

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: 71 (1980)

Heft: 22

Artikel: Lieferung von elektrischer Energie für bivalente Raumheizanlagen : Empfehlungen der VSE-Kommission für Elektrizitätstarife

Autor: [s.n.]

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-905314>

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: 04.04.2026

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

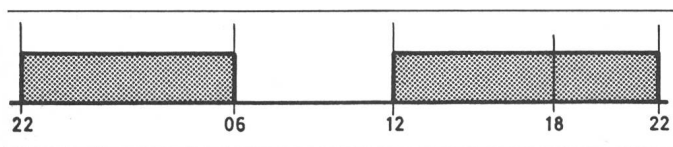


Fig. 13 Période de déblocage d'un programme de charge $T_d = 8 + 10 = 18$ h

12 et 22 h (cf. courbe de charge thermique du rapport de la CSE). De ce fait, une exploitation en chauffage direct est possible à partir de 12 h. La priorité est ainsi accordée à la recharge de nuit lorsque l'accumulateur est déchargé en début d'après-midi.

La période de déblocage T_d n'est plus déterminante pour le calcul de la valeur de c , mais bien plutôt la période de soudure du matin. Avec une valeur de $c = 1$, on peut assurer une soudure maximale de l'ordre de 5 à 6 heures dans un programme de chauffage standard. Avec une valeur de $c = 0,90$, la couverture de la période de soudure sera au maximum de l'ordre de 4 à 5 heures.

La caractéristique diurne pour la température extérieure de référence pourra être très basse et se situer vers 10 à 25 % de la capacité de l'accumulateur. Suivant l'instant auquel l'entreprise électrique

Schéma de régulation

Tableau VII

	Valeur vers 12 h	Valeur vers 22 h	
Simultanéité régulière entre 12 et 22 h	10 %	10 %	horizontale
Simultanéité en début d'après-midi	5 %	10 %	faiblement ascendante
Simultanéité le soir	10 %	5 %	faiblement descendante

désire la simultanéité, instant qui peut être modifié par le biais de l'accumulateur, on réglera la caractéristique -11 °C approximativement selon le tableau VII.

On ne pourra pas combler, selon les objectifs, les périodes creuses de la courbe de charge avec un tel programme de déblocage.

Lieferung von elektrischer Energie für bivalente Raumheizanlagen

Empfehlungen der VSE-Kommission für Elektrizitätstarife

1. Einleitung

Die schon jahrzehntealte Idee, Raumheizanlagen für den Betrieb mit verschiedenartigen Brennstoffen auszulegen, ist trotz des Vormarsches der reinen Ölfeuerung nie ganz in Vergessenheit geraten. So sind sogenannte Zweistofffeuerungen, in welchen neben der Verwendung von Heizöl auch die Verbrennung von Feststoffen, wie Holz oder Kohle, möglich ist, keine Seltenheit. Allerdings wurde bis zum rasanten Anstieg der Ölpreise – nicht zuletzt aus mancherlei technischen Gründen – von dieser Wahlmöglichkeit in der Praxis wenig Gebrauch gemacht. Seit dem Durchbruch des Erdgases auf dem schweizerischen Energiemarkt gewinnt der kombinierte Einsatz Gas/Öl, namentlich für grössere Heizanlagen, zunehmende Bedeutung.

Demgegenüber ist die Elektrizität in Kombination mit einer anderen Heizenergie bisher wenig in Erscheinung getreten. Zum einen war sie aufgrund der in der Regel zugunsten des Heizöls lautenden Preisrelationen nur für Vollheizungen, und auch da nur unter bestimmten Voraussetzungen, konkurrenzfähig. Zum andern lehnten die Werke im allgemeinen den Anschluss von solchen Heizanlagen ab, die sich vom Benutzer wahlweise mit Elektrizität oder mit einer anderen Energieform betreiben lassen (vgl. [2]).

Mit der Verschiebung in der Preisrelation Heizöl/Elektrizität zugunsten der letzteren erlangt nun aber eine latent immer vorhanden gewesene Wahlfreiheit des Bezügers vermehrt Aktualität. Es ist dies die in jedem an das allgemeine Verteilnetz angeschlossenen Gebäude gegebene Möglichkeit, im kleineren oder grösseren Ausmass die Raumwärme durch Einsatz von an jeder Steckdose anschliessbaren Elektroöfen anstelle des Betriebes der eingebauten Brennstoffheizung zu erzeugen. Es hält ausserordentlich schwer, werkseits auf diese «wilde» Heizölsubstitutionen Einfluss zu gewinnen.

Trotz dieser spezifisch elektrizitätswirtschaftlichen Probleme handelt es sich bei den Bestrebungen, die einseitige

Abhängigkeit vom Erdöl abzubauen, um ein energiepolitisches Postulat erster Ordnung. Dabei kommt der unabhängig vom Angebot an fossilen Brennstoffen erzeugbaren Elektrizität – neben der nuklearen Fernwärme und dem Erdgas – in unserem Lande grosse Bedeutung zu. Der VSE-Bericht [1] zeigt Mittel und Wege auf, wie durch bessere Ausnutzung von freien Netzkapazitäten das Ziel vermehrter Heizölsubstitution selbst bei minimalen Aussentemperaturen erreicht werden kann. Die sinnvolle Anwendung der vollektrischen Raumheizung findet mithin dort ihre Grenzen, wo am sogenannten kältesten Tag ein theoretisch vollständiger Ausgleich des Netzbelastungsverlaufs über 24 Stunden erreicht ist. Bekanntlich treten nun aber die für die Auslegung einer Heizung massgebenden Minimaltemperaturen im Laufe der Jahre selten auf. Das hat zur Folge, dass die zur Verfügung zu stellenden Leistungen nur ausnahmsweise während der vollen täglichen Freigabezeiten zur Ausnutzung gelangen, was zu entsprechend tiefen, virtuellen Jahresbenutzungsdauern¹⁾ führt.

