Temperatur- und Preisabhängigkeit des Stromverbrauches

Autor(en): **Mutzner, J.**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **80 (1989)**

Heft 20

PDF erstellt am: **25.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-903729

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Temperatur- und Preisabhängigkeit des Stromverbrauches

J. Mutzner

Der Stromverbrauch wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst, so z.B. durch die herrschenden Aussentemperaturen im Winterhalbjahr. Untersuchungen haben diese Abhängigkeit zahlenmässig belegt. Umstritten ist anderseits der Einfluss des Strompreises auf die Verbrauchsentwicklung. Es ist anzunehmen, dass Preisunterschiede und Preisänderungen in bisherigen Relationen keine merkbaren Auswirkungen auf die Stromverbrauchsentwicklung auszuüben vermögen.

Divers facteurs tels que, entre autres, les températures extérieures régnant en hiver influencent la consommation d'électricité. Des études ont confirmé cette dépendance. D'autre part, l'influence du prix de l'électricité sur l'évolution de la consommation est contestée. Il faut admettre que les différences et les changements de prix, dans leur ordre de grandeur actuel, ne peuvent avoir d'incidences notables sur l'évolution de la consommation d'électricité.

Adresse des Autors:
Jürg Mutzner, dipl. Ing. ETH,
Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE), Bahnhofplatz 3, 8023 Zürich.

1. Allgemeines

Zur Erstellung von Strombedarfsprognosen ist eine möglichst umfassende Kenntnis der den Stromverbrauch beeinflussenden Parameter erforderlich. In der Schweiz wurden für Stromverbrauchsanalysen in den letzten Jahren vor allem volkswirtschaftliche Parameter, wie das Bruttoinlandprodukt, der Index der industriellen Produktion und der private Konsum von Gütern und Dienstleistungen, verwendet [1 bis 4] (Top-down-Prognosemethodik).

Eine andere Vorgehensweise besteht in der Aufschlüsselung nach direkteren Ursachen [z.T. 1; 4]. Dabei stehen folgende Einflussfaktoren für die Strombedarfsentwicklung im Vordergrund:

- Komfortbedürfnisse (Wohnungsgrösse, Elektrifizierungsgrad bzw. Geräteausstattung, Benutzerverhalten)
- demographische Entwicklung (Bevölkerungszunahme, Haushaltgrösse, Altersschichtung usw.)
- Konjunkturlage (Produktions- und Arbeitsmarktlage, Einkommensverhältnisse)
- Energiepolitik (Lenkungsmassnahmen, Substitution, Sparpolitik)
- Klimaeinflüsse (Aussentemperaturen, saisonale Verteilung der Hell-/Dunkelstunden)
- Preisverhältnisse (Stromtarife, Preise der Konkurrenzenergien).

Eine Aufteilung der jährlichen Stromverbrauchsveränderung auf diese einzelnen Ursachen wäre äusserst aufschlussreich. Leider verhindern die vielen gegenseitigen Abhängigkeiten bzw. Überschneidungen und die damit verbundenen Abgrenzungsprobleme, zusammen mit der unzureichenden statistischen Datenbasis, ein solches Unterfangen [11]. Nachfolgend werden aus dem obenerwähnten, nicht abschliessenden Parameter-Katalog jedoch zwei Faktoren herausgegriffen, die sich relativ gut abgrenzen lassen. Es sind dies die Aussentemperaturen sowie die Tarifentwicklung.

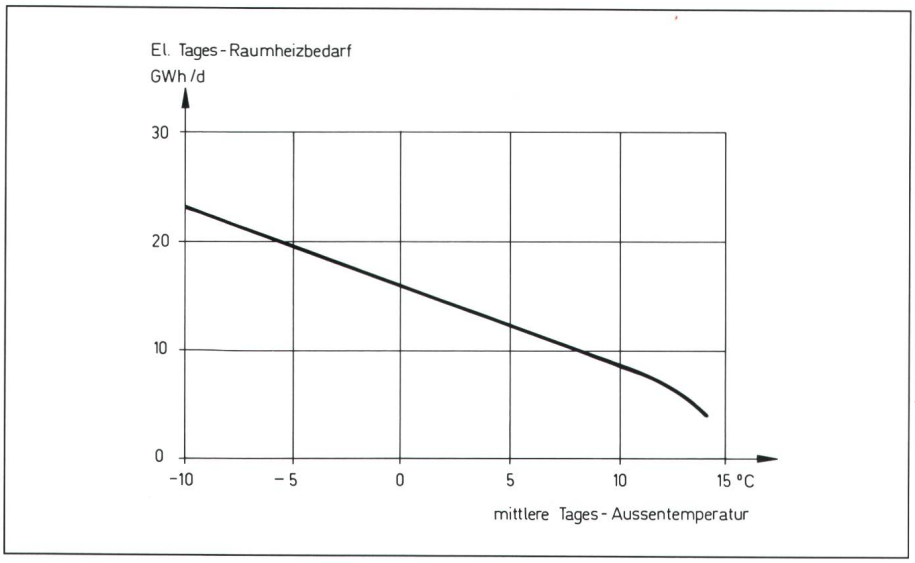
2. Der Temperatureinfluss auf den Strombedarf

2.1 Die Abhängigkeit des Elektrizitätsverbrauchs von der Aussentemperatur

Erfahrungsgemäss ist der Stromverbrauch im Winterhalbjahr von der Aussentemperatur abhängig. Im Haushaltbereich ist dies vorwiegend auf den zusätzlichen Bedarf von Heizwärme zurückzuführen. In der Figur 1 ist der schweizerische Tagesverbrauch elektrischer Energie für die fest installierte elektrische Raumheizung in Abhängigkeit von der mittleren Aussentemperatur graphisch dargestellt. Aber auch andere Einflüsse tragen zu diesem Mehrbedarf bei, so steigt zum Beispiel das Bedürfnis für den Konsum warmer Mahlzeiten bei sinkenden Aussentemperaturen (Anstieg des Kochstrombedarfs) oder es verstärkt sich die industrielle Aktivität im Winterhalbjahr (z.B. weniger Ferienabsenzen).

Interessant ist die Entwicklung des Verhältnisses des Anteils des Stromverbrauchs im Winterhalbjahr am gesamten Jahresverbrauch (Fig. 2a und 2b). Besonders auffällig ist die starke Verbrauchsverlagerung der Industrie um rund 13% vom Sommer- auf das Winterhalbjahr (Anstieg des Winteranteils von etwa 47% im Jahr 1960 auf rund 53% im Jahr 1988).

