

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: 90 (1999)

Heft: 18

Artikel: Stromverbrauch in Bürogebäuden : Gespart, ohne zu wollen

Autor: Weber, Lukas / Keller, Ivan

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-901974>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 06.02.2025

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

Stromverbrauch in Bürogebäuden: Gespart, ohne zu wollen

Die Bürofläche in der Schweiz wächst, und damit ihr Stromverbrauch. An der ETH Zürich wurde im Rahmen eines Forschungsprojekts erstmals repräsentativ die Entwicklung des Stromverbrauchs in 100 Bürogebäuden untersucht und ausgewertet. In diesen hat der Stromverbrauch in den letzten zehn Jahren um 5% abgenommen. Erstaunlich war, dass der grösste Verbrauchsrückgang nicht auf Energiesparen, sondern überwiegend auf den ordentlichen Ersatz bestehender durch modernere, effizientere Anlagen und Geräte zurückging. Allgemein überschätzt wurde der Anteil der Energiekosten an den anfallenden Gesamtkosten.

■ Lukas Weber und Ivan Keller

Brachliegende Sparpotentiale

Untersuchungen zum Energieverbrauch zeigen ein hohes Sparpotential für alle Formen der Energieanwendung. In der Tat ermöglichen fortschrittliche

Technologien, ein optimierter Betrieb und effiziente Planungsabläufe grosse Effizienzgewinne. Zur allgemeinen Enttäuschung und scheinbar im Widerspruch zu den Einsparmöglichkeiten werden die existierenden Potentiale aber nicht ausgeschöpft.

In der Diskussion wird leicht vergessen, dass Energiesparen nur eine – ver-

hältnismässig aufwendige – Möglichkeit zur effizienteren Energienutzung ist. Bedeutend billiger wäre es, bereits bei der Beschaffung von neuen Anlagen und Geräten sowie bei ihrem Betrieb auf die Energieeffizienz zu achten. Die praktische Schwierigkeit liegt darin, die Energierelevanz von Entscheidungen frühzeitig zu erkennen und die beteiligten Entscheidungsträger mit dem notwendigen Wissen auszustatten.

Die schwache Datenlage zur Entwicklung des Energieverbrauchs im Dienstleistungssektor war Ausgangspunkt der hier vorgestellten Studie. In einer repräsentativen Untersuchung wurde der Stromverbrauch in hundert Schweizer Bürogebäuden für den Zeitraum von 1986 bis 1996 untersucht. Die Ergebnisse beruhen auf schriftlichen Unterlagen, Gebäudebegehungen und Interviews. Die Untersuchung dauerte gut zwei Jahre und endete im Dezember 1998.

Datenbasis

Untersucht wurden eine halbe Million Quadratmeter oder 2% der gesamten Schweizer Bürogebäudefläche. Die Gebäudebetreiber und die untersuchten Unternehmen nahmen freiwillig an der Studie teil.

Die Analyse konzentrierte sich auf nichtthermische Elektrizitätsanwendungen. Der nichtthermische Verbrauch hängt stark von der Technisierung und der im Gebäude verrichteten Tätigkeit ab. Seine historische Entwicklung ist noch wenig bekannt und wurde deshalb eingehend analysiert. Der Elektrowärmeanteil schwankte dagegen voraussagbar, das heisst mit der Aussentemperatur, und lag bei nur gerade 4% (Elektroboiler, Elektrowärmepumpen und Elektroheizungen).



Bürogebäude: Die theoretisch grossen Energiesparpotentiale werden zum Teil ungenügend genutzt.



Adresse der Autoren

Lukas Weber
Forschungsgruppe Energieanalysen
ETH Zentrum, ETL G22
8092 Zürich

Ivan Keller
Amstein + Walthert AG
Leutschenbachstr. 45
8050 Zürich

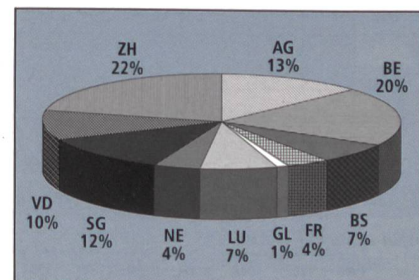


Bild 1 Aufteilung der 100 untersuchten Gebäude nach Kantonen.