Die ausserhalb der Kältespitzenzeiten in wechselndem Ausmass freien Netzkapazitäten lassen sich durch den Anschluss von bivalenten Heizsystemen nutzbar machen. Darunter werden Systeme verstanden, die den Heizenergiebedarf eines Gebäudes durch den Einsatz von zwei voneinander unabhängigen Gebrauchsenergieformen decken. Das wesentliche Merkmal besteht darin, dass ein leitungsgebundener Energieträger in Kombination mit einem lagerfähigen in der Weise zum Einsatz gelangt, dass die Wärme-Grundlast durch den leitungsgebundenen und der Spitzenwärmebedarf durch den lagerfähigen gedeckt wird.

Die vielschichtigen Probleme, die sich mit der Verwendung der Elektrizität als Heizenergie in Kombination mit einer anderen Energieform stellen, erheischen ein sorgfältiges Ab-

¹⁾ Quotient aus Jahresenergieverbrauch und Anschlusswert.

wägen aller Aspekte, mit dem Ziel, die Entwicklung in diejenigen Bahnen zu lenken, welche zu einem technisch und wirtschaftlich optimalen Zusammenwirken der Elektrizität mit anderen Energieträgern in ein und derselben Heizanlage führen. Die Erarbeitung von Empfehlungen, die dieser Zielsetzung entsprechen, bildet Gegenstand des vorliegenden Berichtes. Ein Zusatzbericht [5] mit den energiewirtschaftlichen Überlegungen ist in Vorbereitung.

2. Definitionen

2.1 Monovalente Heizanlagen

In monovalenten Heizanlagen wird für die Bereitstellung der gesamten Nutzwärme ein einziger Energieträger (A) eingesetzt.

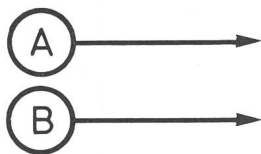
Die für den Betrieb von Hilfsaggregaten und Steuerungen meistens in der Form von Elektrizität benötigte Energie wird in diesem Zusammenhang ausser acht gelassen.



2.2 Bivalente Heizanlagen

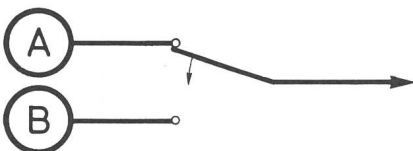
In bivalenten Heizanlagen werden für die Bereitstellung der Nutzwärme – entweder gleichzeitig (parallel) oder nicht gleichzeitig (alternativ) – zwei Energieträger (A und B) eingesetzt.

Der eine (A) trägt dabei im Parallelbetrieb die Grundlast, der andere (B) ergänzt oder übernimmt im Alternativbetrieb – an besonders kalten Tagen – die Gesamtlieferung.



2.2.1 Alternativbetrieb von bivalenten Heizanlagen (bivalent-alternatives System)

Bei der alternativen Betriebsweise der bivalenten Heizung wird der Wärmebedarf an Heiztagen mit weniger Heizlast wie sie zum Beispiel bei Aussentemperaturen von 0 °C und darüber auftritt, durch einen leitungsgebundenen Energieträger (A) direkt oder in Kombination mit einer Wärmepumpe gedeckt. Für die vergleichsweise geringe Zahl der Heiztage mit tieferen Temperaturen erfolgt die Deckung des Wärmebedarfs ausschliesslich durch einen Wärmezeuger (B), der im allgemeinen mit einem lagerfähigen Brennstoff betrieben wird.



Mit Bezug auf die Elektrizitätslieferung ist die Unterscheidung nach den folgenden Kriterien bedeutsam:

– *Ohne jegliche Liefer- und Bezugspflicht*; ein Konzept, das sich praktisch nur für die Belieferung von Elektrokesselanlagen und von Heizzentralen grosser Leistung sinnvoll anwenden lässt.

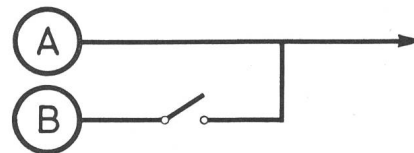
– *Mit bedingter Liefer- und Bezugspflicht*; ein Konzept, das sich über den ganzen Bereich von grossen Heizzentralen bis zur Einfamilienhausheizung anwenden lässt.

– *Mit werkseitiger Lieferpflicht, aber ohne Bezugspflicht*; ein Konzept, welches den in Abschnitt 1 dargelegten energiewirtschaftlichen Zielsetzungen nicht gerecht wird und deshalb im folgenden nicht weiter behandelt wird. Diese Vorbehalte treffen allerdings für Wärmepumpenanlagen nur bedingt zu [2].

