

Juli 1997



ACHTUNG  
Bei Sperrschließung Gefahr von Verletzungen durch  
die unkontrollierte Freisetzung von Dampf  
auf 2,1°C Schmelztemperatur

Münsingen

**Münsingen  
Psychiatrische Klinik  
Wärmeversorgung  
mit Wärmepumpe und  
Blockheizkraftwerk**

Herausgeber:

Bau-, Verkehrs- und Energie-  
direktion des Kantons Bern  
Hochbauamt  
Reiterstrasse 11, 3011 Bern

Juli 1997

## Inhalt

**3**  
**Die Notlügen**

**4**  
**Bauträgerschaft, Planer  
und Ausführende**

**6**  
**Wärmepumpe spart  
220 000 Liter Heizöl im Jahr**

**12**  
**Anlagedaten**

### **Redaktion und Satz**

Kantonales Hochbauamt, Bern  
Barbara Wyss-Iseli

### **Fotos**

Fotostudio Croci + du Fresne, Worblaufen (S. 5)  
Fotostudio André Roulier, Zimmerwald

### **Druck**

Schaer Thun AG, Uetendorf  
Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier

### **Titelseite**

Speicheranlage

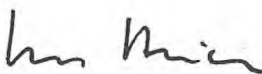
## Die Notlügen

Eigentlich wissen wir alle ganz genau, dass wir den Komfort, mit dem wir uns umgeben, erfreveln. Warme Räume und eine warme Dusche leisten wir uns, Öl und Gas – beides nicht erneuerbare Energien – verbrennen wir. Das frei werdende Kohlendioxid blasen wir in die Atmosphäre, den Schaden korrigieren wir mit Sonnenschutzmitteln. Bereits entwickelt die Kleiderindustrie UV-dichte Textilien, eine Marktlücke zeichnet sich ab.

Den Gedanken an externe Kosten verdrängen wir. Spätere Generationen sollen sich darum kümmern, wie Atomkraftwerke entsorgt werden können. Eine Vollkostenrechnung würde uns zwingen, heute Geld für morgen aufzuwenden, das wiederum würde heissen, heute weniger luxuriös zu leben. Da ist eine Notlüge bequemer, wir machen uns vor, es sei alles in bester Ordnung.

In den kurzen Augenblicken, in welchen uns das Gewissen quält, geben wir uns der Illusion hin, das Problem technisch lösen zu können. Wir bauen aufwendige Anlagen und stellen anschliessend fest, dass wir sie nicht in den Griff bekommen. Längere Zeit basteln wir daran herum, dann ersetzen wir sie, in der Hoffnung, die Technik habe in der Zwischenzeit Fortschritte gemacht. Ist das die zweite Notlüge?

«Die Wahrheit ist dem Menschen zumutbar». Aufgrund der gemachten Erfahrungen müssten wir eigentlich zum Schluss kommen, dass nur das Einfache gut genug ist. Eine leichte Komfortsenkung, eine bescheidenere Bedarfsdeckung würden verhindern, dass wir uns Probleme schaffen, die zu lösen uns Schwierigkeiten bereitet.



**Urs Hettich**  
Kantonsbaumeister

**Bauträgerschaft, Planer  
und Ausführende**

**Bau-, Verkehrs- und  
Energiedirektion  
des Kantons Bern**

vertreten durch das Hochbauamt  
Urs Hettich, Kantonsbaumeister  
Roger Herren, Projektleiter  
Gottfried Rüfenacht, Fachleiter Haustechnik

**Psychiatrische Klinik  
Münsingen**

Jean-Pierre Pauchard, Direktor  
Roland Kormann, Verwaltungsdirektor  
Robert Haldemann, Chef Technik + Sicherheit  
Willi Nydegger, Leiter Haustechnik

**Generalplaner**

Gruneko AG, Basel  
Hans Böhi, Werner Müller

**Elektrowärmepumpe**

CTA AG Klima/Kälte/Wärme, Münsingen

**Blockheizkraftwerk**

DIMAG Dieselmotoren AG, Niederdorf

**Elektroinstallation**

Elektro Hunziker AG, Thun

**Master-Steuerung**

Graf + Reber AG, Basel

**Heizungsinstallation**

Lehmann + Co. AG, Bern



**Areal der Psychiatrischen Klinik Münsingen. Im Vordergrund das Betriebsgebäude mit der Energiezentrale im Mitteltrakt.**

## **Wärmepumpe spart 220 000 Liter Heizöl im Jahr**

Werner Müller, Gruneko AG, Basel

### **Ausgangslage für die Planung**

Aufgrund des neuen Betriebskonzepts wurde die Küche der Klinik am Standort des alten Heizhauses errichtet. Deshalb wurde 1987 der Bau einer neuen Heizzentrale notwendig. Diese versorgt die Klinik mit Raumwärme und Brauchwarmwasser.