Für die Winterhalbjahre stehen vom Bundesamt für Energiewirtschaft ermittelte Mittwoch-Stromverbrauchs-

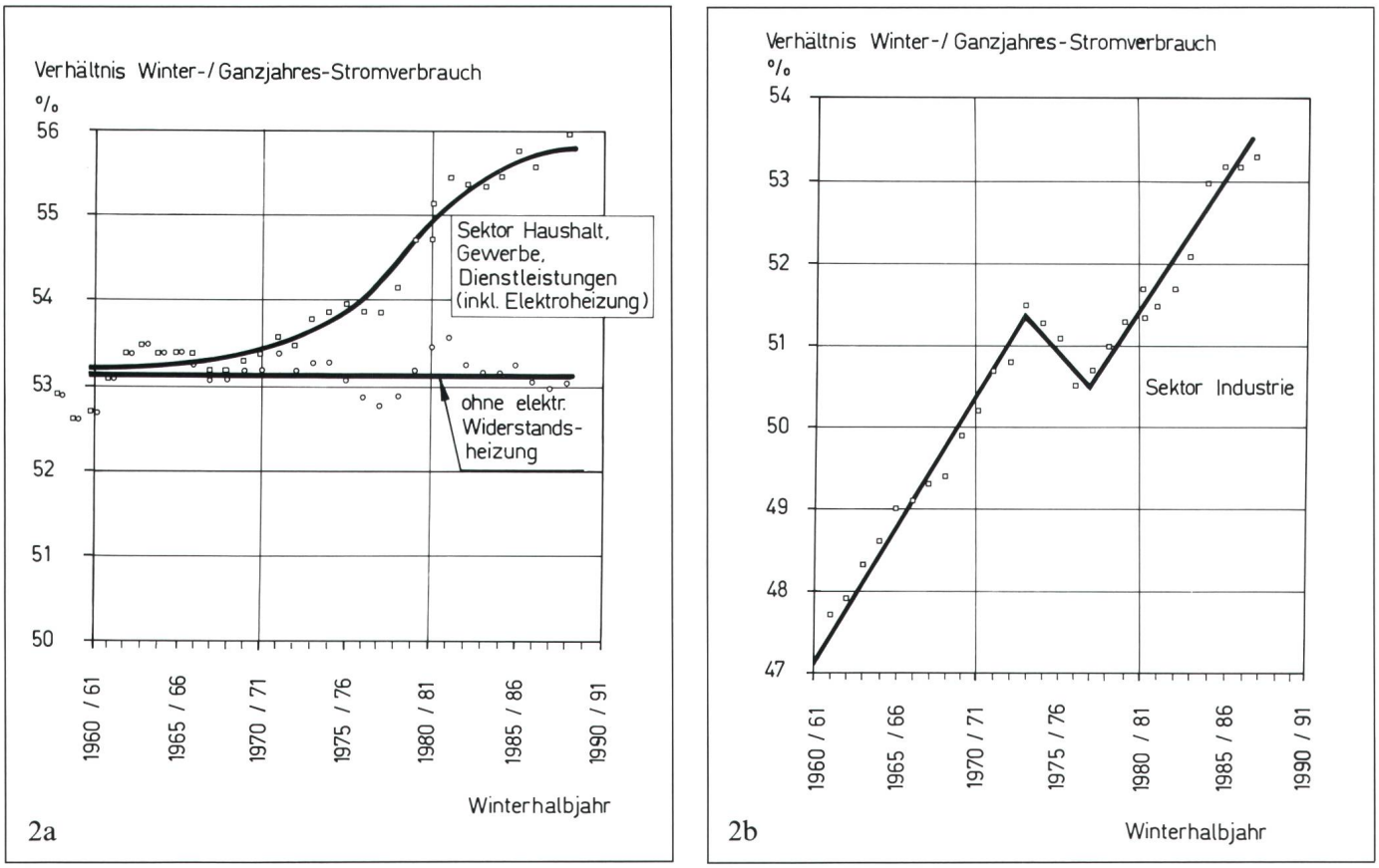


Figur 1 Temperaturabhängigkeit des täglichen elektr. Heizenergieverbrauches

In der Figur ist der tägliche schweizerische Stromverbrauch für die Elektroheizung (Widerstands- und Wärmepumpenheizung) im Ausbaustand per 1.1.1989 angegeben.

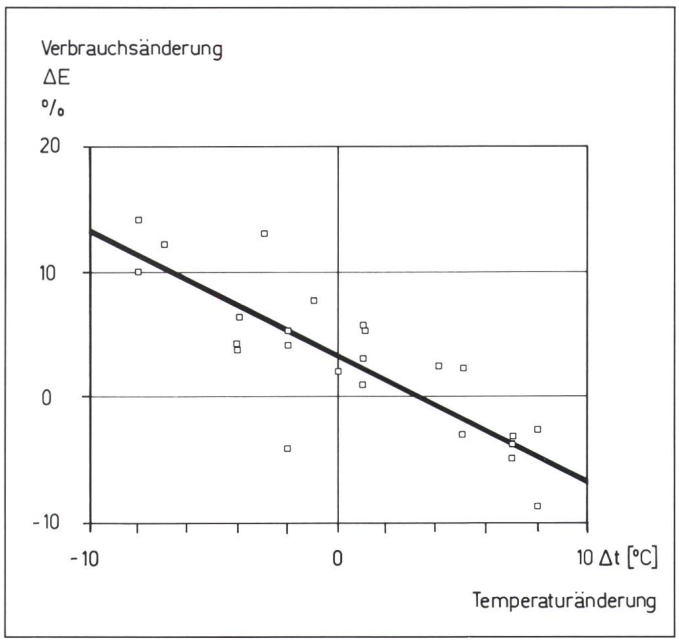
werte mit den durchschnittlichen Temperaturwerten der Verbrauchszentren zur Verfügung. Es lassen sich deshalb die für einzelne Tage (Mittwochwerte) festgestellten Verbrauchsänderungen gegenüber den Vorjahren mit den Schwankungen der Aussentemperatur in Verbindung bringen. In der Figur 3 ist als Beispiel das Winterhalbjahr 1988/89 aufgezeichnet, wobei die Monate November bis April berücksichtigt wurden. Diejenigen Verbrauchswerte, die in einem Jahr auf einen Feiertag, im Vergleichsmittwoch jedoch auf einen Arbeitstag gefallen wären, wurden jedoch ausgeklammert.

