Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 77 (1986)

Heft: 24

Artikel: Elektrizitätssparen unter der Lupe

Autor: Nydegger, A. / Baumeler, J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-904316

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: 10.12.2025

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

Elektrizitätssparen unter der Lupe

A. Nydegger und J. Baumeler

Wo kann man mit welchen Massnahmen wieviel Elektrizität sparen? Diese Frage ist nicht neu, hat aber in den letzten Wochen eine hohe Aktualität gewonnen. Vor kurzem wurden zwei Studien des Nationalfonds zu diesem Thema abgeschlossen, deren Ergebnisse in diesem Beitrag zusammengefasst sind.

Où, comment et dans quelle mesure est-il possible d'économiser l'électricité? Cette question, bien que ne soulevant rien de nouveau, a toutefois gagné en actualité ces dernières semaines. Deux études du Fonds National sur ce thème ont été achevées dernièrement. L'article suivant en résume les résultats.

Leicht gekürzter Text der Kurzfassung der Programmleitung NFP 44 zu den Studien Brunner et al. [1] und Peters et al. [2] vom September 1986.

Adresse der Autoren
Prof. Dr. *Alfred Nydegger* und
lic. oec. *Joseph Baumeler*, Adjunkt,
Programmleitung NFP 44, Schweiz. Institut für Aussenwirtschafts-, Struktur- und Regionalforschung an der HSG St.Gallen,
Dufourstrasse 48, 9000 St.Gallen

1. Wieviel Elektrizität kann man sparen?

Das Elektrizitätssparen ist ein wichtiges Mittel zur Entspannung der Versorgungslage. Massnahmenpakete mit Schätzungen der einzusparenden Kilowattstunden sind seit dem GEK-Bericht von verschiedenen Seiten mit unterschiedlichen Ansätzen und Ergebnissen vorgeschlagen worden. Wie aber steht es mit der Verwirklichung; wie gross sind die Möglichkeiten, wenn man sie sorgfältig unter die Lupe nimmt?

Im Nationalen Forschungsprogramm «Energie: Sozio-ökonomische Forschungen im Konsumbereich» (NFP 44) liegen seit kurzem zwei Studien zum Elektrizitätssparen in Gebäuden und in privaten Haushalten vor: C.U. Brunner et al. [1] sowie M. Peters et al., IPSO [2]. Sie weisen auf erhebliche unausgeschöpfte Möglichkeiten hin. Interessante Ansätze über Elektrizitätseinsparungen in der Industrie enthält bereits die im März erschienene Energiesparstudie über einen ausgewählten Industriezweig von D. Spreng [3].

Diskussionen zeigen immer wieder, dass bei der Beurteilung von Sparmöglichkeiten ganz verschiedene Vorstellungen bestehen.

- Für viele Sparbefürworter ist das *technisch Mögliche* massgebend: Stand und Fortschritt der Technik bestimmen, wieviel wir heute und in Zukunft höchstens sparen können.
- Für andere liegen die Grenzen nicht beim technisch Machbaren, sondern beim *wirtschaftlich Sinnvollen:* Das Sparen soll sich lohnen: Die Kosten für das Sparen (Verzinsung und Amortisation von Sparinvestitionen) sollen tiefer sein als das Geld, das man erübrigt, weil man weniger Elektrizität kaufen muss.
- Noch andere glauben, der *politische Wille* sei massgebend, denn viele Sparmassnahmen würden durch Rahmengesetze, Steuern, Subventionen und Vorschriften aller Art ausgelöst.
- Für andere wiederum kann nur soviel Elektrizität gespart werden, wie die *Verbraucher akzeptieren:* Stossen Massnahmen auf den Widerstand der Verbraucher, so haben sie wenig Chancen. Zum Beispiel lassen sich Einschränkungen im Komfort, an den sich die Menschen gewöhnt haben, kaum durchsetzen. Anderseits können Überzeugungen, Eigenverantwortung und besondere Interessen dazu führen, dass auch unwirtschaftliche Massnahmen getroffen oder liebgewonnene Verhaltensweisen aufgegeben werden.
- Schliesslich kann man auch der Meinung sein, dass nur dort Sparmöglichkeiten bestehen, wo *technisch Machbares auch wirtschaftlich sinnvoll, politisch verankert und beim Verbraucher akzeptiert* wird.

Was zeigen die beiden neuen Studien zum Elektrizitätssparen?

Das Brunner-Team untersuchte zunächst die heute technisch möglichen und zugleich wirtschaftlich sinnvollen Möglichkeiten des Elektrizitätssparens anhand von etwa 100 Gebäuden. Ein Teil der Gebäude ist schon saniert; die Einsparungen sind also verwirklicht. Andere Sanierungen sind erst geplant und die Resultate rechnerisch ermittelt worden. Die Gebäude weisen die verschiedensten Nutzungen auf: Wohnungen, Büros, Läden usw., und die Messungen und Rechnungen wurden nach Verwendungszweck der Elektrizität gegliedert: Heizung, Licht, Elektromotoren usw. Die Gebäude bilden noch keine repräsentative Basis; sie

