**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:** 76 (1985)

**Heft:** 10

**Artikel:** Wärmeversorgung der Personalsiedlung Sils i.D. des EWZ

**Autor:** Meier, F. / Buchli, J.

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-904613

**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:** 09.07.2025

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

# Wärmeversorgung der Personalsiedlung Sils i.D. des EWZ

F. Meier und J. Buchli

*Auf der Suche nach einer beispielhaften Beheizung seiner Wohnsiedlung in Sils i.D. realisierte das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (EWZ) eine Gemeinschaftswärmeversorgung, die in der Übergangszeit mittels einer Luft-Wasser-Wärmepumpe mit Elektrizität und während der kalten Periode mit Holz betrieben wird. Nachdem die Anlage in der ersten Heizperiode mit einigen Problemen zu kämpfen hatte, konnte im letzten, zum Teil sehr kalten Winter ein befriedigender Betrieb erreicht werden.*

*En s'efforçant de trouver une méthode de chauffage exemplaire pour ses immeubles d'habitation à Sils i.D., le Service de l'électricité de la Ville de Zurich (EWZ) a mis au point un système de chauffage collectif qui en période froide fonctionne au bois et le reste du temps à l'électricité au moyen d'une pompe à chaleur air–eau. Après que l'installation ait présenté quelques problèmes durant la première période de chauffage, l'exploitation a été satisfaisante au cours du dernier hiver en partie très froid.*

**Adressen der Autoren**

*Fritz Meier*, EWZ-Betriebsleitung Kraftwerke Mittelbünden, 7411 Sils i.D.
*Jürg Buchli*, dipl. Ing. ETH/SIA, projektierender Ingenieur, 7023 Chur/Haldenstein

## 1. Ausgangslage

Das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (EWZ) stellt seinem in den Anlagen Sils i.D. tätigen Personal Wohnraum in der Wohnkolonie Albula zur Verfügung. Die Wohnsiedlung umfasst heute 16 auf sechs Gebäude verteilte Wohnungen. Die Gebäude stammen aus den Pionierzeiten des Wasserkraftwerkbaus der EWZ in Graubünden, Anfang unseres Jahrhunderts.

Die Gebäude waren mit zentralgefeuerten Einzelgebäudeheizungen ausgerüstet, die ursprünglich mit Kohle und seit 1958 mit Öl betrieben wurden. Die Kessel sind überaltert, zudem wurden durch das kantonale Amt für Gewässerschutz die erdverlegten Heizöltanks endgültig abgeschrieben.

Dieser Umstand veranlasste die Betriebsleitung, die Frage der Wärmeversorgung der Wohnsiedlung ganzheitlich an die Hand zu nehmen und zu lösen. Im Jahre 1980 liess sie im Rahmen einer Planungsstudie Vorschläge für eine neue Wärmeversorgungskonzeption der ganzen Siedlung ausarbeiten.

Von Anfang an wurde neben energietechnischen Sanierungsmassnahmen an der Gebäudehülle auch die Untersuchung von Lösungen einbezogen, welche über die minimal erforderliche Sanierung der bestehenden Heizanlagen hinausgingen. Im Sinne der herrschenden energiepolitischen Situation, in der nicht mehr überall jede billigste Ölheizung gut genug ist, bzw. im Bestreben, wo möglich Heizöl zu substituieren, sollte beispielhaft eine alternative Lösung angestrebt werden, die auch aus der Sicht der Bauherrin, als Produzentin hydroelektrischer Energie, anderweitig empfehlenswert ist. Gemeinsam wurde vom Projektingenieur und der Betriebsleitung in der Folge eine Lösung erarbeitet, die in der Übergangszeit mit elektrischer Energie über eine Luft-Wasser-Wärmepumpe betrieben wird und während der wirklich kalten Periode Holz als Energieträger vorsieht.

