

Rapport final, DIS 12516 / 52225, juin 2000

# **Le Vieux Manoir**

## **Des machines de froid comme pompes à chaleur dans l'exploitation d'un hôtel**

Élaboré par  
**lbe institut bau+energie**  
**R. Huber**  
**Höheweg 17**  
**3006 Berne**

# TABLE DES MATIÈRES

	Page
<b>Résumé</b>	1
<b>Situation initiale</b>	3
<b>Données caractéristiques de l'installation</b>	4
<b>But de l'étude</b>	5
<b>Principaux résultats</b>	5
• L'installation permet d'économiser de l'énergie	5
• Données relatives au bilan annuel	6
• Les coûts d'exploitations sont faibles	7
• Les carences ont été supprimées	7

## Annexe

Diagramme 1: chaleur utile, consommation d'électricité, coefficient de performance

Schéma de principe

Tableau 1: Données de mesure

Tableau 2: Données de mesure

Tableau 3: Interprétation des données de mesure

Tableau 4: Interprétation des données de mesure

Tableau 5. Calculs

Ce travail a été réalisé sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie. L'auteur est seul responsable du contenu et des conclusions.

---

## Résumé

À l'occasion des transformations et des travaux d'extension de l'hôtel «Le Vieux Manoir», l'ensemble des systèmes de production de froid (congélation, chambres froides, climatisation) et de production d'eau chaude sanitaire ont été remplacés. Les rejets thermiques des installations de froid sont actuellement utilisés à part entière pour la production d'eau chaude sanitaire. Une pompe à chaleur sert à refroidir l'air des locaux en été, alors qu'en hiver, elle prélève la chaleur d'un puits de nappe phréatique et contribue ainsi à couvrir les besoins en chaleur pour l'eau chaude sanitaire et le chauffage des locaux.

Les résultats d'une première période de mesure du 25 septembre 1997 au 24 septembre 1998 ont été consignés dans un rapport du 30 novembre 1998. En raison d'une capacité insuffisante de la nappe phréatique, la pompe à chaleur n'a pu fonctionner correctement. Pour remédier à ce problème, il a fallu prolonger le puits dans la nappe phréatique. Le présent rapport présente les résultats de la deuxième période de mesure qui a eu lieu du 23 février 1999 au 24 février 2000.

- L'utilisation des rejets thermiques et le prélèvement de chaleur de la nappe phréatique a permis d'économiser 31'000 l de mazout.
- La consommation d'électricité totale pour les machines de froid et la pompe à chaleur, y compris les groupes auxiliaires, était la suivante:

28,7 % de la chaleur utile produite ou  
19,5% de la chaleur et du froid produits.

- Malgré la récupération de chaleur, les machines de froid n'ont pas consommé davantage d'électricité que lors d'une exploitation traditionnelle avec des condensateurs refroidis à air pour la production de froid.
- La consommation électrique supplémentaire de la pompe à chaleur pour le chauffage avec l'eau de la nappe phréatique s'est élevée à 42'800 kWh/a.
- Les coûts pour la chaleur utile produite sont les suivants:

42'800 kWh à 0.15 Fr./kWh	=	Fr. 6'420.00	p.a.
Entretien de la pompe à chaleur	=	Fr. 2'000.--	p.a.
Total		Fr. 8'420.--	p.a.

- Coûts économisés pour le mazout

Quantité de mazout économisée: 31'000 l/a			
Coûts économisés pour le mazout: 31'000 x 0.45	=	Fr. 13'950.--	p.a.

Conséquences pour des projets similaires:

Dans l'hôtellerie, la combinaison d'installation de production de froid et de production d'eau chaude sanitaire permet d'économiser une grande quantité d'énergie.

Les conditions favorables pour une exploitation efficiente et rentable sont les suivantes:

=> Les besoins en eau chaude sont suffisants pour utiliser l'ensemble des rejets thermiques des installations de production de froid industriel.

=> L'eau chaude est produite en deux étapes: 1<sup>ère</sup> étape 40-45 °C pour les chambres d'hôtel, 2<sup>e</sup> étape 50-55 °C pour la cuisine de l'hôtel.

=> Le chauffage ultérieur de 40 à 50 °C se fait par l'intermédiaire d'un désurchauffeur.

En conditions favorables, l'utilisation des rejets thermiques n'entraîne pas de consommation d'électricité supplémentaire. Les investissements supplémentaires peuvent être amortis par l'économie des coûts pour l'énergie.