In Figur 4 ist die Temperaturabhängigkeit des schweizerischen Tages-Stromverbrauchs am Mittwoch über die Winterhalbjahre 1979/80 bis 1988/89 aufgetragen. Dabei zeigt sich, dass gesamtschweizerisch in den letzten Jahren eine Stromverbrauchsstei-



Figur 2 Anteil des Winterstromverbrauchs am Jahresverbrauch

Die Figuren 2a und 2b zeigen den steigenden Anteil des Stromverbrauchs im Winterhalbjahr (aufgezeichnet ist jeweils das gleitende 3-Jahres-Mittel). Im Sektor Haushalt/Gewerbe/Dienstleistungen (Fig. 2a) stieg der Verbrauchs-Anteil im Winter von rund 53,2% im Jahre 1960 auf 56,0% im Jahre 1989. Wenn nur die Temperaturabhängigkeit betrachtet wird, so ergibt sich im Winter 1988/89 pro Grad Celsius Temperaturdifferenz im Winterhalbjahr (Okt.-März) ein Verbrauchsunterschied von 780 GWh (oder 5,2% des Winterstromverbrauchs). Wie aus der Fig. 2a ebenfalls hervorgeht, blieb in den letzten 30 Jahren der Anteil des Strombedarfs des Verbrauchssektors Haushalt/Gewerbe/Dienstleistungen im Winterhalbjahr mit durchschnittlich 53,2% konstant. Auch ohne Elektroheizungen liegt also der Winterstrombedarf erheblich über demjenigen im Sommer. Interessant ist auch die Vergleichskurve für die Industrie (Fig. 2b). Noch im hydrologischen Jahr 1960/61 betrug der Winteranteil nur rund 47% des Jahresbedarfs an elektrischer Energie. Mit einer kurzen Unterbrechung (1972/73 bis 1977/78) ist ein geradezu extremer Anstieg des Stromverbrauchszuwachses im Winterhalbjahr festzustellen, der primär zum überwiegenden Anteil nicht auf Temperatureinflüsse zurückzuführen ist. Eine detaillierte Untersuchung über die Ursache dieser überraschend deutlichen Zunahme wäre sicher aufschlussreich (Produktionsverlagerung durch geänderte Ferienusanzen allein können diesen Effekt nicht erklären).



Figur 3 Temperaturabhängigkeit des Mittwoch-Stromverbrauchs der Schweiz in den Wintermonaten 1988/89 (Nov. 88–April 89)

	%/°C
BR Deutschland	0,5–0,7
Frankreich	1,6
Italien	0,6
Jugoslawien	1,0
Niederlande	0,28
Österreich	1,8
Portugal	2,5–3,3
Schweiz	0,6–2,6

Tabelle I Temperaturabhängigkeit des Spitzenlastbedarfs in einigen Ländern [14]

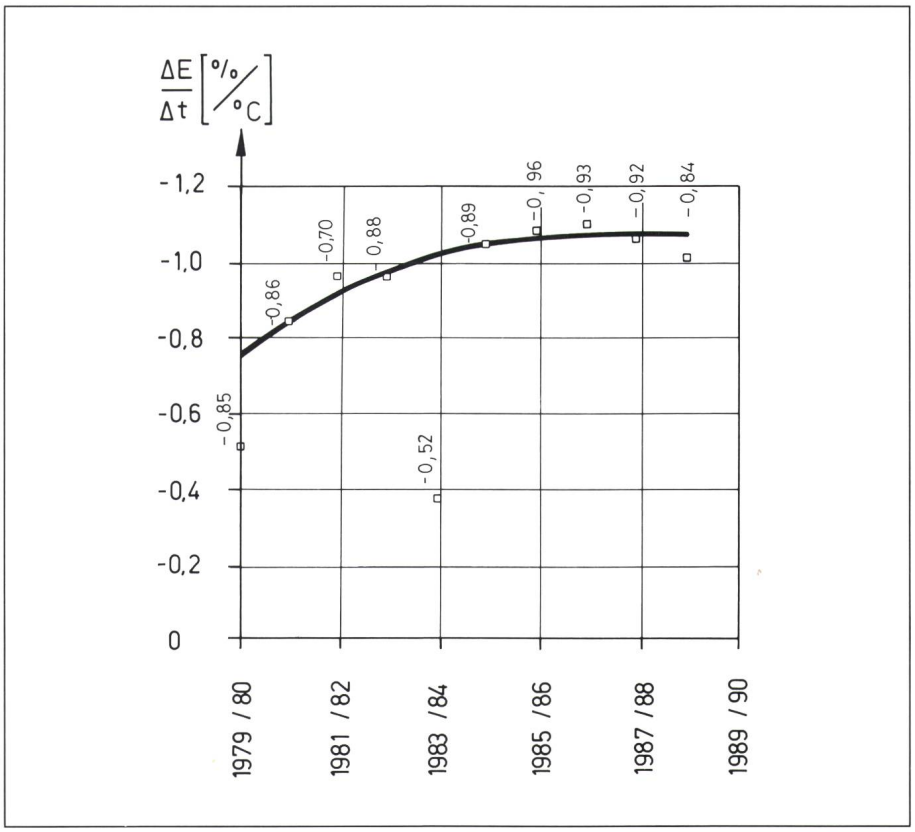
gerung von rund 1,1% pro Grad Celsius tieferer Aussentemperatur zu verzeichnen war.

Der Temperatureinfluss des Stromverbrauchs schwankt allerdings je nach Versorgungsgebiet, was zum Teil auf den Anteil an installierten Elektroheizungen zurückzuführen ist. Dies hat eine Untersuchung in einem grösseren schweizerischen Landnetz gezeigt, das eine Anschlussdichte an elektrischen Raumheizungen von rund 10% aufweist (Fig. 5). Dabei wurden jeweils einzelne Wochentage mit den entsprechenden Tagen der Vorwoche während verschiedener Kälteperioden verglichen. Im Mittel ergab sich in diesem Beispiel eine Temperaturelastizität des Stromverbrauchs von 1,5, d.h. 1 °C Temperaturabsenkung entsprach 1,5% Strommehrverbrauch.

2.2 Die Abhängigkeit des Leistungsbedarfs von der Aussentemperatur

Von der Union für die Koordinierung der Erzeugung und des Transportes elektrischer Energie (UCPTE) ist der Temperatureinfluss der Kältewelle im Januar 1984 auf die Belastungsspitze beobachtet worden [14]. Dabei haben sich ganz erhebliche Unterschiede zwischen den untersuchten Ländern ergeben (Tabelle I). Die dort wiedergegebenen Zahlen beziehen sich nur auf einige extrem kalte Wintertage und sind deshalb nicht mit Mittelwerten über ganze Winterperioden vergleichbar. Allgemein wurde festgestellt, dass die Temperaturabhängigkeit am Wochenende, insbesondere an Samstagen, höher ist (Frankreich etwa um 20%). Dabei zeigte sich, dass besonders Kleinheizgeräte bei längeren Kälteperioden und tiefen Temperaturen auch zusätzlich zu bestehenden, aber ungenügenden konventionellen Heizungen eingesetzt werden.