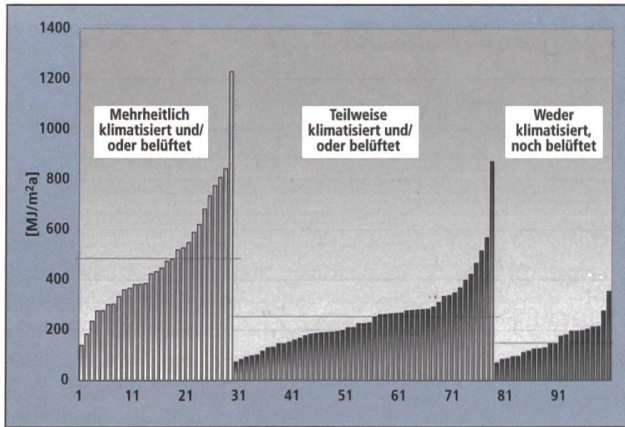


Bild 2 Energiekennzahl Elektrizität, gruppiert nach Ausstattung mit mechanischer Lüftung oder Klimatisierung.

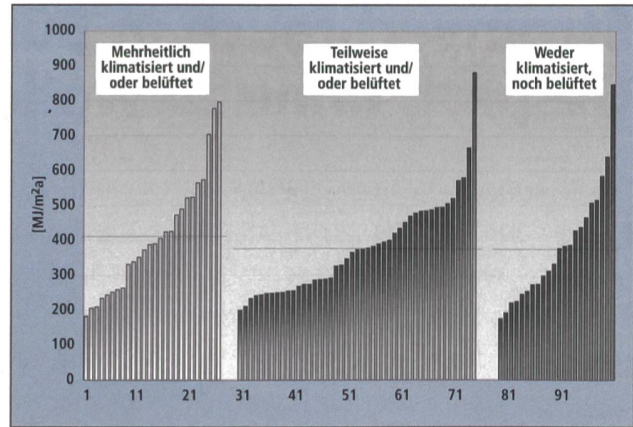


Bild 4 Energiekennzahl Wärme, gruppiert nach Ausstattung mit mechanischer Lüftung oder Klimatisierung.

Gebüdestichprobe

Untersucht und analysiert wurden 100 zufällig ausgewählte Bürogebäude. Als Bürogebäude galten Liegenschaften mit mehr als 50% Büronutzung. Die Gebäude lagen in der deutschen und französischen Schweiz. Zur Senkung des Arbeitsaufwands wurden die Gebäudestandorte auf zehn Kantone beschränkt (Bild 1).

Die Gebäude wurden entsprechend der Tätigkeit ihres Hauptnutzers in vier Gruppen aufgeteilt, in Finanzen/Organisationen, öffentliche Verwaltung, Industrie und Gewerbe. Die bedeutendsten Gebäudegruppen waren öffentliche Verwaltung (41% Flächenanteil) und Finanzen/Organisationen (38%); das Gewerbe war entsprechend dem real schwächeren Auftreten mit 13% der Fläche vertreten, die Industrie mit 8%. Ein Drittel der Gebäude waren älter als 50 Jahre, die übrigen waren jünger.

Unternehmensstichprobe

Die Unternehmensstichprobe schwankte je nach Datenverfügbarkeit zwischen 65 und 73 Unternehmen (private Unternehmen oder öffentliche Verwaltungen). Öffentliche Verwaltungen waren wegen

ihrer überdurchschnittlichen Teilnahmebereitschaft übervertreten. Banken und Versicherungen sowie der Handel waren repräsentativ vertreten, ebenso der Industrie- und der Dienstleistungssektor insgesamt.

Strom- und Wärmeverbrauch

Energiekennzahl Elektrizität

Der flächenbezogene Elektrizitätsverbrauch (Energiekennzahl Elektrizität) schwankte zwischen 70 und 1230 MJ/m²a. Der Mittelwert lag bei 300 MJ/m²a. Einen wesentlichen Einfluss hatten die mechanische Belüftung und Klimatisierung. So lag die Energiekennzahl Elektrizität für mechanisch belüftete und klimatisierte Gebäude durchschnittlich auf dem dreifachen Wert von unklimateisierten und unbelüfteten Gebäuden (Bild 2).

