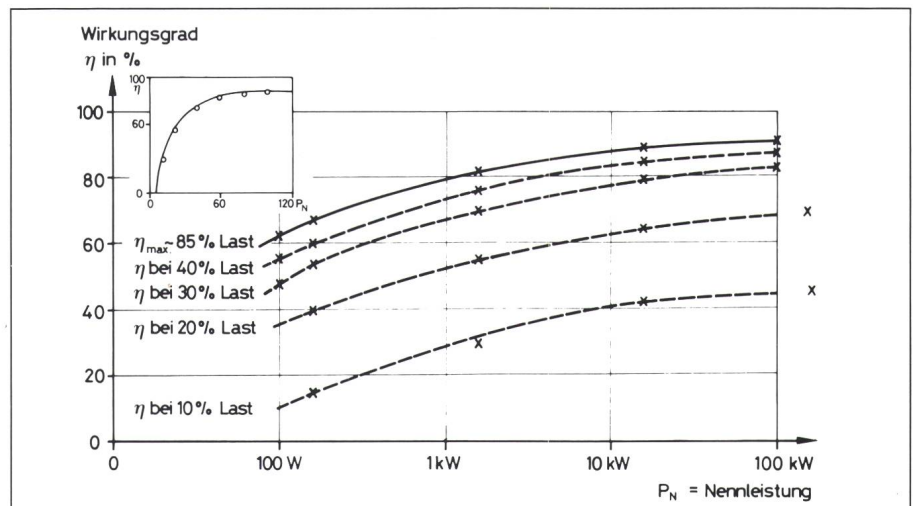
2.3 Kraft

Der wichtigste und heute noch am wenigsten bekannte Teil der Elektrizitätsanwendung ist die Umwandlung in mechanische Arbeit für Kraftzwecke mit Elektromotoren. Dieser Bereich macht heute etwa 47% des elektrischen Verbrauches aus. Jährlich werden in der Schweiz etwa 200 000 neue Elek-

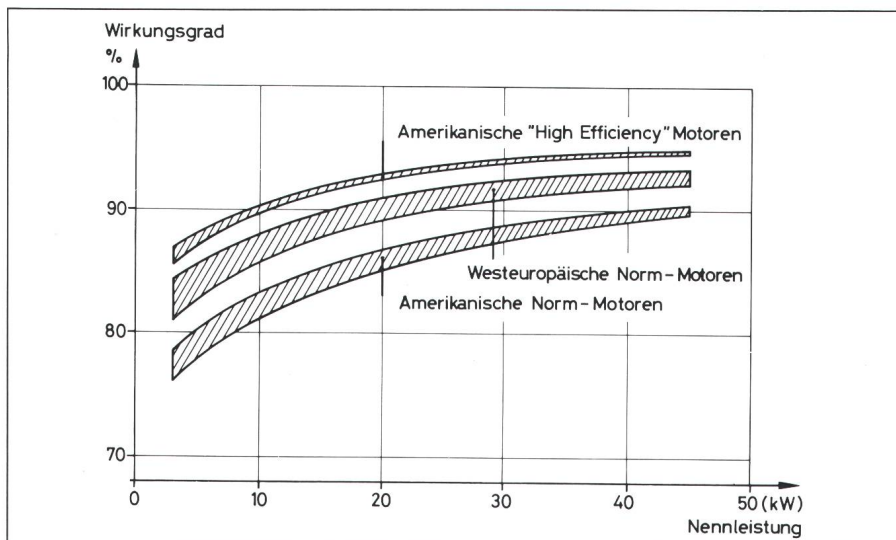
tromotoren für industrielle Anwendungen verkauft, wovon etwa 50% in Maschinen eingebaut und wieder exportiert werden.

Innerhalb der Kraftanwendung fallen die *Strömungsmaschinen* (Umwälzpumpen, Ventilatoren) mit 5% Verbrauchsanteil auf, bei denen die Fördermenge in der dritten Potenz von der elektrischen Leistung abhängt. Viele untersuchte Anlagen zeigen die oft unpräzise und ängstliche Überdimensionierung, die z. B. bereits bei um ein Drittel zu grossem Förderstrom die 2,5fache Antriebsleistung des Motors gegenüber der richtigen Dimensionierung erfordert. Nachdem heute praktisch alle Motoren über etwa 500 Watt serienmässig über Motorschutzschalter verfügen und nachdem auch die früher gefürchtete Überlast durch zu grosse Anlaufmomente nicht mehr gegeben ist, sind die alten Praktiken der «grosszügigen» Dimensionierung überflüssig geworden.

