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: 80 (1989)

Heft: 6

Artikel: Wirtschaftlich optimierte Stromversorgung durch Beeinflussing der Lastgangkurve von Elektrizitätswerken

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-903658

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: 02.07.2025

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

Wirtschaftlich optimierte Stromversorgung durch Beeinflussung der Lastgangkurve von Elektrizitätswerken

Bericht einer Arbeitsgruppe der VSE-Kommission für Elektrizitätstarife

Ein ausgelichener Lastgang trägt zur effizienten und wirtschaftlichen Stromversorgung bei und kommt damit sowohl den Elektrizitätswerken als auch den Verbrauchern zugute. Der vorliegende Bericht gibt eine Übersicht über technisch/wirtschaftliche wie auch tarifliche Massnahmen und geht auf ihre Möglichkeiten zum saisonalen, wöchentlichen und tageszeitlichen Lastausgleich ein. Da viele dieser Massnahmen nicht überall gleich gut geeignet sind, muss ihre Anwendbarkeit im Einzelfall geprüft werden.
Bei der Auswahl der geeigneten Massnahmen bieten die Beratungsstellen zahlreicher EWs ihre Unterstützung an.

Einleitung und Zweck

In der Schweiz gibt es rund 1200 Elektrizitätswerke (EWs), die auf die speziellen Strukturen ihres Versorgungsgebietes ausgerichtet sind. Aus diesem Grunde eignen sich nicht alle Massnahmen zur Beeinflussung der Lastgangkurve von Elektrizitätswerken gleichermassen, sondern jedes EW muss die für seine Verhältnisse optimalen Verbesserungsmöglichkeiten detailliert prüfen.

Die Möglichkeiten zur Beeinflussung der Lastgangkurven werden im folgenden nicht aus energiepolitischer, sondern primär aus wirtschaftlicher und technischer Sicht betrachtet. Sowohl dem EW wie auch seinen Abonnenten sollen Möglichkeiten aufgezeigt werden, wie allenfalls die Energiekosten gesenkt werden können.

Wie die Jahresstatistiken zeigen, nimmt der Verbrauch an elektrischer Energie in der Schweiz von Jahr zu Jahr zu. Dieser Trend ist auch für die Zukunft zu erwarten, Sparanstrengungen und Wirkungsgradverbesserungen bei Elektrogeräten dürften die Stromverbrauchszunahme allenfalls vermindern. Umgekehrt führen Sparmassnahmen bei anderen Energieträgern und Umweltschutzmassnahmen in der Regel zu einem Mehrverbrauch von elektrischer Energie.

Elekrizität ist für die Wirtschaft der wichtigste Energieträger. Von der Stromversorgung wird nicht nur grosse Zuverlässigkeit und Versorgungssicherheit erwartet, sondern auch ein günstiger Preis vorausgesetzt. Zahlreiche Umweltschutzauflagen, sozialwirtschaftliche Forderungen, Steuern und Abgaben sowie politische Massnahmen wirken sich in einer Verteuerung der Elektrizität aus. Um so mehr ist es Aufgabe der Elektrizitätswirtschaft, die Stromkosten mit den ihr zur Verfügung stehenden Mitteln in wirtschaftlich tragbaren Grenzen zu halten.

In vielen Tarifverträgen ergeben sich die Energiekosten aus dem Grund-, Leistungs- und Arbeitspreis. Die Leistungspreise werden nach den für die Deckung des mittleren Leistungsbezuges der einzelnen Abnehmer erforderlichen Leistungsbereitstellungskosten ermittelt. Da der Leistungsbedarf nicht konstant ist, sondern unter anderem durch unsere Lebensgewohnheiten, durch Tages- und Jahreszeit, Klima und Produktion beeinflusst wird, variieren auch die mittleren Leistungsbezüge der einzelnen Messperioden. Ein wenig schwankender Leistungsbedarf kommt deshalb wirtschaftlich sowohl dem Abnehmer als auch dem Elektrizitätswerk (und damit wiederum dem Abnehmer) zugute und verzögert durch die bessere Nutzung von Anlagen und Netzen die erforderlichen Ausbauinvestitionen.

Eine Möglichkeit zur wirtschaftlichen Stromversorgung besteht in der optimalen Nutzung der Stromverteilanlagen und -netze. Die Lastgangkurve eines Elektrizitätswerkes ist grossen stündlichen, täglichen und saisonalen Schwankungen unterworfen (siehe Fig. 1). Ein Elektrizitätswerk ist angehalten, mit seinen Anlagen und Netzen jederzeit die höchste auftretende Belastungsspitze auch über längere Zeit bewältigen zu können. Wenn es nun gelingt, die Verbraucher zeitlich so zu steuern bzw. ineinander zu verschachteln, dass daraus eine weitgehend ausgeglichene Belastung resultiert, so kann die leistungsbedingte Erweiterung der Anlagen hinausgeschoben werden. Investitionen werden verzögert, und Verluste werden reduziert, was sich schlliesslich in einer kostengünstigen Stromverteilung bemerkbar macht.