Die gewählte Lösung kommt in hohem Masse den gestellten Randbedingungen entgegen, nimmt sie doch Rücksicht auf die jahreszeitlichen Produktionsbedingungen hydroelektrischer Energie einerseits und nutzt anderseits die unproblematische Lagerfähigkeit (sprich «Speicherfähigkeit») des zweiten hochwertigen einheimischen Energieträgers «Holz» voll aus. Das Konzept vermittelt also beispielhafte Charakterzüge, die in vielen ähnlichen Fällen ebenfalls empfohlen werden können.

## 2. Technische Ausgestaltung der Anlage

### *2.1 Allgemeines*

Zunächst einmal stand man vor der Frage, entweder eine gemeinschaftliche Energiezentrale für die ganze Siedlung oder sechs Einzelgebäudeanlagen zu wählen. Gegen ersteres sprach die nicht sehr kompakte Überbauung der Siedlung, gegen Einzelanlagen der mit der Holzfeuerung unweigerlich verbundene übermässige Bedienungsaufwand.

Man entschied sich für die gemeinschaftliche Wärmezentrale mit Wärmeverteilnetz. Hauptkriterien, die zu dieser Lösung führten, waren:

- Vertretbarer Bedienungsaufwand während des Betriebs der Holzfeuerung.
- Das Vorhandensein eines alten, unbenutzten Werkstattgebäudes an geeigneter Lage, das zur Wärmezentrale samt Holzlager umfunktioniert werden konnte (siehe Situationsplan Fig. 1).
- Das unbewohnte Werkstattgebäude bot keinerlei Probleme in bezug auf die Geräuschemissionen einer Luft-Wasser-Wärmepumpe.

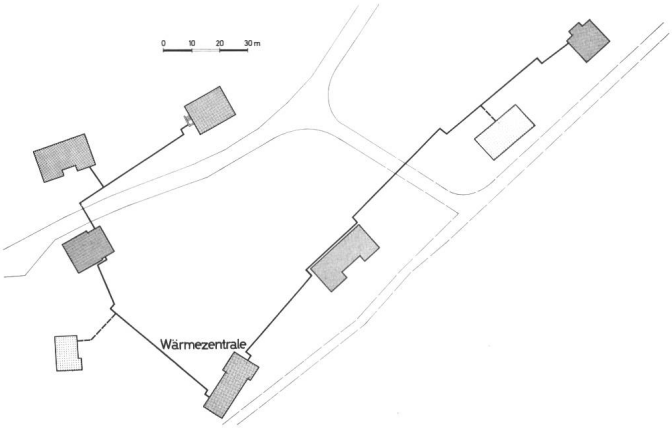


**Fig. 1**
**Übersichtsplan über die mit Fernwärme versorgten Gebäude**

- Die Warmwasserversorgung im ganzen Versorgungsgebiet war bereits früher vom Heizsystem getrennt und mit Elektroboilern in jeder einzelnen Wohnung gelöst worden. Auf eine Verteilung von Brauchwarmwasser konnte also verzichtet werden, d.h. die Temperaturen im Netz mussten nicht auf die Warmwasseraufbereitung Rücksicht nehmen.

Hauptbedingung, die im Hinblick auf eine zukunftsweisende Lösung in jedem Fall erfüllt werden musste, war die Minimierung der Wärmeverluste des über 300 m langen Verteilnetzes. Nur unter dieser Bedingung konnte der Lösung vorbehaltslos zugestimmt werden.

Der Wärmeleistungsbedarf der sechs Gebäude wurde, gestützt auf den bisherigen Ölverbrauch, berechnet, was schliesslich für die ganze Siedlung 150 kW ergab. Unter Berücksichtigung von möglichen Siedlungserweiterungen wurde die Wärmezentrale für eine Spitzenleistung von 200 kW konzipiert.

In der zweiten Hälfte des Jahres 1981 wurde von der Bauherrschaft der Baubeschluss gefasst. Im Jahre 1982 konnten sodann programmgemäss zunächst die Umbauarbeiten am Gebäude der zukünftigen kleinen Wärmezentrale vorgenommen werden und im Winter 1982/83 die Installationen in der Zentrale. Im Sommer 1983 wurde das Netz erstellt, so dass die Anlage für die Heizperiode 1983/84 betriebsbereit stand.