Die steigende Umweltbelastung veranlasste den Kanton Bern, die Nutzung regenerierbarer Energiequellen zu prüfen. Dazu bot sich das im Aaretal zwischen Thun und Bern vermutete Tiefengrundwasser an. Bohrungen wiesen das Grundwasser in einer Tiefe von 270 m nach, weshalb zu dessen Nutzung der Bau einer Gasmotorwärmepumpe als Kernstück der neuen Heizzentrale beschlossen wurde.

Leider konnte die Wärmepumpe wegen technischer Mängel nie wunschgemäss betrieben werden. Nach grossen Arbeitsmittelverlusten Anfang 1995 musste sie nach acht Jahren endgültig stillgelegt werden.

### **Stilllegung oder Sanierung?**

Da Mitte der Achtzigerjahre noch wenig grössere Wärmepumpenanlagen errichtet waren, sind die aufgetretenen Probleme teilweise auf fehlende Erfahrungen zurückzuführen. Dank den in den letzten zehn Jahren gewachsenen Kenntnissen konnten mittlerweile einige Anlagen gebaut werden, die einwandfrei funktionieren. Diese Gewissheit erleichterte dem Kanton Bern den Entscheid, einen zweiten Anlauf zu nehmen und die ungeeigneten Anlageteile zu ersetzen.

Folgende Ziele waren dabei vorrangig anzustreben:

- Höchstmögliche Betriebssicherheit und Verfügbarkeit,
- Einhaltung des vom Regierungsrat genehmigten Baukredites in der Höhe von Fr. 620 000.–.

### **Aufbau und Funktion**

Statt der 1987 eingesetzten Gasmotorwärmepumpe (GMWP) wurden 1996 eine Elektromotorwärmepumpe (EMWP) und ein Blockheizkraftwerk (BHKW) installiert.

Bei einer Gasmotorwärmepumpe sind der Gasmotor und der Wärmepumpenverdichter über eine starre Welle direkt miteinander verbunden. Bei der für die neue Anlage gewählten getrennten Bauweise wird der Wärmepumpenverdichter mit Elektrizität angetrieben, welche im Blockheizkraftwerk erzeugt wird. Im Blockheizkraftwerk wird dazu ein Gasmotor verwendet, welcher einen Generator antreibt.

Die Wärmepumpe kühlt das 18 °C warme Tiefengrundwasser auf 9 °C ab. Das Tiefengrundwasser steigt im artesischen Brunnen selbstständig bis auf 50 m Tiefe an. Im Brunnen ist auf 50 m Tiefe eine Unterwasserumwälzpumpe installiert, die das Grundwasser in die Heizzentrale und nach der Abkühlung in ein Oberflächengewässer befördert. Die dem Grundwasser entzogene Energie erwärmt das Heizungs- und das Brauchwarmwasser. Um die Wärme vom kalten Grundwasser an das warme Heizungs- und Brauchwarmwasser zu verschieben, wird ein Verdichter benötigt. Die zum Antrieb des Wärmepumpenverdichters benötigte Elektrizität wird letztlich ebenfalls in Wärme umgewandelt und dient, wie die Wärme aus der Gasmotor- und Abgaskühlung, ebenfalls der Erwärmung des Heizungs- und des Brauchwarmwassers.

