

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 108 (1990)
Heft: 38

Artikel: Elektrische Energieanalysen von Dienstleistungsgebäuden
Autor: Gasser, Stefan / Bush, Eric / Füglister, Erich
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-77507>

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: 24.01.2026

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

Elektrische Energieanalysen von Dienstleistungsgebäuden

Die Stromsparmöglichkeiten in der Schweiz werden sehr unterschiedlich eingeschätzt. Im Zusammenhang mit Prognosen des zukünftigen Elektrizitätsverbrauchs birgt die Quantifizierung der Stromsparpotentiale zudem beträchtlichen politischen Zündstoff. Zu einem nicht unwe sentlichen Teil lassen sich die Differenzen auch auf Unsicherheiten und Wissenslücken über die Möglichkeiten der rationalen Elektrizitätsverwendung zurückführen. Das hier vorgestellte Projekt soll dazu beitragen, diese Wissenslücken zu schliessen.

In den kontroversen Standardpublikationen zu diesem Thema kommt denn auch die bisher grosse Spannweite von

VON STEFAN GASSER,
ERIC BUSH UND
ERICH FÜGLISTER,
ZÜRICH

Auffassungen zur Energiepolitik und zum zukünftigen Elektrizitätsverbrauch deutlich zum Ausdruck (vgl. etwa [1], [2], [4], [5] und [6]).

Das Forschungsprojekt

Mit dem noch laufenden Forschungsprojekt, «Sparpotentiale beim Elektrizitätsverbrauch von zehn ausgewählten art-typischen Dienstleistungsbetrieben», wählte das Bundesamt für Energiewirtschaft (BEW) einen pragmatischen Ansatz, um zu gesicherten Erkenntnissen zu kommen. Am Beispiel von zehn energetischen Sanierungen von Dienstleistungsbetrieben werden Stromsparmassnahmen im Massstab eins zu eins realisiert, und die Sparpotentiale werden mittels detaillierter Messungen ermittelt. Gemäss diesem BEW-Auftrag stehen jedoch nicht Hochrechnungen für gesamtschweizerische Sparpotentiale und Prognosen im Vordergrund. Diese hängen zusätzlich von anderen, hier nicht untersuchten Parametern ab. Vielmehr ist es das Ziel dieser Forschungsarbeit, die Umsetzung des neu erarbeiteten Wissens und Know-hows in die Praxis zu fördern und Impulse zum sparsameren Energieverbrauch zu vermitteln.

Das Projekt ist in zwei Phasen gegliedert. In der ersten Phase wurden von zehn ausgewählten Dienstleistungsgebäuden elektrische Energieanalysen erstellt. Bei der Gebäudeauswahl standen die Sanierungsbereitschaft des Betreibers und eine gesamtschweizerische Verteilung der Standorte im Vorder-

grund. Von den hier vorgestellten acht Gebäuden befinden sich je zwei in den Städten Basel, Genf, Winterthur und Zürich. Von jedem Gebäude wurde der Ist-Zustand des Elektrizitätsverbrauchs detailliert gemessen, Massnahmen zur Reduktion des Stromverbrauchs erarbeitet und daraus der Soll-Wert des zukünftigen Stromverbrauchs abgeleitet.

In der zweiten jetzt aktuellen Phase werden gemäss diesen Feinanalysen energetische Sanierungen ausgeführt. Anschliessend wird die Erfolgskontrolle durchgeführt: Die effektiv erzielten Energieeinsparungen und Sanierungskosten werden den prognostizierten Werten gegenübergestellt. Es ist vorgesehen, die methodischen Erkenntnisse dieses Projektes in einem Leitfaden für Energieberater zusammenzufassen.

Messmethode

Für die Erfassung des Ist-Zustandes wurden für jedes Gebäude Lastverlaufsmessungen an den wichtigsten Elektro-Abgängen der Hauptverteilung durchgeführt (Sommer- und Wintermessung). Zur Anwendung kamen jeweils zwei Combilog-Registriergeräte der Firma Elmes. Diese eignen sich wegen den relativ kurzen Montage- und Demontagearbeiten gut für Elektroanalysen. Bild 1 zeigt die Installationsarbeiten des Messsystems in einer Hauptverteilung. Da der Betriebsablauf während der Messperiode nicht gestört werden durfte, mussten diese Arbeiten unterbruchsfrei und unter Spannung durchgeführt werden. Während rund 2 Wochen wurden in 5-Minuten-Intervallen die Messwerte auf einer RAM-Karte abgespeichert. Diese Daten wurden anschliessend auf die Festplatte eines Computers übertragen und dann mittels eines speziellen Programmes ausgewertet. Die dabei entstandenen Tagesverläufe bildeten die Basis für die Ist-

Zustandsanalyse des Elektrizitätsverbrauches eines Gebäudes.