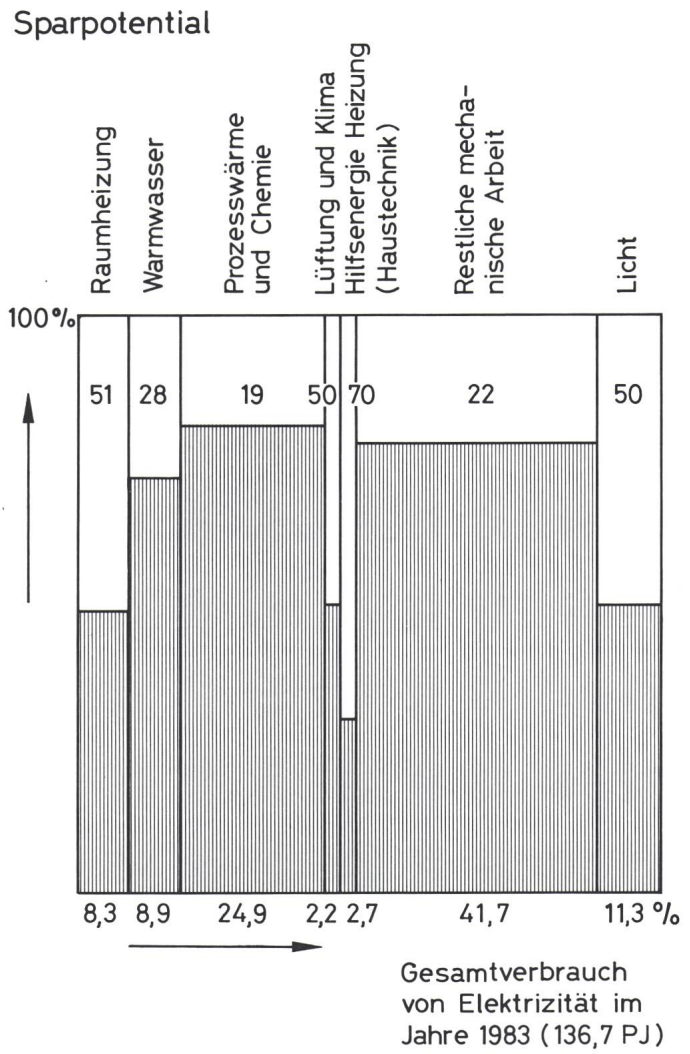


Fig. 1
Sparpotentiale beim schweizerischen Elektrizitätsverbrauch

wurden aber ergänzt durch Angaben aus anderen Datenbanken.

Die Autoren schliessen sodann aus ihrer Stichprobe und ausgehend von der Struktur des schweizerischen Elektrizitätsverbrauches auf das gesamtschweizerische Elektrizitätssparpotential. Sie schätzen es auf 29% im Jahr bzw. auf 26% im Sommer und 32% im Winter. Die Sparquoten bewegen sich zwischen 19 bzw. 22% in den wichtigsten Verbrauchsbereichen Prozesswärme (inkl. Chemie) und motorische Anwendungen und 50–70% beim Licht und den «schmalen» Sektoren Lüftung, Klima und Hilfsenergie für Heizung. Dieses Sparpotential kann ohne Komfort- oder Leistungseinbussen realisiert werden. Die weissen Flächen in Figur 1 zeigen optisch die Sparpotentiale einzelner Verbrauchskategorien im Verhältnis zum heutigen Elektrizitätsverbrauch.

Die Studie Peters des Zürcher Instituts IPSO Sozial- und Umfrageforschung konstatiert, dass viele private Haushalte, selbst wenn sie es wollten, nicht viel sparen können: Mieter haben kaum Einfluss auf die Bauweise von Häusern und die Art der installierten Heizungen und übrigen Apparate. Deshalb wurden Bauherren, Architekten, Elektrofachleute, Geschäftsführer in Handel und Gewerbe, Produzenten und Importeure von elektrizitätsverbrauchenden Apparaten über die Leitlinien ihres Verhaltens befragt, um daraus Ansatzpunkte für weitere Sparmöglichkeiten zu gewinnen.

Die wesentlichen Ergebnisse der beiden Studien werden im folgenden in Thesen zusammengefasst. Ebenfalls thesenartig werden die verschiedenen Möglichkeiten zur Förderung des Elektrizitätssparens diskutiert. Im letzten Teil wird stichwortartig das Sparen in den Zusammenhang mit den weiteren, hier nicht untersuchten Bestimmungsfaktoren des künftigen Elektrizitätsverbrauchs (wirtschaftliche Entwicklung, Substitution zwischen Elektrizität und anderen Energieträgern usw.) gestellt.

2. Thesen zum technisch möglichen und wirtschaftlich sinnvollen Sparen

(Studie Brunner et al.)

- *Elektrische Raumheizung: –51%*

Dies entspricht Einsparungen von 7% des gesamten heutigen Elektrizitätsverbrauches im Winterhalbjahr.

Der Verbrauch in elektrisch geheizten Gebäuden lässt sich reduzieren durch:

- wärmetechnische Sparmassnahmen an den Gebäuden:
  - Wärmedämmung und -dichtung, bessere Nutzung der freien Wärme (Wärme von Personen, Beleuchtung, Apparaten, Sonneneinstrahlung usw.)
  - Verminderung von Erzeugungs- und Verteilverlusten, bessere Regelung, Wärmedämmung von Leitungen, Speichern usw.
  - Effizienteres Lüften, Reduktion überhöhter Raumtemperatur.
- Einsatz von Elektromotor-Wärmepumpen anstelle von Elektro-Widerstandsheizungen
- Ersatz der Elektroheizungen durch andere Heizsysteme (Holz, Gas, Öl, Sonne, Abwärme und Umgebungswärme), wenn dies im Zuge einer umfassenden Gebäudesanierung wirtschaftlich ist (Rücksubstitution). Brunner beziffert den Anteil der Rücksubstitution auf einen Fünftel des Sparpotentials bei den elektrischen Raumheizungen.

Kleinheizgeräte («Heizöfeli») beispielsweise sind in energetisch sanierten Gebäuden teilweise überflüssig oder müssen weniger lang in Betrieb sein. Bei bereits installierten Elektromotor-Wärmepumpen lässt sich der Nutzungsgrad durch verbesserte Regelung noch steigern.

Einzelne Verbesserungen sind sofort zu verwirklichen, andere nur bei grösseren Sanierungen, die aber fast ausschliesslich zur Substanzerhaltung und nicht zum Energiesparen eingeleitet werden (Befragung Peters). Der Umfang möglicher Einsparungen ist daher sehr stark vom Sanierungsrhythmus abhängig. Der Zeithorizont für eine mögliche Halbierung des Verbrauchs liegt bei dreissig Jahren. Besondere Bedeutung kommt der Einsparung in diesem Bereich deshalb zu, weil sie grösstenteils das Winterhalbjahr betrifft, in dem Elektrizität knapper ist als im Sommer.

● *Hilfsenergie Haustechnik: -70%*

Das entspricht rund 2% der gesamten Winternachfrage.

82% oder 2,3 Millionen Wohnungen werden mit Öl oder Gas zentral beheizt. Durch Sanierung der insbesondere von Mitte der fünfziger bis Anfang der siebziger Jahre viel zu gross ausgelegten Heizanlagen kann der Elektrizitätsbedarf der Umwälzpumpen stark reduziert werden. Zum Beispiel können durch Schaltuhren die Pumpen während der Nachtabsenkung bzw. -abschaltung stillgelegt werden. Beim Ersatz alter Heizanlagen lässt sich durch den Einsatz geringerer Brennerleistungen der Elektrizitätsverbrauch für die Brenner halbieren. Ebenfalls grosse Einsparungen bringt ein Ersatz der grösseren Magnetventile durch Motorventile. Die Möglichkeiten elektrizitätssparender elektronischer Regelung und Steuerung sind noch lange nicht ausgeschöpft.