2.2.2 Parallelbetrieb von bivalenten Heizanlagen (bivalent-paralleles System)

Bei der parallelen Betriebsweise der bivalenten Heizung wird der Wärmebedarf während der Mehrzahl aller Heiztage allein durch den Wärmezeuger der Grundlastheizung (A) gedeckt. An den wenigen sehr kalten Heiztagen wird zur Deckung des Spitzenbedarfs parallel zur Grundlastheizung *zusätzlich* ein anderer Wärmezeuger (B) eingesetzt. Für jenen Wärmeleistungsanteil, der durch den leitungsgebundenen Energieträger zu decken ist, besteht *Liefer- und Bezugspflicht*.

Zweckmässigerweise wird der Grundlastanteil dem leitungsgebundenen Energieträger zugewiesen. Dieses System ist sowohl für Gross- als auch für Kleinanlagen anwendbar.



3. Elektrizitätswirtschaftliche Merkmale ausgewählter Wärmezeugungssysteme

Sowohl bei monovalenten als auch bei bivalenten Systemen ist die elektrische Wärmezeugung in vielen gerätetechnischen Konzeptionen möglich. Von den verschiedenen Spielarten der Widerstandsheizung, allenfalls in Kombination mit Sonnenkollektoren, bis zu den diversen Auslegungen von Wärmepumpenanlagen fällt eine ganze Palette möglicher Anlagekonzeptionen in Betracht. Im Rahmen dieses Berichtes wird auf diese anlagenspezifischen und gerätetechnischen Details nicht näher eingetreten, sondern es wird eine systematische Ordnung der elektrizitätswirtschaftlich bedeutsamen Heizungssysteme nach energiewirtschaftlich relevanten Gesichtspunkten aufgezeigt.

3.1 Monovalente Systeme

3.1.1 Vollelektrische Widerstandsheizungen

Die konventionelle Widerstandsheizung ist in ihren verschiedenen Ausgestaltungsmöglichkeiten in den Berichten des VSE und der Schweizerischen Kommission für Elektrowärme (SKEW) eingehend untersucht worden [1; 4]. Es handelt sich dabei ausschliesslich um allelektrisch betriebene Anlagen mit Gebrauchsdauern der Leistungsmaxima in der Grössenordnung von 1000 bis 1500 Stunden.

3.1.2 Wärmepumpenanlagen

zur Deckung des vollen Heizwärmebedarfs

Unter dem Begriff «Wärmepumpen» werden im vorliegenden Bericht, soweit nichts anderes vermerkt ist, immer Aggregate mit elektrischem Verdichterantrieb verstanden.

Die system- und apparatetechnischen Gesichtspunkte, beispielsweise das Problem der Anlaufströme, werden im Bericht der SKEW [6] behandelt. An dieser Stelle soll in erster Linie eine energiewirtschaftliche Wertung vorgenommen werden. Die Hauptvorzüge der Wärmepumpe sind der durch ihre

Technik vorgegebene haushälterische Einsatz der Primär-energie sowie die gegenüber einer vergleichbaren Widerstands-heizung tieferen Anschlusswerte.

Bei monovalenten Systemen sind in elektrizitätswirtschaftlicher Hinsicht jene Anlagen besonders günstig, welche die von ihnen benötigte Verdampfungswärme dem Grundwasser, dem Erdreich oder andern, stets auf etwa gleichem Temperaturniveau befindlichen Wärmeträgern entziehen. Bei solchen Gegebenheiten ist die Leistungsziffer nur geringen Schwankungen unterworfen. Die Benutzungsdauer der beanspruchten elektrischen Leistung liegt in der gleichen Größenordnung wie bei Widerstandsheizungen.

Ähnlich günstige elektrizitätswirtschaftliche Merkmale weisen auch solche Wärmepumpen auf, die Bestandteil von Wärmerückgewinnungsanlagen aus Abluft oder Abwässern bilden. Ungünstigere Verhältnisse sind für solche Wärmepumpen in Kauf zu nehmen, welche die Aussenluft als Wärmequelle nutzen.

3.1.3 Wärmepumpenanlagen in Kombination mit Widerstandsheizung

Wärmepumpenanlagen, bei denen in den ausgesprochenen Kälteperioden die Deckung des Wärmebedarfes durch eine zusätzliche Widerstandsheizung entweder im Parallelbetrieb mit der Wärmepumpe teilweise oder im Alternativbetrieb vollständig übernommen werden muss, sind in elektrizitätswirtschaftlicher Beziehung unerwünscht.

Wie in der Einleitung bereits ausgeführt, sollten für solche Spitzendeckungsaufgaben, wenn immer möglich, lagerfähige Brennstoffe eingesetzt werden.

3.2 Bivalente Systeme

Bei den bivalenten Systemen ist einerseits zu unterscheiden zwischen der häufig anzutreffenden Konzeption, bei welcher eine leitungsgebundene Energie zusammen mit einem lagerfähigen Brennstoff zum Einsatz gelangt, und andererseits dem zur Zeit kaum angewendeten Verfahren, wonach zwei verschiedene Netzenergieformen miteinander kombiniert werden.