Bild 2 zeigt einen typischen Tagesgang der internen elektrischen Lasten (Beleuchtung und Betriebseinrichtungen) in einem höher technisierten, vollklimatisierten Bürogebäude (Bank 1): Als Grundlast sieht man eine zentrale EDV-Anlage mit 10 kW Betriebsleistung, die während 8760 Stunden im Jahr in Betrieb ist. «Darauf aufgesetzt» ist der Verbrauch der Arbeitsplatzgeräte sowie der Beleuchtung zu erkennen. Über Mittag werden in diesem Gebäude rund 20% der Geräte bzw. der Beleuchtung abgestellt. Im Vergleich dazu erkennt man auf Bild 3, dass rund 60% der Geräte respektive der Beleuchtung ausgeschaltet werden. Es handelt sich hierbei um ein Verwaltungsgebäude mit niedriger Technisierung und ohne Lüftung (Verwaltung 1). Die kleine Grundlast von rund 1 kW bilden einige Kühlchränke, Getränkeautomaten sowie die Notbeleuchtung. Entsprechende Messungen sind auch von den diversen haustechnischen Anlagen gemacht worden.

Neben diesen Lastverlaufsmessungen wurden sämtliche elektrische Verbraucher im Gebäude erfasst und ihre Betriebsleistung und Betriebszeit wo immer möglich gemessen. Die Synthese von Verbrauchererfassung und Lastverlaufsmessungen ermöglichte eine differenzierte und exakte Darstellung des Elektrizitätsverbrauchs in Form von elektrischen Kennwert-Matrizen.

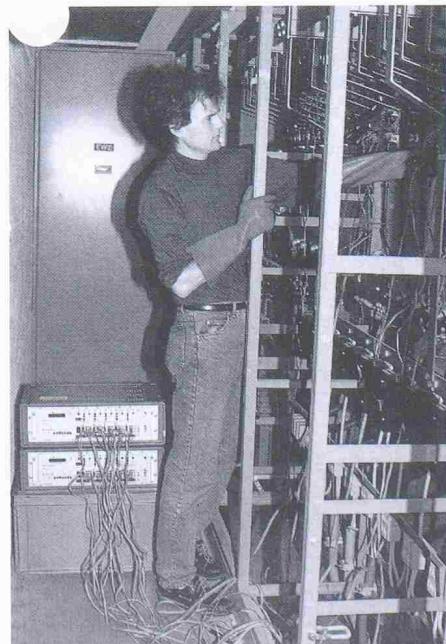


Bild 1. Installation des Messsystems in der Elektrohauptverteilung

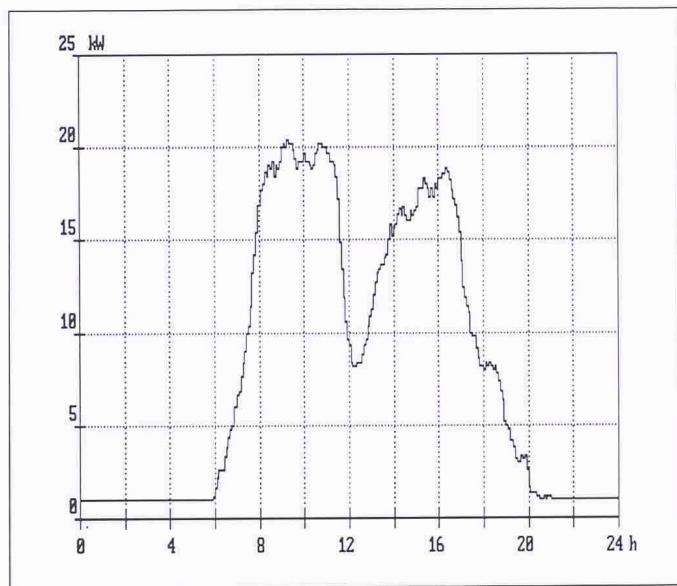


Bild 2. Typischer Tagesgang der Leistung in einem höher technisierten Bürogebäude