Auch bei der Haustechnik sind Einsparungen zum grösseren Teil bei der wertvolleren Winterenergie möglich. Schliesslich sind Einsparungen im Bereiche der Haustechnik auch schneller zu erzielen, da die Lebensdauer kürzer ist (10 Jahre für Pumpen) und auch Ersatzmassnahmen eine hohe Wirtschaftlichkeit erzielen (Brenner, Motorventile).

● *Elektrizität für Warmwasser: -28%*

Dadurch sinkt der Elektrizitätsbedarf im Winter um etwa 3%.

In etwa 950 000 Wohnungen in der Schweiz wird das Wasser heute elektrisch erwärmt. Der Energieverbrauch hiefür ist entsprechend hoch; er kann durch verschiedene Massnahmen gesenkt werden:

- Installation von Warmwasserzählern in Bad und Küche mit individueller Warmwasserverrechnung mit gemessenen Einsparungen von etwa einem Drittel. Das gilt jedoch nur für Gebäude, in denen nicht bereits dezentrale Wassererwärmer installiert sind.
- Durch bessere Wärmedämmung der Speicher und Leitungen und eine Senkung der Speichertemperatur lassen sich die Bereitschaftsverluste (Abstrahl- und Auskühlverluste während der Betriebszeit) vermeiden. Ebenfalls dadurch und durch zusätzlich erprobte Technologien (Begleitheizung, Zirkulationsunterbrechung) können Verteil- und Zirkulationsverluste gesenkt werden.

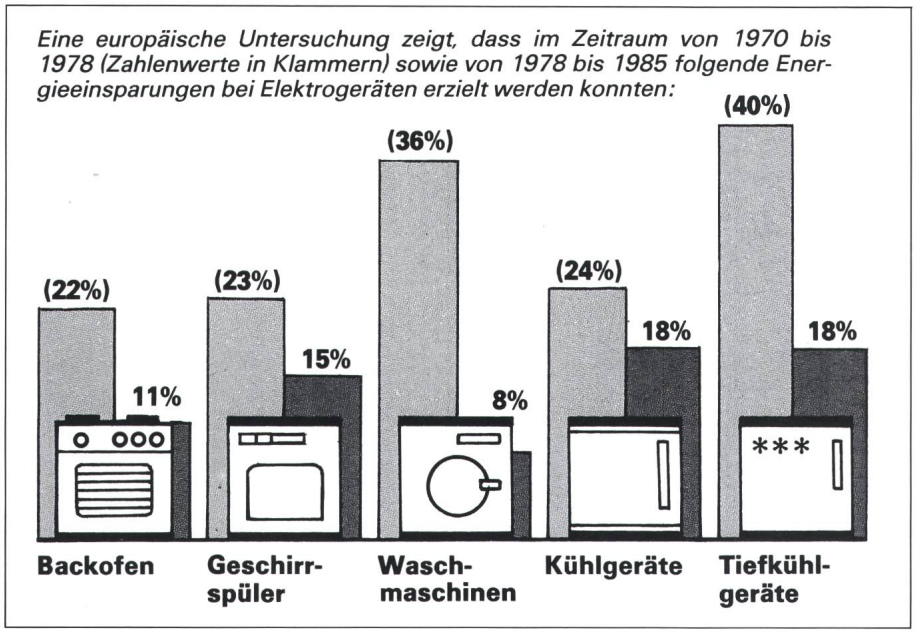


Fig. 2 Elektrizitätseinsparungen durch technische Verbesserungen von elektrischen Haushaltgeräten

Die in der These postulierte Elektrizitätseinsparung kann noch vergrössert werden, wenn im Winter Warmwassersysteme mit der Raumheizung kombiniert werden. Allerdings steigt dann der Brennstoffverbrauch entsprechend («Rücksubstitution»).

● *Apparate im Haushalt: -30%*

Das kommt etwa 3% des gesamten Elektrizitätsverbrauchs im Winter gleich.

Der spezifische Elektrizitätsverbrauch für einzelne Haushaltapparate konnte in den letzten Jahren deutlich gesenkt werden (s. Fig. 2).

Eine Untersuchung der heute angebotenen Geräte zeigt jedoch noch eine grosse Bandbreite zwischen maximalem und minimalem Verbrauch (Verhältnis im Mittel von fast 2:1). Eine Apparategeneration hat eine Lebensdauer von 10–15 Jahren; die Einführung energiesparender Geräte ist darum noch lange nicht abgeschlossen. Darüber hinaus lässt sich Elektrizität durch Verhaltensänderungen sparen (kürzere Betriebszeiten, evtl. unterstützt durch automatisierte und elektronische Regelgeräte).

● *Lüftung: -50%*

Damit spart man etwa 1% der Winternachfrage ein.

Bei der Projektierung und Sanierung von Lüftungsanlagen in Verwaltungsgebäuden, Schulen, Spitälern, Restaurants, Läden usw. sollten folgende Punkte beachtet werden:

- Abluft immer bei der Störquelle absaugen
- Lüftungsanlagen mehrstufig ausführen
- Lüftungsanlagen nach Belastung steuern
- Gebäude öffnen, statt Zuluftanlagen bauen
- Mehrfachnutzungen der wärmeren Luft in kälteren, nahe liegenden Räumen
- Abluft für Wärmepumpen nutzen.

Weil in Lüftungsanlagen der Elektrizitätsbedarf theoretisch mit der dritten Potenz der pro Zeiteinheit geförderten Luftmenge steigt, spart man schon durch kleine Luftmengenreduktionen viel Elektrizität ein. Allein durch solche betriebliche Massnahmen konnten Einsparungen von 40 Prozent gemessen werden. Das gesamte Sparpotential von 50 Prozent kann durch Ersatz- und Erneuerungsmassnahmen in 10–20 Jahren ausgeschöpft werden.

● *Elektromotoren und Prozesswärme: -20%*

Damit sinkt der Elektrizitätsbedarf im Winter um etwa 9%.

