

Bereich Umgebungswärme
Programm P + D

Le Vieux Manoir

Kältemaschinen als Wärmepumpen im Hotelbetrieb
DIS-Projekt 12515

2. Messperiode

ausgearbeitet durch
R. Huber
ibe institut bau+energie
Höheweg 17, 3006 Bern

im Auftrag des
Bundesamtes für Energie

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Zusammenfassung	1
Ausgangslage	3
Anlagedaten	3
Ziel der Arbeit	4
Hauptergebnisse	5

Anhang

Diagramm 1: Nutzwärme, Stromverbrauch, Arbeitszahl

Prinzipschema

Tabelle 1: Messdaten

Tabelle 2: Messdaten

Tabelle 3: Auswertung Messdaten

Tabelle 4: Auswertung Messdaten

Tabelle 5: Berechnungen

Diese Arbeit ist im Auftrag des Bundesamtes für Energie entstanden. Für Inhalt und Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor verantwortlich.

ZUSAMMENFASSUNG

Anlässlich von Umbauten und Erweiterungsbauten am Hotel "Le Vieux Manoir" wurden die gesamte Kälteproduktion (Tiefkühlung, Kühlräume, Klima) und die Warmwasseraufbereitung erneuert. Die Abwärme der Kälteanlagen wird heute vollständig für die Wärmeerzeugung genutzt. Eine Wärmepumpe dient im Sommer zur Klimakühlung, bezieht im Winter Wärme aus einem Grundwasserbrunnen und leistet damit einen grossen Beitrag an die Deckung des Wärmebedarfs für Warmwasser und Raumheizung.

Die Resultate einer ersten Messperiode vom 25. September 1997 bis 24. September 1998 wurden im Bericht vom 30. November 1998 festgehalten. Wegen ungenügender Ergiebigkeit der Grundwasserfassung ergaben sich Mängel beim Betrieb der Wärmepumpe. Diese Mängel konnten nun behoben werden durch Vertiefung der Grundwasserbohrung. Der vorliegende Bericht beschreibt die Resultate der zweiten Messperiode vom 23. Februar 1999 bis 24. Februar 2000.

- Durch Abwärmenutzung und Wärmebezug aus dem Grundwasser wurden 31'000 l Heizöl eingespart.
- Der gesamte Stromverbrauch für die Kältemaschinen und die Wärmepumpe inklusive aller Hilfsbetriebe betrug:
28.7% der produzierten Nutzwärme oder
19.5% der produzierten Nutzwärme und -kälte.
- Die Kältemaschinen verbrauchten trotz Wärmerückgewinnung nicht mehr Strom als sie bei konventionellem Betrieb mit luftgekühlten Kondensatoren für die Kälteproduktion verbraucht hätten.
- Der zusätzliche Stromverbrauch der Wärmepumpe für den reinen Heizbetrieb mit Grundwasser betrug 42'800 kWh/a.
- Kosten für die produzierte Nutzwärme

42'800 kWh à 0.15 Fr./kWh	=	Fr. 6'420.00	p.a.
Service-Unterhalt der Wärmepumpe	=	<u>Fr. 2'000.00</u>	p.a.
Total		<u>Fr. 8'420.00</u>	p.a.
- Minderkosten für Oel

eingesparte Oelmenge: 31'000 l/a			
eingesparte Oelkosten: 31'000 x 0.45	=	<u>Fr. 13'950.00</u>	p.a.

Folgerungen für ähnliche Projekte:

- Durch geschickte Kombination von Kälteanlagen und Brauchwasser-Erwärmung kann in Hotelbetrieben viel Energie gespart werden.
- Günstige Voraussetzungen für einen effizienten und wirtschaftlichen Betrieb sind vor allem folgende:
 - ⇒ Der Warmwasserbedarf ist so gross, dass die gesamte Abwärme der gewerblichen Kälteanlagen genutzt werden kann.
 - ⇒ Das Warmwasser wird in zwei Stufen erwärmt: 1. Stufe 40-45°C für die Hotelzimmer, 2. Stufe 50-55°C für die Hotelküche.
 - ⇒ Die Nachwärmung von 40 auf 50°C geschieht über Enthitzer.
- Bei günstigen Voraussetzungen entsteht durch die Abwärmenutzung kein zusätzlicher Stromverbrauch. Die Mehrinvestition kann durch Minderkosten für Energie amortisiert werden.
- Zusätzliche Investitionen für Grundwasser-Wärmepumpen können ökologisch sinnvoll sein, sind aber bei heutigen Energiepreisen nicht amortisierbar.
- Die Ergiebigkeit von neu erstellten Grundwasserbrunnen kann erst nach einem Pumpversuch von 2-3 Wochen als bekannt gelten.

AUSGANGSLAGE

Anlässlich von Erweiterungsbauten (Anbau und neue Hotelküche) am Hotel "Le Vieux Manoir" hat sich die Bauherrschaft entschlossen, eine zusätzliche Investition von Fr. 250'000.-- zu tätigen, um den Heizölverbrauch zu reduzieren.

Die gesamte Warmwasseraufbereitung für Hotelzimmer und Küche wurde erneuert, und für die Aufnahme der Abwärme der neuen Kältemaschinen für Tiefkühlräume, Kühlräume und Klima ausgerüstet. Eine Wärmepumpe dient im Sommer zur Klimakühlung und bezieht in der kälteren Jahreszeit Wärme aus einem Grundwasserbrunnen. Die Wärmepumpe kann nicht nur ans Warmwasser, sondern auch an die Gebäudeheizung Wärme abgeben.

Das Bundesamt für Energie hat einen Beitrag an die Mehrinvestition geleistet.

Während eines ersten Betriebsjahres vom 25. September 1997 bis 24. September 1998 wurden Messungen durchgeführt, um den Erfolg der Investitionen zu überprüfen. Die Resultate dieser ersten Messperiode wurden im Bericht vom 30. November 1998 festgehalten.

Als Mangel wurde festgestellt, dass die Ergiebigkeit der Grundwasserfassung viel geringer war als geplant. Die Leistung der Wärmepumpe wurde dadurch erheblich eingeschränkt.

Mit einem weiteren finanziellen Beitrag des Bundesamtes für Energie wurde der bestehende Grundwasserschacht mit einer Kernbohrung um 10 m vertieft und mit einem Kleinfilterbrunnen ausgebaut. Damit wurde die erforderliche Ergiebigkeit der Grundwasserfassung erreicht.

Während eines zweiten Betriebsjahres, vom 23. Februar 1999 bis zum 24. Februar 2000, wurden wiederum Messungen durchgeführt. Der vorliegende Bericht beschreibt das Resultat dieser zweiten Messperiode.