Die Steuerung und Überwachung der Heizzentrale ist für unbemannten Betrieb konzipiert. Das richtige Funktionieren der Wärmeerzeuger und der Hilfsbetriebsaggregate wird elektrisch überwacht. Der Isolationszustand der Fernwärmeleitungen wird durch eine Überwachungsschlaufe kontrolliert. Besondere Betriebszustandsmeldungen und Störungsmeldungen werden in einer Signalanlage zusammengefasst und als Sammelalarm über ein Telealarmgerät in den Kommandoraum des regionalen Steuerzentrums Sils übertragen. Die Heizzentrale befindet sich etwa 500 m vom Betriebsgebäude und den Werkstätten des Albulawerkes entfernt. So können das Nachfüllen des Holzvergasers und nötige Kontrollgänge durch Werkspersonal erledigt werden, wobei ausserhalb der Arbeitszeit das diensttuende Schichtpersonal dafür eingesetzt wird.

## *2.2 Wärmezentrale*

Eine verhältnismässig bescheidene Grundlast wird durch eine zweistufige Luft-Wasser-Elektrowärmepumpe bereitgestellt. Ihre Heizleistung bei +4 °C Aussentemperatur und 50 °C Vorlauftemperatur beträgt 60 kW. Man entschied sich für ein Split-Gerät mit dem Kältemittel R-12 und Heissgas-Abtauung. Sie arbeitet auf einem dreiteiligen Pufferspeicher von 2700 l Wasser. Trotz den unveränderten Wärmeverteilsystemen in den Gebäuden, die ursprünglich für Temperaturen 90/70 °C ausgelegt wurden, bietet die nach oben beschränkte Vorlauf-Temperatur beim Wärmepumpeneinsatz keinerlei Probleme. Im Alleingang vermag sie eine Vorlauftemperatur von etwa 40 °C zu halten. Werden die Elektroheizeinsätze von 30 kW im Speicher zugeschaltet, erhöht sich die Temperatur im Netz bis gegen 50 °C, was dann ausreicht, um den Wärmebedarf bei etwa ± 0 °C Aussentemperatur zu decken.

Als zweites, auf den vollen Wärmeleistungsbedarf dimensioniertes Wärmeerzeugungssystem dient ein Festbrennstoffkessel mit einem vorgeschalteten Rogo-Holzgasgenerator (Fig. 2). Je nach Brennstoffqualität beträgt die Leistung 151–235 kW.

Vorfeuerungsanlagen sind aus der Zeit des letzten Weltkrieges bekannt, wo sie einen festen Platz bei mittleren und grösseren Festbrennstoff-Wärmeerzeugungsanlagen einnahmen.

In der Folge schwand ihre Bedeutung parallel mit dem Rückgang des Einsatzes der einheimischen Festbrennstoffe. In den letzten Jahren wurde im Zuge des Umdenkprozesses in unserer Energieversorgung ihre Weiterentwicklung und Förderung wieder aufgenommen. Die Vorteile der Vorfeuerungen sind:

- sehr gute Verbrennung. Die Vergasung erfolgt bei Temperaturen über 1000 °C. Dies hat eine vollständige Verbrennung aller organischen Bestandteile und folglich sehr geringe Rückstände zur Folge.
- Die vollständige Verbrennung weist als weitere willkommene Eigenschaft eine sehr geringe Russbildung auf und führt zudem zu einem guten Wirkungsgrad.
- Die Vorfeuerungsapparate weisen ein grosses Füllvolumen auf, was sich positiv auf den Bedienungskomfort auswirkt.
- Letztlich erhoffte man sich mit der Vorfeuerung, im Gegensatz zu den konventionellen Holzkesseln, ein Teillastverhalten mit gutem Wirkungsgrad und somit die Ersparnis von Speichereinbauten. Leider be-