Diese sinnvollen Massnahmen dürfen aber nicht dazu führen, dass Verteilnetze zu spät ausgebaut werden. Um Unterhalt oder Reparaturen durchzuführen, müssen Leitungen ausgeschaltet werden können, ohne dass die Bezüger davon betroffen werden. Andere Leitungen müssen den Transport dieser Energie übernehmen. Genügend grosse Reserven in den Verteilanlagen sind also trotzdem notwendig.

Der Landesverbrauch elektrischer Energie liegt im Winter um mehr als 20% über dem Sommerbedarf. Demgegenüber weist die Stromproduktion aus Wasserkraft im Winter ein um gut 25% geringeres Produktionspotential auf als im Sommer. Die thermischen Kraftwerke vermögen die Divergenz von Strombedarf und hydraulischer Erzeugung zwischen Winter und Sommer nicht vollumfänglich auszugleichen, da sie vorwiegend Grundlastenergie erzeugen. Diese Situation wird sich bis auf weiteres nicht grundsätzlich ändern, denn mit dem Zubau zusätzlicher Grundlastproduktion zur Deckung des Winterbedarfes fällt auch immer zusätzliche Sommerstromerzeugung an. Während die Schweiz somit im Winter ihren Strombedarf nur knapp aus eigenen Produktionsanlagen zu decken vermag, verzeichnet sie jeweils mit Beginn der Schneeschmelze, vorab nachtsüber, einen erheblichen Produktionsüberschuss, welcher im Inland keine Verwendung findet.

Im benachbarten Ausland besteht für Sommerstrom aus der Schweiz kein grosser Bedarf. Es erweist sich daher als zweckmässig, für die überschüssige Sommerproduktion vermehrt Verwendung im eigenen Land zu finden. Durch spezielle Sommerstrompreise können langfristige Anreize geschaffen werden, um gegebenenfalls Produktionsverlagerungen in die Sommermonate zu veranlassen und Warmwasser und Prozesswärme im Sommer aus Wasserkraft anstatt mit fossilen Brennstoffen zu erzeugen. Damit wird zudem ein sinnvoller Beitrag an die Luftreinhaltung geleistet.

Der vorliegende Bericht gibt einen Überblick über die Möglichkeiten der Beeinflussung der Lastgangkurven. Dazu ist auch die Bereitschaft des Abonnenten erforderlich, die durch tarifliche oder andere Anreize vom Elektrizitätswerk gefördert werden kann. Die Art der Verwendung der Elektrizität beim Abonnenten ist allerdings von ausschlaggebender Bedeutung, bestimmt sie doch, ob der Strom auf Abruf oder zu Zeiten bereitgestellt werden muss, die von anderen Faktoren vorgegeben sind.

Das Ziel der nachfolgend beschriebenen Massnahmen bildet unter anderem eine Optimierung des Lastganges insbesondere während einer Reihe extrem kalter Wintertage.

Mögliche Massnahmen

Die effizienteste Methode, um Energiekosten zu senken, ist allgemein das *Energiesparen,* wird dadurch doch gleichzeitig die Umweltbelastung vermindert. Energiesparen bedeutet aber auch Schonung der knappen, nicht erneuerbaren Energie-Ressourcen. All die damit zusammenhängenden Massnahmen wie Reduktion der Verluste, Nutzung von Verlustquellen sowie Einsatz von energieeffizienteren Maschinen, Apparaten und Anlagen werden als grundlegende Anforderungen vorausgesetzt und hier nicht weiter betrachtet.

Die *Substitution* von fossilen Energieträgern (Erdöl, Erdgas, Kohle) ist zur Schonung der knappen Ressourcen sowie der Umwelt zuliebe nach wie vor ein anzustrebendes energiepolitisches Ziel. Ein entsprechendes Stromproduktionspotential steht vor allem im Sommer zum saisonalen Ausgleich zur Verfügung.

Eine weitere Möglichkeit zur Steuerung der Lastgangkurve besteht bei *dezentralen Stromerzeugungsanlagen* grösserer Leistung. Zu Spitzenlastzeiten könnten derartige zur Verfügung stehenden Leistungen abgerufen werden, wozu sich im Winter vor allem Blockheizkraftwerke und industrielle Stromproduktionen aus Prozesswärme eignen dürften. Neben förderungswürdigen WKK-Anlagen, welche mit Kehricht, Deponiegas oder Biogas betrieben werden, bieten auch grössere WKK-Anlagen, die Wärme an Fernheiznetze oder für industrielle Prozesse abgeben, günstige Voraussetzungen. Dazu zählen aber auch grosse, strombedarfsgeführte Kraftwerke, bei denen durch Wäremeauskopplung aus dem Dampf- oder Heisswasserkreislauf eine bessere Anlagenutzung möglich ist.

Grundsätzlich lassen sich die Massnahmen zur Verringerung der Energiekosten in zwei Gruppen unterteilen, auf die nachfolgend näher eingegangen wird. Sie sind in Tabelle I zusammengestellt.