ANLAGEDATEN

Heizkessel:	Kessel 1, Wiessmann	1992	217 kW
	Kessel 2, Hoval	1980	150 kW
Tiefkühlanlage:	1993, Kälteleistung	4 kW	-28/+35°C
Kühlanlage:	1993, Kälteleistung	19 kW	-10/+40°C
Wärmepumpe:	1993, Heizleistung	100 kW	0/+40°C
Heizenergiebedarf			ca. 340'000 kWh/a
Energiebedarf Warmwasser			ca. <u>160'000 kWh/a</u>
Energiebedarf Wärme			ca. <u>500'000 kWh/a</u>
Kältebedarf (Tiefkühlung, Kühlung, Klima)			ca. 130'000 kWh/a

Brauchwarmwasser: Boiler 6'000 l 42°C Zimmer
 Boiler 2'000 l 52°C Küche

Die Abwärme von Tiefkühlanlage und Kühlanlage wird vollständig zur Brauchwasser-Erwärmung genutzt.

Die Wärmepumpe deckt den Restwärmebedarf Warmwasser und liefert Wärme an die Raumheizung solange die Heizwassertemperatur 50°C nicht übersteigt.

Während der Betriebsferien (Mitte Dezember bis Ende Februar) deckt die Wärmepumpe den ganzen Heizwärmebedarf (bei reduzierten Raum- und Heizwassertemperaturen).

ZIEL DER ARBEIT

Die Messungen, Auswertungen und der vorliegende Bericht sollen die Frage beantworten, ob es sich hier wirklich um eine beispielgebende und empfehlenswerte Anlage handelt, insbesondere:

- wird Energie gespart?
- sind die Kosten in einem vernünftigen Rahmen?
- sind die bei der ersten Messperiode festgestellten Mängel (ungenügende Ergiebigkeit der Grundwasserfassung) behoben?

HAUPTERGEBNISSE

Die Messdaten und deren Auswertung sind aus den Tabellen 1/2/3/4/5 ersichtlich.

Die wichtigsten Resultate sind dargestellt im Diagramm 1.

Die oben gestellten Fragen können wie folgt beantwortet werden:

- **Die Anlage spart Energie**

Diese Aussage ergibt sich unmittelbar aus Diagramm 1.

Die Nutzwärme ist jederzeit deutlich höher als der Stromverbrauch. Die Arbeitszahl, das Verhältnis von Nutzwärme zu Stromverbrauch, liegt zwischen 3 und 4. Wenn man berücksichtigt, dass ein grosser Teil des Stromverbrauchs für die Kälteerzeugung nötig war wird klar, dass Strom in dieser Anlage sehr effizient eingesetzt wird.

Die Arbeitszahl liegt immer dann bei ca. 4, wenn alle Abwärme der Kälteanlagen genutzt werden kann. Dies ist in der warmen Jahreszeit nicht immer möglich: Dem erhöhten Kältebedarf für das Raumklima steht ein reduzierter Heizenergiebedarf gegenüber, so dass zeitweise Wärmeüberschüsse ans Grundwasser abgegeben werden müssen. Die Arbeitszahl sinkt dann auf ca. 3.

- **Zahlen zur Jahresbilanz:**

– Stromverbrauch (Tiefkühlanlagen, Kühlanlagen, Klimakälte/Wärmepumpe mit Hilfsbetrieben)		<u>79.53 MWh/a</u>
– Nutzwärme von Kälteanlagen und Wärmepumpen an Heizung		135.05 MWh/a
– an Warmwasser		<u>141.86 MWh/a</u>
– Total Nutzwärme		<u>276.91 MWh/a</u>
– Nutzkälte für Tiefkühlung, Kühlung, Klima		<u>130.20 MWh/a</u>
– Wärmebezug der Wärmepumpe aus Grundwasser		<u>128.42 MWh/a</u>
– Jahresarbeitszahl Wärme:	$\frac{276.91}{79.53}$	= <u>3.48</u>
– Jahresarbeitszahl Kälte + Wärme:	$\frac{130.2 + 276.91}{79.53}$	= <u>5.12</u>

In Worten: Eine Kilowattstunde Strom ergibt 5 kWh Nutzwärme und Nutzkälte.

- **Die Betriebskosten sind niedrig**

Durch den Wärmepumpenbetrieb wird der Stromverbrauch pro Jahr erhöht um 42.8 MWh/a. Bei einem Strompreis von 15 Rp./kWh ergibt das

Mehrkosten für Strom Fr. 6'420.00 p.a.

Abwärmenutzung und Wärmepumpenbetrieb reduzieren den Energiebedarf Wärme um 277 MWh pro Jahr. Das bedeutet einen Minderverbrauch von 31'000 l Oel pro Jahr. Beim aktuellen Ölpreis von 45 Rp./ ergibt das

Minderkosten für Oel Fr. 13'950.00 p.a.

Abwärmenutzung Und Wärmepumpenbetrieb erhöhen die Kosten für Service und Unterhalt der Anlagen:

Mehrkosten für Service und Unterhalt Fr. 2'000.00 p.a.

Damit Reduktion Betriebskosten durch Wärmerückgewinnung und Wärmepumpe

Fr. 5'530.-- p.a.

- **Die Mängel sind behoben**

Mit der Vertiefung der Grundwasserfassung wurde die Ergiebigkeit soweit vergrößert, dass keine Abschaltungen der Wärmepumpe wegen zu niedrigen Verdampfertemperatur mehr vorgekommen sind. die Wärmepumpe läuft seither ohne Störungen.