Wie schon in der Einleitung erwähnt, werden im vorliegenden Bericht die optimalen Einsatzmöglichkeiten der Elektrizität behandelt. Als lagerfähiger Brennstoff kommt aus heutiger Sicht vornehmlich Heizöl in Frage. In Zukunft dürften aber auch Flaschengas (Biogas) und feste Brennstoffe, wie Kohle und Holz, vermehrte Bedeutung erlangen.

3.2.1 Widerstandsheizungen in Kombination mit Installationen zur Nutzung neuer Energien

Die Nutzung von neuen Energieformen für Heizzwecke (z.B. Sonne, Biogas) ist in der Regel nur mit Hilfe einer Zusatzenergie möglich, welche die zeitweilig zu geringe Verfügbarkeit aus der örtlichen Energiequelle bis zur vollen Bedarfsdeckung zu ergänzen hat. Immer häufiger sehen sich die Werke mit den Fragen des Anschlusses von derartigen Zusatzheizungen zu Sonnenkollektoranlagen oder zu anderen Wärmege- winnungsanlagen ähnlicher Art konfrontiert. Bei der Beurteilung solcher Anschlussgesuche ist davon auszugehen, dass der höchste Bedarf an elektrischer Leistung in der Regel mit den jahreszeitlichen Höchstbelastungen in den Produktions-, Übertragungs- und Verteilanlagen zusammenfällt.

Die Benutzungsdauer der elektrischen Leistung von Heizsystemen dieser Art ist wesentlich geringer als jene von kon-

ventionellen Anlagen. Sie bringt in elektrizitätswirtschaftlicher Hinsicht wenig Vorteile, denn die Elektrizität eignet sich in ihrer Eigenschaft als Netzenergie zur Übernahme von solchen Spitzendeckungsaufgaben denkbar schlecht. Sie vermögen auch in keiner Weise zur Verwertung zeitweise freier Disponibilitäten bei der Elektrizitätserzeugung beizutragen. Trotz dieser offensichtlichen elektrizitätswirtschaftlichen Problematik soll aber solchen Anlagen die Anschlussbewilligung erteilt werden, sofern eine Belieferung aufgrund der Netzverhältnisse möglich und eine Kostendeckung gewährleistet ist.

Es bleibt aber festzuhalten, dass für derartige Zwecke die Verwendung eines lagerfähigen Brennstoffes in der Regel die wirtschaftlich sinnvollere Lösung bildet.

3.2.2 Kombinationen von verschiedenen Netzenergieformen

Aus energiewirtschaftlicher Sicht führen Kombinationen von verschiedenen Netzenergieformen für die Raumheizung in der Regel zu keinen sinnvollen Ergänzungen. Eine Ausnahme bildet die Verwertung niedertemperaturiger (kalter) Fernwärme mittels Wärmepumpen gemäss System «Plenar». Die Charakteristik des Energiebezuges aus dem Stromversorgungsnetz weist die in Abschnitt 3.1.2 bereits erwähnten elektrizitätswirtschaftlichen Vorzüge auf, welche für Anlagen mit Wärmeentzug aus Medien mit wenig schwankendem Temperaturniveau zutreffen.

3.2.3 Kombinationen von Elektrizität und einem lagerfähigen Brennstoff

3.2.3.1 Bivalent-alternative Systeme

Die den verschiedenen Energieträgern zufallende Rolle lässt sich am besten anhand grafischer Darstellungen veranschaulichen. Anhand von Fig. 1 werden die elektrizitätswirtschaftlichen Vorzüge der bivalent-alternativen Systeme offensichtlich. Sie vermögen in idealer Weise den Verhältnissen in der Stromerzeugung gerecht zu werden, weil bei extremen Witterungsverhältnissen und/oder in Zeiten schlechter Verfügbarkeit der Produktionsanlagen die Belieferung ohne weiteres unterbrochen werden kann.

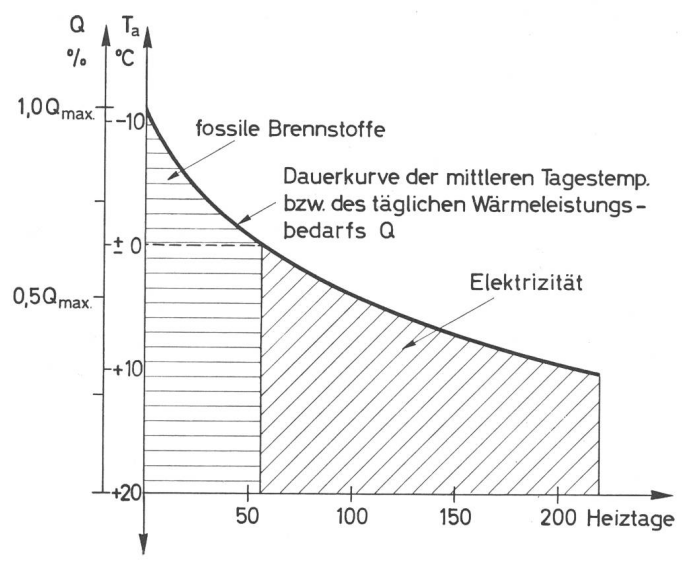


Fig. 1 Bivalent-alternative Betriebsweise

Q_{\max} maximaler Wärmeleistungsbedarf bei der Auslegtemperatur (im Beispiel = -11°C)