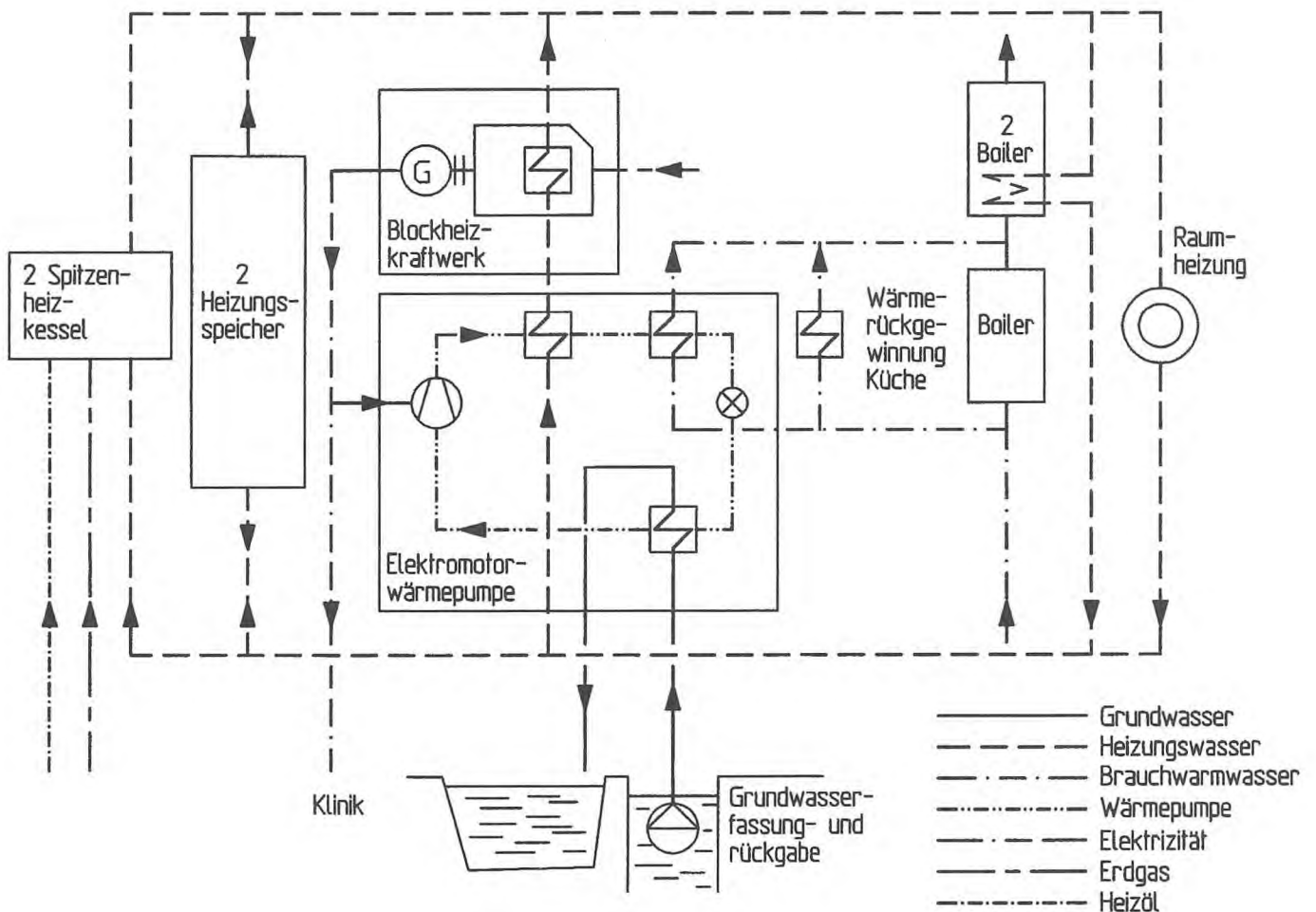
An kalten Tagen werden zusätzlich zwei Spitzenheizkessel in Betrieb genommen, die mit Erdgas oder Heizöl befeuert werden können. Bei Störungen an der Wärmepumpe oder am Blockheizkraftwerk gewährleisten die Kessel zudem jederzeit eine genügende Wärmeversorgung.

### **Betriebssicherheit**

Durch die Trennung in zwei voneinander vollständig unabhängige Aggregate (EMWP und BHKW) wird die Betriebssicherheit erhöht, weil standardisierte und erprobte Komponenten eingesetzt werden können.