- *Technisch-betriebliche Massnahmen*

Von diesen Massnahmen ist vor allem der Abonnent, aber auch das Elektrizitätswerk betroffen. Durch neue Prozesstechnologien, neue Produktionsanlagen oder Verbesserungen an bestehenden Anlagen sowie durch steuerungs- und regelungstechnische Massnahmen kann der Stromverbrauch eines Betriebes und dessen Charakteristik beeinflusst und in einem gewissen gewünschten Masse geändert werden.

Konkret können die Massnahmen 1 bis 4 der Tabelle I geprüft werden. Dabei ist allerdings zu beachten, dass diese technisch-betrieblichen Massnahmen zum Teil von den tariflichen Vorbedingungen abhängen und umgekehrt.

- *Tarifliche Massnahmen*

Diese Massnahmen werden vom Elektrizitätswerk getroffen, um durch die finanziellen Anreize auf das Verbrauchsverhalten der Abonnenten Einfluss zu nehmen. In der Tabelle I sind dazu die Massnahmen 5 bis 10 stichwortartig aufgeführt. Die Tabelle zeigt auch, wo der Anwendungsbereich der einzelnen Massnahmen liegen dürfte. Zudem ist angegeben, ob sich die Auswirkungen auf den Tag, die Woche oder das Jahr (saisonal) beschränken.

- *Politische Massnahmen*

Der Vollständigkeit halber sei noch eine dritte Gruppe, die politischen Massnahmen, erwähnt. Diese wirken sich allerdings nicht in einer Verringerung, sondern eher in einer Erhöhung der Energiekosten aus.

Der Strompreis enthält einige Kostenanteile wie
- Konzessionabgaben
- Wasserzinsen
- Restwassermengen
- Ertrags- und Kapitalsteuern
- Gewinnabgabe an öffentliche Körperschaften
- direkte und indirekte Steuern
- unbeschränkte Haftpflicht,

die von den politischen Behörden festgesetzt werden. Energiepolitische Vorstösse mit möglichen Gesetzesauswirkungen, wie
- Umweltverträglichkeitsprüfung
- Elektrizitätswirtschaftsgesetz
- Energieartikel
- Energie-WUST
- Energiespargesetz
- Gewässerschutzgesetz (Restwassermengen)

Nr.	Massnahme	Anforderungen / Auswirkungen	Anwendungsbereich					Lastgang		
			H	L	D	G	I	J	W	T
1.	Spitzenlastregler	Entsprechende Elektrogeräte Mindeststromverbrauch Strombegrenzer mit abonnierter Leistung	×	×		×	×			×
2.	Elektroheizsysteme	Werkgesteuert kombinierte Speicher-Direkt Bivalente Systeme Vermehrte Staffelung (2. Zähler)	×	×	×					×
3.	Boilerbewirtschaftung	Verkürzung der Ladezeiten Verschachtelung der Freigabezeiten Mehrere Boilerkommandos Boileraufladezeit auch im HT / Tagesboiler	×							×
4.	Zweiter Zähler	genügendes Elektrowärmepotential	×	×		×	×			×
5.	Modulationstarif	Hochspannungsbezüger bzw. Grossbezüger				×	×			×
6.	Zweigliedtarif mit Leistungsmessung bzw. variabler Grundpreis	Billigere Leistungsmessgeräte Reduktion der Maximallast	×							×
7.	Flexible Tarifzeiten	Erweiterung NT-Zeit Einfachtarif Nutzung Schwachlastzeiten Fliessender Übergang zwischen HT/NT	×	×						×
8.	Tarife mit beschr. Freigabezeit	Lastspitzen-Vermeidung				×	×			×
9.	Wochenendtarif	für Elektrowärmespeicher oder Industrie / Gewerbe	×			×	×		×	
10.	Sommer-Winter-Tarifdifferenzierung	Förderung Sommerstromverbraucher minimal 2 Ablesungen pro Jahr. Elektroheizung und Wärmepumpe preislich unattraktiver	×	×		×	×	×		

Tabelle I Zusammenstellung der Massnahmen zur Laststeuerung

H = Haushalt D = Dienstleitung I = Industrie W = Woche
L = Landwirtschaft G = Gewerbe J = Jahr T = Tag

- Kernenergiegesetz
- Strahlenschutzgesetz

können ihren Niederschlag in einem mehr oder weniger hohen Stromkostenanteil finden. Auf diesen Kostenfaktor kann die Elektrizitätswirtschaft nur beschränkt Einfluss nehmen.

Unter diese Gruppe fallen auch energiepolitische Massnahmen wie Anwendungsverbote und -einschränkungen (beispielsweise betreffend Einsatz und Stromverbrauch gewisser Elektrogeräte) oder gesetzliche Auflagen an die Elektrizitätswerke.

All diese Massnahmen können gemäss Tabelle I auch Auswirkungen auf die Jahres-, Wochen- oder Tagesgangkurven haben.

Beschreibung der Massnahmen zur Laststeuerung

Die vorgeschlagenen Massnahmen sollen nun kurz näher beschrieben werden. Die meisten Massnahmen sind bekannt, weshalb auf eine eingehende Schilderung der Vor- und Nachteile verzichtet wird.