In Figur 2 ist der Zusammenhang zwischen Motorgrösse und *Wirkungsgrad*, wie er etwa im europäischen Markt heute erreicht wird, dargestellt. Dabei fällt für die häufigsten Typen der dauernd laufenden und aussengekühlten Asynchronmotoren mit 1500 Umdrehungen pro Minute auf, wie stark im Bereich der kleinen Motoren (unter 5 kW), die wohl über 80% der eingesetzten Motoren ausmachen, der Wirkungsgrad absackt. Ferner fällt auf, wie durch den Teillastbetrieb unter 50% eine weitere deutliche Verschlechterung des Wirkungsgrades stattfindet. Guter Wirkungsgrad (nahe 90% und mehr) ist eine Eigenschaft von Grossmotoren über 100 kW, die in ihrer Anwendung sehr wenig verbreit-



Figur 2 Wirkungsgrad von Asynchronmotoren in Abhängigkeit von ihrer Grösse und ihrer Belastung



Figur 3 Wirkungsgrad von Asynchronmotoren: Amerikanische und europäische Produkte im Vergleich

tet sind (wohl unter 5% der Stückzahlen und weniger als 20% des Elektrizitätsverbrauches aller Motoren).

In Figur 3 ist eine Übersicht über den derzeitigen europäischen und amerikanischen Elektromotormarkt dargestellt. Dabei fällt zwar positiv auf, dass die europäischen Motoren im Vergleich zu den amerikanischen Standardmotoren deutlich besser abschneiden, dass aber inzwischen durch die sogenannten «High-Efficiency»-Motoren im amerikanischen Markt ein neuer Qualitätsstandard geschaffen wurde. Diese verbesserten Motoren sind in der Schweiz ebenfalls erhältlich, werden aber zurzeit wegen der geringen Mehrkosten von etwa 15% bei einer Wirkungsgradverbesserung um etwa 8% praktisch noch nicht angewendet.

Eine wichtige Verbesserung, die für Strömungsmaschinen wie auch für Kältemaschinen, Elektromotor-Wärmepumpen, usw. angewendet werden kann und die dank der Mikroelektronik nunmehr auch für kleine Motoren einsetzbar ist, stellt die *lastabhängige Drehzahlregulierung* dar. Nur wenn die Motoren bei Nichtgebrauch abgestellt und im Gebrauch kontinuierlich entsprechend der erforderlichen Belastung drehzahlreguliert betrieben werden, ist das heute durch bessere Wirkungsgrade mögliche technische Sparpotential ausschöpfbar.

Unsere Sparquote im Kraftbereich von 20% setzt sich aus den Teilen

- kürzere Einsatzdauer mit besserer Lastregulierung,
- angepasster Leistung durch bessere (knappere) Dimensionierung und
- verbesserte Motorqualität (Wirkungsgradverbesserung)

zusammen. Noch nicht berücksichtigt wurden bereits bekannte neue Entwicklungen im Bereich der Synchronmotoren, Gleichstrommotoren und der Spezialmotoren mittlerer und kleiner Leistung, wie sie heute bereits für Solarmobile entwickelt und erfolgreich eingesetzt werden.

Die Zukunft und die Chance des Elektromotors liegt in besseren, kleineren, leicht und rasch regulierbaren Motoren der Grösse zwischen 10 Watt und 10 kW. Die entsprechenden, überholten IEC-Normen müssten rasch angepasst werden und endlich neben Baugrösse und Nutzleistung auch den Wirkungsgrad normieren. Entsprechende Typenprüfungen und Waren-deklarationen können von den Fachverbänden direkt eingeführt werden. Damit könnten Entwicklungen, die besonders der Qualitätsproduktion schweizerischer Hersteller zugute kommt, rascher und ohne neue gesetzliche Massnahmen im Markt realisiert werden.