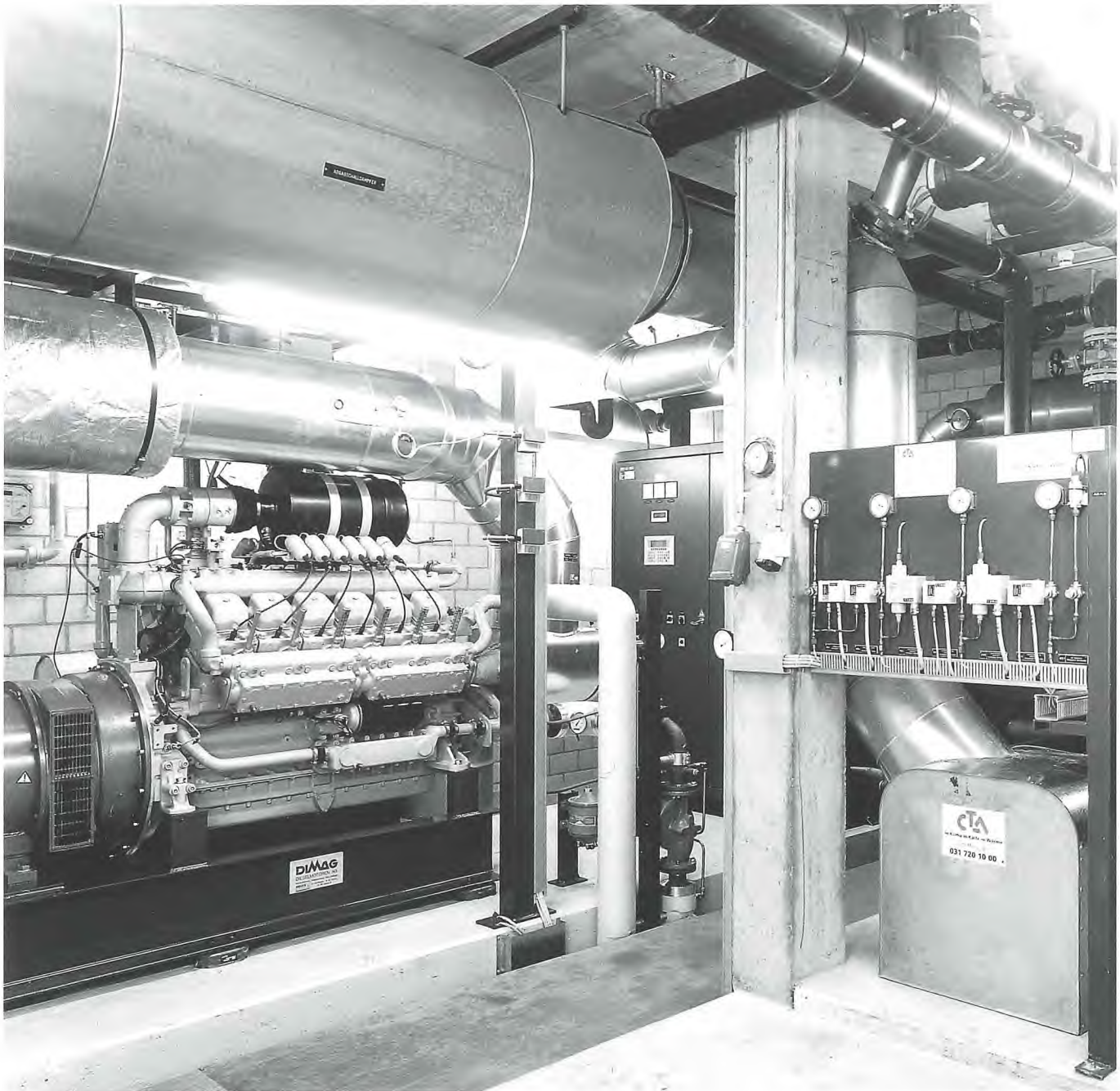
### **Umweltgerechtes Arbeitsmittel**

Im Gegensatz zum zuvor verwendeten Arbeitsmittel stellt das für die neue Anlage gewählte Arbeitsmittel der Wärmepumpe keine Gefährdung für die den Menschen vor schädlichen UV-Strahlen schützende Ozonschicht der Erde dar. Allerdings trägt auch das neue Arbeitsmittel – zwar deutlich vermindert – bei Leckagen zur



Principalschema der Heizzentrale





**Gasmotor und Schaltschrank  
des Blockheizkraftwerks**

Erwärmung der Erde bei (Treibhausgas). Deshalb wurde der vorhandene Verdampfer ersetzt, wodurch der Füllinhalt drastisch reduziert werden konnte.