Etwas weniger als die Hälfte des heutigen Elektrizitätsverbrauchs in der Schweiz wird in der Industrie und im Gewerbe und zu einem kleineren Teil auch im Dienstleistungssektor für die Produktion (Prozesswärme, mechanische Arbeit) aufgewendet. Auch im Produktionsbereich liegen noch grös-

sere Einsparungsmöglichkeiten brach. Viele Elektromotoren arbeiten mit ungünstigem Wirkungsgrad. Zur Vermeidung von Überbelastungen werden nämlich Motortypen mit grosser Reserve gewählt. Es gibt aber heute technische Möglichkeiten (mehrstufige Motoren, Intervallbetrieb, Frequenzmodulierung), die kleinere, verbrauchsgünstigere Motoren möglich machen. Oft sind durch die Auswechslung zu gross gewählter Motoren Einsparungen von 70–80% möglich. Erfahrungen zeigen, dass zwei Drittel der Elektromotoren in ungünstigen Teillastbereichen betrieben werden oder das Medium (Wasser, Luft) mit zu hoher Geschwindigkeit gefördert wird. Diesem Missstand liesse sich durch systematische Ausmessung der wichtigsten, das heisst grossen Elektromotoren abhelfen. Regelmässige Kontrollen und Überprüfungen der grossen Motoren im Industrieeinsatz wären hier notwendig. Die Realisierung der Einsparungen wäre innert 10 Jahren möglich (Nutzungsdauer).

Im Prozesswärmebereich konnte Spreng am Beispiel von Aluminium-Presswerken Einsparungen von 30% aufzeigen. Da noch keine weiteren repräsentativen Untersuchungen aus diesem Bereich vorliegen, konnten Brunner et al. das schweizerische Sparpotential nur grob schätzen (20%).

- *Beleuchtung: -50%*

Im Winter sind das 7% der Elektrizitätsnachfrage.

Die Beleuchtung macht in Haushalten über einen Zehntel der Elektrizitätskosten aus; in Dienstleistungsbetrieben sind es häufig sogar ein Drittel bis die Hälfte. Energiesparlampen, vor allem Fluoreszenzlampen, sind daher in Räumen mit längerem Beleuchtungsbedarf meistens rentabel, da sie auch eine wesentlich höhere Lebensdauer als Glühlampen haben. Weil sie auch weniger Wärme erzeugen, muss in klimatisierten Räumen weniger Wärme abgeführt werden. In klimatisierten Verwaltungsbauten lässt sich heute auch das Tageslicht durch reflektierende Fenster- und Deckenpanels besser nutzen. Allein dadurch kann 10–30% Elektrizität eingespart werden.

- *Klimaanlagen: hohe Einsparmöglichkeiten*

Bisherige Auswertungen bei elf, allerdings nur teilweise klimatisierten Objekten (Verwaltungsbauten, Läden, höhere Schulanstalten) ergaben bei Klimaanlagen hohe Einsparungsmöglichkeiten. Sie lassen sich aber für die Schweiz noch nicht hochrechnen, weil der Gesamtverbrauch dieser Anlagen noch zu wenig genau bekannt ist. Dies gilt noch für weitere Bereiche, die im Rahmen des NFP 44 erforscht werden, so z. B. der Einfluss neuer Informationstechnologien auf den Energieverbrauch.

- *Lastregler zur Glättung des Bedarfs*

Ein Spitzenlastregler ist ein Gerät, mit dem sich der zeitliche Einsatz von Elektrogeräten regeln lässt. Voraussetzung für dessen Verwendung ist in vielen Betrieben eine genaue Verbrauchsanalyse. Der individuelle Verbrauch wird durch den Regler zwar nicht reduziert. Hingegen können günstigere Tarifzeiten ausgenutzt und die Kosten für die beanspruchte Leistung gesenkt werden. Gesamtwirtschaftlich ergibt sich dadurch eine ausgeglichenere Elektrizitätsnachfrage. Produktions- und Verteilanlagen werden besser ausgenützt; es braucht weniger Elektrizität für Pumpspeicher/Umwälzbetrieb, und der Bau zusätzlicher Einrichtungen kann vermindert werden.

Eine Umfrage bei 21 Besitzern von Lastreglern zeigte, dass die maximale Leistung im Mittel um ein Viertel verringert werden konnte. Dazu wurden in einzelnen Fällen auch Einsparungen des Verbrauchs als Folge der genauen Verbrauchsanalyse ausgewiesen. Die praktischen Betriebserfahrungen mit Lastreglern sind gut, und die Hälfte der Befragten wurde dadurch zu weiteren Sparmassnahmen motiviert.

3. Thesen zum praktisch nutzbaren Sparpotential

(Studie Peters et al., IPSO)

- *Stromverbrauch in Gebäuden hängt von mehreren Personengruppen ab*

Die Elektrizität wird letztlich von den Benützern eines Hauses verbraucht. Diese sind aber in den meisten Fällen nur Mieter und benutzen viele Apparate und Geräte, über deren Anschaffung sie nicht bestimmen konnten. In diesen Geräten werden rund drei Viertel der Elektrizität von Haushaltungen verbraucht. Über deren Anschaffung entscheiden Bauherren und Architekten, aber auch die Elektrofachleute durch ihre Kundenberatung. Welche Geräte und Apparate auf den Markt kommen, hängt schliesslich von Produzenten und Importeuren ab.

Zwischen all diesen Gruppen von Entscheidungsträgern herrscht ein kompliziertes Geflecht von Beziehungen und Kompetenzabgrenzungen. Die einzelnen Gruppen schätzen ihre Rolle oft anders ein als ihre Partner. Als eindeutig wichtigste Entscheidungsgruppe für die Ausstattung gingen aber doch die Bauherren hervor. Architekten und Elektrofachleute spielen eine untergeordnete Rolle.

- *Elektrizitätsverbrauch – eines von vielen Kriterien*

Die Bauherren, die bei der Ausstattung die wichtigsten Entscheidungsträger sind, haben unterschiedliche Vorstellungen. Ganz allgemein wollen sie vor allem hohe Qualität; finanzielle Kriterien werden aber fast ebenso häufig genannt. Manche Bauherren bevorzugen bestimmte Lieferanten oder Marken. Geringer Elektrizitätsverbrauch und problemloses Funktionieren sowie die schweizerische Herkunft des Produktes sind demgegenüber wenig wichtig.

Auch wenn also energiesparende Geräte vorhanden sind und ein Kauf dieser Geräte wirtschaftlich wäre, heisst dies noch lange nicht, dass sie anderen Geräten vorgezogen werden. Es zeigte sich, dass Geräte und Apparate mit zwei- bis dreifach höherem Elektrizitätsverbrauch als die energiegünstigsten angeboten und auch verkauft werden. Dass dem so ist, lässt sich unter anderem dadurch erklären, dass nicht die Bauherren die Rechnung für die verbrauchte Elektrizität präsentiert bekommen, sondern die Mieter in ihren Wohnungen. Bei den Bauherren fehlt daher ein wichtiger Anreiz zur Ausstattung der Wohnung mit energiegünstigen Geräten und Apparaten.