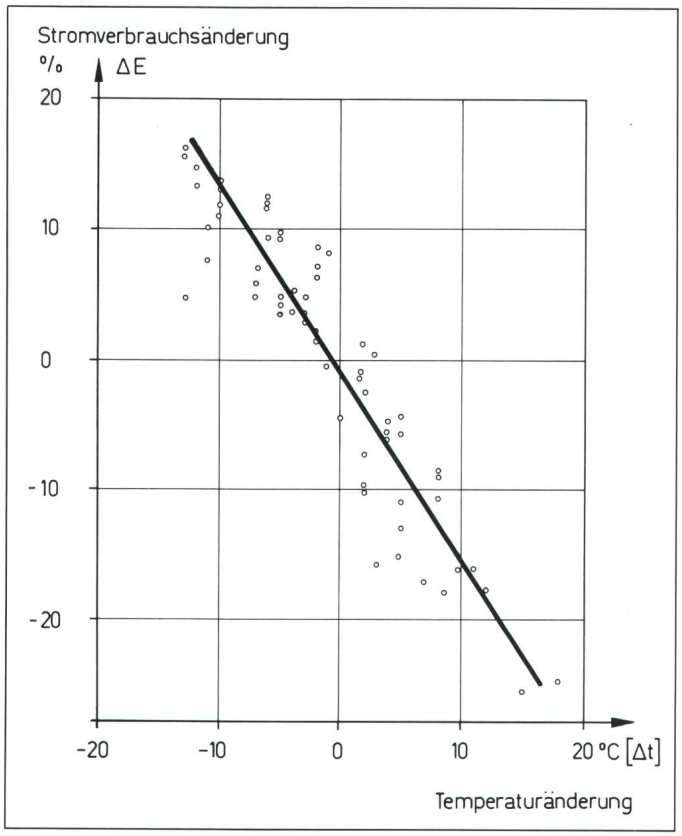
Für die Schweiz wurde im Jahr 1971 eine Untersuchung über die Abhängigkeit des Spitzenleistungsbedarfs von der Aussentemperatur durchgeführt [5]. Die Figur 6 zeigt das erhaltene Er-



Figur 4 Temperaturabhängigkeit des schweizerischen Stromverbrauchs

Δt [°C] Temperaturunterschied an Mittwochen gegenüber Vorjahreswerten
ΔE [%] Stromverbrauchsänderung pro °Celsius Temperaturunterschied

Für die einzelnen Winterhalbjahre 1979/80 bis 1988/89 (jeweils November bis April) wurde die Temperaturabhängigkeit des gesamtschweizerischen Stromverbrauchs bestimmt. In den letzten 5 Jahren hat der Stromverbrauch jeweils rund 1,0 bis 1,1% bei einer Verminderung der Aussentemperatur um 1° Celsius zugenommen. Die im Diagramm eingetragenen Zahlenwerte entsprechen den Korrelationskoeffizienten.

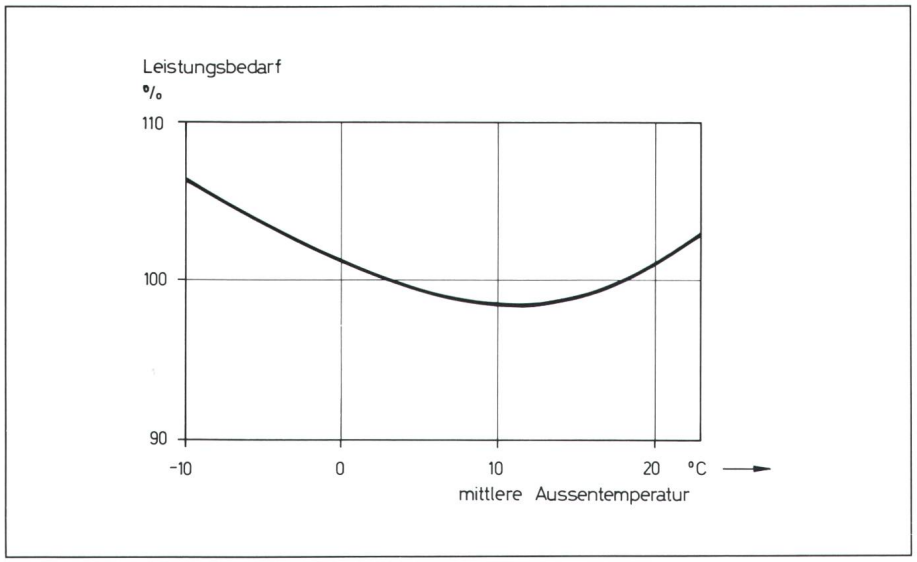


Figur 5 Zusammenhang von Aussentemperatur und Strombedarf in einem schweizerischen Landnetz

Es wurden einzelne Wochentage mit den entsprechenden Wochentagen der Vorwoche während verschiedener Kälteperioden verglichen

gebnis. Für die untersuchten Jahre 1960 bis 1970 konnte für die Winterhalbjahre eine Zunahme des mittleren Leistungsbedarfes um rund 0,4% pro Grad Celsius tieferer Aussentemperatur ermittelt werden. Dabei ist festzuhalten, dass in dieser Untersuchungsperiode die elektrische Raumheizung in der Schweiz nur eine sehr untergeordnete Rolle gespielt hat.

Figur 7 zeigt den Zusammenhang zwischen Aussentemperatur und gesamtschweizerischem Leistungsbedarf im Winterhalbjahr 1988/89 (November bis April). Daraus geht hervor, dass bei der Höchstlast mit einem Anstieg um 41 MW pro Grad Temperaturabsenkung zu rechnen ist, während infolge des Einflusses der Wärmespeicherung (vorwiegend elektrische Warmwasserbereitung und Speicherheizung) die Tiefstlast gleichzeitig um 126 MW zunimmt.



Figur 6 Abhängigkeit des Spitzenleistungsbedarfs von der Lufttemperatur in der Schweiz

Zur Ermittlung der obenstehenden Kurve sind die maximalen Tages-Leistungswerte der Jahre 1960 bis 1970 unter Berücksichtigung der jährlichen Zuwachsraten des Strombedarfs herangezogen worden und in Abhängigkeit der betreffenden mittleren Tagestemperatur aufgetragen, wobei der mittlere Spitzenleistungsbedarf die 100%-Linie bildet. Die Abweichung einzelner Werte von der durchschnittlichen Leistungsbedarfskurve beträgt bis zu 9%. Die Temperaturen resultieren aus Messungen in vier Städten, wobei auf die wichtigsten Stromverbrauchszentren und auf die unterschiedlichen klimatischen Bedingungen möglichst weitgehend Rücksicht genommen wurde.
Neben einem Anstieg des Leistungsbedarfs in den Wintermonaten (elektr. Raumheizungen, Strassenbeleuchtung, erhöhter Stromverbrauch in den Haushaltungen) zeigt sich auch eine Steigerung während sehr warmer Sommertage. Dies dürfte unter anderem auf den vermehrten Kühl- und Warmwasserbedarf (Bad und Dusche) zurückzuführen sein.