### **Niedrige Umbaukosten**

Aus Kostengründen wurde von der Gasmotorwärmepumpe die heizwasserseitige Einbindung inkl. aller Wärmetauscher sowie die gesamte Abgasanlage mit Abgasreinigung weiterverwendet.

### **Energiesparen mit Köpfchen**

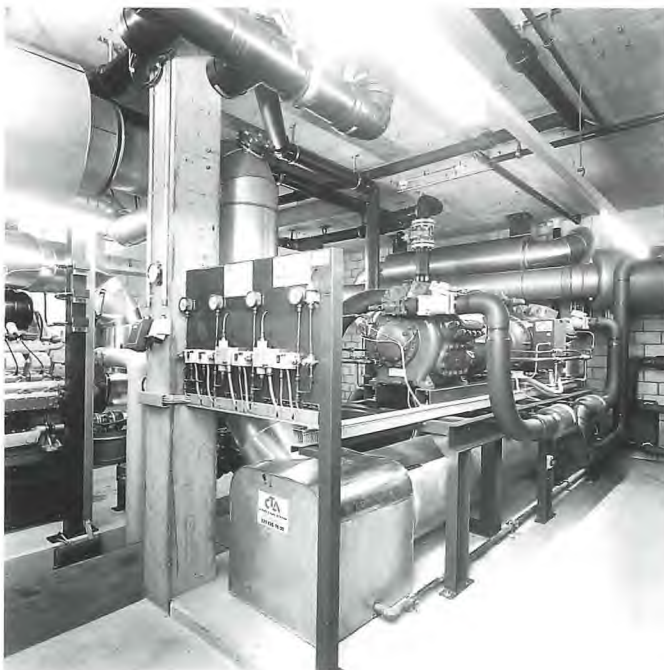
Um die anspruchsvollen Aufgaben, welche mit dem Betrieb einer solchen Anlage verbunden sind, künftig besser lösen zu können, wurde neu eine frei programmierbare Master-Steuerung installiert. Die Master-Steuerung bestimmt, welche Wärmeerzeuger an- und abgewählt werden müssen, gibt die energetisch opti-

malen Betriebstemperaturen der Wärmeerzeuger vor, sorgt für einen geordneten Betrieb bei Störungen und Revisionen, meldet dem Pikettdienst Unregelmässigkeiten, und hält die wichtigsten Informationen auf einem Display und einem Drucker fest.

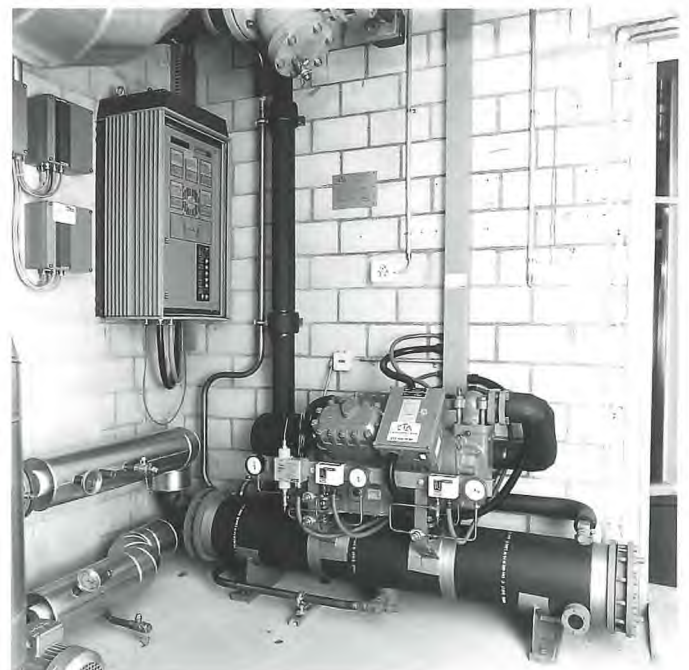
Zusammen mit den hohen Grundwassertemperaturen werden dadurch ideale Betriebsbedingungen für die Wärmepumpe erzielt, was sich im ausserordentlich niedrigen Energieverbrauch ausdrückt.

