

# Stromsparen - realistisch gesehen

Autor(en): **Spalinger, Ruedi**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **106 (1988)**

Heft 4

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-85621>

## **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.

# Stromsparen - realistisch gesehen

Über die Notwendigkeit des Stromsparens ist man sich allerorts einig, auch darüber, dass ein noch ungenutztes Stromsparpotential vorhanden ist. Die Diskussion dreht sich vor allem darum, wieviel Strom gespart werden kann und was für Mittel dazu angewendet werden sollen. Auf der einen Seite stehen die Kreise, die mit dem Argument des Stromsparens den Bau weiterer Kernkraftwerke als überflüssig erachten oder gar glauben, in Zukunft ohne die bestehenden Kernkraftwerke auskommen zu können. Diese veranschlagen das Stromsparpotential als sehr hoch, und für dessen Ausschöpfung ist ihnen jedes Mittel recht. Auf der andern Seite warnen diejenigen, die für eine sichere und ausreichende Stromversorgung verantwortlich sind, vor übertriebenen Erwartungen. Sie möchten lieber die Marktwirtschaft und die Einsicht der Verbraucher walten lassen als staatlichen Dirigismus.

Stromsparen ist heute ein aktuelles Thema. Im Rahmen der Diskussionen um den Ausstieg aus der Kernenergie

VON RUEDI SPALINGER,  
ZÜRICH

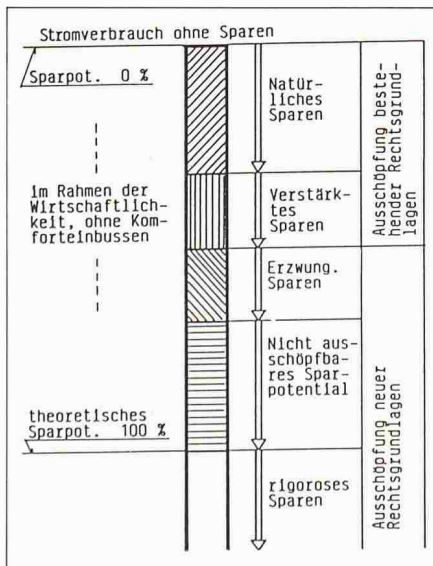
ist es auch politisch interessant geworden. Und weil jeder von uns Stromkonsument ist, fühlt er sich auch kompetent, hier ein Wort mitzureden. Stromsparpotentiale sind aber wissenschaftlich schwer zu quantifizieren und zu begründen, deshalb ist für Emotionen ein um so grösserer Spielraum offen. Trotzdem sollte versucht werden, das Thema etwas sachlicher anzugehen.

## Die Stufen des Stromsparens

Das vorhandene Stromsparpotential kann gemäss Bild 1 wie folgt unterteilt werden (1):

Als Ausgangspunkt kann der Stromverbrauch ohne Sparen angenommen werden, d.h. ein Sparpotential von 0%. Das

Bild 1. Die Stufen des Stromsparens



theoretische Sparpotential, das auf der Basis von wirtschaftlichen Massnahmen und auf der Beibehaltung des Komfortstandards beruht, kann mit 100% beziffert werden.

Unter dem Begriff «natürliches Sparen» kann das Sparpotential zusammengefasst werden, welches ohne besondere Massnahmen realisiert wird, weil es den Stromkonsumenten und den Geräteherstellern Vorteile bringt. Als Beispiel dazu sei der in den letzten Jahren ständig erfolgte Rückgang des Energieverbrauchs von elektrischen Haushaltgeräten erwähnt. Dieser erfolgte ohne Gesetze und Verordnungen auf rein marktwirtschaftlicher Basis. Steigende Strompreise und das wachsende Energiebewusstsein der Verbraucher führten dazu, dass der Energieverbrauch der Geräte zu einem wichtigen Verkaufsargument wurde. Dank der technischen Entwicklung wurde es den Herstellern möglich, den spezifischen Energieverbrauch bei fast allen Geräten entscheidend zu senken. Das aufkommende Sparbewusstsein, verbunden mit einer massvollen Ausschöpfung der bestehenden Rechtsgrundlagen, wird weiter in Richtung einer rationellen und sparsamen Verwendung der Elektrizität führen, und zwar nicht nur im Bereich des Haushalts, sondern in allen Anwendungsgebieten, insbesondere auch in der Industrie, wo die Stromkosten oft ein wichtiger Kostenfaktor sind.