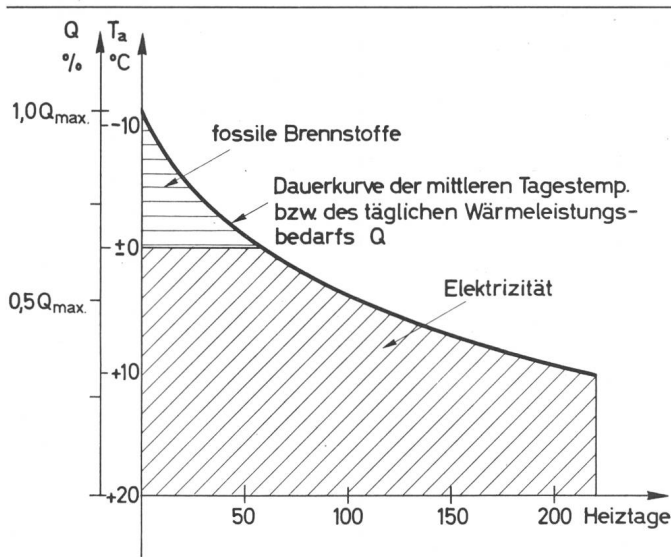


Fig. 2 Bivalent-parallele Betriebsweise

Q_{max} maximaler Wärmeleistungsbedarf bei der Auslegungstemperatur (im Beispiel = $-11\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Das liegt auch im Interesse der rationellen Stromverteilung, indem die bei kalter Witterung ohnehin stark belasteten Netze im gleichen Ausmass eine Entlastung erfahren. Schliesslich lassen sich die Anschlusswerte gegenüber vergleichbaren monovalenten Anlagen merklich senken, ohne dass dadurch der Beitrag an die Substitution des Heizöls entscheidend geschmälert wird.

3.2.3.2 Bivalent-parallele Systeme

Bei den bivalent-parallelen Systemen ist die Grundlast des Wärmeleistungsbedarfs während der ganzen Heizperiode durch die Elektrizität zu decken. Das Werk ist für diesen Anteil lieferpflichtig. Der lagerfähige Brennstoff übernimmt lediglich die Kältespitzenlast. Wie bei den bivalent-alternativen Systemen besteht auch hier eine Vielzahl möglicher Ausführungsvarianten. In Fig. 2 ist die bivalent-parallele Betriebsweise grafisch dargestellt.

In bezug auf die Anpassungsfähigkeit an die jeweiligen Verhältnisse in der Stromerzeugung sind die bivalent-parallelen Systeme weniger flexibel als die bivalent-alternativen. Immerhin trägt die Verbreitung bivalent-paralleler Anlagen ebenfalls zur Senkung der Temperaturabhängigkeit des Elektrizitätsverbrauchs bei. Dank der verhältnismässig tiefen Anschlusswerte lässt sich mit solchen Systemen die Heizölsubstitution auch in Netzen mit geringen Kapazitätsreserven fördern. Ferner zeigt die gegenüber monovalenten Elektroheizungen höhere Benutzungsdauer der beanspruchten Leistung eine verbesserte Wirtschaftlichkeit für die Lieferung von elektrischer Energie.

4. Betriebliche Massnahmen zur optimalen Ausnutzung freier Disponibilitäten

Bei den Bezü gern finden bivalente Anlagekonzeptionen nur unter der Voraussetzung Anklang, dass die sich unter Einrechnung von Verzinsung, Abschreibung und Wartung der Heizanlagen sowie der Aufwendungen für Brennstoff und Elektrizität insgesamt ergebenden Jahreskosten etwa in der gleichen Grössenordnung liegen wie im Falle monovalenter Brennstoffheizungen. Immerhin dürften die Vorteile einer mit der Diver-

sifikation der Heizenergiebeschaffung einhergehenden Erhöhung der Versorgungssicherheit bewirken, dass der Abnehmer zeitweilige, sich jedoch in Grenzen haltende Mehrkosten akzeptiert. Der Umstand, dass der mit einer Brennstoffheizung kombinierte Einsatz der Elektrizität zusätzliche elektrothermische Installationen voraussetzt, beeinträchtigt natürlich die Konkurrenzfähigkeit solcher Systeme. Es ist daher darauf zu achten, dass die Aufwendungen für die bei zwei getrennten Energiesystemen notwendigen Installationen möglichst tief gehalten werden können.

Dies wird bei Neubauten mit einer Kombination Öl/Elektrizität dazu führen, dass vor allem die Öltankanlage so klein wie möglich, das heisst nur entsprechend dem Bedarf einer Heizperiode, erstellt wird. Bei der Ergänzung einer bestehenden ölbefeuerten Anlage durch eine zusätzliche Elektrowärmanlage ergibt sich für den Bezü ger der grosse Vorteil, dass das bereits vorhandene Tankvolumen für eine Vollheizung mit Öl infolge wesentlich niedrigerer Beanspruchung bzw. beachtlicher Verlängerung der Vorhaltezeit grössere Freiheit in der Ausnutzung von Schwankungen der Heizölpreise bringt.