Die Energiekennzahl Elektrizität nahm über die Jahre 1986–1996 ab, allerdings unterschiedlich je nach Sprachregion und Gebäudenutzung. In der Deutschschweiz lag der Wert 1986 bei 390 MJ/m²a und sank fast stetig auf 310 MJ/m²a. In der Westschweiz stieg der Wert dagegen von

270 (1986) auf 370 MJ/m²a (1995) und lag 1996 bei 350 MJ/m²a. Eine Erklärung dafür könnte das stärkere Echo der Bundesprogramme RAVEL und «Energie 2000» in der Deutschschweiz sein.

Bild 3 zeigt die Entwicklung der mittleren Energiekennzahl Elektrizität 1986 bis 1996 nach Gebäudegruppen. Banken- und Versicherungsgebäude («Finanzen/Organisationen») lagen 1986 mit 520 MJ/m²a unübertroffen hoch. Zwar sank der Wert im beobachteten Zeitraum um jährlich 10 MJ/m², doch lag er 1996 noch immer bei hohen 400 MJ/m²a. Den tiefsten Wert zeigten öffentliche Verwaltungsgebäude. Er lag fast konstant bei 240 MJ/m²a und 1996 immer noch auf dem halben Wert der Banken- und Versicherungsgebäude. Der hohe Verbrauch in der Banken- und Versicherungsbranche ist auf die überdurchschnittliche Technisierung (Klimatisierung, Firmenrestaurant usw.) zurückzuführen.

Energiekennzahl Wärme

Die mittlere Energiekennzahl Wärme lag bei 390 MJ/m²a. Sie variierte zwischen 176 und 882 MJ/m²a. Wie Bild 4 zeigt, hing der Wert kaum vom Vorhandensein einer mechanischen Lüftung und/oder Klimatisierung ab. Auch die Gebäudenutzung spielte kaum eine Rolle. Der Wert schwankte zwischen 380 MJ/m²a in Banken- und Versicherungsgebäuden und 410 MJ/m²a in Gewerbegebäuden.

Die Korrelation der Energiekennzahlen Elektrizität und Wärme war schwach positiv (Bild 5). Gebäude mit tiefem Wärmeverbrauch lagen also auch beim Stromverbrauch tief; die Abwärme der Elektroverbraucher trug wider Erwarten kaum etwas zur Heizung bei. Bis in die 80er Jahre wurden elektrische Installationen und Heizanlagen unabhängig voneinander und ohne Rücksicht auf den Energieverbrauch geplant.

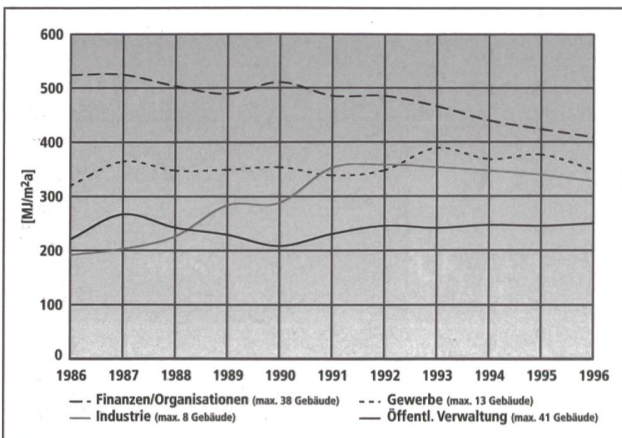


Bild 3 Entwicklung der mittleren Energiekennzahl Elektrizität 1986–1996 nach Gebäudegruppen.

Elektrizitätsverbrauch nach Verwendungszweck

Bei der Aufteilung des Elektrizitätsverbrauchs nach Verwendungszweck dominierten die zentralen Dienste (unter anderem Grossrechner), Lüftung, Kälte und Beleuchtung mit einem Verbrauchsanteil von gut 80% (Bild 6). Der Anteil der Arbeitshilfen (PC, Monitore usw.) lag dagegen nur bei gerade 9%. Der Elektrizitätsverbrauch war offensichtlich von zentralen Anlagen bestimmt und wurde von den Nutzerinnen und Nutzern kaum beeinflusst. Um so entscheidender war die Beschaffung, die den Energieverbrauch durch Dimensionierung und Technologiewahl im wesentlichen festlegte.