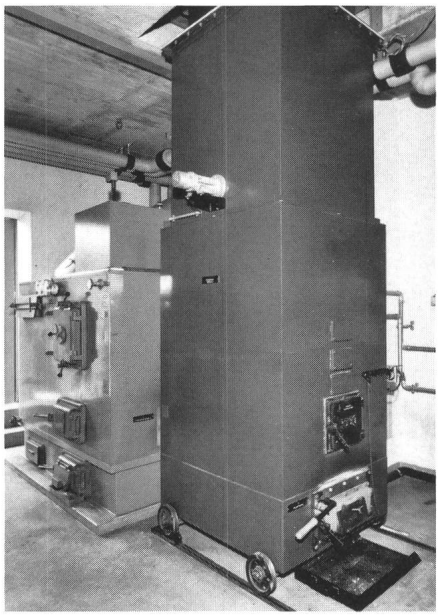

**Fig. 2 Holzgasgenerator mit Heizkessel**

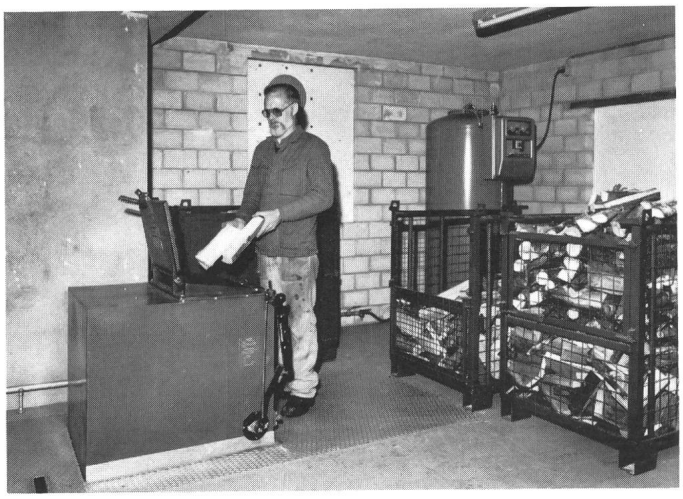

Fig. 3
Einfüllöffnung des Holzvergasers

stätigte sich dieser Vorteil nicht im erwarteten Umfang.

Der Vorfeuerungsbehälter wird bequem mit Spälten (50 cm Länge) und, wenn vorhanden, mit feinem Füllmaterial wie Hackschnitzeln, Sägemehl usw. chargenweise und möglichst dicht von einem um ein Stockwerk erhöhten Niveau aus gefüllt (Fig. 3). Bei der Holzaufbereitung, meistens nach einer Vortrocknungsphase, werden die Spälten in speziell konstruierte Container abgefüllt und mit dem Stapler zur endgültigen Trocknung im Holzlager aufgestapelt (Fig 4). Von hier aus wird sie sodann mühelos zur Einfüllöffnung verschoben.

Die Organisation der Holzbeschaffung und -aufbereitung strebt eine zweijährige Lagerung des Brennstoffes an. Die Beschaffung der jährlich erforderlichen Energieholzmenge bereitet in absehbarer Zukunft keine Mühe.

Für den Betrieb der beiden Wärmeerzeugungsanlagen wurde anfänglich folgende Zielsetzung vorgegeben:

- Mit der Wärmepumpe sollte bis zu einer Aussentemperatur, bei welcher noch eine vernünftige Leistungsziffer erreichbar ist, der Grundlastwärmebedarf gedeckt werden.
- Mit der Holzgasfeuerung sollte im bivalent-parallelen Betrieb die Differenz zwischen der von der Heizungsregelung verlangten Wärme und der Wärmepumpenleistung erzeugt werden.
- Bei Aussentemperaturen unterhalb der Einsatzgrenze für die Wärmepumpe sollte die Holzgasfeuerung den gesamten Wärmebedarf decken. Für diese erste Betriebsphase war nur im Wärmepumpenkreis ein Warmwasserspeicher eingebaut. Die Holzgasfeuerung arbeitete ab dem Heizkessel über ein Mischventil direkt auf den Heizkreislauf.