● *Spitzenlastregler*

Mit dem Spitzenlastregler kann der zeitliche Einsatz von Elektrogeräten einzelner Abonnenten und damit verbrauchsseitig der elektrische Lastverlauf geglättet werden. Durch die Vermeidung von Leistungsspitzen können aus betriebswirtschaftlicher Sicht Leistungskosten gesenkt werden. Aus volkswirtschaftlicher Sicht können aber gleichzeitig Produktions- und Verteilanlagen des Elektrizitätswerkes besser genutzt werden. Die Einsatzmöglichkeiten von Spitzenlastreglern hängen in erster Linie davon ab, ob ein Abonnent über genügend geeignete – regelbare oder zu/abschaltbare – Elektrogeräte verfügt. Dazu sind vor allem Geräte für Wärme- und Kühlprozesse (insbesondere Heizung, Lüftung, Klima) und in einem begrenzten Umfang für Kochen, Warmwasser und Waschen geeignet.

Im privaten Haushalt könnte ein Strombegrenzer installiert werden, der mit einer abonnierten Leistung gekoppelt wäre. Dies würde Anreiz für ein einfaches Spitzenlastmanagement mit den installierten Haushaltapparaten schaffen.

● *Elektroheizsysteme*

Zur Elektroraumheizung (Widerstands- und Wärmepumpenheizung) ist vorab grundsätzlich zu bemerken, dass vor allem im Bereich der Steuerung für deren wirtschaftlichen Einsatz schon sehr viel getan wurde und auch weiterhin verbessert und optimiert wird: Vorwärtssteuerung (Speicheraufladung ab Beginn der Niedertarifzeit), Rückwärtssteuerung (Speicheraufladung jeweils am Ende der Niedertarifzeit) sowie Spreizsteuerung (werkgesteuerte Speicheraufladung während eines Teils der Niedertarifperiode, meistens in der Mitte). Eine Verfeinerung dieser Optimierung kann durch die flexibel einsetzbaren prozessgesteuerten Systeme erzielt werden.

In vielen Versorgungsgebieten stellen die Elektroheizungen das ausschliessliche Energiesteuerpotential dar. Können diese mit einer separaten Messung erfasst werden, so lassen sich die Heizsysteme beliebig in allfällige Schwachlastzeiten werkgesteuert verschieben.

Dazu eignen sich
- Speicherheizungen

- kombinierte Speicher-/Direktheizungen (Misch- und Gemischtheizung)
- bivalente Heizungen.

Da bei der Speicherheizung Energieaufnahme und -abgabe nicht zu gleichen Zeitpunkten erfolgen und sie über eine kurze Aufladezeit verfügt, lässt sie sich gut für den Lastausgleich einsetzen, wozu sie werkseitig steuerbar sein muss. Der Speicher dient zur Überbrückung der Sperrzeiten und kann während den Schwachlastzeiten geladen werden. Bei der heute oft eingesetzten Speicherheizung mit Tagesnachladung handelt es sich bereits um eine geplante Laststeuerung.

Für die Begrenzung von Lastspitzen eignen sich besonders bivalent-alternative Systeme. Diese Heizsysteme bestehen aus einem werkseitig steuerbaren, elektrisch betriebenen Teil (z.B. Wärmepumpe) und einem Spitzenlastheizkessel. Im Bereich kalter Tage – mit entsprechend tiefen Temperaturen und demzufolge über längere Zeiträume gesperrter Elektrizitätszufuhr – ist der Wärmebedarf mit dem Spitzenlastkessel abzudecken. Im Spitzenlastkessel soll vorzugsweise ein lagerbarer Energieträger (Erdöl bzw. Flüssiggas) zum Einsatz kommen.

Zur gezielten Reduktion von Lastspitzen können auch wärme-kraft-gekoppelte Systeme, kombiniert mit Wärmepumpen, eingesetzt werden. Diese Systemkonzeptionen können zudem einen beachtlichen Beitrag an die Substitution fossiler Energieträger leisten.

● *Boilerbewirtschaftung*

Durch Kürzung der Boileraufladezeiten bei höherer Boilerleistung und geeigneter Verschachtelung der Boilerladezeiten durch die Verwendung von mehreren Boilerkommandos lässt sich mit relativ bescheidenem Aufwand ein Beitrag zur Glättung der Nachtlastkurve erzielen. Bei der Installation neuer Boiler ist zu überlegen, ob ein Teil der Aufladung auch in Schwachlastzeiten der Hochtarifperiode bezogen werden soll. Die damit entstehenden Tarifprobleme lassen sich lösen. Demgegenüber würde die Lösung mit Ganztagsboilern einen verstärkten Bandenergiebezug bewirken.