Les investissements supplémentaires pour les pompes à chaleur/nappe phréatique peuvent être rationnels sur le plan de l'écologie, mais ne peuvent pas être amortis au vu des prix actuels de l'énergie.

Le rendement des nouveaux puits de nappe phréatique ne peut être déterminé qu'après un essai avec les pompes à chaleur réalisé sur 2 à 3 semaines.

## Situation initiale

À l'occasion des travaux d'extension (annexe et nouvelle cuisine de l'hôtel) dans l'établissement «Le Vieux Manoir», le maître de l'ouvrage a décidé d'investir une somme supplémentaire de Fr. 250'000.-- pour réduire la consommation de mazout.

L'ensemble de la production d'eau chaude sanitaire pour les chambres d'hôtel et la cuisine a été renouvelé et équipé pour réceptionner les rejets thermiques des nouvelles machines de froid destinées aux chambres de congélation, aux chambres froides et à la climatisation. En été, une pompe à chaleur sert au refroidissement de l'air ambiant et prélève la chaleur du puits de la nappe phréatique pendant la période froide. La pompe à chaleur est non seulement capable de fournir de la chaleur pour la production d'eau chaude sanitaire, mais également pour le chauffage du bâtiment.

L'Office fédéral de l'énergie a participé aux investissements supplémentaires.

Pendant la première année d'exploitation, du 25 septembre 1997 au 24 septembre 1998, des mesures ont été effectuées pour vérifier le succès des investissements. Les résultats de cette première période de mesure ont été consignés dans le rapport du 30 novembre 1998.

Une carence a été constatée dans le sens que la capacité du captage des eaux phréatiques était beaucoup plus faible que prévu. De ce fait, les performances de la pompe à chaleur étaient considérablement limitées.

Grâce à une nouvelle contribution financière de l'Office fédéral de l'énergie, le puits de la nappe phréatique existante a été approfondi par un forage de 10 m et équipé d'un puits filtrant. Cela a permis d'atteindre le débit de captage nécessaire.

Pendant une deuxième année d'exploitation, du 23 février 1999 au 24 février 2000, de nouvelles mesures ont été effectuées. Le présent rapport présente les résultats de cette deuxième période de mesures.

## Données caractéristiques de l'installation

Chaudière:	Chaudière 1, Wiessmann	1992	217 kW
	Chaudière 2, Hoval	1980	150 kW
Installation de congélation:	1993, puissance frigorifique	4 kW	-28/+35 °C
Installation de réfrigération:	1993, puissance frigorifique	19 kW	-10/+40 °C
Pompe à chaleur:	1993, puissance thermique	100 kW	0/+40 °C
Besoins énergétiques pour le chauffage		340'000 kWh/a env.	
Besoins énergétiques pour l'eau chaude sanitaire		<u>160'000 kWh/a env.</u>	
Besoins énergétiques pour la chaleur		<u>500'000 kWh/a env.</u>	
Besoins en froid (congélation, réfrigération, climatisation)		130'000 kWh/a env.	
Production d'eau chaude sanitaire:	chauffe-eau 6'000 l	42 °C chambre	
	chauffe-eau 2'000 l	52 °C cuisine	

Les rejets thermiques des installations de congélation et de réfrigération sont entièrement utilisés pour la production d'eau chaude sanitaire.

La pompe à chaleur couvre les besoins restants en eau chaude et fournit la chaleur au chauffage des locaux lorsque la température de l'eau de chauffage ne dépasse pas 50 °C.

Pendant la fermeture annuelle (mi-décembre à fin février), la pompe à chaleur couvre tous les besoins de chauffage étant donné que les températures des locaux et de l'eau chaude sont réduites.

## But de l'étude

Les mesures, les interprétations et le présent rapport servent à déterminer s'il s'agit réellement d'une installation exemplaire et recommandable, en particulier en ce qui concerne les questions suivantes:

- Est-ce que de l'énergie est économisée?
- Les coûts sont-ils raisonnables?
- A-t-on remédié aux carences constatées lors de la première période de mesure (capacité insuffisante du captage de la nappe phréatique)?

## Principaux résultats

Les valeurs mesurées et leur interprétation figurent dans les tableaux 1, 2, 3, 4, et 5.

Les principaux résultats figurent dans le diagramme 1.

Les questions posées ci-dessus ont trouvé les solutions suivantes:

- **L'installation permet d'économiser de l'énergie**

Cette réponse découle directement du diagramme 1.