Bild 3. Typischer Tagesgang der Leistung in einem niedertech-nisierten Bürogebäude

Elektrische Kennwertmatrix

Bei wärmetechnischen Energieanalysen spielt die Energiekennzahl eine dominante Rolle zur Beurteilung des Energieverbrauchs von Gebäuden. Es ist daher naheliegend, auch eine elektrische Energiekennzahl zu definieren. Es zeigte sich aber sehr bald, dass sich der Elektrizitätsverbrauch von Gebäuden nicht mittels einer einzigen Zahl charakterisieren lässt. Zu gross ist der Einfluss der unterschiedlichen Gebäude nutzungen auf den Stromverbrauch.

Beispielsweise können zwei vergleichbare Banken stark unterschiedliche E-Kennzahlen aufweisen, je nachdem, ob mit einem hausinternen oder externen Rechenzentrum gearbeitet wird. Ein wesentliches methodisches Resultat ist daher die Definition der elektrischen Kennwertmatrix. In den Feldern

dieser Matrix sind die spezifischen Verbrauchswerte für jeden Bereich und für jede Verbrauchergruppe einzeln aufgeführt. Die einzelnen Matrixfelder sind von Gebäude zu Gebäude vergleichbar.

Tabelle 1 zeigt die Kennwert-Matrix eines Bürogebäudes (Bank 2). Die Hauptnutzung bilden hier die Büros und der Bankschalter, hier mit Arbeitsbereich bezeichnet. Die Nebennutzflächen sind Personenverkehrsflächen wie Korridore, Treppen, WCs und Garderoben. Als Spezialnutzung wurden die Räume mit zentralen (energieintensiven) EDV-Anlagen genommen: Prozessbereich. Im allgemeinen Bereich finden wir Zonen, die ganz oder teilweise von der sogenannten Energiebezugsfläche ausgenommen sind (weil sie nicht oder nur teilweise beheizt sind), aber dennoch elektrische Energie verbrauchen. Es sind dies Technikräume, Garagen, Lager und Außeninstallatio-

nen. Sinngemäss werden die Bereiche auf andere Gebäudetypen adaptiert, beispielsweise bildet bei den Läden die Verkaufsfläche die Hauptnutzung. Bei den Verbrauchern wurde im wesentlichen nach Haustechnik, Beleuchtung und Betriebseinrichtungen unterschieden.

Im Rahmen von elektrischen Energieanalysen werden diese Kennwertmatrizen sowohl für den Ist-Zustand wie für den Soll-Zustand (nach erfolgter Sanierung) ermittelt. Mit zunehmender Erfahrung können sich so Richtwerte für verschiedene Gebäudetypen heraus schälen.

Mit der Darstellung der Kennwert-Matrix besteht ein enger Zusammenhang zu den Arbeiten der SIA-Kommission 380/4: Elektrische Energie im Hochbau.

Elektrizitätsbilanzen der untersuchten Gebäude

Es wurden zwei verschiedene Typen von Dienstleistungsgebäuden untersucht: Bürogebäude (mit unterschiedlicher Technisierung) und Läden (Food und Non-Food). Die zwei Kategorien werden im folgenden getrennt voneinander dargestellt.

Die Bilder 4 und 5 zeigen die Elektrizitätsbilanzen der untersuchten Gebäude. Dabei entspricht der Soll-Zustand dem prognostizierten Energieverbrauch, wenn der Betreiber die vorgeschlagenen sofortigen (betrieblichen) und kurzfristigen (Kosten-Nutzen-Verhältnis kleiner als 1) Sanierungsmassnahmen ausführen lässt.