● *Zweiter Zähler*

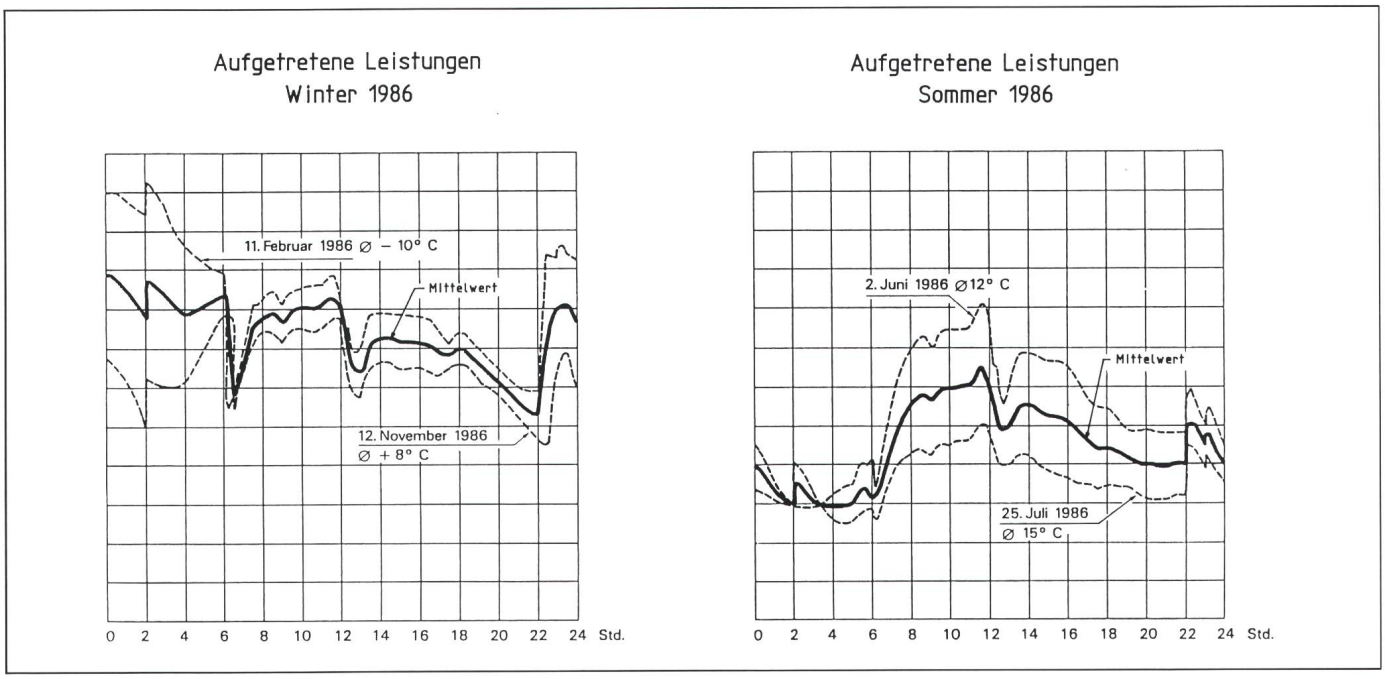
Bei grösseren Verbrauchern von gespeicherter Elektrowärme kann es sich rechtfertigen, diese Apparate mit einem zweiten Zähler auszurüsten. Dadurch können auch zu Schwachlastzeiten während der Hochtarifzeit Nachladungen zu einem speziellen Tarif freigegeben werden, welcher den Sperrzeiten während den Spitzenlast- und Starklastzeiten Rechnung trägt. Bei einem genügend grossen Potential lassen sich für das Elektrizitätswerk Leistungsspitzen in sämtlichen Spannungsebenen vermeiden, indem die Tagesbelastungskurve geglättet werden kann. Als energiepolitisch wichtige Konsequenz lässt sich der Energieverbrauch der Elektroheizung besser kontrollieren (Stichwort: individuelle Heizkostenabrechnung), und in Notsituationen kann Heizlast abgeworfen werden, ohne dass volkswirtschaftlich ein grosser Schaden entsteht.