- *Ungenügende Kenntnisse über den Elektrizitätsverbrauch*

Bei der Befragung über die Entscheidungskriterien bei der Apparateausstattung hat es sich gezeigt, dass die Bauherren eher gefühlsmässig handeln. Wenn eine Kosten-Nutzen-

Rechnung überhaupt gemacht wird, spielen künftige Elektrizitätsverbrauchskosten kaum eine Rolle. Die Informationen holen sich die Bauherren vor allem bei Architekten und Elektrofachleuten, die oft viel lieber ein etwas moderneres und raffinierteres als ein energiegünstiges Gerät installieren. Prospekte und EW-Broschüren als ebenfalls nicht neutrale Information spielen dabei auch eine Rolle. Immerhin wurde durch die Befragung festgestellt, dass der Elektrizitätsverbrauch der zum Vergleich vorgelegten Gerätetypen in der Regel richtig beurteilt wird. Die Meinung einer Mehrheit von Bauherren, Architekten und Elektrofachleuten, dass der Elektrizitätsverbrauch nur vom Verhalten der Haushalte und nicht von der Ausstattung abhängt, kommt einem Wegschieben der Verantwortung gleich. In einem anderen NFP-44-Projekt konnte Peters feststellen, dass das Wissen der Haushalte um die Sparmöglichkeiten von Geräten und Verhaltensweisen bezüglich Elektrizität gering ist. Er stellte weiter fest, dass sich dieses Wissen durch Energiesparkampagnen kaum verbessern lässt.

- *Elektrizitätsverbrauch: das wichtigste Kriterium bei der Geräteentwicklung*

Früher standen bei der Entwicklung der Komfort, die Bedienungsfreundlichkeit, die Qualität oder Langlebigkeit im Vordergrund. Sie sind immer noch wichtig. An erste Stelle aber sind der Schutz der Umwelt und der sparsame Energieverbrauch getreten. Das jedenfalls ist die Selbsteinschätzung der befragten Hersteller. Dies muss erstaunen, da diese Kriterien bei den Käufern von Geräten kaum eine Rolle spielen. Man würde nämlich vermuten, dass «geringem Elektrizitätsverbrauch» als Verkaufsargument nicht allzu grosse Bedeutung zukommt. Die durch technische Verbesserungen erreichte Elektrizitätseinsparung bei Haushaltgeräten in den letzten 15 Jahren (siehe Fig. 2) gibt aber doch einen eindeutigen Hinweis darauf, wie wichtig Elektrizitätseinsparung als Entwicklungskriterium sein muss. Die Produzenten scheinen auf die allgemeine Energiediskussion zu reagieren. Sodann findet der unabhängig von diesen Geräten sich vollziehende technische Fortschritt auch in Wirkungsgradverbesserungen in diesen Geräten Eingang.

4. Thesen zu konkreten Handlungsmöglichkeiten

Thesen aus den Studien Brunner und Peters

- *Verbrauchsmessungen helfen beim Finden wirtschaftlicher Elektrizitätssparinvestitionen*

Die Kenntnis über den Energiefluss in einem Gebäude ist eine wichtige Voraussetzung dafür, wirtschaftliche Sparmöglichkeiten aufdecken zu können. Durch eine Aufteilung des Elektrizitätsverbrauchs in verschiedene Verbrauchergruppen nach Messung von Anschlussleistung und Einsatzzeiten lassen sich Unterschiede zwischen Soll und Ist erkennen. Man erhält dadurch Hinweise, wo am ehesten etwas verbessert werden kann. Brunner et al. haben an einigen Gebäuden Testmessungen durchgeführt, um über Mess- und Auswertungsverfahren und Messgeräte Auskunft zu erhalten. Dabei konnten einige gravierende Mängel aufgedeckt werden, die sich mit einfachen Sofortmassnahmen beheben liessen, was beträchtliche Einsparungen brachte. Beispiele: Elektro-Wassererwärmer mit ungenügender Speicherdämmung, über Nacht und Wochenende warm gehaltene Kaffeemaschinen oder nicht abgeschaltete Fotokopierer, falsche Montage und Betriebsweise von Lufttrocknern.

Wenn heute durch Elektrizitätswerke Messungen durchgeführt werden, dann oft mit veralteten und unzweckmässigen Geräten. Messungen mit klaren Zielvorgaben und modernen Messgeräten sind eine unabdingbare Voraussetzung für die Ausschöpfung der aufgezeigten Sparmöglichkeiten. Woran es heute vor allem fehlt, sind moderne mobile Feldmessgeräte und ausgebildete Fachleute, um diese Messungen bezüglich Elektrizitätsaufteilung eines Abonnenten und dessen Sparmöglichkeiten auswerten zu können.

- *Demonstrationsanlagen fördern Information und Motivation*

Anfang August 1986 konnte man in einer Botschaft an das Parlament lesen, dass der Bundesrat in den nächsten fünf Jahren 20 Millionen Franken für bundeseigene Pilot- und Demonstrationsanlagen und 10 Millionen Franken für Energiesanierungen von Bundesbauten ausgeben will (der Entscheid liegt beim Parlament). Wichtig ist, dass dabei auch der Elektrizitätsverbrauch gebührend beachtet wird. Pilot- und Demonstrationsanlagen stehen zwischen Forschung und Entwicklung und der Anwendung auf breiter Basis. Oft sind noch technische und betriebliche Kinderkrankheiten auszumerzen. Wenn aber mit solchen Anlagen im Massstab 1:1 gezeigt werden kann, dass Elektrizitätssparen möglich ist und sich für den einzelnen auch wirtschaftlich lohnt, dann sind sie ein wirksames Mittel der Information und Motivation. Öffentliche Gebäude eignen sich dazu naturgemäss besonders gut, weil viele Menschen mit ihnen in Kontakt kommen und weil der Steuerzahler sich dafür interessiert, was mit seinem Geld passiert. Allerdings genügt der Bau solcher Anlagen allein nicht. Die Erfahrungen mit ihnen müssen auch aktiv an den Mann bzw. die Frau gebracht werden. Als wichtiger Nebeneffekt können bei der Planung, beim Bau und Unterhalt von solchen Anlagen zahlreiche Fachleute wichtiges Fachwissen in bezug auf Vorgehensweise und Energiespartechniken erwerben.