Diagramm 1
Nutzwärme / Stromverbrauch / Arbeitszahl

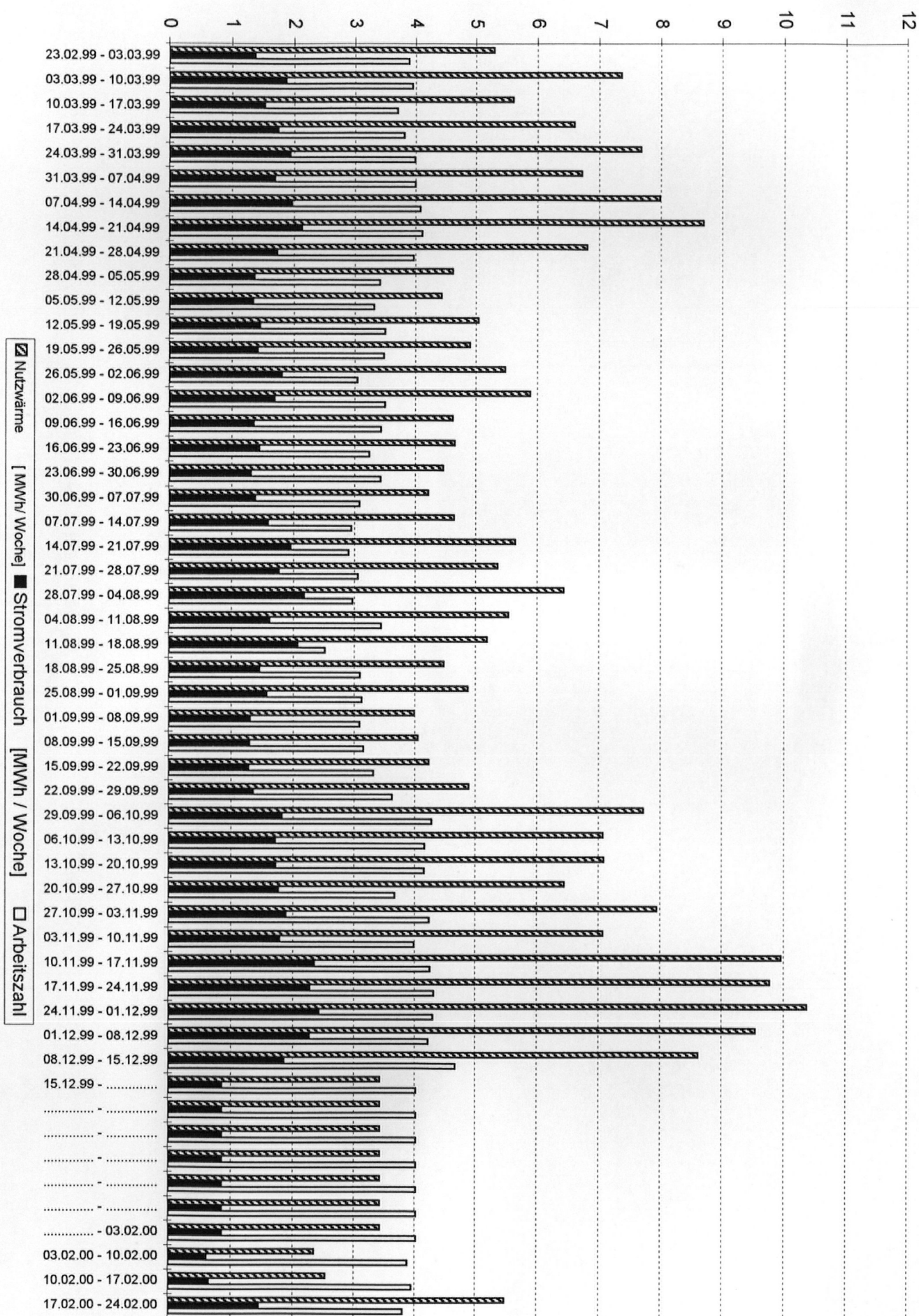


Tabelle 1

Messdaten:													
		1 El.zähler	2 Betriebstunden									3 Wärmepumpe an Heiznetz	
			Wärmepumpe			Kühlanlage			Tiefkühlanlage				
Datum	Zeit		Kompr. 1	Kompr. 2	Kompr. 3	Kompr. 1	Kompr. 2	Kompr. 3	Kompr. 1	Kompr. 2		Duchfluss	Wärme
		[kWh]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]	[m³]	[Mwh]
23.02.99	07:30	92'481	12'491.20	14'944.00	17'023.30	21'277.40	20'918.80	18'375.60	26'173.90	25'481.80		4'331.62	618.69
03.03.99	07:30	94'428	12'541.51	14'993.53	17'128.02	21'383.11	21'019.45	18'466.82	26'288.18	25'591.41		5'259.67	623.10
10.03.99	07:30	96'295	12'595.07	15'030.71	17'228.05	21'490.63	21'122.17	18'562.70	26'403.88	25'701.58		6'183.98	627.11
17.03.99	07:30	97'810	12'617.19	15'055.79	17'300.84	21'605.70	21'220.90	18'658.68	26'520.20	25'813.73		7'107.51	629.58
24.03.99	07:30	99'541	12'660.09	15'081.84	17'388.66	21'719.51	21'323.99	18'754.23	26'641.15	25'931.76		8'034.29	632.99
31.03.99	07:30	101'470	12'720.90	15'116.24	17'498.32	21'830.79	21'427.64	18'849.75	26'753.23	26'040.89		8'953.39	637.20
07.04.99	07:30	103'152	12'752.98	15'158.14	17'580.29	21'943.24	21'539.88	18'952.35	26'865.99	26'148.68		9'869.79	640.14
14.04.99	07:30	105'113	12'796.60	15'204.70	17'697.11	22'060.57	21'647.85	19'055.60	26'981.43	26'261.66		10'793.32	644.60
21.04.99	07:30	107'234	12'856.71	15'264.67	17'822.00	22'169.20	21'754.55	19'152.64	27'092.87	26'367.37		11'719.20	649.90
28.04.99	07:30	108'952	12'892.65	15'304.32	17'908.18	22'283.20	21'865.78	19'255.33	27'207.53	26'476.51		12'638.07	653.24
05.05.99	07:30	110'308	12'910.13	15'330.02	17'942.29	22'404.46	21'985.65	19'365.27	27'327.25	26'592.23		13'543.95	654.38
12.05.99	07:30	111'642	12'927.52	15'355.48	17'966.05	22'526.79	22'109.34	19'481.49	27'449.86	26'708.23		14'444.20	655.28
19.05.99	07:30	113'084	12'950.35	15'377.26	18'007.05	22'651.18	22'236.13	19'600.54	27'573.65	26'826.71		15'357.27	656.79
26.05.99	07:30	114'493	12'970.22	15'402.48	18'041.10	22'782.22	22'357.38	19'719.22	27'698.06	26'945.50		16'274.12	657.98
02.06.99	07:30	116'038	13'003.54	15'440.00	18'066.02	22'918.68	22'489.69	19'850.00	27'824.42	27'066.45		17'127.70	658.48
09.06.99	07:30	117'720	13'042.24	15'495.89	18'106.01	23'046.62	22'616.72	19'973.36	27'952.25	27'187.72		18'007.24	660.48
16.06.99	07:30	119'065	13'064.76	15'522.25	18'131.43	23'171.80	22'740.25	20'090.47	28'068.01	27'294.42		18'908.11	661.77
23.06.99	07:30	120'500	13'106.55	15'553.36	18'155.48	23'297.71	22'861.93	20'206.04	28'179.16	27'396.21		19'752.53	662.66
30.06.99	07:30	121'801	13'125.19	15'578.91	18'179.68	23'427.60	22'983.89	20'323.14	28'286.71	27'491.92		20'650.81	663.40
07.07.99	07:30	123'168	13'148.47	15'603.19	18'193.67	23'564.47	23'123.09	20'459.03	28'402.01	27'595.14		21'526.21	663.69
14.07.99	07:30	124'746	13'186.69	15'647.02	18'216.91	23'702.05	23'259.65	20'592.61	28'527.03	27'710.07		22'359.53	664.36
21.07.99	07:30	126'692	13'265.20	15'696.23	18'256.21	23'845.61	23'401.79	20'735.04	28'658.01	27'835.22		23'139.65	665.41