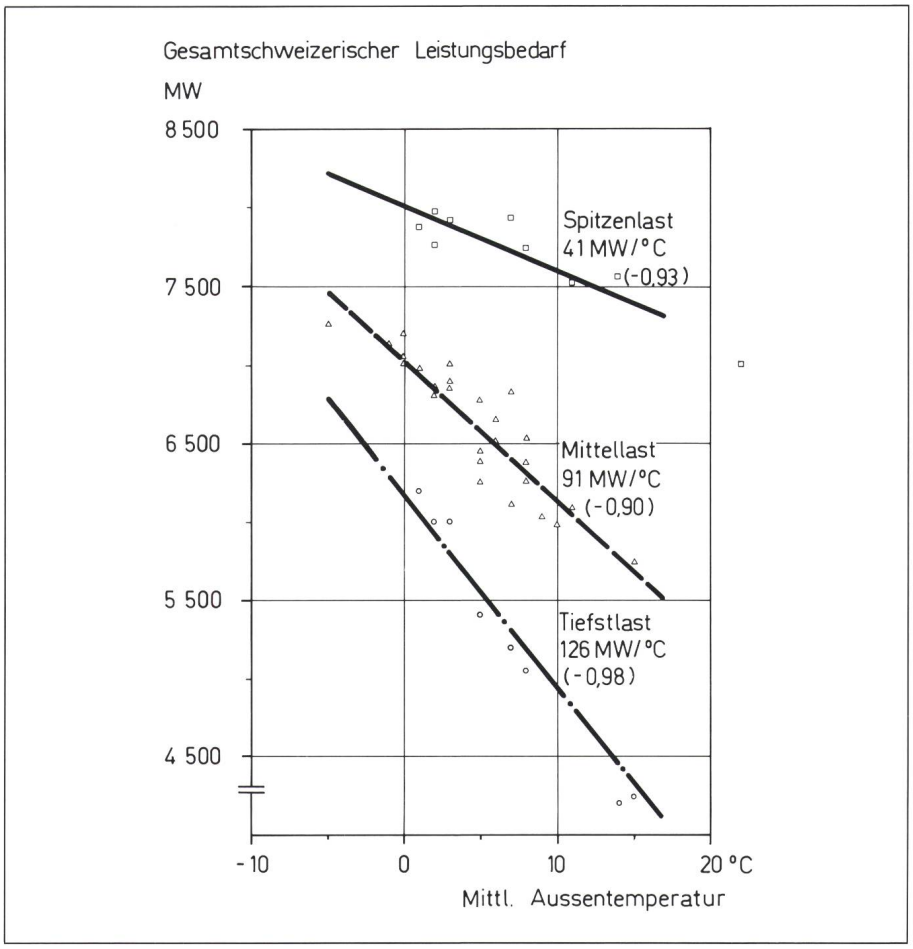
3. Preiselastizität des Stromverbrauchs

3.1 Allgemeines

Die Preiselastizität stellt die Stromverbrauchsänderung (in %) bei einer Strompreisänderung um ein Prozent dar*. Unter marktüblichen Bedingungen ist die Strompreiselastizität logischerweise negativ, d.h. bei steigenden Strompreisen wird weniger Elektrizität nachgefragt. Daneben wird auch der Begriff der Kreuzpreiselastizität verwendet, der die Veränderung der Stromnachfrage bei einer Änderung des Preises einer Konkurrenzenergie charakterisiert. In Untersuchungen über die Preiselastizitäten (im folgenden wird darunter immer die Preis-Nachfrage-Elastizität verstanden) muss zwischen den kurz- und den langfristigen Auswirkungen unterschieden werden. Kurzfristige Auswirkungen von Strompreisänderungen ergeben sich vor allem durch Mindernutzungen von bestehenden Elektrogeräten (weniger Warmwasserbezug, tiefere Raumtemperatur bei Elektroheizungen usw.). Langfristig wirkt sich neben dem sparsameren Einsatz der Elektrogeräte auch die Geräteausstattung (Anschaffung sparsamerer Geräte; Umsteigen auf einen anderen Energieträger) aus.

Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass die Preiselastizität in allen Anwendungssektoren, in denen die Elektrizität ein faktisches Monopol besitzt (Beleuchtung, Haus-

* Definitionsgemäss wird der Quotient aus der prozentualen Veränderung der mengenmässigen Stromnachfrage und der prozentualen Veränderung des Strompreises als Strompreiselastizität bezeichnet.



Figur 7 Temperaturabhängigkeit des schweizerischen Leistungsbedarfs im Winterhalbjahr 1988/89

Im Diagramm sind die jeweiligen Viertelstundenwerte der täglichen Spitzen-, Mittel- und Tiefstlast angegeben. Klammerwert = Korrelationsfaktor.

haltgeräte, stationäre Kleinmotoren usw.), praktisch inexistent ist. Verbrauchsbeeinflussende Tariferhöhungen müssten bei diesen Anwendungen wohl weit über den bisher üblichen liegen (Verdoppelung oder Verdreifachung), um eine wesentliche Beeinflussung des Konsumverhaltens zu bewirken.

Im Betriebswissenschaftlichen Institut der ETH wurden die Möglichkeiten der Beeinflussung des Stromverbrauchs durch Tarifierung und Marketing gründlich untersucht [12]. Die Verfasser dieser Studie sind dabei zum Schluss gekommen, dass «eine Konsumbeeinflussung allein durch den Preis praktisch ausgeschlossen werden kann». Einschränkend ist allerdings beizufügen, dass auf dem Wärmemarkt – zumindest langfristig – eine gewisse Preiselastizität vorhanden sein dürfte. Es wäre aber allzu vereinfacht, wenn Änderungen im Substitutionsverhalten auf dem Wärmemarkt ausschliesslich oder auch nur zu einem wesentlichen Anteil den Energiepreisänderungen zugeschrieben würden. Andere Einflüsse wie Anschlussbedingungen, Umweltbewusstsein, Motivationskampagnen usw. sind offensichtlich bedeutend stärker. Gerade der Elektroheizungsmarkt in der Schweiz ist dafür ein besonders gutes Beispiel. Seit einigen Jahren werden nämlich den Elektrizitätswerken bedeutend mehr Anschlussgesuche für elektrische Raumheizungen eingereicht, als diese aus technischen Gründen überhaupt bewilligen können. Der Anschluss elektrischer Raumheizungen ist deshalb zu einem wesentlichen Teil nicht vom Preis der zur Verfügung gestellten Elektrizität, sondern von der Anschlusspolitik des Elektrizitätswerkes abhängig, demzufolge kann sich auch keine Preiselastizität auf diesem Markt ergeben.

Diese Situation kann sich selbstverständlich in Zukunft ändern. Die Entwicklung von politischen Einflüssen lässt sich jedoch nicht mathematisch erfassen oder aus der Vergangenheitserfahrung ableiten. Hier sind der Prognosetechnik Grenzen gesetzt, die leider oft übersehen werden. Moderne Energiekonzepte greifen aus diesem Grunde auch oft zur Methodik der Szenarien, bei denen die Zukunftsentwicklung vor allem über vorgegebene politische Rahmenbedingungen abgeschätzt wird. In diesem Falle ist die Verwendung des Begriffes der Preiselastizität aber falsch am Platz.