Der Betrieb im ersten Winter zeigte, dass diese Betriebsphilosophie nicht realisierbar war und zwar darum, weil es sich als unmöglich erwies, die Wärmeproduktion der Holzgasfeuerung im bivalent-parallelen Betrieb auf den neben der Wärmepumpe verbleibenden Restbedarf zu drosseln. Dazu führte die auch bei abgestellter Luftzufuhr zum Holzgaskessel produzierte Stillstandwärme zu erheblichen feuer- und regelungstechnischen Problemen.

Für die nächste Heizperiode wurde die ganze Anlage denn auch umgebaut, wobei es unumgänglich war, in den Kesselkreislauf einen grösseren Speicher einzubauen, welcher erlaubte, die Wärmeproduktion einer Füllung des Holzgaskessels voll zu puffern. Gleichzeitig wurden in den Wärmepumpenspeichern drei elektrische Heizeinsätze eingebaut, um den Einsatzbereich der Holzgasfeuerung nach tieferen Temperaturen bzw. grösserem Wärmebedarf zu verschieben.

Die geänderte Anlage wird nun nach folgendem Einsatzprogramm gefahren:

- Die Wärmeerzeuger arbeiten nur noch bivalent-alternativ auf das Versorgungsnetz.
- Bis zu den Witterungsverhältnissen, bei welchen die Wärmepumpe die von der Vorlaufregulierung verlangte Vorlauftemperatur erbringt, wird mit der Wärmepumpe geheizt. Allfällig auftretende Defizite im Grenzbereich werden durch die Elektrozusatzheizung überbrückt.
- Bei tieferen Temperaturen wird die Wärmepumpe und die Zusatzheizung abgestellt, und die Wärmebedarfsdeckung erfolgt allein mit der Holzgasfeuerung.
- Um die Umschaltung vom Wärmepumpen- auf den Kesselbetrieb sprungfrei vollziehen zu können, ist es möglich, während des Wärmepumpenbetriebs mit der Holzgasfeuerung im Kesselspeicher die benötigte Wärmemenge bereitzustellen.

### *2.3 Verteilsystem*

Figur 1 zeigt die Situation der Wärmezentrale und der zu versorgenden Gebäude. Zwei unabhängige Stränge übernehmen die Verteilung. Die Wärmeübergabe in den Gebäuden erfolgt direkt, d.h. es sind keine Wärmeaustauschprozesse dazwischengeschaltet. Dem keinesfalls zu vernachlässigenden Problem der Wärmeverluste im Verteilnetz wurde durch folgende Massnahmen Rechnung getragen:

1. Günstige Leitungsführung, kurze Verbindungsleitungen, die, wo

Fig. 4
Holzlager in der Heizzentrale

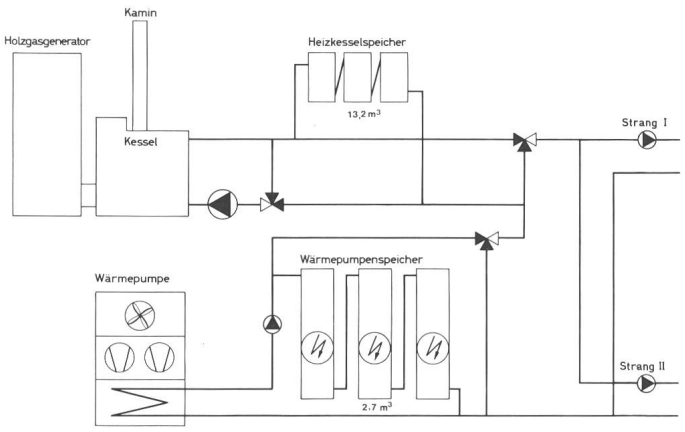


**Fig. 5 Vereinfachtes Schema der Wärmeversorgungsanlage**

machbar, im Gebäude geführt sind.