In beiden Fällen bedarf die Frage der Wirtschaftlichkeit von Wärmespeichereinrichtungen sorgfältiger Abklärungen. Soweit möglich sollte die gewünschte Charakteristik des Heizstrombezuges durch werkseitige Massnahmen steuerungstechnischer und tarifarischer Natur angestrebt werden.

4.1 Bivalent-alternative Systeme

Unter Ziffer 2.2.1 hiev or wurde zwischen Fällen unterschieden, in denen mit Bezug auf die Elektrizität keinerlei Liefer- und Bezugspflichten bestehen, und solchen, in denen eine bestimmte, sich beispielsweise an einer zu vereinbarenden Grenztemperatur orientierende Liefer- und Bezugspflicht gegeben ist.

4.1.1 Anlagen ohne Liefer- und Bezugspflicht

Es handelt sich um einen Modus, der für Anlagen im Leistungsbereich von einigen hundert Kilowatt bis zu mehreren Megawatt in Frage kommt. Darunter fallen die bereits erwähnten Elektrokessel in Industrie und Gewerbe sowie Wärmeeinheiten für die Versorgung grösserer Überbauungen mit Heizenergie und Warmwasser.

Bivalent-alternative Wärmeeinheiten ohne jegliche Liefer- und Bezugspflicht bergen naturgemäss das grösste Potential für eine möglichst weitgehende Nutzung zeitweilig freier Disponibilitäten in sich. Ihr jeweiliges Ausmass ist für die Freigabe dieser fakultativen Lieferungen das ausschlaggebende Kriterium. Sie müssen daher nach Massgabe der im Produktionsbereich jeweils freien Kapazitäten steuerbar sein.

Während der Freigabezeiten, die sich in relativ milden Wintern und bei guten Produktionsverhältnissen über die ganze Heizsaison erstrecken können, empfiehlt sich die Anwendung der gleichen Steuerungsgrundsätze, wie sie für die Belieferung monovalenter bzw. allelektrischer Heizungen massgebend sind und die die optimale Ausnutzung der vorhandenen Netzkapazitäten zum Ziele haben.

4.1.2 Anlagen mit bedingter Liefer- und Bezugspflicht

Das zweckmässigste Kriterium zur Freigabe der Heizstromabgabe mit bedingter Liefer- und Bezugspflicht wird in der Regel die Überschreitung der zwischen dem Werk und dem Bezü ger im voraus zu vereinbarenden Grenztemperatur (z. B. zwischen -3 und $+3\text{ }^{\circ}\text{C}$ im Mittelland) sein.

Die Umschaltsteuerung erfolgt aussentemperaturabhängig beim Bezüger oder allenfalls zentralgesteuert durch das Werk und ist so auszulegen, dass dem Bezüger die Rückschaltung auf Brennstoffbetrieb während der Freigabezeiten nicht möglich ist. In den Freigabeperioden gelten für die Steuerung wieder die gleichen Kriterien, wie sie für die Belieferung monovalenter Elektroheizungen massgebend sind.

Mit dem Eingehen einer bedingten Liefer- und Bezugspflicht entfernt man sich etwas vom Prinzip der disponibilitätsabhängigen Steuerung, indem die Aussentemperatur gewissermassen als Ersatzkriterium benützt wird. Immerhin kommen dadurch einige, für die jeweilige Versorgungslage bestimmende Komponenten zum Tragen. Unter dem Einfluss der Aussentemperatur stehen namentlich im Winter der Verbrauch der monovalenten Elektroheizungen und die Wasserführung der Flüsse.

Im Vollzug wirkt sich der Umstand vorteilhaft aus, dass sich die Steuerung ausschliesslich auf im Versorgungsgebiet selbst verfügbare Kriterien stützt. Das ermöglicht eine breit gefächerte Anwendung dieses Anlagenkonzepts bis hin zu den kleinen Leistungsbereichen von Einfamilienhaus-Heizungen.

4.2 Bivalent-parallele Systeme

Bivalent-parallele Systeme erfordern grundsätzlich dieselben werkseitigen steuerungstechnischen Einrichtungen wie die monovalenten Elektroheizungen. Zur Gewährleistung der Reziprozität von Liefer- und Bezugspflicht ist die Steuerung des Heizsystems darauf auszulegen, dass der gesamte Grundlastbereich automatisch durch den Einsatz von elektrischer Energie abgedeckt wird. Im weitern sind die Vorkehrungen zu treffen, welche den Brennstoffverbrauch im Grundlastbereich infolge von manuellen Eingriffen verhindern.

5. Anschluss- und Lieferbedingungen

5.1 Monovalente Elektroheizungen

Für diese Heizungssysteme liegen die Empfehlungen des VSE bereits vor, nämlich in der Form der drei Berichte:

- Baukostenbeiträge für elektrische Raumheizungen, Juli 1979.
- Tarifierungs- und Lieferungsgrundsätze für allelektrisch versorgte Haushaltungen, November 1980.
- Empfehlungen über die Tarifierung von Ergänzungsenergie und die Bereitstellung von Reserveleistung, Juni 1977.