Die nächste Stufe kann als «verstärktes Sparen» bezeichnet werden. Mit gezielter Information, Motivation und Beratung kann die Bereitschaft jedes Einzelnen für persönliche Sparbemühungen verstärkt werden. Diese Aufgabe muss zur Hauptsache von der Elektrizitätswirtschaft übernommen werden. Aber auch die zusätzliche, vernünftige Ausschöpfung bestehender kantonalen und kommunaler Rechtsgrundlagen kann dem «verstärkten Sparen» zugeordnet werden.

Soll das Sparen noch stärker forciert werden, bedarf es zahlreicher Gesetze, Gebote und Verbote. Damit könnte das Sparpotential noch etwas besser ausgeschöpft werden. Unliebsame Nebenerscheinungen wie vermehrte gesetzliche Regelungen und staatlicher Interventionismus wären jedoch nicht zu vermeiden. Dieses «erzwungene Sparen» ist nicht mehr auf freiwilliger Basis und mit massvollen Eingriffen möglich.

Die Erfahrung aus den Energiesparbemühungen nach den Ölpreiskrisen in den siebziger Jahren zeigt, dass ein als technisch möglich errechnetes Sparpotential nie vollständig verwirklicht werden kann, auch durch staatliche Verordnungen nicht. Die theoretisch errechneten Einsparungen werden zwar in Einzelfällen durchaus erreicht, aber im grossen Durchschnitt der Volkswirtschaft nur zum Teil verwirklicht. Verschiedene Gründe wie Bequemlichkeit, irrationales Verhalten, Finanzierungsprobleme, Ermüdungserscheinungen gegenüber Sparappellen und anderes mehr bilden ein Hemmnispotential, das sich nicht aus der Welt schaffen lässt. Deshalb muss mit einem «nicht ausschöpfbares Sparpotential» gerechnet werden. Natürlich könnte noch ein Schritt weiter gegangen werden. Wer die Stromerzeugung aus Kernkraftwerken als das schlimmste aller Übel betrachtet, müsste entsprechende Konsequenzen ziehen. Er müsste bereit sein, auch unter Komforteinbussen auf einen Teil des heute beachtlichen Stromkonsums zu verzichten und unwirtschaftliche Sparmassnahmen in Kauf zu nehmen. Ein solches «rigoroses Sparen» wird aber die grosse Mehrheit der Bevölkerung kaum akzeptieren, und entsprechende staatliche Instrumentarien müssten erst noch geschaffen werden.

## Wie hoch ist das Stromsparpotential?

Im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms 44 ist im September 1986 der Bericht «Elektrizität sparen» (2) veröffentlicht worden. Er wurde von einem Autorenteam unter der Leitung von C.U. Brunner erarbeitet und ist deshalb auch als «Brunner-Bericht» bekannt geworden. Dessen Hauptaussage lautete, dass ohne Komforteinbussen und mit Massnahmen, die unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten alle vertretbar sind, rund 30% des gegenwärtigen Stromverbrauchs der Schweiz im Laufe der nächsten 30 Jahre eingespart werden können.

Der Bericht ist von einer Arbeitsgruppe der Infel (Informationsstelle für Elek-

trizitätsanwendung) kritisch beurteilt worden. Die Resultate dieser Untersuchung sind im Juni 1987 im Bericht «Stromsparen – realistische Möglichkeiten» (3) vorgestellt worden. Das darin ausgewiesene Sparpotential liegt in einer Bandbreite von 10–15%. Dabei wurden die gleichen Rahmenbedingungen beachtet wie in der erstgenannten Studie.

Es würde zu weit führen, auf die Abweichungen im einzelnen einzugehen. Es seien nur einige Hauptpunkte der Kritik erwähnt, die im Infel-Bericht aufgezeigt werden:

Zur Berechnung des Sparpotentials wird im Brunner-Bericht der Stromverbrauch in verschiedene Sektoren und Verwendungszwecke aufgeteilt. Für einige dieser Verbrauchsmengen wird das Sparpotential mit Hilfe von Stichproben berechnet. Ein Teil dieser Stichproben beruht auf effektiven Messungen an Objekten, der grössere Teil jedoch lediglich auf sogenannten Feinanalysen. Der Stichprobenumfang beträgt insgesamt 43 Objekte; für die einzelnen Bereiche ist er jedoch wesentlich kleiner, nämlich zwischen 8 und 21. Die einzelnen Stichproben weisen sehr grosse Abweichungen auf. Trotzdem werden die ermittelten Werte ohne Angaben eines Streubereichs auf den gesamtschweizerischen Anwendungsbereich übertragen. Die Datenbasis für eine zuverlässige Abschätzung ist eindeutig zu *schmal*.