2. Ausserordentlich dicke Isolationshülle der Fernwärmeleitungen. Eingesetzt wurden erdverlegte verbundisolierte Einzelleitungen der Norm 3.
3. Betrieb des Netzes auf niedrigem Temperaturniveau. Dies wurde erreicht, indem die aussentemperaturabhängige Vorlaufregulierung samt Nachtabsenkung in der Wärmezentrale erfolgt. Es wird also während der ganzen Heizperiode gleitend gefahren. Somit weist das Wärmeträgermedium im Netz immer nur die in den Heizkörpern effektiv erforderlichen Temperaturen auf, was sich entsprechend günstig auf die Verluste auswirkt.

Für jeden Strang wird der Durchfluss mit einer separaten Umwälzpumpe mittels Drehzahlanpassung derselben auf den nötigen Wert eingestellt. Sogar die Heizwasserzirkulation in den Gebäuden wird von den Netzpumpen aufrechterhalten. Der Leistungsbedarf der Zirkulationspumpen beträgt pro Strang nur 200–300 W (siehe Prinzipschema, Fig. 5). Beide Stränge des Verteilnetzes werden in der Heizzentrale mit Regelventilen auf die aussentemperaturabhängige Vorlauftemperatur einreguliert. Die Steuerung der Mischventile erfolgt durch einen Vorlaufregler. Dieses witterungsgeführte Regelgerät erlaubt sowohl eine gute Anpassung der Vorlauftemperatur an die systemspezifischen Erfordernisse sowie die Einstellung der erwünschten Heizprogramme und die Erfüllung gewisser Überwachungsfunktionen. Die ganze Verteilanlage ist also äusserst einfach konzipiert. Die individuellen Regulierbedürfnisse in den einzelnen Gebäuden werden sichergestellt durch eine Regulierung des Heizwasserdurchsatzes mittels Differenzdruckregler in jeder Übergabestation und durch Thermostatventile an den Heizkörpern.

Ein Wärmezähler registriert die gesamte Wärmemenge, die die Wärmezentrale verlässt. Mit Hilfe der eingebauten Warmwasserzähler in den Übergabestationen ist eine Verbrauchskontrolle der einzelnen Gebäude gewährleistet.

Nach Betätigung der entsprechenden Schieber in den Übergabestationen lassen sich im Notfall die alten Kohle/Öl-Heizanlagen wieder in Betrieb nehmen, sofern Brennstofflager und -zufuhr behelfsmässig sichergestellt sind.

## 3. Erste Erfahrungen

Im Herbst 1983 wurde die Anlage in Betrieb genommen. Neben den üblichen Einregulierungs- und Startschwierigkeiten ergaben sich auf der Seite des Fernwärmenetzes, der Wärmeübergabe und der alten gebäudeinternen Verteilungen keinerlei Probleme. Die einfache und rationelle Temperaturregulierung befriedigt alle Beteiligten.

Auf der Wärmeproduktionsseite traten anfänglich Störungen auf, die sich im wesentlichen auf die folgenden zwei Punkte zurückführen liessen:

- Die Abtauperioden des Wärmepumpenverdampfers waren zu lang. Durch den Einbau von automatischen Klappen konnte verhindert werden, dass unerwünschte Luftströmungen die Abtauwärme ungenutzt ablenken. Seither arbeitet die Wärmepumpe zufriedenstellend.
- Der Betrieb der Holzvorfeuerung liess anfänglich allgemein zu wünschen übrig. Wie erwähnt stellte es sich heraus, dass, analog zu den meisten konventionellen Holzfeuerungen, der Teillastbetrieb nicht befriedigt. Dabei traten ganz verschiedene Unregelmässigkeiten auf, wie Überhitzung des Kessels, Verrussung von Kesseln und Kamin, Übertemperaturen am Rost des Vergasers usw.

Nach Ablauf der ersten Heizsaison wurden die im vorangehenden Kapitel beschriebenen Massnahmen durchgeführt.

Die Betriebserfahrungen der zweiten Heizperiode 1984/85 sind nun gesamthaft zufriedenstellend ausgefallen, und auch die ausserordentliche Januarkältewelle konnte problemlos gemeistert werden.