Bild 4: Die Sparpotentiale der Bürogebäude, die alle technische Installationen aus den 70er Jahren haben, liegen

[MJ/m ² a]	Bereich	Arbeitsbereich 1001 m ²	Personenverkehr 864 m ²	Prozessbereich 64 m ²	Allgemeinbereich 1330 m ²	Total BGF 3259 m ²
Verbrauchergruppe						
Heizung: statisch	24	2	0	3	9	
Heizung: Luftherwärmung	11	3	0	8	6	
Lüftung: Luftförderung	89	68	125	59	72	
Lüftung:						
Luftbefeuchtung	24	7	0	10	11	
Kühlung	38	12	531	24	30	
Sanitär	0	3	0	0	1	
Antriebe und übrige	3	98	16	4	28	
Beleuchtung	157	67	63	42	84	
steckbare Geräte	47	7	344	1	23	
zentrale Anlagen	0	0	1516	0	30	
Total	393	267	2594	151	294	

Tabelle 1. Elektrische Kennwert-Matrix eines Bankgebäudes (Ist-Zustand)

Das Forschungsprojekt

Titel:

Sparpotentiale beim Elektrizitätsverbrauch von zehn ausgewählten arttypischen Dienstleistungsbetrieben.

Projektablauf:

88-90: Durchführung von 10 Elektro-Feinanalysen, Auslösung der Sanierungen.

90-92: Energetische Sanierung, Erfolgskontrolle

Ziele:

Erarbeiten von gesicherten Erkenntnissen über die erreichbaren Stromsparpotentiale im Dienstleistungssektor auf der Basis von detaillierten Verbrauchsmessungen vor und nach energetischen Sanierungen.

Erarbeiten einer praxisnahen Vorgehensmethodik für elektrische Energieanalysen.

Aufzeigen von beispielhaften Sanierungsmaßnahmen.

Auftraggeber:

Bundesamt für Energiewirtschaft (BEW), Bern.

Auftragnehmer:

Arbeitsgemeinschaft Amstein + Walther AG / INTEP, Zürich.

Beteiligte Betriebe:

Amt für technische Anlagen und Lufthygiene Zürich (ATAL), Denner AG, Département des Travaux Publics Genève, Globus, Arthur Frey AG, Société Coopérative Migros-Genève, Schweizerischer Bankverein (SBV), Schweizerische Kreditanstalt (SKA)

Projektteam:

E. Bush, E. Füglister, S. Gasser, R. Hummel, A. Keller, Y. Keller, H.J. Leibundgut, R. Sigg, H. Sprenger, R. Stulz und R. Walther.

zwischen 30 und 50%. Der Technisierungsgrad und der spezifische Elektrizitätsverbrauch korrelieren erwartungsgemäss deutlich. Bei den Gebäuden handelt es sich um Regionalsitze von Grossbanken bzw. kantonale Verwaltungen mit Bruttogeschossflächen zwischen 3000 und 40 000 m².

Bild 5: Das Sparpotential des erst dreijährigen «Food-Laden 2» beträgt 10%. Die übrigen Läden mit technischen Installationen aus den 60er und 70er Jahren weisen Sparpotentiale zwischen 40% und 65% auf. Bei den Gebäuden handelt es sich um ein Kleidergeschäft bzw. Lebensmittelgeschäfte mit Bruttogeschossflächen zwischen 1000 und 5000 m².

Die wichtigsten Massnahmen

Die folgenden Auflistungen zeigen die hauptsächlichen Massnahmen zur rationellen Energienutzung, die im Projekt vorgeschlagen wurden, unterteilt nach den Hauptverbrauchergruppen.