Stellenwert des Energieverbrauchs

Der Anteil der Energiekosten an den im Gebäude anfallenden Gesamtkosten wurde von den Unternehmensleitungen allgemein überschätzt. Der Energiekostenanteil lag im Durchschnitt bei 0,9%, wurde jedoch auf 2,6% geschätzt. In Industrieunternehmen lag die Überschätzung noch höher; hier lag der Energiekostenanteil im Bürogebäude bei 0,7%, wurde aber auf 3,5% geschätzt (Tabelle I).

Ein Viertel der Unternehmen führten eine regelmässige Verbrauchskontrolle durch die Geschäftsleitung durch. Fast jedes zweite Unternehmen (47%) beschäftigte einen haupt- oder nebenamtlichen Energiebeauftragten. Dieser war meist in einer Stabsstellung und hatte wenig Entscheidungskompetenz. Energiebeauftragte waren überdurchschnittlich häufig in grösseren Unternehmen mit mehr als 50 Arbeitsplätzen (65%) sowie in den Branchen Kredit und Versicherungen (62%) und öffentliche Verwaltung (55%).

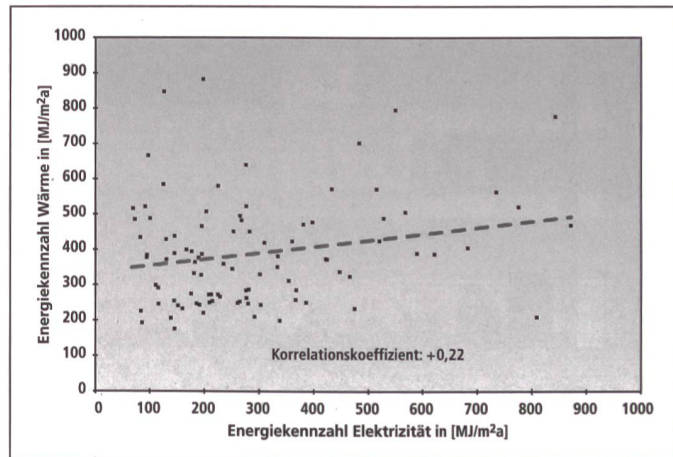
Zusammenhang von Verbrauchskontrolle und Energieeffizienz

Die Wirkung der Verbrauchskontrolle wurde nicht direkt untersucht. Gleichwohl können Aussagen über den Zusammenhang von Verbrauchskontrolle und

Wirtschaftssektor	Geschätzt	Real
Industrie	3,5%	0,7%
Dienstleistungen	2,6%	0,9%
Total	2,6%	0,9%

Tabelle I Geschätzter und realer Energieanteil an den Gesamtkosten in Bürogebäuden.

Bild 5 Korrelation der Energiekennzahlen Elektrizität und Wärme.



Indikator für Energieeffizienz	Alle Betriebe	Betriebe mit Energiebeauftragten	Betriebe mit Verbrauchskontrolle durch GL
Unternehmen mit Energiesparmassnahmen 1986–1996	18%	26%	50%
Installierte Beleuchtungsleistung in Büros	16,5 W/m²	16,3 W/m²	15,0 W/m²

Tabelle II Einfluss von Energiebeauftragten und Verbrauchskontrolle durch die Geschäftsleitung.

Energieeffizienz gemacht werden. Als Indikatoren wurden die Anzahl Energiesparmassnahmen und die installierte Beleuchtungsleistung in Büros gewählt (Tabelle II). Energiesparmassnahmen im Zeitraum 1986–1996 gab es in 18% der Unternehmen. Energiesparmassnahmen in Unternehmen mit Energiebeauftragten waren überdurchschnittlich häufig (26%); noch häufiger waren sie in Unternehmen mit Verbrauchskontrolle durch die Geschäftsleitung (50%). Bei der installierten spezifischen Bürobeleuchtungsleistung zeigte sich ein weniger ausgeprägtes, doch grundsätzlich gleiches Bild. Die mittlere installierte spezifische Leistung der Bürobeleuchtung lag bei 16,5 W/m²; in Unternehmen mit einem Energiebeauftragten lag sie geringfügig tiefer (16,3 W/m²), in Unternehmen mit Verbrauchskontrolle durch die Geschäftsleitung mit 15,0 W/m² etwas tiefer.