### **Energiebilanz**

Weil das Blockheizkraftwerk etwas mehr Elektrizität produziert, als die Elektrowärmepumpe und alle Hilfsanlagen der Heizzentrale zusammen benötigen, resultiert ein kleiner Überschuss, welcher zur Eigenbedarfsdeckung an die Klinik geliefert wird.



**Verdichter der Elektrowärmepumpe (oben) und Abgaskühler des Gasmotors (unten)**



**Kleine Wärmepumpe zur Rückgewinnung der Wärme im Wärmepumpenraum**

Im Energieflussdiagramm wird die Energiebilanz dargestellt. 100 % entsprechen 5 570 MWh Energie pro Jahr.

Die Energiebezugsfläche aller beheizten Gebäude beträgt 37 000 m<sup>2</sup>. Dank der Wärmepumpenanlage reduziert sich die Energiekennzahl für Raumwärme und Brauchwarmwasser von 650 auf 420 MJ/m<sup>2</sup>a. Der Durchschnittswert von Gebäuden mit vergleichbarer Nutzung beträgt nach einer Gesamtanierung 480 MJ/m<sup>2</sup>a.

Die erzielte Einsparung entspricht somit einem Ölverbrauch von 220 000 Litern pro Jahr oder dem Bedarf von 150 bis 200 neuen Einfamilienhäusern.

### **Wärmepumpe hat die Nase vorn**

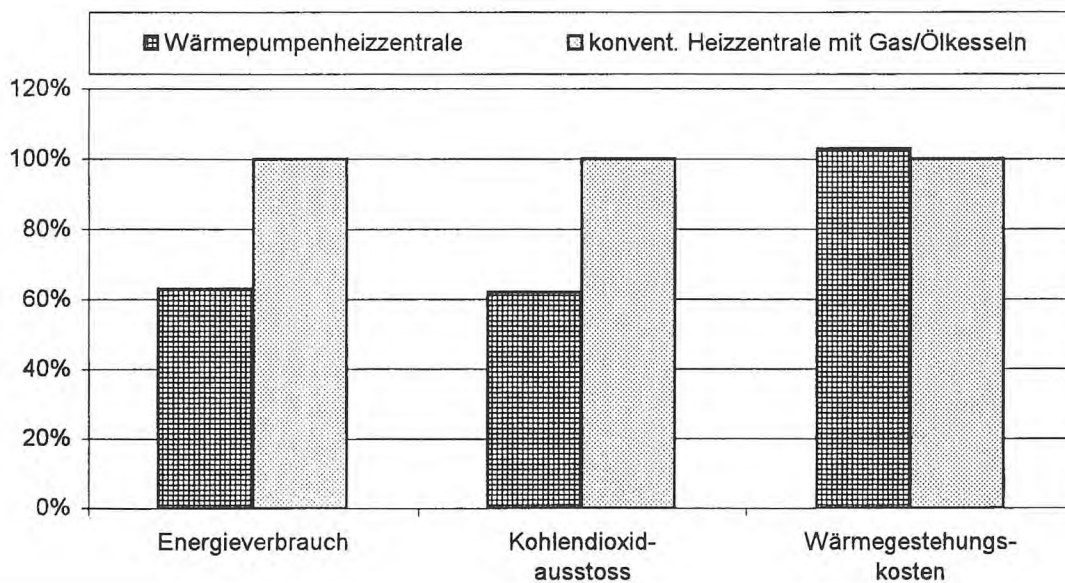
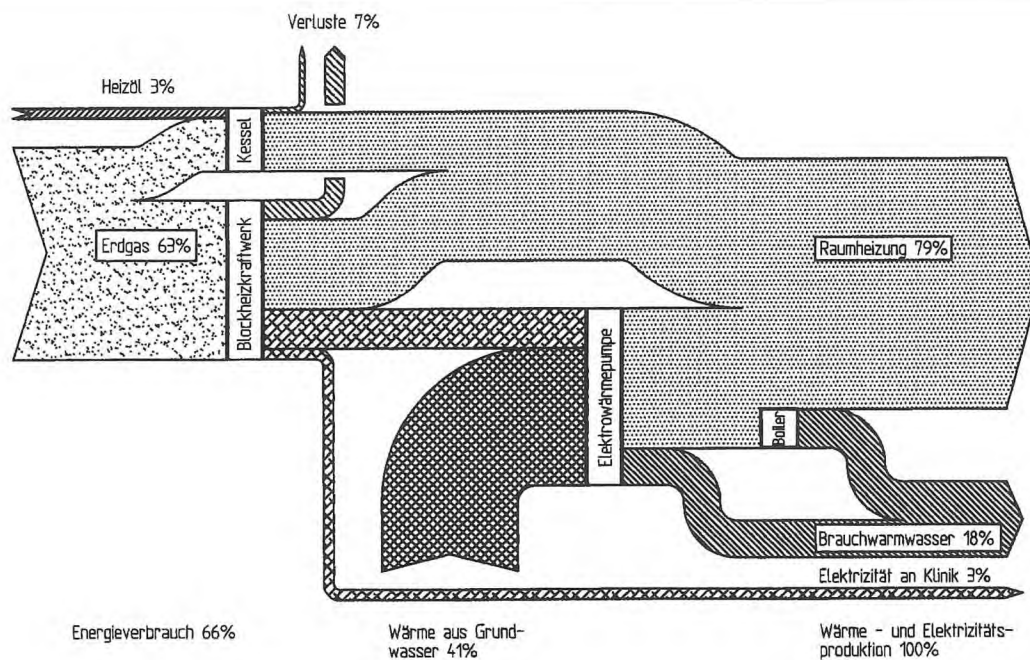
Das Diagramm auf Seite 11 unten zeigt, dass der Entscheid für die Erneuerung der Wärmepumpe richtig war, weil die Wärmepumpenanlage im Vergleich zu einer konventionellen Kesselanlage sowohl bezüglich Energieverbrauch als auch Kohlendioxid ausstoß (Treibhausgas, führt zur unerwünschten Erwärmung der Erde) deutlich besser abschneidet.