Die Repräsentativität der Stichproben wird im Brunner-Bericht nicht diskutiert. Es muss jedoch angenommen werden, dass die zur Verwendung gelangten Stichproben auf einer einseitigen Auswahl von Objekten beruhen. Es wurden nur Objekte betrachtet, bei denen eine Analyse oder eine Sanierung durchgeführt wurde. Dabei handelt es sich wohl vornehmlich um Objekte, bei denen der Verdacht auf einen zu grossen Stromverbrauch vorlag. Es wurde kein einziges der zahlreich bekannten Objekte berücksichtigt, die nach einer Sanierung einen erheblich höheren Stromverbrauch aufwiesen. Die berücksichtigten Objekte sind für eine umfassende Hochrechnung *nicht repräsentativ*.

Die im Brunner-Bericht vorgenommenen Untersuchungen beziehen sich hauptsächlich auf das Gebiet der Haustechnik. Für die Anwendungsgebiete «Prozesswärme + Chemie» und «mechanische Arbeit» in der Industrie, die rund 50% Anteil am Gesamtstromverbrauch haben, konnte auf keine Untersuchung zurückgegriffen werden. Zum Teil wurden Ergebnisse aus der Haustechnik in unzulässiger Weise auf den Industriebereich übertragen, zum Teil

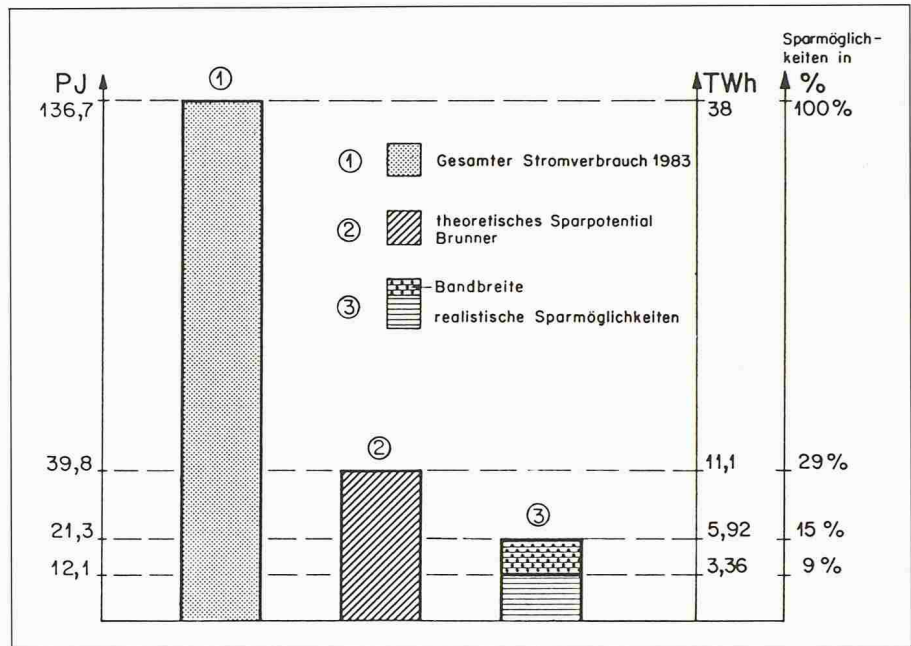


Bild 2. Stromsarpotentiale im Vergleich (Basis: Stromverbrauch 1983)

wurde das Sparpotential aufgrund von pauschalen Überlegungen lediglich geschätzt.

Im Brunner-Bericht wird angenommen, dass das als technisch möglich errechnete Sparpotential vollständig verwirklicht werden könnte. Wie vorher erwähnt, muss jedoch ein Teil des theoretischen Sparpotentials als nicht ausschöpfbar betrachtet werden. Im übrigen kritisiert der Infel-Bericht in den einzelnen Anwendungsgebieten einige fehlerhafte oder unzulässige Annahmen.