28.07.99	07:30	128'446	13'326.81	15'742.02	18'289.81	23'986.45	23'539.66	20'872.43	28'782.30	27'951.23		23'952.00	666.37
04.08.99	07:10	130'308	13'396.64	15'803.04	18'311.67	24'128.91	23'682.42	21'014.09	28'913.09	28'075.05		24'742.25	667.38
11.08.99	07:15	131'918	13'458.66	15'864.15	18'332.67	24'267.89	23'826.64	21'154.98	29'044.75	28'199.04		25'532.50	668.42
18.08.99	07:15	133'985	13'489.30	15'920.89	18'413.65	24'410.02	23'959.84	21'290.58	29'169.11	28'318.77		26'330.51	669.49
25.08.99	07:30	135'431	13'514.24	15'957.00	18'435.50	24'544.98	24'095.84	21'422.82	29'290.93	28'428.73		27'192.97	670.02
01.09.99	07:30	136'770	13'528.78	15'977.19	18'444.14	24'690.01	24'240.93	21'566.71	29'418.08	28'547.26		28'083.74	670.26
08.09.99	07:30	138'064	13'540.58	15'989.39	18'454.71	24'831.94	24'385.17	21'708.27	29'548.95	28'671.29		28'980.56	670.53
15.09.99	07:30	139'349	13'555.17	16'007.18	18'464.29	24'970.73	24'522.60	21'842.28	29'675.44	28'793.57		29'877.92	670.76
22.09.99	07:30	140'622	13'572.70	16'025.24	18'484.05	25'114.06	24'665.54	21'904.48	29'799.20	28'906.30		30'779.50	671.58
29.09.99	07:30	141'970	13'596.97	16'056.77	18'510.82	25'262.26	24'813.64	21'904.48	29'923.28	29'020.69		31'689.67	673.13
06.10.99	07:30	143'783	13'649.55	16'108.24	18'587.57	25'408.79	24'959.05	21'904.48	30'046.91	29'136.20		32'617.06	677.46
13.10.99	07:30	145'486	13'676.34	16'152.54	18'681.54	25'551.49	25'099.29	21'904.48	30'163.40	29'241.86		33'540.91	680.97
20.10.99	07:30	147'195	13'702.20	16'200.88	18'766.38	25'669.55	25'208.26	21'998.35	30'269.46	29'335.89		34'399.49	684.63
27.10.99	07:30	148'951	13'729.53	16'234.41	18'866.84	25'797.63	25'320.40	22'106.42	30'375.18	29'438.47		35'324.39	688.47
03.11.99	07:30	150'560	13'757.52	16'260.09	18'941.13	25'927.66	25'437.93	22'220.05	30'487.37	29'544.33		36'251.57	691.44
10.11.99	07:30	152'335	13'781.45	16'304.66	19'036.28	26'051.01	25'547.59	22'327.65	30'599.33	29'650.36		37'174.93	695.29
17.11.99	07:30	154'682	13'846.71	16'403.56	19'160.44	26'160.09	25'645.14	22'419.62	30'714.69	29'756.21		38'111.08	701.87
24.11.99	07:30	156'956	13'861.53	16'541.40	19'297.57	26'248.57	25'718.37	22'489.38	30'830.60	29'866.51		39'047.96	708.27
01.12.99	07:30	159'377	13'906.98	16'681.88	19'431.35	26'336.36	25'794.12	22'560.47	30'950.07	29'973.87		39'983.55	715.12
08.12.99	07:30	161'642	13'953.43	16'806.64	19'555.08	26'427.49	25'866.34	22'632.70	31'063.00	30'079.64		40'916.68	721.39
15.12.99	07:30	163'490	13'989.03	16'913.70	19'677.65	26'488.39	25'917.60	22'680.97	31'132.52	30'136.26		41'853.53	726.89
03.02.00	07:30	169'326	14'294.10	17'237.86	20'006.49	26'488.39	25'917.60	22'680.97	31'132.92	30'136.81		48'438.82	746.08
10.02.00	07:30	169'930	14'331.81	17'275.12	20'028.03	26'488.39	25'917.60	22'680.97	31'132.92	30'136.81		49'358.40	748.02
17.02.00	07:30	170'571	14'372.42	17'319.16	20'046.24	26'488.39	25'917.60	22'680.97	31'132.92	30'136.81		50'277.74	750.11
24.02.00	07:30	172'012	14'414.38	17'380.78	20'117.08	26'543.54	25'964.58	22'721.31	31'225.10	30'213.58		51'199.40	753.74