La chaleur utile est toujours plus élevée que la consommation d'électricité. Le coefficient de performance, le rapport entre la chaleur utile et la consommation d'électricité se situe entre 3 et 4. Si l'on considère qu'une grande partie de l'électricité est consommée pour la production de froid, on s'aperçoit que l'électricité est utilisée de façon très efficace dans cette installation.

Le coefficient de performance est toujours 4 lorsque tous les rejets thermiques des installations de froid sont utilisés. Ceci n'est pas toujours possible pendant la saison chaude: aux besoins de froid plus accrus pour la climatisation des locaux correspondent des besoins énergétiques réduits pour le chauffage. Les excédents de chaleur doivent être restitués à la nappe phréatique par intermittence. Le coefficient de performance s'abaisse alors à 3.

• **Données relatives au bilan annuel**

- Consommation d'électricité (installations de congélation, de réfrigération, climatisation, pompes à chaleur avec groupes auxiliaires)	<u>79,53 MWh/a</u>
- Chaleur utile des installations de froid et des pompes à chaleur pour le chauffage	135,05 MWh/a
pour l'eau chaude sanitaire	<u>141,86 MWh/a</u>
Total de la chaleur utile	<u><u>276,91 MWh/a</u></u>
- Froid utile pour congélation, réfrigération et climatisation	<u>130,20 MWh/a</u>
Chaleur prélevée dans la nappe phréatique par les pompes à chaleur	<u>128,42 MWh/a</u>
- Coefficient de performance annuel pour la chaleur:	$\frac{276,91}{79,53} = \underline{\underline{3,48}}$
Coefficient de performance annuel chaleur + froid:	$\frac{130,2 + 276,91}{79,53} = \underline{\underline{5,12}}$

En d'autres termes: un kilowattheure d'électricité fournit 5 kWh de chaleur et de froid utile.

- **Les coûts d'exploitation sont faibles**

Le fonctionnement des pompes à chaleur engendre une hausse de la consommation d'électricité de 42,8 MWh par an. À un prix de l'électricité de 15 ct./kWh, cela fait:

Surcoûts pour l'électricité Fr. 6'420.00 p. a.

L'utilisation des rejets thermiques et des pompes à chaleur permet de réduire de 277 MWh par an les besoins d'énergie pour la chaleur. Cela signifie une économie de 31'000 l de mazout par an. À un prix actuel du mazout de 45 ct., cela fait:

Économie grâce au mazout Fr. 13'950.00 p. a.

L'utilisation des rejets thermiques et des pompes à chaleur entraîne une hausse des coûts pour l'entretien et la maintenance des installations:

Surcoûts pour l'entretien et la maintenance Fr. 2'000.00 p. a.

Réduction des coûts d'exploitation par la récupération de chaleur et les pompes à chaleur Fr. 5'530.00 p. a.

- **Les carences ont été supprimées**

Avec l'approfondissement du captage de la nappe phréatique, la capacité a été étendue de manière à éviter de devoir déclencher la pompe à chaleur lorsque les températures d'évaporation sont trop basses. Depuis, la pompe à chaleur fonctionne parfaitement.