Mit Sicherheit kann das Stromsarpotential nicht auf ein Prozent genau berechnet werden. Es muss auf jeden Fall eine gewisse Bandbreite angenommen werden, denn die Datenbasis ist zum Teil ungenau, und einzelne Faktoren, wie z.B. der Ausschöpfungsgrad, können nur abgeschätzt werden.

Der Infel-Bericht kommt zum Schluss, dass die als obere Grenze des Sparpotentials angegebenen 15% nur mit Sonderanstrengungen seitens der Elektrizitätswirtschaft, der Gerätehersteller und der Konsumenten erreicht werden können. Die Resultate der beiden Berichte sind in Bild 2 einander gegenübergestellt.

### Der Stellenwert des Stromsparens

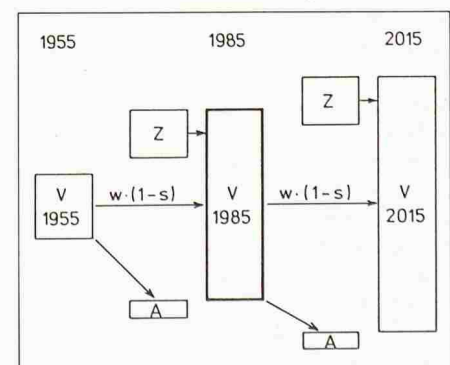
Bei all den Stromspar-Diskussionen darf nicht vergessen werden, dass das Stromsarpotential nur einen von verschiedenen Bestimmungsfaktoren für den zukünftigen Stromverbrauch dar-

stellt. Der Stellenwert des Stromsparens in einer dynamischen Betrachtungsweise geht aus Bild 3 hervor.

Vergleicht man den Elektrizitätsverbrauch von 1985 mit jenem vor 30 Jahren, kann folgende Entwicklung festgestellt werden:

Der Wachstumsfaktor  $w$  war bei verschiedenen Anwendungen sehr gross (Haushaltgeräte, Warmwasser, Beleuchtung und viele weitere). Gross waren auch die Zugänge  $Z$  durch neue Anwendungen (Unterhaltungselektronik, Datenverarbeitung, Elektroheizung, Büromaschinen usw.), während die Abgänge  $A$  klein waren. Der Sparfaktor  $s$  dürfte, bedingt durch den technischen Fortschritt, vor allem im Bereich des «natürlichen Sparens» eher grösser als 0,3 (d.h. 30%) gewesen sein. Trotzdem war beim Stromverbrauch ein Wachstum auf das Dreifache zu verzeichnen.

Bild 3. Dynamische Entwicklung des Stromverbrauchs. Es bedeuten:  $V$ : Stromverbrauch,  $A$ : Stromverbrauchs-Abgänge,  $Z$ : Stromverbrauchs-Zugänge,  $w$ : Wachstumsfaktor der bleibenden Verwendungszwecke und  $s$ : Sparfaktor bei den bleibenden Verwendungszwecken



Eine ähnliche strukturelle Entwicklung wird sich in den nächsten 30 Jahren abspielen. Wohl weisen verschiedene Anwendungen Sättigungstendenzen auf, so dass wohl nicht mehr so grosse Zuwachsraten zu erwarten sind. Zweifellos kommen aber neue Anwendungen dazu, z.B. durch den öffentlichen Verkehr, die Elektroautos, die fortschreitende Automation oder die verlängerte Freizeit. Strom ist zudem die einzige Energieform, die in grosstechnischem Rahmen erzeugt werden kann, ohne dass dazu fossile Brennstoffe eingesetzt werden müssen. Dies wird seine Bedeutung, bedingt durch den Umweltschutz und die knapper werdenden Rohstoffe, längerfristig erhöhen.

Die dynamische Entwicklung des Stromverbrauchs in der Vergangenheit wird sich auch in der Zukunft fortsetzen. Es ist deshalb nicht zulässig, lediglich aufgrund des Sparpotentials auf den zukünftigen Stromverbrauch zu schliessen.