- *Verkaufsneutrale Beratung und Information: verbesserungsfähig*

Verkäufer von Elektrogeräten und -apparaten haben naturgemäss ein Interesse am Umsatz und Gewinn. Elektrizitätswerke sind am Elektrizitätsabsatz interessiert. Wer sich über Möglichkeiten des Elektrizitätssparens informieren will, wird von ihren Informationen daher kaum befriedigt werden. Wer sich statt dessen an eine Energiefachstelle wendet, erhält jedoch oft keine bessere Auskunft. Peters hat dies durch seine Befragungen eindeutig feststellen können. Die beste Information erhält man am ehesten noch aus Prospekten sowie bei Messen und Ausstellungen. Das jedenfalls ist die Erfahrung von Bauherren, Architekten und Elektrofachleuten.

Sind die kantonalen Energiefachstellen überfordert? Haben sie zu wenig Personal und Geld für die Erfüllung ihrer Aufgaben? Sind sie hinsichtlich Elektrizitätsspar-Beratung kompetent? Oder erkannten sie diese bisher gar nicht als ihre Aufgabe?

Das Hauptübel liegt wohl im mangelnden Wissen und der fast vollständig fehlenden Ausbildung bezüglich Elektrizitätssparen überhaupt. Für eine radikale Verbesserung der verkaufsneutralen Beratung und Information müssen aber die personellen

und finanziellen Voraussetzungen bei den Energiefachstellen erst noch geschaffen werden. Viel wäre schon getan, wenn die Energiefachstellen Listen über qualifizierte Elektrosparplaner zur Verfügung hielten und an erster Stelle die notwendige Ausbildung solcher Fachleute in ausreichender Zahl fördern würden.

- *Typenprüfung und Warendeklaration: Voraussetzungen für elektrizitätssparende Investitionen*

Dass beim Kauf von Elektrogeräten auf den Elektrizitätsverbrauch kaum geachtet wird, kann auch daran liegen, dass die Information darüber spärlich ist. Es sollten daher auf Geräten und Apparaten, bei Kleinstgeräten zumindest auf der Verpackung, gut sichtbar wichtige Elektrizitätsverbrauchswerte wie Wirkungsgrad, Leistungsfaktor und Standardverbrauch (zum Beispiel pro 24 Stunden) für den Käufer verständlich angegeben werden. Diese Angaben können mithelfen, dass der Elektrizitätsverbrauch als Kriterium beim Kauf wichtiger genommen wird und dass er als Verkaufsargument besser eingesetzt werden kann. Notwendig dazu ist natürlich eine Typenprüfung der Geräte bezüglich dieser Werte. Grosse Verbraucher sollen bei der Installation messtechnisch überprüft werden.

- *Forschung und Ausbildung noch auszubauen*

Im Bereich des Elektrizitätssparens gibt es noch viele offene Fragen, auf die die Forschung eine Antwort finden muss. Ebenso ist die Ausbildung bezüglich Elektrizitätssparen noch kaum im Gange.

Energie sparen hiess lange Zeit vor allem Öl sparen. Es wurde daher auch in dieser Richtung am meisten geforscht und getan, nicht ganz ohne Erfolg. Die Elektrizitätssparforschung demgegenüber ist in der Schweiz wie in unseren Nachbarländern noch wenig entwickelt. Die Studie Brunner antwortet hier auf einen eigentlichen Informationsnotstand. Vieles bleibt noch zu tun. In der Studie werden eine Reihe von forschungswürdigen Vorhaben aufgezählt:

- Auswertung von weiteren Fallstudien im Bereich der Lastregelung, der Wärme-Kraft-Koppelung, der neuen Lichttechnik, der Produktionstechnik und im Verkehr
- Einbezug neuer Informationstechnologien zur Steuerung, Regelung und Datenerfassung in Haushalt, Haustechnik, Dienstleistungen und Industrie
- mehr Wissen über Benützer- und Käuferverhalten von Elektrogeräten (die Studie von Peters ist hier ein Anfang)
- Erforschung der Ursachen des beobachteten Elektrizitätszuwachses

Wenn man mehr darüber weiss, wer wo, wie, warum, wieviel Elektrizität verbraucht, kann man auch mehr und vor allem qualitativ bessere Ausbildung für jene gewährleisten, die beruflich mit Elektrizitätsanwendungen zu tun haben. Die heutigen Lehrpläne an den ETH und den HTL vermitteln selbst Elektroingenieuren noch zu wenig Wissen in diesem Bereich.

5. Thesen der Programmleitung des NFP 44

- *Kostengerechtere Tarife bei allen Energieträgern*

Die Tarife sollen die Kosten besser widerspiegeln, die der Elektrizitätswirtschaft aus der Deckung des zeitlich unterschiedlichen Bedarfs entstehen. Die Elektrizitätsversorgung kann nur mit überdurchschnittlichen Kosten ausgebaut werden. Private Unternehmungen unter Wettbewerbsdruck werden neue Anlagen nur bauen, wenn ihr erwarteter Ertrag die zusätzlichen Kosten deckt. In der Elektrizitätswirtschaft ist dies heute nicht der Fall; neue Werke arbeiten defizitär und werden durch die Erträge aus älteren, billiger produzierenden Werken subventioniert. Die Elektrizitätsgesellschaften kommen zwar mit dieser Mischkalkulation insgesamt auf ihre Rechnung. Damit wird aber die Tatsache verdeckt, dass volkswirtschaftlich gesehen Investitionen vorgenommen werden, die eigentlich nicht rentabel sind.

Engpässe in der Elektrizitätsversorgung treten vor allem im Winter auf. Deshalb sollte bei der Struktur der Elektrizitätstarife noch mehr auf diese Knappheit geachtet werden. Die Wintertarife sollten erhöht, die Sommertarife gesenkt werden (Klimaanlagen und elektrische Warmwasserboiler stellen im Sommer kein Versorgungsproblem dar). Weil im Winter teilweise bereits Bedarfsspitzen in der Nacht entstehen und nicht die Leistung, sondern die Energie den Engpass bildet, sollten in jenen Monaten die Nachttarife stärker angehoben werden als die Tagestarife [4].

Diesen Vorschlägen wird manchmal entgegengehalten, derartige Anpassungen würden wenig zum Sparen beitragen. Immerhin lösten die seinerzeitigen Nachttarifsenkungen eine bedeutende Nachfragesteigerung aus (Boiler, Speicheröfen). Auf mittlere Sicht dürften Tarifänderungen auch in Zukunft wirksam sein. Die allmähliche Anhebung der Tarife sollte von Absichtserklärungen der Elektrizitätswerke über ihre mittelfristige Tarifpolitik flankiert werden. Damit erhalten die Konsumenten für ihre künftigen Apparatekäufe und übrigen verbrauchsrelevanten Investitionen wichtige Entscheidungshilfen.