3.2 Kritische Betrachtungen zur Bestimmung von Preiselastizitäten

Die Bestimmung der Preiselastizität der Stromnachfrage ist naturgemäss äusserst schwierig und vor allem zeit- und kostenaufwendig. Auch vom wissenschaftlichen Ansatz her bestehen unterschiedliche Schulen und Interpretationsmodelle. Stellvertretend sei ein Aspekt hervorgehoben: die Berücksichtigung des Stromangebotes. Während in fast allen Untersuchungen über die Strompreiselastizitäten die Preise der Bedarfsentwicklung gegenübergestellt werden, wird von anderer Seite ein Einbeziehen auch der Angebotsseite (Entwicklung der Produktionskapazität, Reservekapazitäten) als unentbehrlich angesehen. Mit der Einführung zusätzlicher Bestimmungskriterien wird es aber fraglich, ob Preiselastizitäten überhaupt noch aufgrund objektiver Massstäbe bestimmbar sind. Bestehende Untersuchungen aus dem Ausland sind zudem in bezug auf die Repräsentativität selten auf schweizerische Verhältnisse zu übertragen. Was nützen Angaben über amerikanische oder kanadische Preiselastizitäten, aus Ländern also, in denen überhaupt keine vergleichbaren Verhältnisse in bezug auf Geräteausstattung, Energiepreisverhältnisse, Verbrauchereinstellung und -verhalten, Wärmemarkt, Einkommensverhältnisse usw. vorliegen?

Eine weitere Schwierigkeit bietet die Definition der Preiselastizität, wobei vor allem drei Methoden miteinander konkurrieren und Vergleiche zwangsläufig erschweren. Es sind dies:

- die nominelle Preiselastizität (Gegenüberstellung von nominellem Preisanstieg und Stromverbrauch)
- die reale Preiselastizität (Gegenüberstellung von realem Preisanstieg – gegenüber dem Bruttosozial-

Autor	Land	Langfristige Strompreis-elastizität
Houthakker	USA	-0,44...-1,18
Mount/Chapman	USA	-1,17
Joskow/Baugham	USA	-1,00
Suding/Wohlgemuth	BRD	-0,97
Wilson	USA	-1,33
Tintner/Wörgölter	A	-0,66
Anderson	USA	-1,12
Fisher-Kaysen	USA	0,00
Anderson	USA	-0,84
Fuss/Hyndman	CAN	-0,14
Griffin	USA	-0,52
PIES	USA	-0,51

Tabelle II Literaturangaben über Strompreiselastizitäten [6]

produkt oder einem Lebenskostenindex - und dem Stromverbrauch)
- die Preiselastizität gegenüber anderen Konkurrenzenergien (Berücksichtigung der Preisentwicklung gegenüber anderen Konkurrenzenergien und dem Stromverbrauch; «real» oder «nominell»).

In Tabelle II sind zur Illustration einige Angaben der Preiselastizität aus der Literatur [6] aufgeführt. Die Daten stammen allerdings noch aus den sechziger Jahren.

Der Kommentar zu diesen Zahlen lautet in [6], dass «Elastizitätsschätzungen für die Stromnachfrage gegenüber Modellspezifikationen, Untersuchungsland und Datenmaterial ausserordentlich sensitiv» seien. Oder mit anderen Worten, dass die Anwendung solcher Preiselastizitäten für Strombedarfsprognosen eben nicht geeignet ist. Ein interessantes Untersuchungsprojekt über Preiselastizitäten des Stromverbrauchs in verschiedenen Industriebranchen wurde vom amerikanischen Forschungsinstitut EPRI ins Leben gerufen [10]. Tabelle III zeigt einen Ausschnitt aus dieser Studie, welche auf einem ökonometrischen Modellansatz aufbaut.

Eine Untersuchung der UNIPEDE, die allerdings vor allem auf Literaturstudien beruht [13], ist zum Schluss gekommen, dass Strompreise zwar einen gewissen Einfluss auf den Verbrauch haben, dass aber der Preis nicht Hauptursache von Verbrauchsänderungen ist. Interessant sind vor allem die aus dieser Studie entnommenen Werte für Norwegen und Dänemark (Tabelle IV), wo für Haushalte mit Elektroheizungen die langfristige Preiselastizität sogar unter derjenigen für Haushalte ohne Elektroheizungen liegt.

3.3 Strompreiselastizitäten in der Schweiz

Die Stromkosten spielen mit einem Anteil von rund einem Prozent am mittleren Haushaltbudget eine untergeordnete Rolle, stromintensive Gewerbe- und Industriebetriebe sind in dieser Beziehung bedeutend empfindlicher. Sie besitzen auch bessere Möglichkeiten, auf andere Energieträger auszuweichen (Rücksubstitution).

Im Auftrag der Eidg. Energiekommission wurden von der Fachabteilung «Ökonometrie» der Universität Genf im Zusammenhang mit einer Untersuchung über die Stromverbrauchsentwicklung auch die kurzfristigen Preiselastizitäten der Stromnachfrage für Elektroheizungen be-

Druckindustrie	-0,85
Chemikalien	-0,70
Maschinenindustrie	-0,61
Textilien	-0,58
Transporte	-0,55
Lebensmittel	-0,52
Holzindustrie	-0,44
Steine und Erde	-0,42
Möbel	-0,42
Papier	-0,37
Elektrische Ausrüstungen	-0,28

Tabelle III Schätzungen der Preiselastizitäten des Stromverbrauchs in verschiedenen Industriebranchen in den USA [10].

Land	Bereich	Preiselastizität des Verbrauchs
Dänemark	Haushalt ohne Elektroheizung	-0,13[1] -1,03[2]
	Haushalt mit Elektroheizung	-0,27[1] -0,94[2]
	Industrie	-0,18[1] -0,48[2]
USA	Haushalt	-0,12...-0,35 [1] -0,6 ...-1,2 [2]
	Industrie	-0,2 ...-0,4 [1] -0,7 ...-1,2 [2]
Irland	Städtischer Haushalt	-0,01...-0,45 [1]
Italien	Haushalt	-0,05
Norwegen	Haushalt (alle)	-0,90...-1,11
	Haushalt ohne Elektroheizung	-2,4 ...-3,1
	Haushalt mit Elektroheizung	-0,07...-0,33
	Haushalt mit komb. Heizung Strom/Heizöl	-0,54...-0,71
Grossbritannien	Raumheizung Warmwasserbereitung	-0,20...-1,81 -0,13

[1] Kurzfristige Preiselastizität [2] Langfristige Preiselastizität

Tabelle IV Strompreiselastizität des Verbrauchs in verschiedenen Ländern [13]