5.2 Bivalent-alternative Anlagen

Für bivalent-alternative Anlagen können aufgrund des Sachverhalts, dass der Bezüger in den ausgesprochenen Kälteperioden für die Deckung seines gesamten Heizenergiebedarfes ein alternatives Wärmeerzeugungspotential bereithält, etwas günstigere *Anschlussbedingungen* als für vollelektrische Heizungen erwogen werden. Ein angemessenes Verfahren dürfte darin bestehen, dass lediglich diejenige Komponente des Baukostenbeitrages erhoben wird, welche den Kosten der Hauszuleitung und des Hausanschlusses entspricht, das heisst ohne Einbezug der Kosten für den allgemeinen Netzausbau.

Die *Energieabgabe* für den Betrieb von bivalent-alternativen Wärmeerzeugungsanlagen unterscheidet sich grundsätzlich sowohl vom üblichen Stromverbrauch als auch vom Konsum allelektrischer Haushaltungen.

Zum Erfahrungsgewinn und zu eventueller gesonderter Verrechnung empfiehlt es sich, diese neuartigen Lieferkomponen-

ten durch Separatmessung und nach den üblichen Tarifzeiten differenziert zu erfassen, wobei sich die Leistungsmessung erübrigt.

Mit Bezug auf die *Tarifierung* drängt sich die nachstehende Differenzierung zwischen Anlagen mit und ohne Liefer- und Bezugspflicht auf.

5.2.1 Energieabgabe ohne Liefer- und Bezugspflicht

Wie bereits ausgeführt, kommt dieser Modus nur für die Belieferung von Grossbezügern in Frage. Die Tarifsätze sollten sich in erster Linie am jeweiligen Äquivalenzpreis des Heizöls orientieren und – wenn überhaupt – eine eher geringe tarifzeitliche Differenzierung aufweisen, jedoch die jeweiligen Gestehungskosten der elektrischen Energie keinesfalls unterschreiten. Hiefür sind die jeweiligen Energiepreise im Verbundgeschäft – was gewissermassen den internationalen Spotmarkt im Elektrizitätssektor darstellt – wegleitend.

Die Durchführung solcher Lieferungen setzt eine besondere Vereinbarung zwischen Produzent und Verteilwerk voraus.

5.2.2 Energieabgabe mit bedingter Liefer- und Bezugspflicht

Grundsätzlich können die jeweiligen Tarife für die allelektrische Versorgung angewendet werden.

5.3 Bivalent-parallele Anlagen

Grundsätzlich ist die Erhebung von *Baukostenbeiträgen* auf diejenigen Leistungskomponenten von bivalenten Raumheizungsanlagen zu beschränken, für welche das Werk die unbedingte Lieferpflicht übernimmt. Das trifft definitionsgemäss für den Elektroteil von bivalent-parallelen Systemen zu. Hiefür sind nach den gleichen Kriterien Baukostenbeiträge zu erheben wie für monovalente Elektroheizungen. Gegenüber den letzteren trifft insofern eine Entlastung ein, als bivalent-parallele Anlagen in der Regel nur etwa die halbe Anschlussleistung einer gleichwertigen monovalenten Elektroheizung benötigen.

In bezug auf die *Tarifierung* der Energieabgabe ist die Gleichstellung mit den allelektrisch versorgten Bezügern zu empfehlen.

5.4 Empfehlungen

Im Interesse des rationellen Einsatzes der elektrizitätswirtschaftlichen Infrastruktur empfehlen sich folgende Massnahmen:

a) Zulassung des Anschlusses von bivalent-alternativen Heizanlagen kleiner und mittlerer Leistung mit gleichen oder günstigeren Baukostenbeiträgen. Dies gilt insbesondere auch für Wärmepumpenanlagen.

Bei bivalent-alternativen Systemen ist eine Umschaltsteuerung vorzusehen, die so ausgelegt ist, dass während den Freigabezeiten oberhalb der vereinbarten Grenztemperatur eine Rückschaltung auf Brennstoffbetrieb durch den Bezüger nicht möglich ist.

b) Zulassung des Anschlusses von bivalent-parallelen Heizanlagen zu gleichen Bedingungen wie monovalente Elektroheizungen. Bei bivalent-parallelen Systemen ist die Steuerung so auszulegen, dass der gesamte Grundlastbereich durch den Einsatz von elektrischer Energie abgedeckt wird.

c) Belieferung der unter lit. a) und b) hievor genannten Systeme zu gleichen Tarifbedingungen wie für monovalente Elektroheizungen.

Zur Sammlung von Erfahrungswerten und als Grundlage für eine allenfalls separate Verrechnung ist der Einbau einer Sondermessung vorzusehen mit Erfassung der üblichen Tarifzeiten. Auf eine Leistungsmessung kann verzichtet werden.

d) Förderung des Anschlusses von bivalent-alternativen Grossanlagen ohne Liefer- und Bezugspflicht.

Literatur

- [1] Tarifierungs- und Liefergrundsätze für allelektrisch versorgte Haushaltungen; Empfehlungen des VSE, Zürich, Bull. SEV/VSE, 71(1980)22.
- [2] Tarifierung von Ergänzungsenergie und die Bereitstellung von Reserveleistung; Empfehlungen des VSE, Bericht 2.16, Zürich, Juni 1977.
- [3] Anschlussbedingungen für Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlagen; Empfehlungen des VSE, Bericht 2.20, Zürich, April 1979.
- [4] Schweizerische Kommission für Elektrowärme: Bericht über die elektrische Raumheizung; erscheint Anfang 1981.
- [5] Energiewirtschaftliche Überlegungen zu den Empfehlungen über die Lieferung von elektrischer Energie für bivalente Raumheizungen. VSE, in Vorbereitung.
- [6] Schweizerische Kommission für Elektrowärme: Die elektrisch betriebene Wärmepumpe, Bericht Nr. 23, 1980.