Die Tarifanpassungen sollten koordiniert werden mit einer mittelfristig zunehmenden Besteuerung der fossilen Energieträger bis zur ungefähren Höhe der von ihnen verursachten Umweltkosten [5], um das Energiesparen ganz allgemein zu fördern und eine blosse und unerwünschte Substitution von Elektrizität durch fossile Energieträger zu verhindern.

- *Subventionen sind abzulehnen, Verbrauchssteuern u. U. gutzuheissen*

Subventionen zur Verbilligung z. B. sparsamer Elektrogeräte vergrössern die Nachfrage. Alte Geräte werden rascher durch neue, elektrizitätssparende ersetzt. Dies wird mit Subventionen beabsichtigt. In vielen Fällen werden aber auch Ersatzanschaffungen subventioniert, die ohnehin stattgefunden hätten: Die Subventionen sind zum Fenster hinausgeworfenes Geld. In anderen Fällen provozieren Subventionen sogar zusätzliche Erstanschaffungen: Leute, die ohne Subventionen überhaupt nichts gekauft hätten, werden nun zu Nachfragern. Je nach der Stärke der gegenläufigen Wirkungen rufen Subventionen einen Elektrizitätsminderverbrauch oder auch einen Elektrizitätsmehrverbrauch hervor.

Zu beachten sind die hohen Kosten der Subventionierung: Die Steuerzahler werden zur Kasse gebeten, um die neuen Tiefkühler oder die Gebäudesanierungen ihrer Mitbürger mitzufinanzieren, und es entsteht viel administrativer Aufwand.

Anders verhält es sich mit einer Energiesteuer. Höhere Preise für Energie führen direkt dazu, dass weniger

Energie verbraucht wird. Sie bewirken auch, dass die Sparmöglichkeiten rein technischer Art schneller und besser genutzt werden. Der Anreiz, sich mit Sparmöglichkeiten zu beschäftigen, steigt. Allerdings müsste bei der Elektrizität die Steuer sehr hoch sein, um eine fühlbare Wirkung zu erzeugen (50 bis 100%); auch müsste sie auf alle Energieträger erhoben werden, um eine blosse Substitution zu Öl oder Gas zu verhindern. Wer der Ansicht ist, der Staat sei nicht in der Lage, diese zusätzlichen Finanzmittel sinnvoll zu verwenden, für den könnte diese Lösung dadurch akzeptabel werden, dass die direkten Steuern im gleichen Umfang gesenkt werden oder die ganzen Einnahmen aus der Energiesteuer pro Kopf wieder verteilt werden, z. B. durch einen einfachen Abzug bei der Steuerrechnung.

Dass Subventionen trotzdem Steuern oft vorgezogen werden, liegt daran, dass sie politisch besser durchsetzbar sind. Sachargumente obsiegen eben im politischen Prozess selbst in der Schweiz nicht immer.

● *Möglichst wenig Gebote und Verbote*

Die Frage, wieweit der Staat Gebote und Verbote zur Förderung des Elektrizitätssparens erlassen soll, läuft stets auf die Suche nach der Grenze zwischen individueller Freiheit und staatlichem Zwang hinaus.

Gewisse Vorschriften setzen Rahmenbedingungen, innerhalb derer die Marktwirtschaft weiterhin funktioniert oder ihre Funktionsfähigkeit gar verbessert wird, zum Beispiel die Typenprüfung von Apparaten, die individuelle Heizkosten- und Warmwasserabrechnung. Andere Vorschriften setzen an die Stelle des Marktes planwirtschaftliche Verhaltensanweisungen, beispielsweise das Verbot von elektrischen Schwimmbadheizungen, Schneekanonen, von elektrischen Gebäudeheizungen und die Pflicht zu deren Ersatz durch Wärmepumpen.

Wo liegt die Grenze? Eine ethisch eindeutig begründbare Antwort gibt es nicht. Die Antwort liegt im politischen Bereich. Je mehr auf dem Markt Anreize zum Sparen eingesetzt werden, um so weniger planwirtschaftlicher Zwang ist nötig.

6. Ausblick

Es gibt kein Patentrezept, um Elektrizität zu sparen. Hingegen zeigen die Studien von Brunner et al., Peters et al. (und auch die hier nicht mehr besonders vorgestellte Studie von Spreng) viele grössere und kleinere Möglichkeiten auf, die zusammen im Idealfall in zehn, zwanzig, zum Teil noch mehr Jahren Elektrizitätseinsparungen von 25–30% herbeiführen können. Soviel Zeit verstreicht je nachdem für einen vollen Generationenwechsel bei elektrizitätsverbrauchenden Einrichtungen (Apparaten, Motoren, Heizungen, Gebäuderenovationen).

Diese Sparprognosen dürfen nicht verwechselt werden mit Prognosen des künftigen Elektrizitätsverbrauchs schlechthin. Dieser hängt nicht nur vom Sparen ab, sondern auch:

- Vom wirtschaftlichen Wachstum. Jedes neue Gebäude ruft neue Elektrizitätsnachfrage hervor. Höheres Einkommen und Sozialprodukt können ebenfalls zusätzlichen Elektrizitätsbedarf wecken. Produktivitätserhöhungen in der Wirtschaft beruhen meist auf neuen technischen Anlagen, diese oft auf einem Mehreinsatz von Energie.
- Vom technischen Fortschritt. Er wird in Zukunft weitere Wirkungsgradverbesserungen beim Elektrizitätseinsatz bringen, desgleichen aber auch neue elektrizitätsverbrauchende Anwendungen (Informatik, Telekommunikation, Elektromobil?).
- Von den Preisverhältnissen zwischen der Elektrizität und den anderen Energien. Davon hängt die künftige Substitution zwischen diesen Energieträgern, vor allem im Wärmesektor, ab.

Die Elektrizitätssparstudien im NFP 44 decken also nicht die ganze Entwicklung des Elektrizitätsbedarfs ab. Sie betreffen jedoch einen wichtigen und bisher stark vernachlässigten Teil.

Literatur

[1] *C.U. Brunner, A. Baumgartner, E.A. Müller, R. Stulz* und *B. Wick* (Zürich): Elektrizität sparen, Zürich 1986.

[2] *M. Peters, C. Schwendimann,* IPSO (Zürich), *H.-P. Burkhard,* und *U. Meier,* Basler + Partner (Zürich): Energiesparen unter der Lupe, Zürich 1986.

[3] *D. Spreng* (ETH Zürich): Energiesparpotentiale in Industriebetrieben. Technische und wirtschaftliche Einflussfaktoren untersucht am Beispiel von Aluminium-Presswerken. Hauptbericht und Kurzfassung, Zürich 1986.