Für die verschiedenen Haushaltgeräte, die Kraftanwendungen teilweise mit thermischen Umwandlungen kombinieren, kann erfreulicherweise festgestellt werden, dass aufgrund einer Vielzahl von Apparaten, die regelmässig vom Schweizerischen Institut für Hauswirtschaft in Zürich getestet werden, der mittlere Elektrizitätsverbrauch zwischen 1981 und 1985 um 18% reduziert werden konnte. Haushaltgeräte verfügen über eine Vielzahl von Kleinstmotoren (10 W bis 100 W) und wenige Kleinstmotoren der Grösse 100 W bis 1000 W. In diesen beiden Kategorien ist die Verbreitung schlechter Billigmotoren mit einem geringen Wirkungsgrad sehr

gross. Hier scheinen also vor allem die in der BRD geförderten Anstrengungen zur Produktverbesserung erste Früchte zu tragen, die bei weitem noch nicht an technisch/physikalische Grenzen anstossen. Immerhin fällt auf, dass die Spreizung zwischen schlechtestem und bestem Haushaltgerät heute immer noch im Mittel bei einem Faktor 2 liegt.

Im Kraftbereich können gemäss der Studie insgesamt 22% der Elektrizität nach technisch/wirtschaftlichen Gesichtspunkten eingespart werden. In diesem Falle sind die Anteile des Winter- und Sommerverbrauchs etwa gleich gross.

2.4 Gesamtes Sparpotential

Aus der Summierung der drei Anwendungsbereiche Wärme, Licht und Kraft wurde eine gesamthafte Einsparung von 29% im Jahresmittel, von 32% bezogen auf den Winterverbrauch berechnet. Dies macht auf der Basis des Verbrauches von 1983 bereits 6,6 TWh Winterelektrizität aus, die durch Intelligenz und Kapital ersetzt werden könnte.

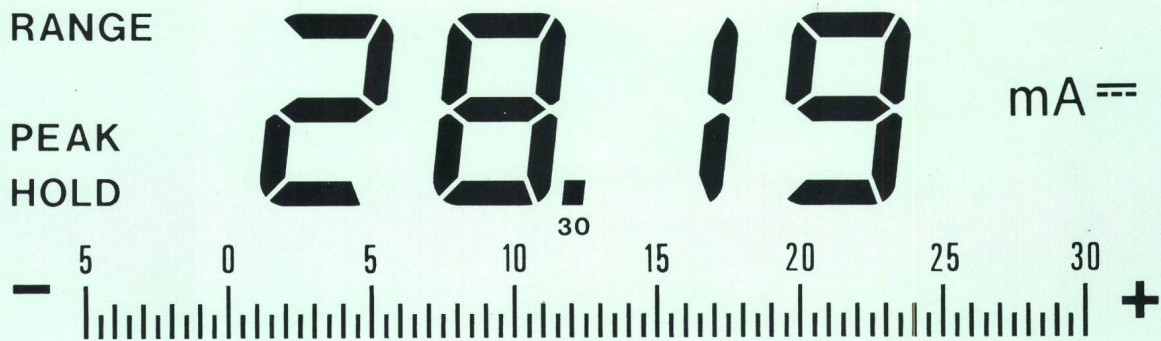
Weder die Vermutung, dass eine solche Sparquote schlagartig realisiert werden könnte, noch die Behauptung, dass diese Sparquote innert weniger Jahre im Zuwachs «ertrinken» wird, sind richtig. Vielmehr ist diese technologisch/wirtschaftlich auf heutige Werte fixierte Quote als dynamisch zu betrachten, indem sich die Spartechnologien weiterentwickeln werden, und z. B. in der Kältetechnik noch grosse Verbesserungen erwarten lassen. Die Durchsetzung dieser neuen verbesserten Technologie braucht aber Zeit und wird in diesem Sinne auch nie - in einem freiheitlichen Staatssystem - zu 100% realisiert werden können.

3. Wirtschaftliches Sparpotential

Untersuchungen an schweizerischen Objekten zeigen ein bedeutendes, wirtschaftliches Sparpotential für Elektrizität. «Wirtschaftlich» wird dabei folgendermassen verstanden: wenn durch ein Ersatzprodukt (z. B. neuer Motor) die mit einer technischen Verbesserung erzielten Elektrizitätseinsparungen die Mehrkosten des besseren Ge-

- Analog + Digital
- Automatische Meßbereichswahl
- Digitalanzeige mit ± 3000 Digit
- Analogskala mit Zeiger