### Können die Amerikaner mehr?

Ende des letzten Jahres war ein Mann namens S. David Freeman auf einer Vortragstournee durch die Schweiz unterwegs, der ehemalige Präsident einer staatlichen amerikanischen Elektrizitätsversorgung, der Tennessee Valley Authority (TVA). Diese Gesellschaft mit einem Absatzgebiet von der Grösse der Bundesrepublik Deutschland wies einen Rückgang der Stromabgabe von 12% in den Jahren 1979–1985 auf, während in der Schweiz im gleichen Zeitraum der Stromverbrauch um 20% zunahm.

Die von Freeman präsentierten Resultate einer bei der TVA durchgeführten Stromsparkampagne waren auf den ersten Blick in der Tat verblüffend. Er und seine Sponsoren meinten selbstsicher und optimistisch, dass ähnliche Ergebnisse auch in der Schweiz zu erreichen wären, wenn die Elektrizitätswirtschaft nur wollte. Was jedoch hatte Freeman bei einer näheren Betrachtungsweise anzubieten?

Ausgangspunkt des von Freeman ausgelösten Sparprogramms war die Erkenntnis, dass Stromeinsparungen technisch möglich und sowohl für den Kunden als auch für das Elektrizitätswerk wirtschaftlich seien; für das Werk deshalb, weil neue Kraftwerke hohe Investitionen erfordern und die notwendigen höheren Strompreise zu einer Abwanderung der Kunden auf andere Energieträger führen könnten. Weil seiner Meinung nach dem Konsumenten Wissen und Kapital fehlten, um das angestrebte Sparziel zu erreichen, enga-

gierte er 300 «Energy Doctors», die während eines Jahres unzählige Industrien und Haushaltungen berieten. Kernstück der Massnahmen bildete die verbesserte Isolierung der Wohnhäuser, zu deren Finanzierung die TVA zinslose Darlehen gewährte.

In den USA weisen rund 40% der Haushalte eine elektrische Heizung bzw. Klimatisierung auf. Die Gebäude sind in der Regel schlecht isoliert. Der durchschnittliche Stromverbrauch beträgt etwa 13 000 kWh pro Haushalt. Es ist nicht verwunderlich, dass hier grosse Stromsparpotentiale aufgedeckt werden konnten. Trotz der Sanierungsmassnahmen stieg im betrachteten Zeitraum der Stromverbrauch aller Haushalte um 4,5%. Es wäre voreilig, daraus den Schluss ziehen zu wollen, die Kampagne hätte versagt. Es kann im Gegenteil davon ausgegangen werden, dass der Verbrauchsanstieg ohne Sparkampagne wesentlich höher ausgefallen wäre, denn die von Freeman vorgefundenen Sparpotentiale waren beträchtlich.

Es geht jedoch nicht an, in der Schweiz gleich hohe Sparpotentiale zu vermuten. Bei uns sind lediglich etwa 6% der Wohnungen elektrisch beheizt. Voraussetzung für die Bewilligung einer Elektroheizung war seit jeher der Nachweis einer guten Gebäudeisolation. Der durchschnittliche Stromverbrauch eines Haushaltes beträgt etwa 4400 kWh, also etwa dreimal weniger als in den USA! Auch die Energieberatung ist für die schweizerische Elektrizitätswirtschaft nichts Neues. Ein grosser Teil der Bevölkerung hat die Gelegenheit, sich von seinem Elektrizitätswerk beraten zu lassen.

Dies soll nun keineswegs heissen, bei den Schweizer Haushalten wäre das Stromsparpotential bereits ausgeschöpft, aber mit Sicherheit ist es kleiner als das von Freeman im Gebiet der TVA vorgefundene.

Der eigentliche Grund für den massiven Rückgang der Stromabgabe der TVA war jedoch nicht die Sparkampagne, sondern der Niedergang, bzw. die Abwanderung der Industrie im Tennessee Valley, über dessen Gründe hier nicht diskutiert werden soll. Während bei den Verbrauchergruppen Haushalte, Gewerbe und Kleinindustrie trotz Sparkampagne weitere Verbrauchszunahmen zu verzeichnen waren, wies die Grossindustrie durch ihre Schrumpfung einen so massiven Rückgang auf, dass gesamthaft die erwähnten 12% Verbrauchsabnahme resultierten. Es drängt sich also keineswegs auf, dass wir Herrn Freemans Sparkampagne als Vorbild für uns nehmen, wie das in den Medien vielfach gefordert wurde.