● *Modulationstarif*

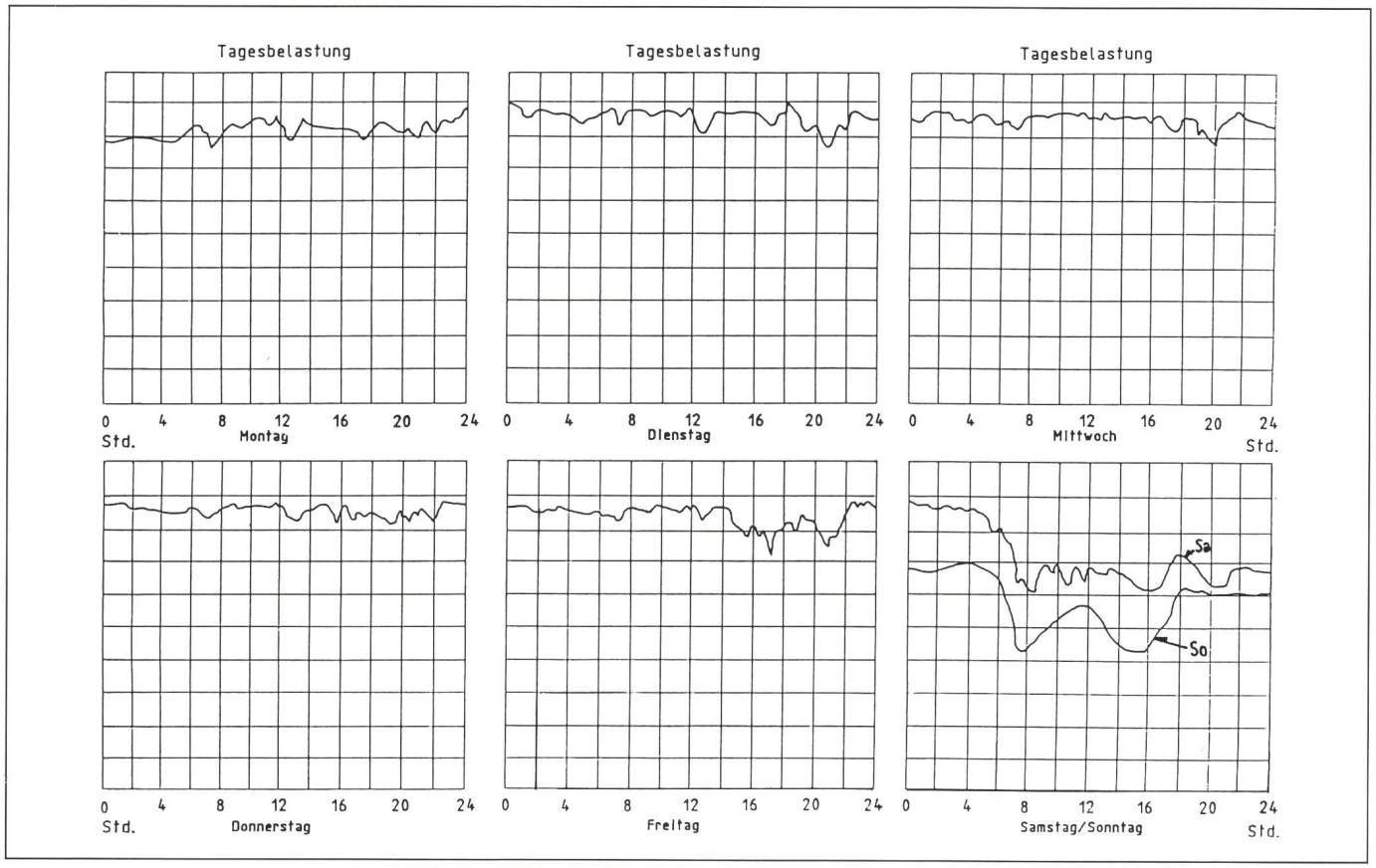
Für gewerbliche oder industrielle Hochspannungsbezüger kann ein Modulationstarif gewährt werden. Der Kunde abonniert beim Elektrizitätswerk eine Grundlast, die ihm jederzeit zur Verfügung steht. Wenn es die Verhältnisse erlauben (Schwachlastzeiten), wird der die abonnierte Leistung übersteigende Anteil vom EW ohne Kostenfolge toleriert. Auf Verlangen des EWs reduziert der Abonnent den Leistungsbezug auf die Höhe der Grundlast.

Nicht alle Grossbetriebe eignen sich für den Modulationsbetrieb, sondern es müssen in der Regel die folgenden Voraussetzungen erfüllt sein:

- Hoher Anteil Strombeschaffung an den Produktionskosten
- Genügend grosses Verhältnis Spitzen- zu Grundlast
- Arbeitsablauf unterbrech- und verschiebbar
- Flexibler Personaleinsatz, geringe Personalintensität
- Verbraucher mit flexiblen Einsatzzeiten (Wärme)
- Grosse Lagerflexibilität, bis zu saisonaler Lagerungsmöglichkeit der Erzeugnisse



Figur 1 Typischer Verlauf eines Tageslastganges für ein EW mit statischer Laststeuerung



Figur 2 Typischer Verlauf eines Tageslastganges für ein EW mit dynamischer Laststeuerung

- permanente Meldestelle für telefonische Leistungsvorgaben durch das EW.

● *Leistungspreistarif mit gemessener Leistung*

Die generelle Einführung des Leistungspreistarifes mit gemessener Leistung würde den Abonnenten dazu bringen, den gleichzeitigen Betrieb von mehreren Elektrogeräten nur dann zuzulassen, wenn dies unbedingt erforderlich ist. Aus Kostengründen ist diese Lösung für Kleinabonnenten nicht über das Versuchsstadium hinausgekommen. Eine Zwischenvariante stellt die Einführung von Haushalttarifen mit variablem, verbrauchsabhängigem Grundpreis dar.

● *Flexible Tarifzeiten*

Durch die Aufhebung der relativ starren Hoch- und Niedertarifzeiten lässt sich im Sinne der besseren Nutzung der Schwachlastzeiten Einfluss auf die Lastgangkurve nehmen. Dazu würde eine feste Niedertarifzeitdauer garantiert, oder es wäre auch die Erweiterung der Niedertarifzeit denkbar. Dabei stehen flexible Niedertarifzeiten im Vordergrund, welche einzelnen Kundengruppen individuell gestaffelte Niedertarifzeiten zuordnet. Damit der Kunde Massnahmen ergreift, die sich auf die Lastgangkurve auswirken, muss er die entsprechenden Tarifzeiten kennen. Mit den flexiblen Tarifzeiten kann insbesondere die morgentliche Lastsenke der Tagesbelastungskurve reduziert werden.