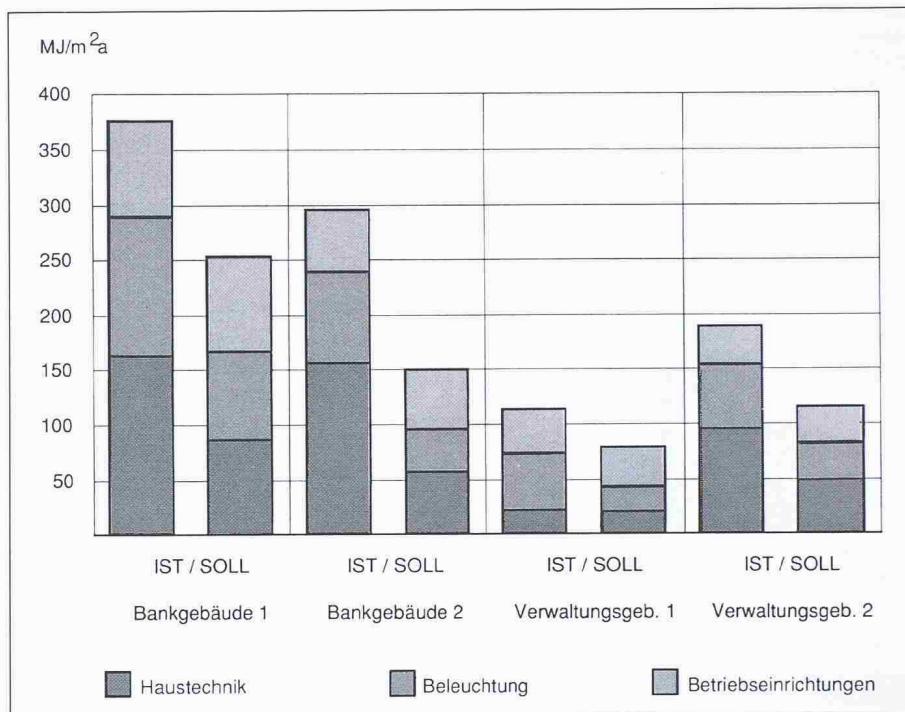


Bild 4. Elektrizitätsbilanzen der Bürogebäude: Ist-Werte vor der Sanierung und prognostizierte Werte nach Ausführung der vorgeschlagenen Massnahmen

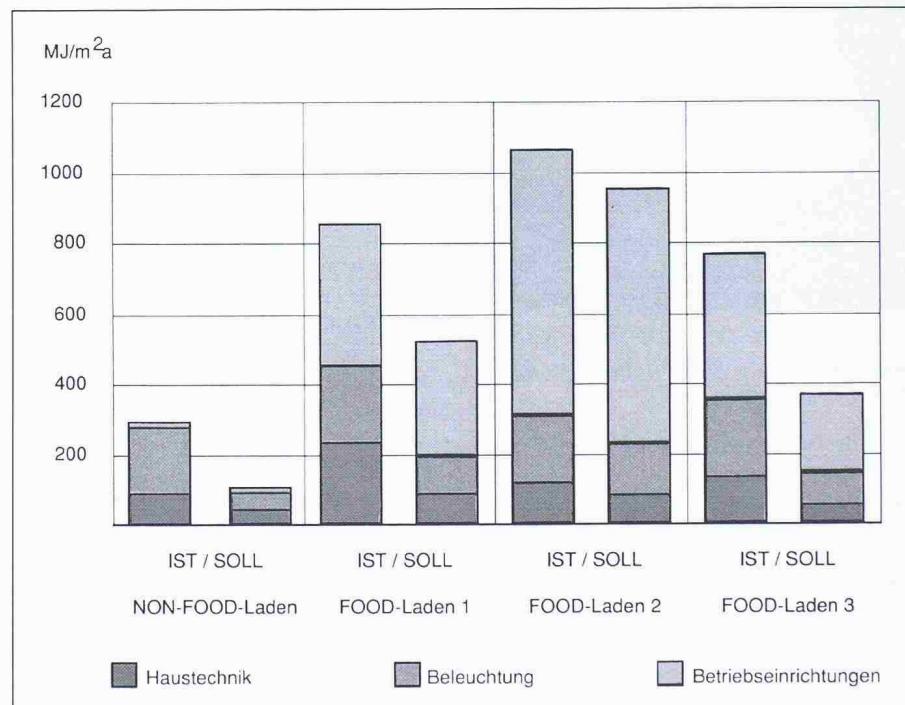


Bild 5. Elektrizitätsbilanzen der Ladengeschäfte: Ist-Werte vor der Sanierung und prognostizierte Werte nach Ausführung der vorgeschlagenen Massnahmen

Haustechnik

- Betriebszeiten der lüftungstechnischen Anlagen reduzieren bzw. den Nutzungszeiten anpassen.
- Bedarf für lüftungstechnische Anlagen abklären und bei zu niedrigen internen Lasten ausser Betrieb setzen.
- Bedarfsabhängige Belüftung über CO-, CO₂-Regelung, Handschalter mit Timer oder Präsenzschalter.
- Bedarfsabhängige Volumenstromregelung.

- Einsatz mehrstufiger Heizungspumpen.
- Betriebsoptimierung von Kälteanlagen.