Diagramm 1  
 Nutzwärme / Stromverbrauch / Arbeitszahl

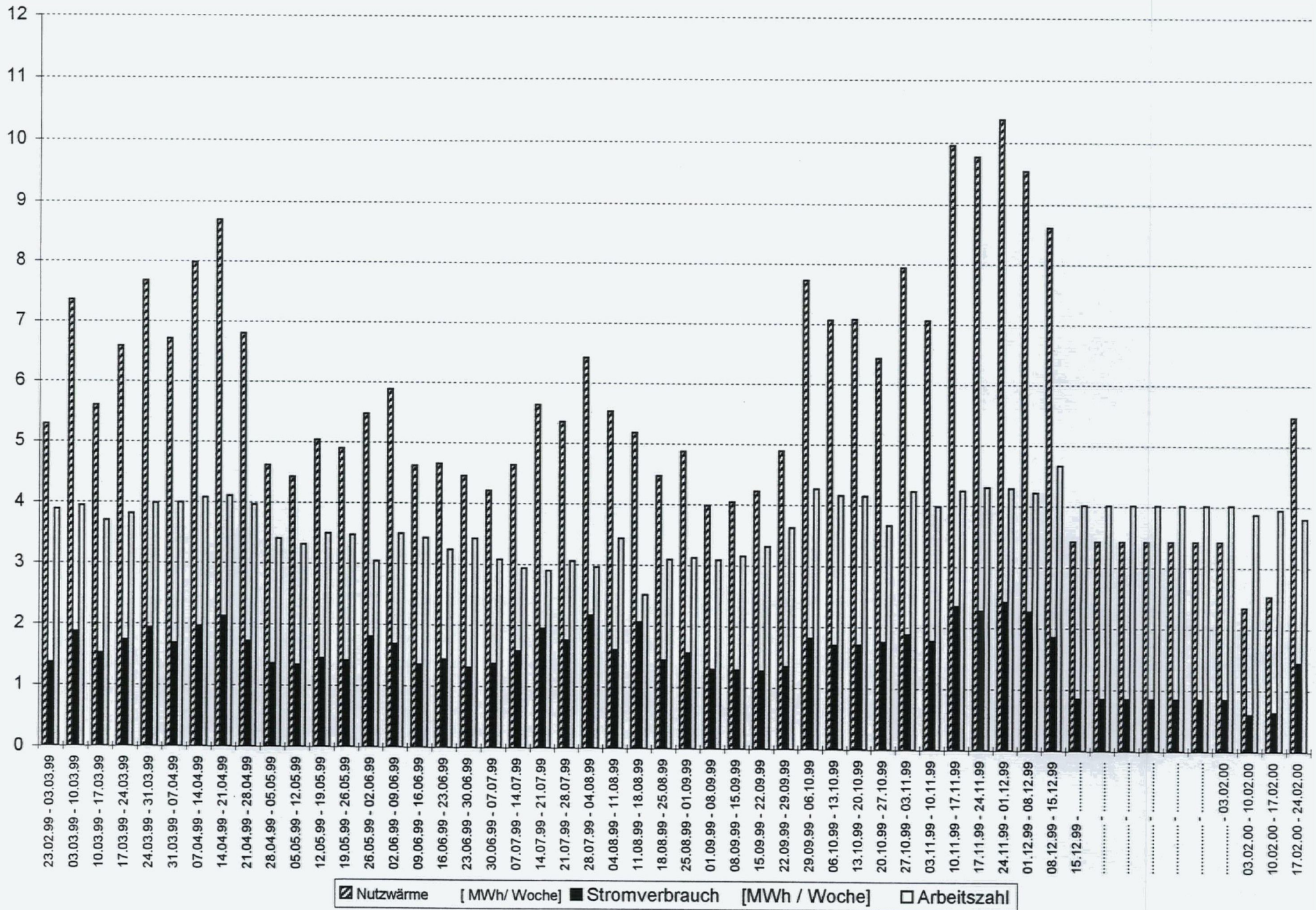


Tabelle 1

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	Durchfluss	Wärme
		[kWh]	[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
	[m <sup>3</sup> ]	[Mwh]	[m <sup>3</sup> ]	[Mwh]	[m <sup>3</sup> ]	[Mwh]	[m <sup>3</sup> ]	[Mwh]	[m <sup>3</sup> ]	[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