Tabelle 2

Messdaten:												
	4 Enthitzer WP und Kondensator		5 Unterkühler und Kondensator		7 Not und Zusatzheizung		8 Brauchwarmwasser		9 Grundwasser		10 Brauchwarmwasser Temp.	
	Kühlanlage an Boiler 1		Tiefkühlanlage an Boiler 1									
Datum	Duchfluss	Wärme	Duchfluss	Wärme	Duchfluss	Wärme	Duchfluss	Wärme	Duchfluss	Wärme	Boiler 1 oben	Boiler 2 oben
	[m³]	[Mwh]	[m³]	[Mwh]	[m³]	[Mwh]	[m³]	[Mwh]	[m³]	[Mwh]	[°C]	[°C]
23.02.99	14'445.10	98.38	15'408.66	56.64	420.59	40.90	25'747.00	54'225.60	133.47		42	52
03.03.99	14'610.80	99.73	15'693.03	57.91	423.73	40.91	25'798.10	55'496.40	137.79		42	55
10.03.99	14'794.60	101.25	15'972.96	59.21	426.38	40.91	25'855.50	56'717.30	141.86		43	53
17.03.99	14'976.00	102.73	16'233.15	60.32	429.05	40.92	25'907.90	57'663.40	144.58		43	55
24.03.99	15'150.60	104.18	16'518.51	61.51	432.69	40.94	25'965.10	58'867.20	148.06		42	55
31.03.99	15'346.50	105.81	16'801.67	62.81	435.41	40.94	26'026.80	60'162.20	152.41		42	55
07.04.99	15'576.50	107.76	17'061.34	64.07	438.07	40.95	26'094.90	61'172.70	155.90		43	55
14.04.99	15'775.70	109.44	17'356.68	65.34	440.76	40.95	26'160.60	62'496.40	160.44		43	54
21.04.99	15'969.00	111.00	17'667.50	66.63	443.47	40.96	26'225.90	63'972.10	165.63		43	53
28.04.99	16'188.90	112.72	17'954.47	67.81	446.55	40.97	26'289.10	65'040.90	169.25		42	55
05.05.99	16'394.90	114.49	18'204.83	68.90	452.81	40.99	26'353.10	65'509.10	170.84		43	60
12.05.99	16'591.70	116.29	18'451.21	69.99	455.51	41.01	26'420.00	65'933.20	172.23		43	57
19.05.99	16'780.90	118.07	18'710.34	71.09	458.23	41.02	26'489.70	66'536.70	174.13		44	58
26.05.99	16'991.20	120.00	18'961.36	72.23	460.99	41.03	26'563.40	67'029.60	175.83		45	60
02.06.99	17'241.10	122.05	19'242.08	73.67	463.03	41.04	26'645.90	67'278.02	176.10		48	63
09.06.99	17'488.00	123.99	19'534.14	74.96	465.01	41.05	26'727.10	67'963.90	178.01		43	52
16.06.99	17'688.70	125.67	19'783.14	75.97	467.52	41.06	26'781.20	68'423.80	179.53		43	57
23.06.99	17'977.80	127.71	20'055.16	77.05	473.30	41.09	26'865.00	68'734.60	180.30		44	54
30.06.99	18'218.20	129.72	20'293.13	78.12	475.98	41.10	26'938.60	69'072.70	181.49		43	56
07.07.99	18'503.00	131.65	20'538.61	79.39	477.74	41.11	27'014.70	69'222.60	181.68		41	55
14.07.99	18'714.80	133.65	20'811.62	80.64	478.86	41.12	27'101.00	69'526.20	181.87		48	64
21.07.99	18'961.10	135.99	21'142.41	82.15	479.43	41.12	27'199.20	70'002.00	181.87		49	73
28.07.99	19'212.80	138.24	21'461.10	83.57	481.50	41.13	27'294.70	70'383.50	181.87		47	62
04.08.99	19'451.70	140.56	21'788.19	85.01	483.02	41.14	27'389.90	70'826.90	181.87		48	64
11.08.99	19'690.60	142.88	22'115.28	86.45	484.54	41.15	27'485.10	71'270.30	181.87		47	64
18.08.99	19'925.50	144.97	22'438.47	87.76	485.09	41.15	27'575.50	71'689.50	181.87		45	60
25.08.99	20'163.60	147.04	22'707.21	88.92	485.64	41.15	27'657.50	71'954.10	182.27		46	61
01.09.99	20'365.80	148.99	22'953.61	90.15	485.75	41.16	27'736.00	72'081.20	182.58		45	61
08.09.99	20'551.00	150.84	23'190.82	91.27	487.10	41.16	27'811.20	72'244.50	183.14		44	60
15.09.99	20'769.80	152.79	23'434.75	92.42	487.64	41.17	27'887.00	72'366.80	183.53		44	60
22.09.99	20'956.50	154.53	23'673.20	93.48	491.23	41.18	27'956.40	72'738.50	184.75		43	53
29.09.99	21'157.60	156.30	23'929.55	94.53	500.35	41.21	28'027.90	73'325.60	186.66		43	54
06.10.99	21'389.60	158.04	24'236.36	95.68	504.72	41.23	28'104.60	74'531.90	190.83		42	52
13.10.99	21'590.10	159.89	24'529.49	96.90	506.91	41.23	28'184.20	75'683.50	194.59		42	50
20.10.99	21'750.30	161.63	24'802.53	98.02	510.19	41.27	28'252.00	76'788.00	198.12		42	52
27.10.99	21'922.60	162.47	25'101.34	99.18	511.98	41.29	28'320.10	78'038.50	201.75		42	53
03.11.99	22'095.00	164.55	25'386.71	100.31	514.85	41.31	28'386.50	79'109.40	204.75		43	54
10.11.99	22'256.40	166.01	25'691.76	101.48	517.86	41.32	28'450.50	80'404.60	207.48		46	55
17.11.99	22'442.40	167.48	26'009.72	102.87	520.29	41.33	28'520.60	81'932.50	213.99		46	50
24.11.99	22'642.90	168.98	26'327.00	104.34	522.86	41.33	28'593.60	83'559.90	219.95		43	45
01.12.99	22'859.00	170.60	26'643.76	105.84	525.89	41.34	28'662.90	85'190.20	225.81		46	49
08.12.99	23'090.00	172.15	26'948.52	107.15	528.38	41.35	28'729.20	86'648.00	230.92		43	49
15.12.99	23'320.90	173.72	27'189.22	108.42	530.75	41.35	28'782.80	88'140.10	235.85		43	38
03.02.00	23'654.50	176.79	27'723.85	109.59	911.53	41.44	28'785.80	95'334.20	254.31		43	30
10.02.00	23'693.90	177.09	27'786.08	109.69	912.75	41.44	28'786.40	96'188.70	256.22		42	31
17.02.99	23'734.70	177.41	27'855.61	109.80	914.13	41.45	28'787.50	97'155.70	258.29		43	33
24.02.00	23'861.10	178.19	28'084.60	110.62	916.77	41.47	28'814.90	98'430.30	261.89		43	55