Als konkretes Beispiel dazu ist das Prinzip eines sogenannten Quelllüftungssystems in Bild 6 dargestellt. Dieses System kann zusammen mit Deckenkühlung, einem sog. «Luft-Wasser-System», zu einer beachtlichen Energieeinsparung führen. Dabei bildet die in Bodennähe laminar einströmende Außenluft einen «Frischluftsee». Am

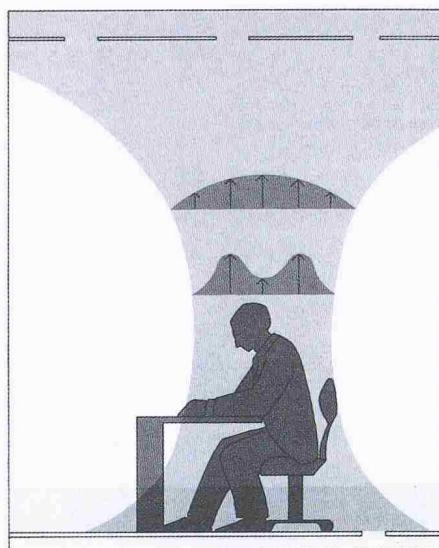


Bild 6. Mit ausgeklügelten Klimasystemen können beachtliche Mengen Strom eingespart werden. (Bild Sulzer)

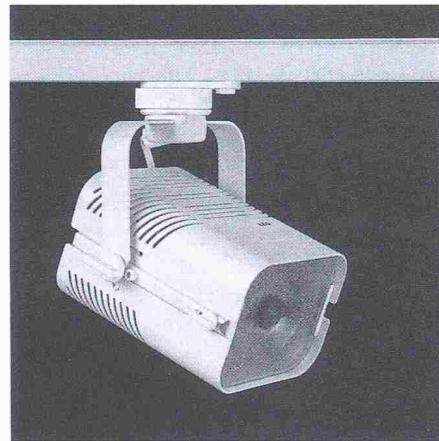


Bild 7. Ein 35-W-HQI-T-Spot ersetzt zwei 100-W-Glühlampenspots bei gleicher Intensität. (Bild AEG)

Standort von Geräten und Personen steigt die erwärmte Luft auf. Über Kühlwasserleitungen in der Decke wird die Wärme abgeführt. Im untersuchten Kleidergeschäft wird durch Umstellung auf dieses System über 50% Energie für Klimatisierung eingespart werden können.

Beleuchtung

- Alte «dicke» Standard-Fluoreszenzröhren durch neue 3-Banden-Lampen («dünn» Röhren) ersetzen.
- Ersetzen von mehrflammigen Leuchten mit schlechtem Betriebswirkungsgrad (z.B. 3flammige Leuchte mit opaler Wannenabdeckung).
- Verwendung von verlustarmen oder elektronischen Vorschaltgeräten bei Fluoreszenzröhren.
- Einbau einer tageslichtabhängigen Beleuchtungsstärkeregelung.
- Installation von Bewegungsmeldern in schwach frequentierte Räumen zur automatischen Abschaltung bei

Nichtbenutzung des Raumes (z.B. in Lagern und Konferenzzimmern).

Als konkretes Beispiel dazu: Der in Bild 7 abgebildete HQI-T-Spot (Spot mit 35-W-Halogenmetallampfentladungslampe) kann in einem Schaufenster zwei 100-W-Glühlampen-Spiegelkopfspots bei gleicher Beleuchtungsstärke ersetzen.

Betriebseinrichtungen

- Schaltuhren an Kopierern und Druckern, die nach Arbeitsschluss die Geräte automatisch abschalten.
- Ersetzen von überalterten Geräten.
- Einbauen von Nachtabdeckungen für Kühlvitrinen.
- Empfehlung der Geschäftsleitung, Geräte bei Nichtgebrauch auszuschalten (z.B. PCs während der Mittagspause).

Als konkretes Beispiel dazu: Im CAD-Raum einer Ingenieurunternehmung werden die sechsjährigen CAD-Stationen mit je 580 W Bezugslistung durch PC-CAD-Stationen mit 210 W ersetzt.