Mit der Gewährung eines Einfachtarifes lassen sich werkseitige Laststeuerungen auch ohne zweiten Zähler durchführen.

● *Tarife mit beschränkter Freigabezeit*

Für Anwendungen mit beschränkter Freigabezeit ausserhalb der Spitzenstunden (Käsereien, Backöfen, Grastrocknungsanlagen, Heubelüfter, Grossboiler usw.) können spezielle Konditionen gewährt werden, indem durch die Sperrung Lastspitzen vermieden werden können. Im Sinne einer Gleichbehandlung der Abonnenten sollte allerdings das EW anwendungsspezifische Tarife nur zurückhaltend und gut begründet gewähren.

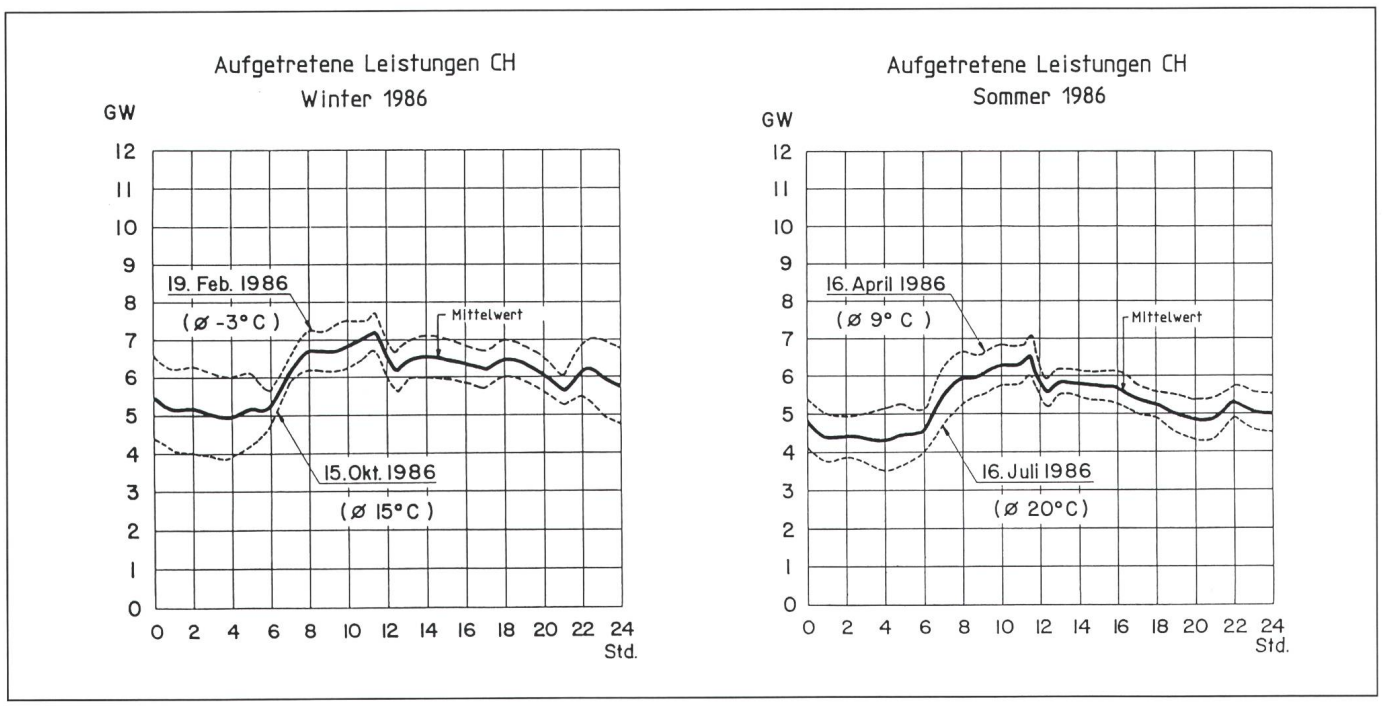
● *Wochenendtarif*

Mit der Gewährung des Niedertarifs über das Wochenende kann der Einsatz von Wochenendspeichern gefördert werden, was einen willkommenen Beitrag zur Glättung der Wochenlastkurve bedeuten würde. Entsprechende technische Lösungen existieren, sind aber noch nicht wirtschaftlich.

Ein spezieller Wochenendtarif für das Gewerbe und die Industrie ist in diesem Zusammenhang ebenfalls zu prüfen, was bei Unternehmen mit Schichtbetrieben auf spezielles Interesse stossen könnte.