Tabelle 3

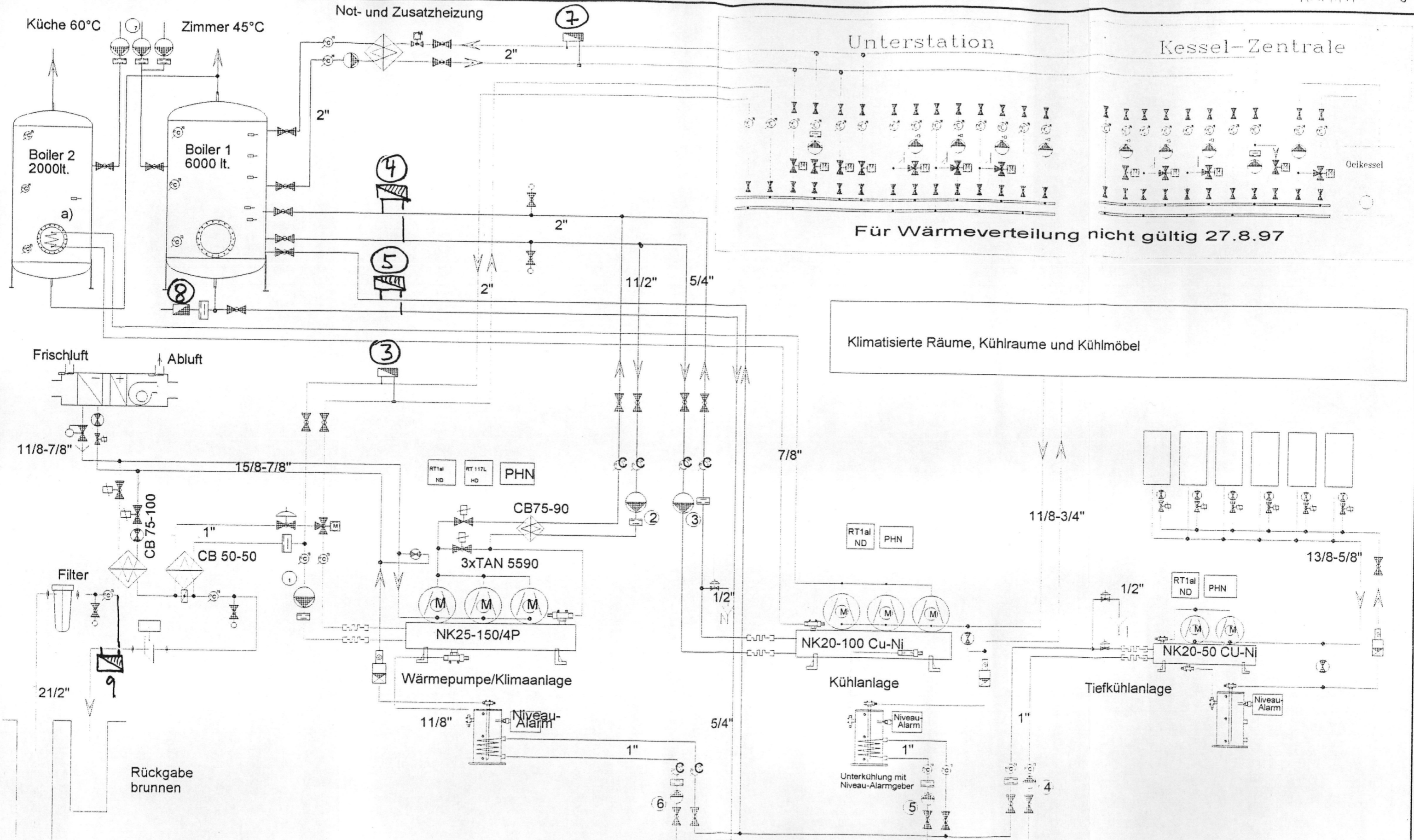
Auswertung Messdaten:														
Zeitperiode		1 El.zähler	2 Betriebstunden									3 Wärmepumpe an Heiznetz		
von	bis	Zeit-Diff	Wärmepumpe			Kühlanlage			Tiefkühlanlage		Duchfluss	Wärme		
		[Wochen]	[kWh]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]	[m³]	[MWh]	
23.02.99	03.03.99	1	1'947.00	50.31	49.53	104.72	105.71	100.65	91.22	114.28	109.61	928.05	4.41	
03.03.99	10.03.99	1	1'867.00	53.56	37.18	100.03	107.52	102.72	95.88	115.70	110.17	924.31	4.01	
10.03.99	17.03.99	1	1'515.00	22.12	25.08	72.79	115.07	98.73	95.98	116.32	112.15	923.53	2.47	
17.03.99	24.03.99	1	1'731.00	42.90	26.05	87.82	113.81	103.09	95.55	120.95	118.03	926.78	3.41	
24.03.99	31.03.99	1	1'929.00	60.81	34.40	109.66	111.28	103.65	95.52	112.08	109.13	919.10	4.21	
31.03.99	07.04.99	1	1'682.00	32.08	41.90	81.97	112.45	112.24	102.60	112.76	107.79	916.40	2.94	
07.04.99	14.04.99	1	1'961.00	43.62	46.56	116.82	117.33	107.97	103.25	115.44	112.98	923.53	4.46	
14.04.99	21.04.99	1	2'121.00	60.11	59.97	124.89	108.63	106.70	97.04	111.44	105.71	925.88	5.30	
21.04.99	28.04.99	1	1'718.00	35.94	39.65	86.18	114.00	111.23	102.69	114.66	109.14	918.87	3.34	
28.04.99	05.05.99	1	1'356.00	17.48	25.70	34.11	121.26	119.87	109.94	119.72	115.72	905.88	1.14	
05.05.99	12.05.99	1	1'334.00	17.39	25.46	23.76	122.33	123.69	116.22	122.61	116.00	900.25	0.90	
12.05.99	19.05.99	1	1'442.00	22.83	21.78	41.00	124.39	126.79	119.05	123.79	118.48	913.07	1.51	
19.05.99	26.05.99	1	1'409.00	19.87	25.22	34.05	131.04	121.25	118.68	124.41	118.79	916.85	1.19	
26.05.99	02.06.99	1	1'545.00	33.32	37.52	24.92	136.46	132.31	130.78	126.36	120.95	853.58	0.50	
02.06.99	09.06.99	1	1'682.00	38.70	55.89	39.99	127.94	127.03	123.36	127.83	121.27	879.54	2.00	
09.06.99	16.06.99	1	1'345.00	22.52	26.36	25.42	125.18	123.53	117.11	115.76	106.70	900.87	1.29	
16.06.99	23.06.99	1	1'435.00	41.79	31.11	24.05	125.91	121.68	115.57	111.15	101.79	844.42	0.89	
23.06.99	30.06.99	1	1'301.00	18.64	25.55	24.20	129.89	121.96	117.10	107.55	95.71	898.28	0.74	
30.06.99	07.07.99	1	1'367.00	23.28	24.28	13.99	136.87	139.20	135.89	115.30	103.22	875.40	0.29	
07.07.99	14.07.99	1	1'578.00	38.22	43.83	23.24	137.58	136.56	133.58	125.02	114.93	833.32	0.67	
14.07.99	21.07.99	1	1'946.00	78.51	49.21	39.30	143.56	142.14	142.43	130.98	125.15	780.12	1.05	
21.07.99	28.07.99	1	1'754.00	61.61	45.79	33.60	140.84	137.87	137.39	124.29	116.01	812.35	0.96	
28.07.99	04.08.99	1	1'862.00	69.83	61.02	21.86	142.46	142.76	141.66	130.79	123.82	790.25	1.01	
04.08.99	11.08.99	1	1'610.00	62.02	61.11	21.00	138.98	144.22	140.89	131.66	123.99	790.25	1.04	
11.08.99	18.08.99	1	2'067.00	30.64	56.74	80.98	142.13	133.20	135.60	124.36	119.73	798.01	1.07	
18.08.99	25.08.99	1	1'446.00	24.94	36.11	21.85	134.96	136.00	132.24	121.82	109.96	862.46	0.53	
25.08.99	01.09.99	1	1'339.00	14.54	20.19	8.64	145.03	145.09	143.89	127.15	118.53	890.77	0.24	
01.09.99	08.09.99	1	1'294.00	11.80	12.20	10.57	141.93	144.24	141.56	130.87	124.03	896.82	0.27	
08.09.99	15.09.99	1	1'285.00	14.59	17.79	9.58	138.79	137.43	134.01	126.49	122.28	897.36	0.23	
15.09.99	22.09.99	1	1'273.00	17.53	18.06	19.76	143.33	142.94	62.20	123.76	112.73	901.58	0.82	
22.09.99	29.09.99	1	1'348.00	24.27	31.53	26.77	148.20	148.10	0.00	124.08	114.39	910.17	1.55	
29.09.99	06.10.99	1	1'813.00	52.58	51.47	76.75	146.53	145.41	0.00	123.63	115.51	927.39	4.33	
06.10.99	13.10.99	1	1'703.00	26.79	44.30	93.97	142.70	140.24	0.00	116.49	105.66	923.85	3.51	
13.10.99	20.10.99	1	1'709.00	25.86	48.34	84.84	118.06	108.97	93.87	106.06	94.03	858.58	3.66	
20.10.99	27.10.99	1	1'756.00	27.33	33.53	100.46	128.08	112.14	108.07	105.72	102.58	924.90	3.84	
27.10.99	03.11.99	1	1'609.00	27.99	25.68	74.29	130.03	117.53	113.63	112.19	105.86	927.18	2.97	
03.11.99	10.11.99	1	1'775.00	23.93	44.57	95.15	123.35	109.66	107.60	111.96	106.03	923.36	3.85	
10.11.99	17.11.99	1	2'347.00	65.26	98.90	124.16	109.08	97.55	91.97	115.36	105.85	936.15	6.58	
17.11.99	24.11.99	1	2'274.00	14.82	137.84	137.13	88.48	73.23	69.76	115.91	110.30	936.88	6.40	
24.11.99	01.12.99	1	2'421.00	45.45	140.48	133.78	87.79	75.75	71.09	119.47	107.36	935.59	6.85	
01.12.99	08.12.99	1	2'265.00	46.45	124.76	123.73	91.13	72.22	72.23	112.93	105.77	933.13	6.27	
08.12.99	15.12.99	1	1'848.00	35.60	107.06	122.57	60.90	51.26	48.27	69.52	56.62	936.85	5.50	
15.12.99	03.02.00	7	5'836.00	305.07	324.16	328.84	0.00	0.00	0.00	0.40	0.55	6'585.29	19.19	
03.02.00	10.02.00	1	604.00	37.71	37.26	21.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	919.58	1.94	
10.02.00	17.02.00	1	641.00	40.61	44.04	18.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	919.34	2.09	
17.02.00	24.02.00	1	1'441.00	41.96	61.62	70.84	55.15	46.98	40.34	92.18	76.77	921.66	3.63	