Jahr	«Reale» Strompreiselastizität		«Reale» Preiselastizität von Heizöl	
	Ansatz 1 [1]	Ansatz 2 [2]	Ansatz 1	Ansatz 2
1974	-1,10	-0,93	0,73	0,52
1975	-0,53	-0,43	0,43	0,23
1976	-0,29	-0,26	0,20	0,15
1977	-0,26	-0,23	0,17	0,13

[1] Berücksichtigung des Einflusses der realen Preise von Elektrizität und Heizöl

[2] Berücksichtigung des Einflusses des realen Preises der Elektrizität und des Preisverhältnisses Elektrizität/Heizöl

Tabelle V Nachfrageelastizität von Heizstrom in Abhängigkeit zu den realen Preisen von Elektrizität und Heizöl

stimmt [7]. Ohne auf die relativ komplizierten ökonometrischen Ansätze und Bestimmungsfaktoren einzugehen, sind die aufgrund von zwei verschiedenen Modellen erhaltenen Resultate in Tabelle V wiedergegeben. Das Resultat scheint - unter Berücksichtigung des ersten Erdölpreisschocks von 1973 - relativ plausibel, doch deutet die grosse Schwankungsbreite der Preiselastizitäten über die einzelnen Jahre auf die Fragwürdigkeit solcher Berechnungen hin.

● Untersuchung über die langfristige Strompreiselastizität

Bei einigen Mitgliedwerken des VSE wurde eine Umfrage über den Stromverbrauch im Haushaltbereich (mittlerer spezifischer Haushaltverbrauch) sowie über den mittleren Strompreis für Haushaltbezüger durchgeführt. Diese Gegenüberstellung soll zeigen, ob ein Zusammenhang zwischen Strompreisniveau und Haushalt-Stromverbrauch besteht, ob also eine signifikante langfristige Strompreiselastizität des Verbrauchs im Quervergleich zwischen den verschiedenen Stromversorgungsgebieten festzustellen ist.

Im Diagramm Fig. 8 sind die entsprechenden Werte des Stromverbrauchs und des allgemeinen Strompreisniveaus von Haushalten für die auf die Umfrage antwortenden Elektrizitätswerke eingetragen. Es ist kein Zusammenhang zwischen Strompreisniveau und Stromverbrauch festzustellen.

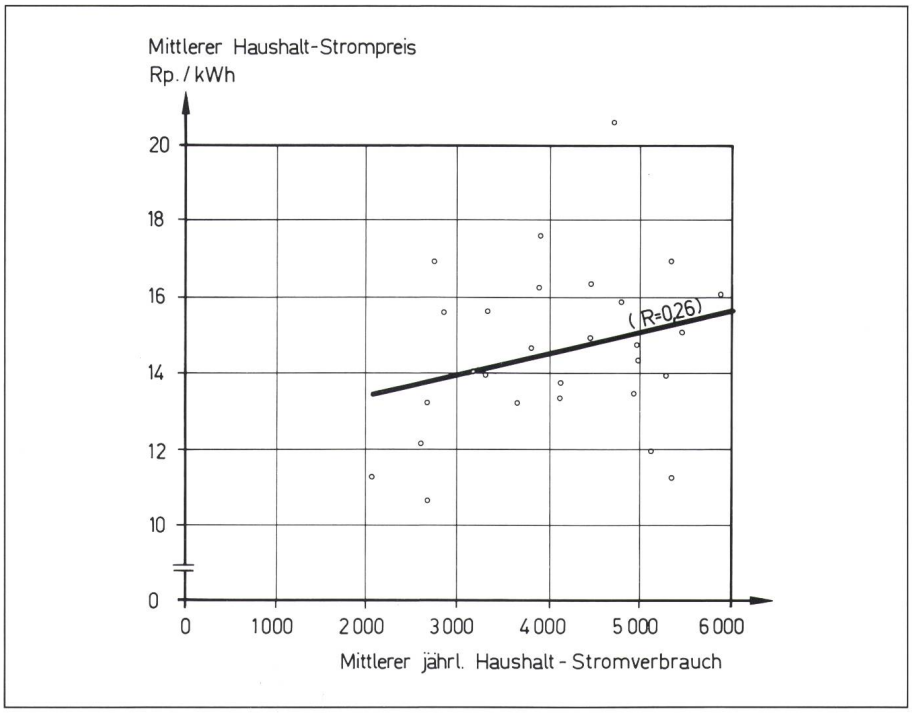
● Untersuchung über die kurzfristige Strompreiselastizität

Eine ähnliche Untersuchung wurde auch über die kurzfristigen Auswirkungen von Strompreiserhöhungen auf den Stromverbrauch in einigen Elektrizitätswerken durchgeführt. Dabei wurde den Strompreiserhöhungen jeweils die Verbrauchsänderungen im anschliessenden Jahr gegenübergestellt. Figur 9 zeigt das Ergebnis für Haushaltabnehmer aus einem Kantonswerk (auch die Ergebnisse aus anderen Werken und für andere Verbrauchssektoren oder bei Berücksichtigung der realen statt der nominellen Strompreisteuerung zeigen ein ähnliches Bild). Auch hier ist kein Zusammenhang zwischen Strompreis- und Verbrauchsentwicklung ersichtlich. Andere Einflussgrössen (Temperaturverhältnisse, Konjunkturverlauf usw.) überwiegen und bestätigen das Untersuchungsergebnis des BWI [12], wonach der Umfang der gleichzeitig mit Strompreiserhöhungen auftretenden Veränderungen der Einflussfaktoren auf den Verbrauch stark unterschätzt wird. Es wurde festgestellt, dass kaum je einer Veränderung mit Sicherheit eine Ursache in einem bestimmten Ausmass zugeordnet werden kann.