Verbrauchsrelevante Veränderungen bei Anlagen und Geräten

Zur Analyse der Verbrauchsentwicklung wurden sämtliche Ausstattungs- und Betriebsveränderungen an Anlagen und Geräten für den Zeitraum 1986–1996 zusammengetragen und im Detail untersucht. Veränderungen dieser Art wurden «energierelevante Ereignisse» genannt

und nach einer Typologie geordnet. Das häufigste energierelevante Ereignis war ein Ausbau der Arbeitsplatzinformatik (Bild 7). Die Gründe dafür waren überall dieselben: Sekretariatsabbau, zusätzliche Aufgaben für die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie leistungsfähigere Software.

Für jedes energierelevante Ereignis wurde die Wirkung auf den jährlichen Energieverbrauch in MWh/a geschätzt. Die geschätzte Jahreswirkung über alle Unternehmen gab die von Stromrechnungen her bekannten Veränderungen recht genau wieder. Das wirkungsmächtigste Ereignis war die Stilllegung der zentralen EDV mit einer durchschnittlichen Energiewirkung von -370 MWh/a pro Ereignis. Dicht gefolgt wurde die Stilllegung von ihrem Komplementäreignis, dem

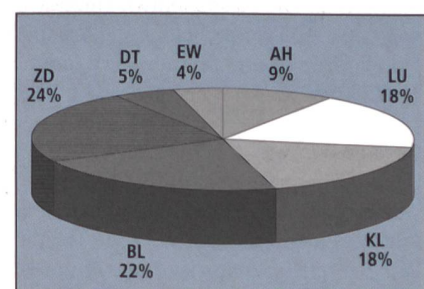


Bild 6 Aufteilung des Elektrizitätsverbrauchs nach Verwendungszweck, gewichtet nach absolutem Verbrauch (AH: Arbeitshilfen, LU: Lüftung, KL: Kälte, BL: Beleuchtung, ZD: Zentrale Dienste, DT: Diverse Technik, EW: Elektrowärme).

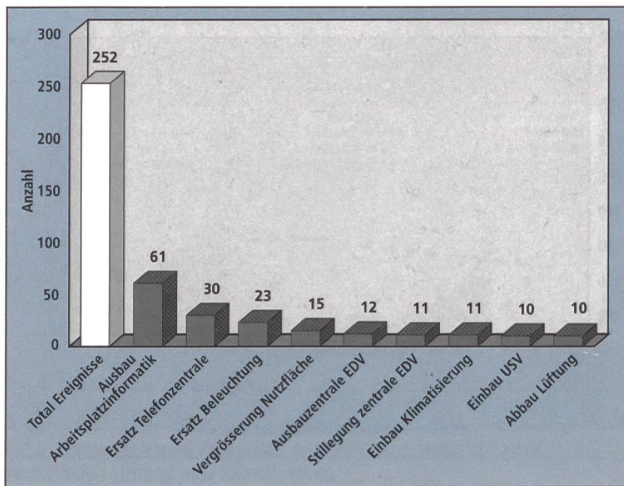


Bild 7 Die häufigsten energierelevanten Ereignisse (1986-1996).

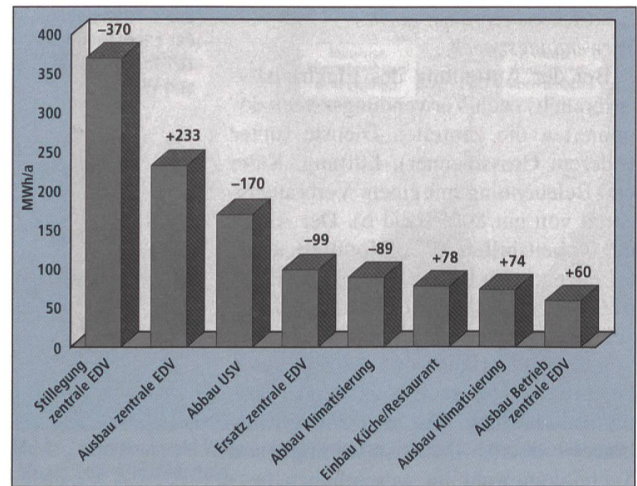


Bild 8 Die Ereignisse mit der grössten Energiewirkung (1986-1996).