Ausgabe 1.87
Bestell-Nr. M 60.01.03



Anzeige der Funktionen „RANGE-HOLD“, „DATA-HOLD“ und „PEAK-HOLD“

--| -Zeichen signalisiert, daß die Batterie bald auszutauschen ist

Skala für Analoganzeige mit Negativbereich und Polaritätsumschaltung

Dreiecke zeigen Bereichsüber- und -unterschreitung an

Taste zur manuellen Bereichswahl

Diodentest und akustische Durchgangsprüfung

Automatische Bereichs-umschaltung für die Bereiche 3...1000 V/300 Ω ...30 M Ω

Meßbereichschalter ausgeführt als Langhebel-Drehschalter für Einhandbedienung

Langhebel-Drehschalter zum Ein- und Ausschalten des Gerätes und zur Stromartwahl

Anzeige von Meßgröße und Stromart

3³/stellige Digitalanzeige mit ± 3000 Digit und 10,5 mm hohen Ziffern

Zeiger für Analoganzeige

Anzeige des gewählten Meßbereiches

Taste zum Ein- und Ausschalten der Funktionen „DATA-HOLD“ und „PEAK-HOLD“

Strommeßbereiche 300 μ A...10 A \approx

Robust durch Gummiarmierung

Echte Effektivwertmessung bei V \sim und A \sim

Aufstellbügel zum Schrägstellen

Meßleitungen mit berührungsgeschützten Winkelsteckern und mit fest angeschlossenen Prüfspitzen

Anschlußbuchsen gegen zufälliges Berühren geschützt.

Ich bestelle:

_____ Hand-Multimeter M 2004	280,-
_____ Hand-Multimeter M 2005	330,-
_____ Hand-Multimeter M 2006	380,-
_____ Hand-Multimeter M 2007	470,-
_____ Hand-Multimeter M 2008	595,-
_____ Tragetasche F 829	51,-

Firma/Institut _____

Abl./z. Hd. _____

Straße _____

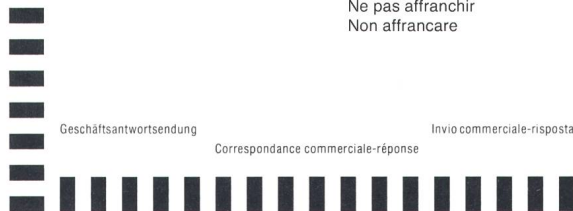
PLZ/Ort _____

Telefon Durchwahl _____

Datum _____ Unterschrift _____

sFr/Stück
excl. Wust

5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 / 187



AG FÜR MESSAPPARATE
FELSENRAINSTRASSE 1
CH-8052 ZÜRICH
TELEFON 01-3023535
TELEX 823647

Bureau Suisse Romande:
Metrawatt, Route du Platy 52,
1752 Villars-sur-Glâne
Téléphon 037/247757

METRAWATT
AG FÜR MESSAPPARATE
Felsenrainstrasse 1

CH-8052 Zürich

Gedruckt in der Bundesrepublik Deutschland
Änderungen vorbehalten

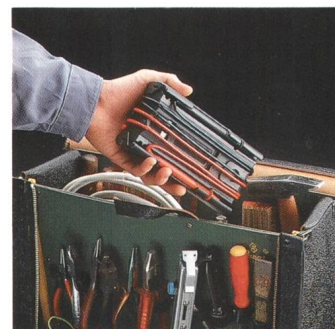
Hand-Multimeter M 2004 . . . M 2008

Präzise Digitalanzeige und Analogskala mit Zeiger sind die augenfälligsten Merkmale der 5 neuen Hand-Multimeter. Die Forderung vieler Praktiker, neben dem genauen Meßwert auch dessen Schwankungen exakt erfassen zu können, wurde hier konsequent verwirklicht. Die Digitalanzeige besitzt 10,5 mm hohe Ziffern. Die Anzeige ist 3¹/₂-stellig. Die Auflösung beträgt ± 3000 Digit. Die darunter befindliche LCD-Skala mit Zeiger hat 70 Skalenteile. Dynamisches Verhalten und Genauigkeit sind vergleichbar mit denen herkömmlicher analoger Meßgeräte mit Drehspulmeßwerk. Der Negativbereich (10 Skalenteile) erlaubt die genaue Beobachtung von Meßwertschwankungen auch um „Null“ herum. Alle Hand-Multimeter sind mit der