[4] INFRAS: Ein Beitrag zur Ermittlung volkswirtschaftlich bestmöglicher Elektrizitätstarife in der Schweiz, Zürich 1985 (siehe auch Bulletin SEV/VSE Nr. 10/1984, S. 555 ff.).

[5] *René L. Frey, Ch. H. Gysin, R.E. Leu* und *N. Schmassmann:* Energie, Umweltschäden und Umweltschutz in der Schweiz, Grüsch 1985 (siehe auch Bulletin SEV/VSE Nr. 22/1985, S. 1443 ff.).

Die Studien [1], [2] und [3] sind beim Schweizerischen Nationalfonds, Postfach 2338, 3001 Bern, oder bei der Programmleitung NFP 44, SIASR, Dufourstrasse 48, 9000 St. Gallen, erhältlich.

3fache Sicherheit mit FI von BBC

Personenschutz

- Sicheres Abschalten beim Berühren unter Spannung stehender Teile durch FI-Schalter mit Auslöseempfindlichkeiten ab 10 mA.
- Sicheres Auslösen dank pulsstrom-sensitivem Schalter.
- Sicheres Funktionieren, auch bei winterlich tiefen Temperaturen, weil einsetzbar bis –25 °C.

Unsere Dokumentation sagt alles.
Telefonieren Sie uns. 01 743 41 11

BBC normelec

BBC Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie, BBC Normelec, Riedstrasse 6, 8953 Dietikon

Das KV system für die optimale Abrechnung

Kostenverteiler

5 Jahre Garantie

Elektro-Künzle AG

8203 Schaffhausen

Büsingerstrasse 5, Telefon 053/5 62 53

Wenn unser WZU System nicht montiert werden kann, *oder* es soll neben dem Stromverbrauch noch der Wasserzins und das Service-Abonnement verrechnet werden

dann wählen Sie unser 1000fach bewährtes KV System

Vorteile des Kostenverteilers

- an einen Kostenverteiler können Waschautomat und Tumbler gleichzeitig angeschlossen werden
- von jeder Maschine ein 4adriges Steuerkabel zum KV
- 2 Adern = Sperrung; 2 Adern = zählen
- es kann jeder vorhandene Münzautomat gegen einen Kostenverteiler ausgewechselt werden
- mit Wirkstrom-Zähler können auch kWh registriert werden
- das KV System eignet sich für Messung aller Medien, deren Durchgang von einem Zählwerk registriert wird

3fache Sicherheit mit FI von BBC

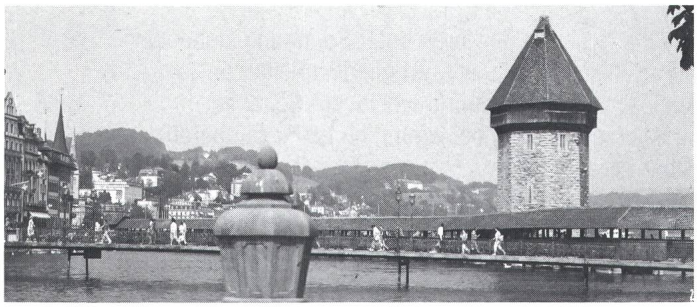
Basisschutz

- Gefahrlose Handhabung durch Finger- und Handrückensicherheit nach VBG4 sowie Schutz gegen zufälliges Berühren entsprechend der HV 32 300.
- Vorschriftsgemässe Konstruktion und fortschrittliche Fertigungsmethoden sorgen für Sicherheit und Zuverlässigkeit.
- Gewissenhaft durchgeführte Prüfvorgänge sorgen für höchste Qualität.

Unsere Dokumentation sagt alles.
Telefonieren Sie uns. 01 743 41 11

BBC normelec

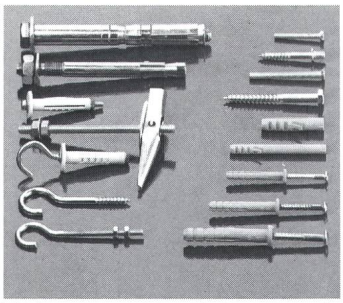
BBC Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie, BBC Normelec, Riedstrasse 6, 8953 Dietikon

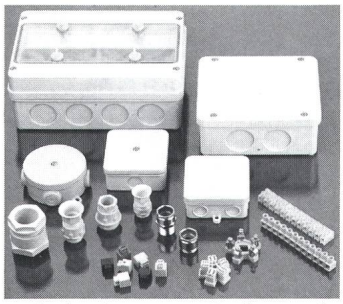


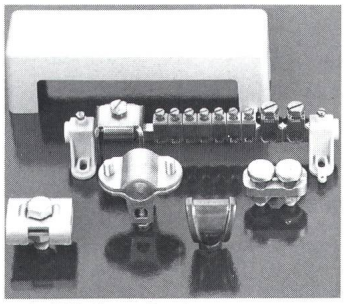
Luzern in der Zentralschweiz

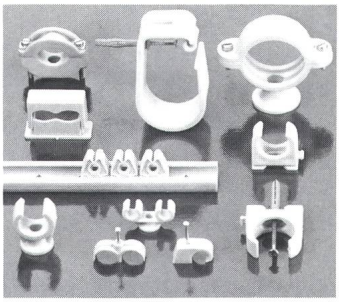
Produktionsstätte – Zentrallager

Verwaltungs-, Ausstellungs- und Konferenzräume









Viele tausend Produkte – moderne Befestigungstechnik – zu fortschrittlichen Systemen zusammengefaßt aus einer Hand.

Ein Unternehmen stellt sich vor:

Ihr neuer Schweizer Partner für Elektro-Installationsmaterial + Befestigungstechnik*

Die Bettermann AG Schweiz bietet mit Ihrem umfassenden Programm moderner Elektro-Installations- und Befestigungssysteme anwendungstechnische Vorteile, die den Markennamen OBO weltweit zu einem Begriff gemacht haben. Eigene Produktionsanlagen, ein leistungsfähiges Zentrallager, ausführliches Informationsmaterial, Beratung durch Schweizer Fachleute, die ständige Ausstellung in Luzern und zuverlässiger Lieferservice setzen neue Maßstäbe.

***Bitte fordern Sie ausführliche Informationen. Anruf genügt.**

BETTERMANN AG Taubenhausstr. 38 · Postfach CH-6000 Luzern 4 · Telefon 041-41 40 51 · Telex 865 539 bema-ch