Ausbau der zentralen EDV. Ihre Wirkung lag bei durchschnittlich +233 MWh/a pro Ereignis (Bild 8). Eine Stilllegung der zentralen EDV bedeutete selbstverständlich nicht den Verzicht auf EDV-Dienstleistungen, sondern die Auslagerung in ein anderes Gebäude, oft verbunden mit der Zusammenlegung mit anderen EDV-Zentralen. Der Verbrauchsrückgang in einem Gebäude verursachte daher häufig eine Zunahme in einem anderen Gebäude, wenn auch – dank Grössenvorteil und Effizienzgewinn durch moderne Informationstechnologien – auf tieferem Verbrauchsniveau. Die Gründe für eine Stilllegung bzw. Auslagerung der zentralen EDV waren Kosteneinsparungen und ein höherer Büroflächenbedarf.

Verbrauchsentwicklung

Gesamthaft stand in den untersuchten Unternehmen eine Verbrauchszunahme von 4606 MWh/a einer Verbrauchsabnahme von 6192 MWh/a gegenüber. Die Nettowirkung betrug –1586 MWh/a, was einer Verbrauchsabnahme von 5% im Zeitraum 1986–1996 entsprach.

Die historische Verbrauchsentwicklung zeigte zwei Trends: eine leichte Zunahme bis 1992 und eine stärkere Abnahme danach. Die Gesamtentwicklung war von der EDV-Entwicklung (Arbeitsplatzinformatik und zentrale EDV) dominiert (Bild 9).

Geringe Wirkung des Energiesparens

Das Energiesparen in Bürogebäuden wurde erst am Anfang der neunziger Jahre zu einem flächendeckenden Thema. Die Energiewirkung der Sparereignisse schwankte zwischen –1 und –180 MWh/a. Die Gesamtwirkung betrug –878 MWh/a oder einen Siebtel der gesamten energieverbrauchssenkenden Energiewirkung. Sie betraf Beleuchtung, Klimatisierung

und Lüftung. Die übrigen verbrauchs-senkenden Ereignisse hatten mit Energiesparen nichts zu tun; die Einsparung war vielmehr eine nichtbeabsichtigte Nebenfolge geschäftsbezogener Entschiede.

Energierelevante Entscheidungen

Bild 10 zeigt die Aufteilung aller energierelevanten Ereignisse in Energiesparereignisse, energiebezogene Ereignisse (Ereignisse, die nicht zum Energiesparen, jedoch mit Rücksicht auf den Energieverbrauch entschieden wurden) und übrige energierelevante Ereignisse. 9% der Ereignisse waren Energiesparereignisse, 14% wurden energiebezogen entschieden. Die Mehrzahl der Ereignisse (77%) waren zwar energierelevant, wurden aber ohne Rücksicht auf den Energieverbrauch entschieden. Wäre Energieeffizienz bei ihrer Entscheidung häufiger ein Thema, wäre für die rationelle Energieverwendung viel gewon-

nen. Neben der EDV fielen vor allem Entschiede über Klimatisierung, USV und Kantine/Grossküche ins Gewicht.

Für jedes energierelevante Ereignis wurde die Entscheidung in drei Phasen, in eine Antrags-, eine Sachbearbeitungs- und eine Beschlussphase aufgeteilt. Für jede Phase wurde der Hauptentscheidungsträger ermittelt. So ging beispielsweise der Ausbau der Arbeitsplatzinformatik in knapp der Hälfte der Fälle direkt von den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern aus, bei einem Drittel kam der Impuls von der Geschäftsleitung. Die Geräte wurden überwiegend von einem unternehmensinternen Informatikverantwortlichen oder einer Informatikabteilung ausgewählt und mehrheitlich von der Geschäftsleitung bewilligt (Bild 11).