4. Schlussfolgerungen

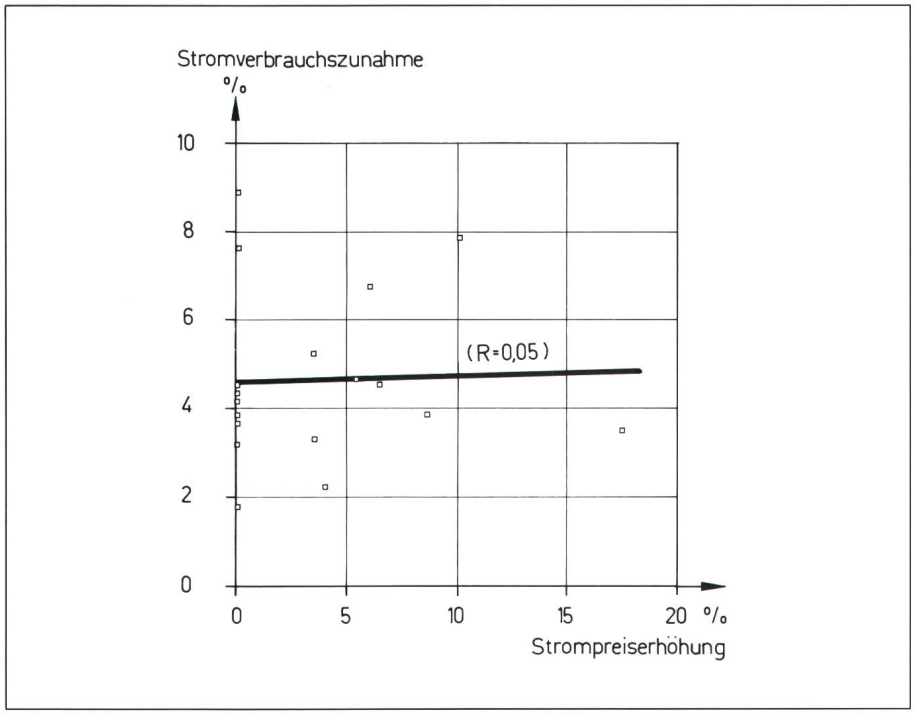
Untersuchungen haben gezeigt, dass der Winter-Stromverbrauch relativ stark von der mittleren Aussentemperatur in den Monaten November bis April abhängig ist. Im schweizerischen Mittel kann mit einem Stromverbrauchszuwachs von rund 1,1% bei einem Absinken der Aussentemperatur um 1 °C gerechnet werden.

Hingegen dürften die kurz- und die langfristigen Strompreiselastizitäten bei den in der Schweiz bestehenden Strompreisniveau-Differenzen, insbesondere im Haushaltbereich, äusserst gering sein. Die starken Unterschiede des durchschnittlichen Haushalt-



Figur 8 Zusammenhang Strompreisniveau - Stromverbrauch

Zur Ermittlung eines eventuellen Zusammenhangs zwischen Strompreisniveau und Stromverbrauch wurde eine Untersuchung in verschiedenen Versorgungsgebieten von schweizerischen Elektrizitätswerken durchgeführt. Trotz erheblichen Tarifunterschieden konnte kein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden. Preisunterschiede im Rahmen von maximal 1:2 haben keine merkbaren Auswirkungen auf Investitionsentscheide für Elektro-Haushaltgeräte.



Figur 9 Einfluss von Tariferhöhungen auf den Sromverbrauch im Haushaltsektor

Um die kurzfristigen Auswirkungen von Strompreiserhöhungen auf die Nachfrage abzuklären, wurde für verschiedene Stromversorgungsgebiete die Strompreisentwicklung mit der Stromverbrauchsentwicklung im der Tariferhöhung folgenden Jahr untersucht. Das obenstehende Diagramm zeigt beispielhaft das Resultat für ein Kantonswerk in der Untersuchungsperiode von 1960 bis 1988. In diesem Beispiel wurde die nominelle Preisentwicklung eingesetzt. Aber auch bei Berücksichtigung der realen Preisentwicklung konnte in keinem untersuchten Versorgungsgebiet ein Einfluss der Tarifentwicklung auf das Konsumverhalten im Haushaltsektor festgestellt werden.
R = Korrelationskoeffizient

Stromverbrauchs in den einzelnen Regionen sind jedenfalls auf andere Ursachen zurückzuführen (Einkommensverhältnisse, Wohnstruktur, Lebensgewohnheiten, Bestehen eines Gasnetzes, städtische oder ländliche Verhältnisse usw.).

Aus der Auswertung einer VSE-Untersuchung ist keine langfristige Preiselastizität bezüglich des Stromverbrauches für elektrische Raumheizungen ersichtlich. Dies dürfte vor allem auf den Umstand zurückzuführen sein, dass die Anschlussbewilligungspraxis der Elektrizitätswerke allgemein einen viel entscheidenderen Faktor bezüglich der erreichbaren Anschlussdichte für Elektroheizungen darstellt als allfällige Unterschiede im Tarifniveau. Solange mehr Anschlussgesuche vorliegen als Anschlüsse bewilligt werden können (in einigen Städte- und Gemeindewerken besteht sogar ein faktisches Anschlussverbot für elektrische Widerstandsheizungen), ist die Höhe des Raumheiztarifs unbedeutend und die Preiselastizität mit Ausnahme allfälliger Mindernutzungen bestehender Elektroheizungen deshalb praktisch Null.

Literatur:

[1] Vorschau auf die Elektrizitätsversorgung der Schweiz bis 2005 (7. Zehn-Werke-Bericht), VSE-Bericht Nr. 5.74, September 1987.

[2] Bericht über den Bedarfsnachweis für Kernkraftwerke. Eidg. Energiekommission. EDMZ Bern, Februar 1981.

[3] *F. Carlevaro et Spierer:* La demande d'énergie en Suisse, analyse historique et perspectives. Université de Genève, Série de publications CUEPE no 10, juillet 1982.

[4] *EGES:* Möglichkeiten, Voraussetzungen und Konsequenzen eines Ausstiegs der Schweiz aus der Kernenergie. EDMZ, Bern, Februar 1988.

[5] *K. Blank:* Abhängigkeit des Spitzenleistungsbedarfs von der Lufttemperatur in der Schweiz. Bull. SEV 62(1971)21.

[6] Entwicklungsperspektiven des Endenergiebedarfs. SGZZ, Studie Nr. 19 der Eidg. Kommission für die Gesamtenergiekonzeption. EDMZ, 1978.

[7] *Université de Genève, Département d'économétrie:* La demande d'électricité en Suisse. Série de publications de l'OFE, étude no 9, Berne, 1980.

[8] *K. Meier:* Spitzenlasttarifierung, Ökonomische Effizienz und Erhaltung der Eigenwirtschaftlichkeit. Verlag Paul Haupt, Bern, 1983.

[9] *Ch. R. Scherer:* Estimating Electric Power Marginal Costs. North-Holland Publishing Co., Amsterdam, 1977.

[10] *F. Kalhammer:* R & D Status Report; Energy Management and Utilization Division, EPRI Journal July/August 1986.

[11] *H. Schweikert:* Statistische Untersuchungen zur Entwicklung des schweizerischen Elektrizitätsverbrauchs im Zeitraum 1960 bis 1981. Bull. SEV/VSE 74(1983)6.

[12] Beeinflussung des Energieverbrauchs durch Tarifierung und Marketing. Studie des BWI, Zürich, Dezember 1985 (5 Bde).

[13] *E. Skalsky:* Compte rendu d'activités du Groupe d'experts pour l'étude de l'influence entre prix et consommation de l'électricité. Rapport 85F 60.02 du Congrès de l'UNIPEDE 1985 à Athènes.

[14] *UCPTE:* Auswirkungen der Kälteperiode auf die Sromversorgung im UCPTE-Netz. UCPTE-Quartalsbericht 2/1985.