Tabelle 4

Auswertung Messdaten:											
Zeitperiode		4 Enthitzer WP und Kondensator		5 Unterküher und Kondensator		7 Not und Zusatzheizung		8 Brauchwarmwasser		9 Grundwasser	
		Kühlanlage an Boiler 1		Tiefkühlanlage an Boiler 1							
von	bis	Duchfluss	Wärme	Duchfluss	Wärme	Duchfluss	Wärme	Duchfluss	Duchfluss	Wärme	
		[m^3]	[MWh]	[m^3]	[MWh]	[m^3]	[MWh]	[m^3]	[m^3]	[MWh]	
23.02.99	03.03.99	165.70	1.35	284.37	1.27	3.14	0.01	51.10	1'270.80	4.32	
03.03.99	10.03.99	183.80	1.52	279.93	1.30	2.65	0.00	57.40	1'220.90	4.07	
10.03.99	17.03.99	181.40	1.48	260.19	1.11	2.67	0.01	52.40	946.10	2.72	
17.03.99	24.03.99	174.60	1.45	285.36	1.19	3.64	0.02	57.20	1'203.80	3.48	
24.03.99	31.03.99	195.90	1.63	283.16	1.30	2.72	0.00	61.70	1'295.00	4.35	
31.03.99	07.04.99	230.00	1.95	259.67	1.26	2.66	0.01	68.10	1'010.50	3.49	
07.04.99	14.04.99	199.20	1.68	295.34	1.27	2.69	0.00	65.70	1'323.70	4.54	
14.04.99	21.04.99	193.30	1.56	310.82	1.29	2.71	0.01	65.30	1'475.70	5.19	
21.04.99	28.04.99	219.90	1.72	286.97	1.18	3.08	0.01	63.20	1'068.80	3.62	
28.04.99	05.05.99	206.00	1.77	250.36	1.10	6.26	0.02	64.00	468.20	1.59	
05.05.99	12.05.99	196.80	1.80	246.38	1.09	2.70	0.02	66.90	424.10	1.39	
12.05.99	19.05.99	189.20	1.78	259.13	1.10	2.72	0.01	69.70	603.50	1.90	
19.05.99	26.05.99	210.30	1.93	251.02	1.13	2.76	0.01	73.70	492.90	1.70	
26.05.99	02.06.99	249.90	2.05	280.72	1.45	2.04	0.01	82.50	248.42	0.27	
02.06.99	09.06.99	246.90	1.94	292.06	1.28	1.98	0.01	81.20	685.88	1.91	
09.06.99	16.06.99	200.70	1.68	249.00	1.01	2.51	0.01	54.10	459.90	1.52	
16.06.99	23.06.99	289.10	2.04	272.02	1.09	5.78	0.03	83.80	310.80	0.77	
23.06.99	30.06.99	240.40	2.01	237.97	1.06	2.68	0.01	73.60	338.10	1.19	
30.06.99	07.07.99	284.80	1.93	245.48	1.27	1.76	0.01	76.10	149.90	0.19	
07.07.99	14.07.99	211.80	2.00	273.01	1.26	1.12	0.01	86.30	303.60	0.19	
14.07.99	21.07.99	246.30	2.34	330.79	1.50	0.57	0.00	98.20	475.80	0.00	
21.07.99	28.07.99	251.70	2.25	318.69	1.42	2.07	0.01	95.50	381.50	0.00	
28.07.99	04.08.99	238.90	2.32	327.09	1.44	1.52	0.01	95.20	443.40	0.00	
04.08.99	11.08.99	238.90	2.32	327.09	1.44	1.52	0.01	95.20	443.40	0.00	
11.08.99	18.08.99	234.90	2.09	323.19	1.31	0.55	0.00	90.40	419.20	0.00	
18.08.99	25.08.99	238.10	2.07	268.74	1.16	0.55	0.00	82.00	264.60	0.40	
25.08.99	01.09.99	202.20	1.95	246.40	1.23	0.11	0.01	78.50	127.10	0.31	
01.09.99	08.09.99	185.20	1.85	237.21	1.12	1.35	0.00	75.20	163.30	0.56	
08.09.99	15.09.99	218.80	1.95	243.93	1.15	0.54	0.01	75.80	122.30	0.39	
15.09.99	22.09.99	186.70	1.74	238.45	1.05	3.59	0.01	69.40	371.70	1.22	
22.09.99	29.09.99	201.10	1.77	256.35	1.05	9.12	0.03	71.50	587.10	1.91	
29.09.99	06.10.99	232.00	1.74	306.81	1.15	4.37	0.02	76.70	1'206.30	4.17	
06.10.99	13.10.99	200.50	1.85	293.13	1.22	2.19	0.00	79.60	1'151.60	3.76	
13.10.99	20.10.99	160.20	1.74	273.04	1.13	3.28	0.04	67.80	1'104.50	3.53	
20.10.99	27.10.99	172.30	0.84	298.81	1.16	1.79	0.02	68.10	1'250.50	3.63	
27.10.99	03.11.99	172.40	2.08	285.37	1.13	2.87	0.02	66.40	1'070.90	3.00	
03.11.99	10.11.99	161.40	1.46	305.05	1.17	3.01	0.01	64.00	1'295.20	2.73	
10.11.99	17.11.99	186.00	1.47	317.96	1.39	2.43	0.01	70.10	1'527.90	6.51	
17.11.99	24.11.99	200.50	1.50	317.28	1.47	2.57	0.00	73.00	1'627.40	5.96	
24.11.99	01.12.99	216.10	1.62	316.76	1.50	3.03	0.01	69.30	1'630.30	5.86	
01.12.99	08.12.99	231.00	1.55	304.76	1.31	2.49	0.01	66.30	1'457.80	5.11	
08.12.99	15.12.99	230.90	1.57	240.70	1.27	2.37	0.00	53.60	1'492.10	4.93	
15.12.99	03.02.00	333.60	3.07	534.63	1.17	380.78	0.09	3.00	7'194.10	18.46	
03.02.00	10.02.00	39.40	0.30	62.23	0.10	1.22	0.00	0.60	854.50	1.91	
10.02.00	17.02.00	40.80	0.32	69.53	0.12	1.38	0.01	1.10	967.00	2.07	
17.02.00	24.02.00	126.40	0.78	228.99	0.81	2.64	0.02	27.40	1'274.60	3.60	