„Autorange“-Funktion ausgerüstet. Ab M 2006 kommt die Speicherfunktion „Data-Hold“ hinzu, ab M 2007 „Peak-Hold“. Das M 2008 bietet darüber hinaus echte Effektivwertmessung. Neben der Analog-/Digital-Anzeige und den verschiedenen Sonderfunktionen sind es vor allem konstruktive Merkmale, die den neuen Hand-Multimetern ihr Profil geben. Zwei handfeste Gummiwangen schützen die Geräte nicht nur sicher vor Schlag und Stoß, sie nehmen auch die Prüfspitzen auf. Die Langhebel-Drehschalter ermöglichen Einhandbedienung sowohl für Rechts- als auch für Linkshänder. Ein ausklappbarer Bügel an der Rückseite erlaubt die Schrägstellung der Geräte. Batterie und Sicherung sind in von außen zugänglichen Fächern untergebracht.



Mit einer eingeklemmten Prüfspitze kann der eine Meßpunkt unmittelbar mit dem Hand-Multimeter abgetastet werden. Man hat die Anzeige dann direkt vor Augen.



Zum Aufbewahren des Hand-Multimeters, z. B. in der Werkzeugtasche, bleiben die Meßleitungen angesteckt und werden einfach um das Gerät gewickelt. Die Prüfspitzen klemmt man in die Schlitze der Gummiwangen.

Typ	M 2004	M 2005	M 2006	M 2007	M 2008
Beschreibung/Anwendung	Hand-Multimeter mit analoger und digitaler Anzeige und mit automatischer Meßbereichswahl	Hand-Multimeter wie M 2004, zusätzlich mit Range-Hold-Funktion	Hand-Multimeter wie M 2005, zusätzlich mit Meßwert-speicher	Hand-Multimeter wie M 2006, zusätzlich mit Maximalwert-speicher	Hand-Multimeter wie M 2007, zusätzlich mit echter Effektivwertmessung bei ~
Meßbereiche	300 mV \approx ; mit Bereichsautomatik: 3 V/30 V/300 V/1000 V \approx				
Strom	10 (20) A \approx	3 mA/30 mA/300 mA/ 3 A/10 (20) A \approx	300 μ A/3 mA/30 mA/300 mA/3 A/10 (20) A \approx		
Widerstand	mit Bereichsautomatik: 300 Ω /3 k Ω /30 k Ω /300 k Ω /3 M Ω /30 M Ω				
Verschiedene	Durchgang akustisch durch Dauer- und Intervallton; Diodentest; Temperatur - 20 . . . + 125°C mit Tastkopf T 2001				
Eingangsimpedanz bei V \approx	10 M Ω // < 40 pF				
Digitalanzeige	3 ¹ / ₂ -stellige LCD mit ± 3100 Digit; Ziffernhöhe 10,5 mm				
Grundfehler der Digitalanzeige bei V \approx	± (0,7% v. M. + 1D) V~ ± (1,5% v. M. + 2D) A \approx ± (1,5% v. M. + 2D) A~ ± (2,0% v. M. + 2D) Ω ± (0,7% v. M. + 1D)	± (0,5% v. M. + 1D) ± (1,0% v. M. + 2D) ± (1,0% v. M. + 1D) ± (1,5% v. M. + 2D) ± (0,6% v. M. + 1D)	± (0,25% v. M. + 1D) ± (0,75% v. M. + 2D) ± (1,0% v. M. + 1D) ± (1,5% v. M. + 2D) ± (0,4% v. M. + 1D)	± (0,1% v. M. + 1D) ± (0,5% v. M. + 2D) ± (0,75% v. M. + 1D) ± (1,2% v. M. + 2D) ± (0,2% v. M. + 1D)	± (0,1% v. M. + 1D) ± (0,75% v. M. + 3D) ± (0,75% v. M. + 1D) ± (1,2% v. M. + 3D) ± (0,2% v. M. + 1D)
Analoganzeige	LCD-Skala mit Zeiger; Skalenlänge 53 mm; Skala \mp 5 . . . 0 . . . \pm 30 mit 70 Skalenteilen				
Grundfehler d. Analoganzeige bei Meßbereichsendwert bei V \approx	2,4%	2,2%	1,95%	1,8%	
Frequenzbereich (U \leq 300 V)	45 Hz . . . 1 kHz	15 Hz . . . 1 kHz	15 Hz . . . 4 kHz	15 Hz . . . 20 kHz	
Überlastungsschutz	Meßbereiche 3 V . . . 1000 V: bis 1200 V \approx ; alle anderen (ausgenommen 10 A): bis 500 V \approx				
Funktionen	Range-Hold (manuelle Bereichswahl in den Automatik-Bereichen)				
	Data-Hold (automatische Meßwertspeicherung)				
	Peak-Hold (automatische Maximalwertspeicherung)				
Stromversorgung	9 V-Flachzellenbatterie nach IEC 6 LF 22 bzw. IEC 6 F 22				
Abmessungen/Gewicht	98 mm x 185 mm x 47 mm/0,5 kg				