Energiesparmassnahmen zeigten ein anderes Entscheidungsmuster. Sie wurden zum überwiegenden Teil vom Hauswart initiiert, vorbereitet und auch rea-

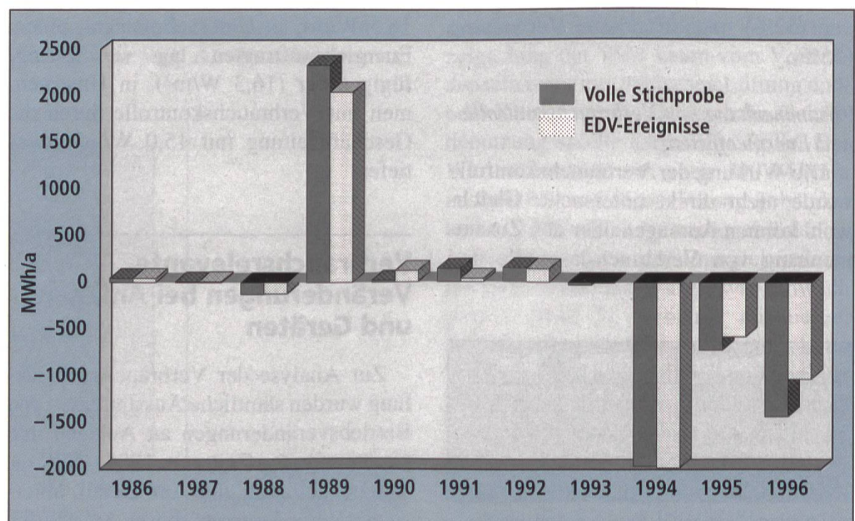


Bild 9 Die Energiewirkung energierelevanter Ereignisse, volle Stichprobe, EDV-Ereignisse.

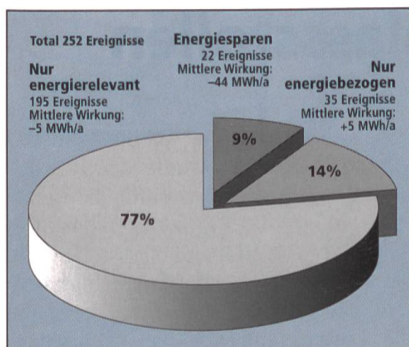


Bild 10 Aufteilung energierelevanter Ereignisse nach Einbezug der Energieeffizienz.

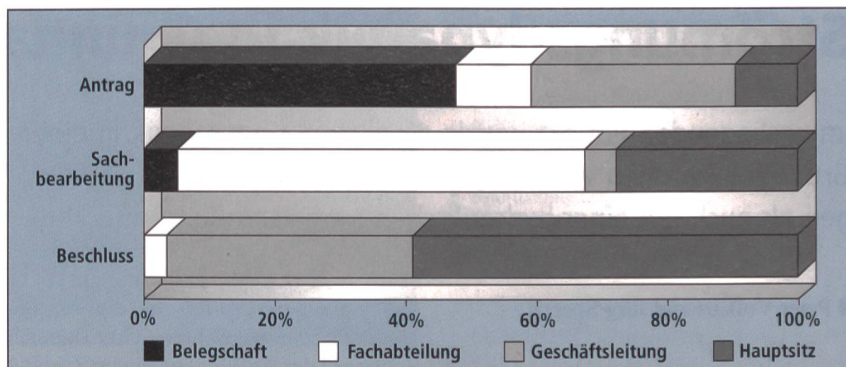


Bild 11 Entscheidungsträger beim Ausbau der Arbeitsplatzinformatik.

listiert. Der Entscheidungsweg erfolgreicher Sparmassnahmen war somit kurz und zog selten grosse Investitionen nach sich (Bild 12).