Folgerungen

Die elektrischen Energieanalysen zeigen beachtliche Stromsparmöglichkeiten im Dienstleistungssektor auf. Die Ergebnisse früherer Projekte [3] werden im wesentlichen bestätigt. Von besonderem Interesse ist die jetzt aktuelle, zweite Phase des Projektes. Die Gespräche mit den (mehrheitlich) privaten Betreibern über die Sanierungsauslösung haben gezeigt, dass diese einerseits beeindruckt sind über die vielfältigen Sparmöglichkeiten. Auf der andern Seite bestehen auch starke Vorbehalte gegenüber neuartigen, noch wenig verbreiteten Lösungen.

Zur Frage, wie weit die wirtschaftlichen Sparpotentiale gesamtschweizerisch ausgeschöpft werden, stehen nach unserem Erachten folgende Faktoren im Vordergrund:

- **Technische Möglichkeiten:** Praxiserprobte Vorgehensmethoden sowie gesicherte Wissensgrundlagen über Stromsparmöglichkeiten sind Voraussetzung zur rationelleren Verwendung von Elektrizität.
- **Kompetenz der Fachleute:** Die erarbeiteten Grundlagen sollten so rasch wie möglich zielgruppengerecht aufgearbeitet werden und mittels Tagungen, Kursen, Besichtigungen, Dokumentationen usw. den Interessierten zugänglich gemacht werden.
- **Informationsstand der Gebäudebetreiber:** Die Entscheidungsträger müssen in einfacher und überzeugender Art

über die Möglichkeiten des rationellen Stromeinsatzes informiert werden.

□ **Gesellschaftlicher Stellenwert des Energiesparens:** Die persönliche Grundhaltung der Fachleute und Entscheidungsträger zum Thema Energie und Umwelt spielt eine nicht zu unterschätzende Rolle, wieviel in dieses Gebiet investiert wird.

□ **Wirtschaftliche und rechtliche Rahmenbedingungen:** Sanierungsentscheide werden mitbeeinflusst durch Tarifgestaltung, regionale Subventionspraxis, Steuerrecht, allfällige Bewilligungsverfahren, Finanzierungsmöglichkeiten usw.

Als wesentliche Erkenntnis aus dem Projekt zeigt sich, dass das Elektrizitätssparpotential von drei verschiedenen Standpunkten aus bewertet werden kann. Die Einsparmöglichkeiten nach dem Stand der Technik sind deutlich höher als die wirtschaftlich realisierbaren Massnahmen (in diesem Projekt Größenordnung 30–50%). Aufgrund der noch zurückhaltenden Akzeptanz der Betreiber wird das effektiv realisierbare Sparpotential jedoch tiefer liegen. Darüber werden die Erfolgsmessungen Aufschluss geben.

Mit dem hier präsentierten Projekt werden anhand konkreter Sanierungen Erfahrungen gesammelt werden, wie im Dienstleistungssektor eine rationellere Stromverwendung erreicht werden kann und mit welchen Hindernissen dabei zu rechnen ist. Die Erkenntnisse werden in Form eines Leitfadens für Energieberater publiziert. Wir hoffen damit das Engagement der Fachleute und die Investitionsfreude von Entscheidungsträgern zu fördern.

Adresse der Verfasser: Stefan Gasser, dipl. El.-Ing. ETH/SIA, und Dr. Eric Bush, dipl. Phys. ETH/SIA, Amstein + Walther AG, Leutschenbachstr. 45, 8050 Zürich, ferner Erich Füglistler, El.-Ing. HTL, Energieingenieur NSD/HTL, INTEP, Klausstr. 26, 8034 Zürich.

Literatur

- [1] Brunner C.U. et al.: Elektrizität sparen. NFP44, Bern. 1986.
- [2] Brunner C.U. et al.: Verminderung des elektrischen Energieverbrauchs in der Schweiz, Teil 2, Banken und Detailhandel. NFP44, Bern. 1987.
- [3] Brunner C.U. et al.: Elektrosparsstudien. Bezug: Hochbauinspektorat der Stadt Zürich, PRESANZ. 1988.
- [4] EGES. Energieszenarien (Hauptbericht). Vertrieb: EDMZ, Bern. 1988.
- [5] INFEL. Stromsparen – realistische Möglichkeiten. Bezug: INFEL, Zürich. 1987.
- [6] VSE. Siebenter Zehnwerke-Bericht. Bezug: INFEL, Zürich. 1987.