● *Sommer-Winter-Tarifdifferenzierung*

Mit dieser Tarifmassnahme lassen sich Sommerstromverbraucher fördern und allenfalls auch Winterstromverbraucher in den Sommer verlagern. Anstelle von Warmwassererzeugern mittels Öl-Kombikessel werden Sommerboiler gefördert. Prozesswärmeerzeuger mit fossilen Brennstoffen können während des Sommers durch Elektrokessel ersetzt werden. Elektrische Grastrocknung sowie Heubelüftungen würden vermehrt eingesetzt,



Figur 3 Tageslastgang des Landesverbrauchs

um das Sommerstromangebot sinnvoll zu nutzen. Wünschbar wären auch vereinzelte Produktionsverlagerungen von Gewerbe und Industrie vom Winter auf den Sommer.

Figur 1 zeigt das Belastungsstreuband im Sommer und Winter eines Elektrizitätsverteilunternehmens, welches nur geringe Laststeuerungsmöglichkeiten kennt. Demgegenüber zeigen die Lastgangkurven der Figur 2, wie sehr mit günstig liegenden Verbrauchern bzw. durch geeignete Massnahmen, wie sie vorstehend aufgezählt wurden, eine optimale Tagesbelastungskurve gesteuert werden kann.

Die regional unterschiedlichen Tagesbelastungskurven gemäss den Figuren 1 und 2 gleichen sich im gesamtschweizerischen Leistungsbedarf einigermassen aus, wie dies aus Figur 3 ersichtlich ist. Die Bandbreite schwankt im Sommer und im Winter rund um den Faktor zwei und ist im Sommer (3,5 bis 7 GW) nur geringfügig tiefer als im Winter (4 bis 8 GW). Die Kurven machen zudem deutlich, dass der Leistungshöchstbedarf während der Kochspitze am Mittag bereitgestellt werden muss, zu einer Zeit, da die elektrischen Wärmebezüger (Boiler, Heizungen) in der Regel gesperrt sind. Nach diesen Kurven steht gesamtschweizerisch noch ein gewisses Elektrowärmepotential zur Ausnutzung zur Verfügung.

Schlussfolgerung

Eine Verlagerung des Stromverbrauches in den Bereichen Haushalt, Landwirtschaft, Dienstleistungen, Gewerbe und Industrie ist technisch-betrieblich mit entsprechenden Geräten praktikabel, wobei sich allerdings die Frage nach dem Kosten-Nutzen-Verhältnis stellt. Eine weitere Beeinflussung des Stromverbrauches muss über die Veränderung der Konsumentengewohnheiten erfolgen, wozu viel Öffentlichkeitsarbeit zu leisten ist, und entsprechende Lieferbedingungen anzubieten sind.

Die Einführung derartiger Massnahmen fällt dort besonders leicht, wo viel Strom gebraucht wird und die Stromkosten einen wesentlichen Einflussfaktor darstellen. Derartige Massnahmen können aber nur in direkter Zusammenarbeit zwischen Elektrizitätswerk und Bezüger in die Realität umgesetzt werden, tragen doch beide Partner davon einen Nutzen: tiefere Stromkosten für den Abonnenten und ausgeglichene Lastkurve für das EW.

Die vielen Möglichkeiten sind nicht überall gleich geeignet, sondern müssen von Fall zu Fall geprüft werden. Unerlässliche Voraussetzung zur Abwägung der einzelnen Massnahmen ist es, den Stromverbrauch, die Anschlussleistung der einzelnen Geräte sowie deren zeitlichen Bedarf zu kennen. Diese Kennzahlen erst erlauben es, die optimale Massnahme zur Einsparung von Stromkosten bzw. zur Glättung der täglichen Lastkurve zu treffen.

Viele EWs verfügen heute über eine Beratungsstelle, welche bei der Auswahl von Massnahmen zur wirtschaftlich optimalen und sparsamen Nutzung individueller Stromanwendung zur Verfügung steht.

Literatur

[1] Einsparen von Energiekosten durch Energieregelung. Siemens-Energietechnik Heft 9/1979.

[2] *W. Strässler:* Die werkgesteuerte Mischheizung – eine frei steuerbare Lastgruppe. Bull. SEV/VSE 76 (1985) 22, 23. November.

[3] *J. Langenegger:* Kombinierte Speicher-Direktheizung.

[4] *Derwall, Lange, Zybell:* Lastganglinien der Haushalte. Elektrizitätswirtschaft Jg. 84 (1985), Heft 25.

[5] SKEW: Laststeuerungsmöglichkeiten in der Industrie.

[6] Tarifbedingungen für Kleinkraftwerke. Empfehlungen der VSE-Kommission für Elektrizitätstarife. Nr. 2.36 d, Oktober 1986.

[7] Spitzenlastregler: EMS 84, Energie-Management-System. Kriegel + Schaffner AG, Basel.

[8] *E. Locher, H. Meili:* Leistungsbewirtschaftung im Versorgungsgebiet des AEW, Bull. SEV/VSE 78 (1987) 10, 23. Mai.

[9] *T. Wipf, A. Scherrer:* Massnahmen zum Ausgleich der Netzbelastungen. Bull. SEV/VSE 78 (1987) 10, 23. Mai