### Stromsparen durch höhere Tarife?

Vielfach wird ins Feld geführt, die (zu tiefen) Strompreise seien ein Hindernis für das Stromsparen. Zur Beleuchtung dieses Arguments müssen die Verbrauchergruppen Haushalt und Gewerbe/Industrie getrennt betrachtet werden.

Im *Haushalt* sind vor allem die sozialen Komponenten zu betrachten. In einem durchschnittlichen Haushalt belaufen sich die Stromkosten auf deutlich unter 2% des Einkommens. Selbst eine 20%ige Erhöhung der Strompreise beeinflusst dieses Verhältnis kaum, so dass auch keine grosse Sparwirkung erwartet werden kann, um so weniger, als eine Erhöhung gleich wieder in den Lebenskostenindex einfließen und automatisch ausgeglichen würde. Zudem treffen Preiserhöhungen die sozial Schwächeren immer härter.

Im *Gewerbe* und in der *Industrie* ist der Anteil der Stromkosten an den gesamten Produktionskosten je nach Branche unterschiedlich. Grundsätzlich kann aber festgehalten werden, dass bei der sich immer mehr verschärfenden Konkurrenzsituation der sparsame Einsatz des Stromes schon vielerorts eine Realität ist. Eine Verteuerung des Stromes würde in unserem rohstoffarmen Land die Wettbewerbsfähigkeit von vielen Branchen gegenüber der ausländischen Konkurrenz beeinträchtigen.

### Was kann die Elektrizitätswirtschaft tun?

Das Stromsparen kommt dem Erfüllen des Versorgungsauftrages der Elektrizitätswirtschaft durchaus entgegen, denn jede Kilowattstunde, die gespart wird, muss nicht erzeugt werden. Die Elektrizitätswerke sind nicht erst seit heute gewillt, sich für das «verstärkte Sparen» einzusetzen. Was sie jedoch ablehnen, sind Massnahmen, die über massvolle Eingriffe hinausgehen, insbesondere dann, wenn diese die Stromanwendung einseitig benachteiligen. Es ist nicht einzusehen, dass ausgerechnet der Elektrizität als einheimischer und sauberer Energie künstliche Hindernisse in den Weg gelegt werden sollen.

Zweifellos können und müssen die Elektrizitätswerke auf dem Gebiet des «verstärkten Sparens» noch mehr tun als bisher:

*Die Beratungstätigkeit* beispielsweise sollte intensiviert werden. Jeder Strombezüger in der Schweiz müsste die Gelegenheit haben, sich von seinem Elektrizitätswerk in Stromsparfragen bera-

ten zu lassen. Die Wärmepumpenheizung als sparsames und umweltfreundliches Heizsystem sollte vermehrt gefördert werden.

Auf dem Bereich der *Dienstleistungen* steht ein breites Feld von Möglichkeiten offen, wie die Einführung der Vorjahresverbrauchsangabe auf den Stromrechnungen, die Durchführung von Grobanalysen des Stromverbrauchs auf Wunsch des Bezügers, das Ausleihen von Messgeräten für Stromverbrauchsanalysen, die Durchführung von Aktionen zum Einregulieren der Wassertemperatur und zur Entkalkung von Boilern, Verkaufsaaktionen für energiesparende Geräte usw.

Die Ausbildung des betriebseigenen Personals, vor allem der Kontaktperso-

nen mit den Konsumenten, sollte auf dem Gebiet des Stromsparens an die Hand genommen sowie die Mithilfe bei der Personalausbildung in Betrieben, Gemeinden usw. gefördert werden.

Diese Vorschläge enthalten beileibe keine grossen Würfe. Solche sind aber auf dem Gebiet des Stromsparens auch nicht zu erwarten. Hat man einmal die Theorie verlassen und sich der Praxis zugewandt, muss man bald einsehen, dass Erfolge nur durch viel Klein- und harte Knochenarbeit zu erreichen sind. Und nicht zu vergessen ist, dass für den Stromkonsum schlussendlich nicht das Elektrizitätswerk verantwortlich ist, sondern derjenige, der konsumiert. Es steht eigentlich nichts im Wege, dass jeder mit dem Stromsparen heute schon beginnen kann.