Schlussfolgerungen

Die Untersuchung liefert für die Schweiz erstmals statistisch relevante Daten zum Elektrizitätsverbrauch in Bürogebäuden. Die Daten zeigen, dass trotz der massiven Aufrüstung mit stromverbrauchenden EDV-Geräten in den Jahren 1986–1996 die Energiekennzahl Elektrizität gesunken ist. Die deutsche und französische Schweiz entwickelten sich dabei unterschiedlich; ab 1990 lag die mittlere Energiekennzahl Elektrizität in der Deutschschweiz deutlich tiefer als in der Westschweiz.

Die Unternehmensleitungen beurteilten die Höhe des Energieverbrauchs im allgemeinen qualifiziert, doch überschätzten sie die Energiekosten. Kostenschätzungen sind ein ungeeigneter Indikator zur Beurteilung des Stellenwerts von Energie in Unternehmen. Entsprechend sollten bei Massnahmen für die rationelle Verwendung von Energie andere als nur ökonomische Faktoren beachtet werden, beispielsweise der natürliche Ersatzzyklus von Anlagen und Geräten.

Unternehmen mit einer institutionalisierten Verbrauchskontrolle waren energieeffizienter als Unternehmen ohne. Der

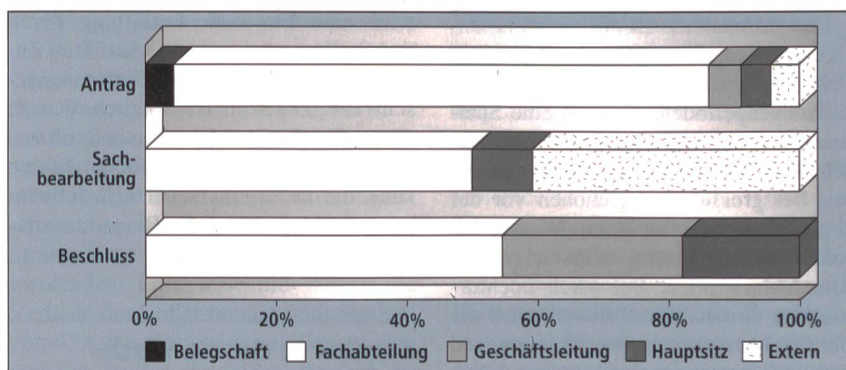


Bild 12 Entscheidungsträger bei Energiesparereignissen.

Erfolg von Verbrauchskontrolle lässt sich allerdings nur schwer qualifiziert beurteilen. Die Verbrauchsaufteilung nach SIA 380/4 liefert zwar hilfreiche Kennzahlen, eine Methode zur systematischen Beurteilung von Energieeffizienz steht aber noch aus.

Die schwache Wirkung von Energiesparmassnahmen war ernüchternd. Erfreulich dagegen waren Effizienzgewinne durch den technischen Fortschritt bei Informationstechnologien. Sie werden vermutlich weiter anhalten und in den kommenden Jahren zu einem weiteren Verbrauchsrückgang führen.

Literatur

Bundesamt für Energiewirtschaft (1994), Basisdaten und Perspektiven zur Entwicklung des Gebäudeparks 1990–2030, Bern.

Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein (1995), SIA-Empfehlung 380/4: Elektrische Energie im Hochbau, Zürich.

Die ausführliche Studie mit dem Titel «Energieverbrauch in Bürogebäuden» wurde beim Bundesamt für Energie publiziert. Sie kann unter der Bestellnummer 805.569 d bei der EDMZ, 3003 Bern, bezogen werden.

Domotique: l'efficacité de la technique est plus forte que les économies d'énergie

Dans le cadre d'un projet de recherche, l'EPF a examiné et analysé la courbe de consommation d'énergie de 100 bâtiments administratifs. Il en est ressorti que leur consommation d'électricité a diminué au total de 5% au cours des dix dernières années. L'amélioration de l'efficacité énergétique des appareils informatiques a été ici déterminante alors que l'effet des économies d'énergie a été décevant.

Die Autoren danken dem Projekt- und Studienfonds der Elektrizitätswirtschaft, dem Bundesamt für Energie, den Energiefachstellen der Kantone Aargau, Basel-Stadt, Bern, Freiburg, Neuenburg, Zürich sowie der Stadt St. Gallen, dem Elektrizitätswerk der Stadt Zürich, den Bernischen Kraftwerken und dem Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke für die Finanzierung der Studie.