Fourniture d'énergie électrique aux installations bivalentes de chauffage des locaux

Recommandations de la commission de l'UCS pour les tarifs d'énergie électrique

1. Introduction

En dépit de la marche en avant du chauffage au mazout pur, l'idée, connue depuis plusieurs décennies, de concevoir les installations de chauffage des locaux sur la base de différents combustibles, n'est jamais complètement tombée dans l'oubli. Les chaudières dites convertibles, dans lesquelles des combustibles solides, tels que le bois ou le charbon, peuvent, en plus du mazout, y être brûlés, sont un exemple bien connu. Cependant, jusqu'à la montée rapide des prix des produits pétroliers, on ne faisait que rarement usage de ces possibilités, surtout pour des raisons techniques. Depuis la percée faite par le gaz naturel sur le marché énergétique suisse, la mise en œuvre combinée gaz/mazout prend une place de plus en plus importante, surtout pour les grandes installations de chauffage.

Contrairement aux exemples précités, l'électricité, en combinaison avec une autre énergie de chauffage, s'est peu manifestée jusqu'à présent. Elle était d'une part, généralement défavorisée de par son prix par rapport au mazout, seulement concurrentielle dans le cas de chauffage unique et ce encore seulement sous des conditions bien définies. Les distributeurs d'électricité d'autre part, refusaient généralement le raccordement de telles installations de chauffage qui pouvaient être exploitées à volonté par l'utilisateur, soit avec l'électricité, soit avec une autre forme d'énergie (voir [2]).

Le décalage de la relation des prix mazout/électricité en faveur de cette dernière permet à l'utilisateur de réaliser dès lors la liberté de choix qui était toujours présente dans son esprit. Cette liberté est actualisée par la possibilité offerte par les prises de courant montées dans chaque bâtiment raccordé au réseau général électrique. Elle permet, dans une mesure plus ou moins grande, d'y connecter des poêles électriques produisant ainsi la chaleur ambiante nécessaire à la place de la chaufferie à combustible installée. Il est extrêmement difficile aux distributeurs d'électricité de pouvoir influencer ces substitutions «sauvages» du mazout.

Malgré ces problèmes, spécifiques à l'économie électrique, les essais de se dégager de la dépendance unilatérale du pétrole sont un postulat de premier ordre relatif à la politique énergétique. L'électricité, produite indépendamment des combustibles fossiles, requiert dans ce contexte, à part la chaleur nucléaire à distance et le gaz naturel, une grande place dans notre pays. Le rapport de l'UCS [1] montre les moyens par lesquels il est possible, en utilisant mieux les capacités libres des réseaux, d'arriver à une substitution plus poussée du mazout, même par des températures extérieures minimales. L'exploitation ration-

nelle du chauffage tout-électrique trouve par conséquent ses limites lorsqu'au jour le plus froid, on obtient un lissage, théoriquement complet, de l'allure de la charge du réseau sur 24 heures. Il est connu que les températures minimales déterminantes pour le dimensionnement d'un chauffage n'apparaissent que rarement dans le cours d'une année. Ceci a pour conséquence que les puissances (capacités) mises à disposition ne sont qu'exceptionnellement exploitées pendant toutes les heures de fonctionnement autorisées. Il en résulte des durées annuelles d'exploitation¹⁾ relativement basses et virtuelles.

En dehors des périodes de grand froid, les capacités de réseau libres peuvent – dans une mesure variable – être exploitées par le raccordement de systèmes de chauffage bivalents. Sous ce terme on comprend des systèmes qui couvrent les besoins d'énergie de chauffage d'un bâtiment par la mise en œuvre de deux formes d'énergie utiles indépendantes l'une de l'autre. La caractéristique principale réside dans le fait qu'un agent énergétique lié à une conduite réseau est combiné à un agent énergétique stockable de manière qu'il couvre la chaleur de base et que l'agent stocké assure l'appoint.

Les multiples problèmes posés par la combinaison de l'électricité, en tant qu'énergie de chauffage, avec une autre forme d'énergie, requièrent une pondération soignée de tous les aspects avec l'objectif d'aiguiller le développement sur les voies assurant une coopération optimale, des points de vue technique et économique, de l'électricité avec d'autres agents énergétiques dans une installation de chauffage. Le but du présent rapport est l'élaboration de recommandations qui font face à l'objectif précité. Un rapport complémentaire [5] contenant les réflexions relatives à l'économie de l'énergie est en préparation.

2. Définitions

2.1 Installations de chauffage monovalentes

Dans les installations de chauffage monovalentes, un seul agent énergétique (A) est mis en œuvre pour la production de la totalité de la chaleur utile.

L'énergie électrique généralement nécessaire pour le fonctionnement des auxiliaires et des commandes, n'est pas prise en considération dans ce contexte.



¹⁾ Quotient résultant de la consommation annuelle d'énergie et de la puissance raccordée.