#### Literatur

- [1] Vorschau auf die Elektrizitätsversorgung der Schweiz bis 2005 (Siebenter Zehn-Werke-Bericht), Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke, VSE, Zürich.
- [2] Elektrizität sparen, Nationales Forschungsprogramm 44, «Energie»: Sozio-ökonomische Forschungen im Konsumbereich.
- [3] Stromsparen - realistische Möglichkeiten, Infel, Informationsstelle für Elektrizitätsanwendung, Zürich.

Adresse des Verfassers: R. Spalinger, El.-Ing. HTL, Infel, Postfach, 8023 Zürich.

## Schäden am Zweischalenmauerwerk

Konstruktive Probleme beim Einbau von Polyurethan-Hartschaumplatten in Flachdächer

**Seit Jahren werden auf Flachdächern Polyurethan-Hartschaumplatten mit Erfolg eingebaut, ohne dass nennenswerte Schäden an der Dach- und Fassadenkonstruktion aufgetreten wären, aber auch nicht zu erwarten sind.**

**In den Jahren 1984 und 1985 wurde an drei verschiedenen Objekten eine ungewöhnliche Art von Schäden am Zweischalenmauerwerk im Zusammenhang mit Flachdachkonstruktionen festgestellt und untersucht. Die in diesen Dächern eingebauten Polyurethan-Hartschaumplatten haben durch Dehnung Schäden an der äusseren Schale des Zweischalenmauerwerkes verursacht.**

**Die Feststellungen an den Objekten werden mit Ergebnissen von Laboruntersuchungen verglichen und kommentiert. Zur Vermeidung von ähnlichen Schäden werden Hinweise gegeben. Bauschäden entstehen ja häufig nicht durch schlechte Materialien, sondern durch schlechte Applikation guter Materialien.**

**Bei all jenen Flachdächern, bei denen die oberste Geschossdecke mit dem Dachbord kraftschlüssig verbunden ist, können die infolge Dehnung auftretenden Kräfte in die Konstruktion abgeleitet werden.**

#### Schadenbild

Es wurden drei ähnliche Schadenfälle an Flachdächern aus verschiedenen Regionen der Schweiz untersucht. In allen

VON PAUL-ANDRÉ DUPUIS,  
CHRISTOPH WEDER UND  
ROLAND BÜCHLI,  
DÜBENDORF

Fällen zeigten diese eine im Dachrandbereich nach aussen verschobene bzw. geknickte äussere Backsteinschale (Bild 1).

#### Feststellungen

Den Flachdächern wurde Probematerial entnommen. Gleichzeitig wurde der Zustand der eingebauten Materialien festgestellt. Dabei zeigte sich, dass in allen Fällen die Wärmedämmung aus Polyurethan-Hartschaumplatten (im weiteren PUR-Platten genannt) satt an der verschobenen äusseren Backsteinschale anliegt (Bilder 2 und 3).

Die drei untersuchten Flachdächer sind konstruktiv einander ähnlich. Detailangaben sind aus der Tabelle 1 ersichtlich.

Bei den Fällen 1 und 3 war die Unterseite der Abdichtung teilweise mit Kon-

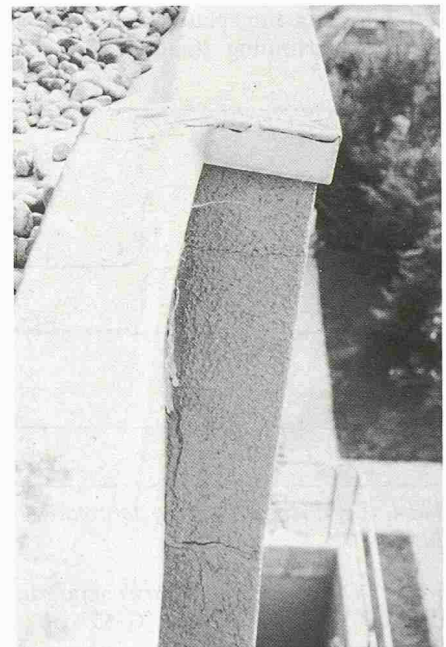


Bild 1. Die äussere Backsteinschale ist geknickt

Bild 2. Die PUR-Platten liegen satt an der äusseren Backsteinschale an. Der Pfeil deutet auf den Spalt, der durch die Verschiebung der äusseren Schale entstanden ist.