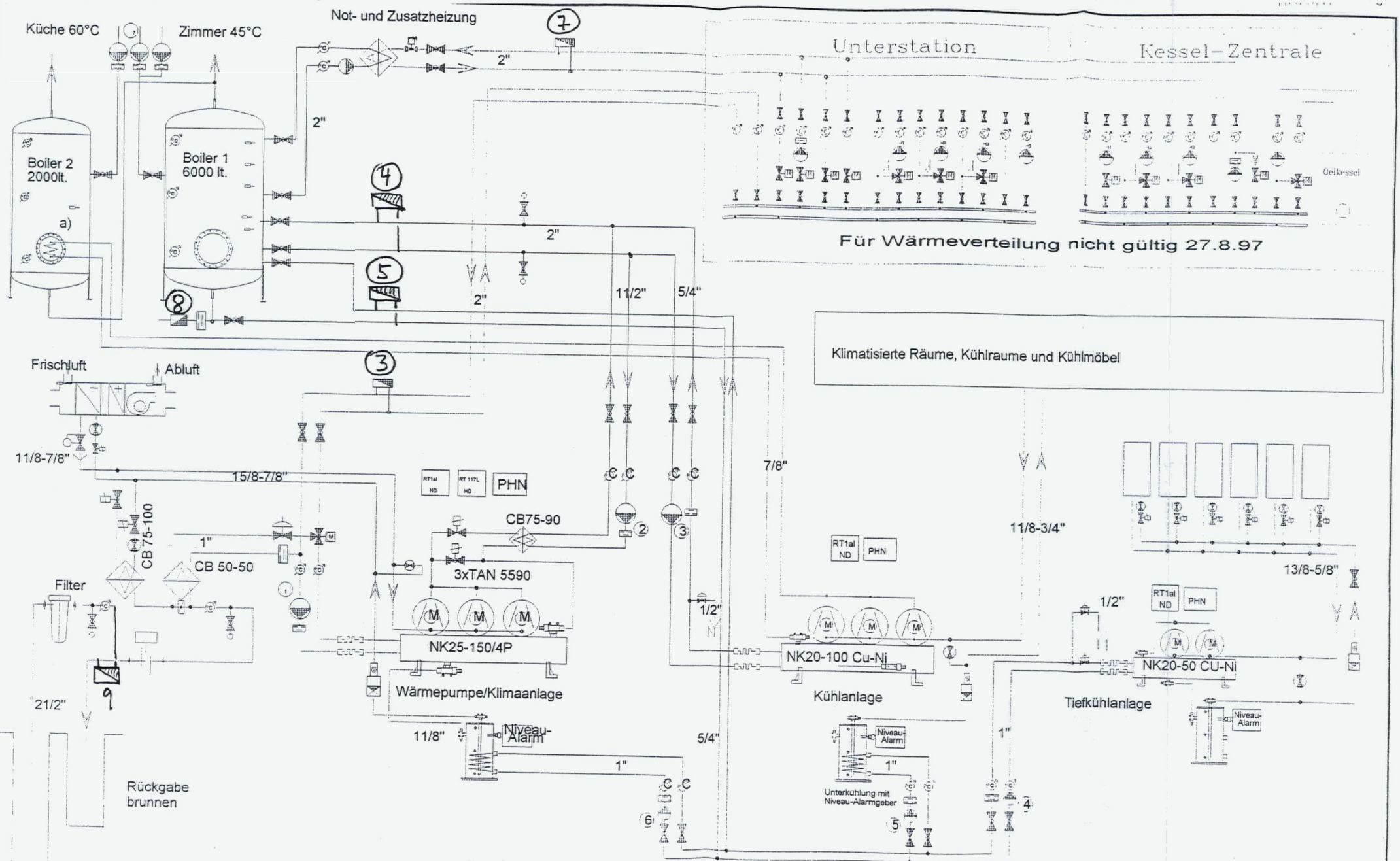
Auswertung Messdaten:															
Zeitperiode		1 El.zähler	2 Betriebsstunden										3 Wärmepumpe an Heiznetz		
von	bis	Zeit-Diff	Wärmepumpe			Kühlanlage			Tiefkühlanlage		Durchfluss	Wärme			
		[Wochen]	[kWh]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]	[m³]	[MWh]		
23.02.99	03.03.99	1	1'947.00	50.31	49.53	104.72	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 Unterkühler 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	Wärme	Duchfluss	Wärme
		[m <sup>3</sup> ]	[MWh]	[m <sup>3</sup> ]	[MWh]	[m <sup>3</sup> ]	[MWh]	[m <sup>3</sup> ]	[MWh]	[m <sup>3</sup> ]	[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 <sub>ww</sub>	Q <sub>H</sub>	Q <sub>Nutz</sub>	NE		Q <sub>GW</sub>
		[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	89.0 kW	19.0 kW	4.0 kW
Unterkühlleistung	8.0 kW	3.5 kW	3.5 kW
Aufnahme	24.0 kW	7.5 kW	7.0 kW
Heizleistung	101.0 kW	26.0 kW	

Datum	Änderung	Gez. / Gepr.
12.02.92	Projekt	TRK
4.1.93	Ausführung	
4.3.98	Verdampfer Grundwasser	
File	Archiv\Anlag\mannoir\Schema98	%

Kunde: Hotel le vieux Mannoir  
Objekt: Energiekonzept

**KWT**  
Kälte- Wärme- Technik AG

3123 Bern 031 / 818 16 16  
8902 Zürich 01 / 735 30 10  
9320 Arbon 071 / 446 74 01  
1714 Freiburg 026 / 495 00 15

Entnahme  
brunnen

Rückgabe  
brunnen