rätes bei heutigen Tarifen verzinsen und amortisieren. Wichtig ist dabei, dass die Geräte nach Ablauf ihrer technischen Lebensdauer (bei Elektrogeräten häufig 10 bis 15 Jahre) durch die dann jeweils besten Geräte im Markt ersetzt werden. Dies ist nur möglich, wenn ein transparenter Markt entsteht, d. h. wenn eindeutige Qualitätsmerkmale wie z. B. der elektrische Wirkungsgrad eines Motors, der typische Tagesverbrauch eines Kühlschranks, usw. nach normierten Verfahren gemessen und auf den Typenschildern angegeben werden.

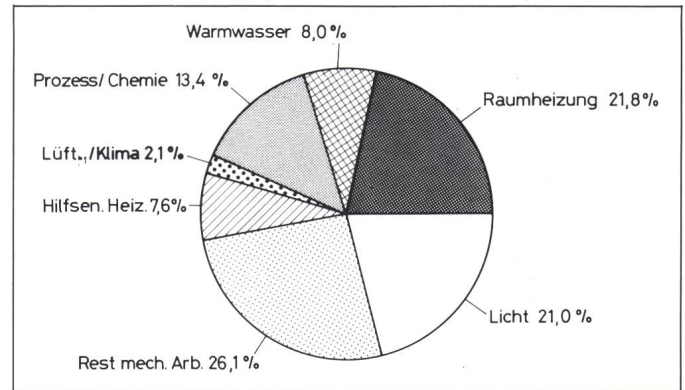
Die Einsparung von 43 detailliert untersuchten und teilweise bereits realisierten Elektrosanierungen betrug 24% (flächengewichtet) und war mit einem nur zur Hälfte ausgeschöpftem Investitionsrahmen erzielt worden. Dies zeigt, an einer ersten, noch kleinen Gruppe realer Projekte, dass der Wirtschaftlichkeit von Elektrizitätseinsparungen selbst bei heutigen Tarifen noch keine enge Grenze gesetzt wird.

Selbstverständlich spielt das Preisniveau der Elektrizität auf Stufe der Endverbraucher eine wichtige Rolle. Bei einem heutigen mittleren Tarif (1985) von 13 Rp./kWh liegen Haushalte bei etwa 17 Rp./kWh, Industrien bei etwa 7 Rp./kWh. Einzelne Grossindustrien, die besonders hohe Elektrizitätsverbraucher sind, arbeiten sogar auf einem Tarifniveau von 3 bis 5 Rp./kWh. Dieser grosse Preisunterschied ist nur zu einem kleinen Teil mit unterschiedlichen Kosten für die Erstellung der notwendigen Infrastruktur (Zuleitungen, Transformatoren, Zähler, Ablesung usw.) und dem besser ausgeglichenen Jahresbezug zu begründen. Hier steckt ein wichtiger Ansatzpunkt für die Sparstrategie nach ökonomischen Kriterien: nicht marktgerechte Elektrizitätstarife müssen durch eine klare Trennung von Tarif und Subvention korrigiert werden.

Tarifveränderungen sollen demnach nicht nur tendenziell den Teuerungsausgleich für die Erstellung der notwendigen Infrastrukturen ausgleichen (hier liegen Haushalte wohl ca. 2 Rp./kWh höher als die Industrie), sondern sollen gezielt die Marktteilnehmer zum sparsamen Verbrauch animieren. In diesem Sinne ist schon verschiedentlich auf nicht kostendeckende Winternachtstarife hingewiesen worden.