Obwohl die Wärmepumpe keine Subventionen erhielt, sind die Wärmegestehungskosten mit denen einer konventionellen Kesselanlage vergleichbar. In die Wärmegestehungskosten eingerechnet sind die gesamten Kapitalkosten aus den Investitionen der Jahre 1987 (ca. 1.6 Mio. Franken) und 1996 (ca. 0.7 Mio. Franken).

In der Grafik entsprechen 100 %: 5 900 MWh Energieverbrauch pro Jahr, 1 200 Tonnen Kohlendioxid ausstoß pro Jahr, 6.9 Rp. pro kWh Wärmegestehungskosten.

### **Besser als erwartet**

Die neue Anlage nahm im November 1996 den Betrieb auf. Die ersten Betriebserfahrungen sind rundum erfreulich. Die Resultate der Abnahmemessungen lagen deutlich über den Garantiewerten aus dem Werkvertrag. Störungen oder Ausfälle traten, ausser in den ersten zwei Betriebswochen, keine auf. Der Baukredit konnte im Rahmen der zulässigen Toleranz eingehalten werden.



Oben: Energieflussdiagramm für die Heizzentrale

Unten: Vergleich der neuen Wärmepumpenheizzentrale mit einer konventionellen Heizzentrale mit Gas/Ölkesseln

## Anlagedaten

### Auslegungswerte

Maximaler Wärmeleistungsbedarf	2300 kW
Installierte Heizleistungen	
– Elektromotorwärmepumpe	640 kW
– Blockheizkraftwerk	310 kW
– 2 Spitzenheizkessel	2400 kW

### Energiekenndaten

Wärmeproduktion für Raumheizung und Brauchwarmwasser	5400 MWh/a
Elektrizitätsproduktion, Überschuss an Klinik	<u>170 MWh/a</u>
Wärme- und Elektrizitätsproduktion total	5570 MWh/a
Energieverbrauch inkl. Hilfsanlagen total	3700 MWh/a

### Jahresnutzungsgrade<sup>1</sup>

Elektromotorwärmepumpe	4.45
Blockheizkraftwerk	0.88
Spitzenheizkessel	0.92
Mittel über gesamte Anlage	1.51

### Kosten (inkl. MWST)

Investitionen der Erneuerung 1996	660000 Fr.
Wärmegestehungskosten, Kapitalkosten der nutzbringenden Investitionen aus den Jahren 1987 und 1996 angerechnet	7.10 Rp./kWh

### Grundwasser

Temperatur	18 °C
Nutzbarer Volumenstrom	45000 Liter/Std.

<sup>1</sup> Verhältnis der produzierten Wärme und Elektrizität zum Energieverbrauch