Tabelle 5

Berechnungen: (Angaben pro Woche)								
Zeitperiode		Wärme an Warmwasser	Wärme an Heizung	Nutzwärme	Stromverbrauch	Arbeitszahl	Wärmebezug aus Grundwasser	
von	bis	Q _{ww}	Q _H	Q _{Nutz}	NE		Q _{GW}	
		[MWh/Woche]	[MWh/Woche]	[MWh/Woche]	[MWh/Woche]		[MWh/Woche]	
23.02.99	03.03.99	2.20	3.09	5.28	1.36	3.88	3.02	
03.03.99	10.03.99	3.35	4.01	7.36	1.87	3.94	4.07	
10.03.99	17.03.99	3.13	2.47	5.60	1.52	3.69	2.72	
17.03.99	24.03.99	3.18	3.41	6.59	1.73	3.81	3.48	
24.03.99	31.03.99	3.47	4.21	7.68	1.93	3.98	4.35	
31.03.99	07.04.99	3.78	2.94	6.72	1.68	3.99	3.49	
07.04.99	14.04.99	3.52	4.46	7.98	1.96	4.07	4.54	
14.04.99	21.04.99	3.39	5.30	8.69	2.12	4.10	5.19	
21.04.99	28.04.99	3.46	3.34	6.80	1.72	3.96	3.62	
28.04.99	05.05.99	3.48	1.14	4.62	1.36	3.40	1.59	
05.05.99	12.05.99	3.52	0.90	4.42	1.33	3.31	1.39	
12.05.99	19.05.99	3.52	1.51	5.03	1.44	3.49	1.90	
19.05.99	26.05.99	3.70	1.19	4.89	1.41	3.47	1.70	
26.05.99	02.06.99	4.89	0.58	5.47	1.80	3.04	0.31	
02.06.99	09.06.99	3.88	2.00	5.88	1.68	3.50	1.91	
09.06.99	16.06.99	3.32	1.29	4.61	1.35	3.43	1.52	
16.06.99	23.06.99	3.76	0.89	4.65	1.44	3.24	0.77	
23.06.99	30.06.99	3.71	0.74	4.45	1.30	3.42	1.19	
30.06.99	07.07.99	3.91	0.29	4.20	1.37	3.08	0.19	
07.07.99	14.07.99	3.96	0.67	4.63	1.58	2.94	0.19	
14.07.99	21.07.99	4.59	1.05	5.64	1.95	2.90	0.00	
21.07.99	28.07.99	4.40	0.96	5.36	1.75	3.05	0.00	
28.07.99	04.08.99	5.25	1.18	6.42	2.17	2.96	0.00	
04.08.99	11.08.99	4.49	1.04	5.53	1.61	3.44	0.00	
11.08.99	18.08.99	4.11	1.07	5.18	2.07	2.51	0.00	
18.08.99	25.08.99	3.93	0.53	4.46	1.45	3.09	0.40	
25.08.99	01.09.99	4.59	0.28	4.87	1.56	3.12	0.36	
01.09.99	08.09.99	3.71	0.27	3.98	1.29	3.08	0.56	
08.09.99	15.09.99	3.81	0.23	4.04	1.29	3.15	0.39	
15.09.99	22.09.99	3.40	0.82	4.22	1.27	3.31	1.22	
22.09.99	29.09.99	3.33	1.55	4.88	1.35	3.62	1.91	
29.09.99	06.10.99	3.40	4.33	7.73	1.81	4.26	4.17	
06.10.99	13.10.99	3.56	3.51	7.07	1.70	4.15	3.76	
13.10.99	20.10.99	3.42	3.66	7.08	1.71	4.15	3.53	
20.10.99	27.10.99	2.60	3.84	6.44	1.76	3.67	3.63	
27.10.99	03.11.99	4.48	3.47	7.94	1.88	4.23	3.50	
03.11.99	10.11.99	3.22	3.85	7.07	1.78	3.98	2.73	
10.11.99	17.11.99	3.38	6.58	9.96	2.35	4.24	6.51	
17.11.99	24.11.99	3.37	6.40	9.77	2.27	4.30	5.96	
24.11.99	01.12.99	3.52	6.85	10.37	2.42	4.28	5.86	
01.12.99	08.12.99	3.27	6.27	9.54	2.27	4.21	5.11	
08.12.99	15.12.99	3.12	5.50	8.62	1.85	4.66	4.93	
15.12.99	03.02.00	0.62	2.80	3.42	0.85	4.02	2.69	
03.02.00	10.02.00	0.40	1.94	2.34	0.60	3.87	1.91	
10.02.00	17.02.00	0.44	2.09	2.53	0.64	3.94	2.07	
17.02.00	24.02.00	1.84	3.63	5.47	1.44	3.80	3.60	



Grundwasser
Boilerwasser
Heizung
Kälteleitungen Fre...

	Wärmepumpe	Kühlmaschine	Tiefkühlmaschine
Kompressortyp	3xTAN 5590 R22	3xTAGP 4531	2x TAH 2511 R502
Verd./Kond.temp.	0 / 40°C	-10 / 40°C	-28 / +35°C
Kälteleistung	69,0 kW	19,0 kW	4,0 kW
Unterkühlleistung	8,0 kW	3,5 kW	
Aufnahme	24,0 kW	7,5 kW	3,5 kW
Heizleistung	101,0 kW	26,0 kW	7,0 kW

Datum	Änderung	Gez.	Gepr.
12.02.92	Projekt		
4.1.93	Ausführung		
4.3.98	Verdampfer Grundwasser		
File	Archiv\Anlag\manoir\Schema98		

Kunde Hotel le vieux Mannoir
Objekt Energiekonzept
KWT 3123 Bern 031 / 818 16 16
8902 Zürich 01 / 735 30 10
9320 Arbon 071 / 446 74 01
1714 Freiburg 026 / 495 00 15