Insgesamt stecken in dem technischen Sparpotential von etwa 11,1 TWh/a (Fig. 4) wirtschaftliche Investitionen von 12,8 Milliarden Franken, die der einheimischen Industrie zur Verbesserung der Elektrogeräte zugeführt werden könnte.

Figur 4
Technisch-wirtschaftliches Sparpotential für Elektrizität in der Schweiz nach Verwendungszwecken (gemäss Studie «Elektrizität sparen»)



4. Die Zukunft des Elektrizitätssparens

Die Erfahrung der letzten 15 Jahre zeigt, dass Energie nicht von selbst gespart wird. Neben technischen Verbesserungen und ökonomischen Voraussetzungen sind vor allem Anstrengungen zur Schaffung eines starken Sparwillens in der Bevölkerung auf allen Stufen notwendig. Sparappelle sind dazu völlig ungenügend. Die systematische Förderung des Elektrizitätssparens setzt eine intensivere Auseinandersetzung auch der Fachleute mit der Materie voraus.

Als wirksamstes Mittel, besonders im Verhältnis der Wirkung zu den eingesetzten Mitteln, muss ein intensives Weiterbildungsprogramm für Ingenieure, Architekten und Installateure angesehen werden. Im Bundesamt für Konjunkturfragen wird momentan geprüft, ob ein neues Impulsprogramm zum rationellen Einsatz der Elektrizität geschaffen werden kann und mit ähnlicher Breitenwirkung wie die bisherigen beiden Programme im Wärmebereich durchgeführt werden soll.

Als zweiter wichtiger Punkt muss die Typenprüfung für Motoren, Kältemaschinen, Pumpen und die darauf aufbauende Warendecklaration hervorgehoben werden. Wenn der gutwillige Konsument heute nicht in der Lage ist, obwohl er möchte, das elektrisch beste Gerät zu kaufen, fehlt die notwendige Markttransparenz. Die Anstrengungen des Bundesamtes für Energiewirtschaft im Rahmen eines Konsumenteninformationsgesetzes derartige Produkte zu regulieren, müssen beschleunigt und verstärkt werden.

Als dritter Punkt sind naturgemäss eine Vielzahl von Forschungs- und Entwicklungsprojekte verstärkt zu fördern, die sich mit diesem Themenkreis auseinandersetzen. Intensive Beratungsstrategien sind nur abgestützt auf einer Reihe von konkreten Objekterfahrungen möglich. Die offensive Beratung (grosse und hohe Elektrizitäts-

verbraucher mit entsprechend grossem Sparpotential) muss kommunal aufgebaut werden. Systematische Reihenhebungen der Energiekennzahl ($MJ/m^2 a$) haben sich dabei als einfaches und rasch verständliches Mittel zur Grobbeurteilung des spezifischen Verbrauches bewährt und haben eine klare Motivationswirkung für die betroffenen Verbraucher.

Als vierter Punkt muss auf die Bedeutung systematischer Tarifentwicklungen hingewiesen werden, die für den Investor mittelfristig wichtige Signale setzen. Nicht nur sollte die Teuerung kalkulierbar sein, sondern es müssen voraussehbare strukturelle Tarifveränderungen angekündigt werden. Die Verbesserung der Konsumenteninformation mit jährlichen Vergleichswerten zum eigenen Vorjahresverbrauch und noch besser zu Werten typischer ähnlicher Verbraucher kann das Verbrauchsbewusstsein aller Konsumenten stärken.

So betrachtet besteht die Chance, dass die sparsame Nutzung der Elektrizität – fern von allen dogmatischen Diskussionen – einen wichtigen Beitrag zur Verminderung der allseits unerwünschten Verbrauchszunahme leistet. Wie rasch und wie stark das technisch-wirtschaftliche Sparpotential, das heute insgesamt auf etwa 30% geschätzt wird, in die schweizerische Realität umgesetzt werden kann, hängt vor allem von der politischen Bereitschaft ab, diese technische Herausforderung für die einheimische Industrie als Chance für neue verbesserte Produkte und nicht nur als unerwünschten Zwang aufzufassen.

Die Voraussetzungen für einen sparsamen Umgang mit Elektrizität sind naturgemäss in der Schweiz durch unsere leistungsfähige Industrie für hochstehende Elektroapparate und das traditionell tiefe Zinsniveau für die Finanzierung von Neuinvestitionen wesentlich besser als bei allen unseren europäischen Nachbarn.