

Schlussbericht, DIS 29145 / 68864, Dezember 2002

# **Gasmotor-Wärmepumpe mit Aarewasser in Hinterkappelen**

**Langfristige Erfolgskontrolle**

**Heizperiode 2001/2002**

ausgearbeitet durch  
**Fritz Hämman**  
Ing.-Büro für Haustechnik  
Wyhalenstrasse 4  
3032 Hinterkappelen

## 1. Einleitung

Die in diesem Bericht erfasste Gasmotor-Wärmepumpe (GWP) wurde Ende 1993 fertiggestellt und in Betrieb genommen. Die Anlage wurde vom Bund und vom Kanton Bern finanziell unterstützt. Sie ist ein Teil des Gesamtprojektes „Gasmotor-Wärmepumpe, Planungsregeln und Musteranlagen“, das mit durchgeführten Erfolgskontrollen begleitet wurde. Damit die Kontinuität der Erfolgskontrolle gewährleistet ist, hat das Bundesamt für Energiewirtschaft den Auftrag für die Weiterführung dieser Arbeit erteilt.

## 2. Grundlagen

Für die Beurteilung der Erfolgskontrolle stehend folgende Daten zur Verfügung:

### Kenndaten der Siedlung:

Einfamilienhäuser + Wohnungen	=	183
Ateliers	=	57
Mehrzweckräume	=	6
Einheiten Gesamt	=	246
Energiebezugsfläche (EBF)	=	31'775 m <sup>2</sup>
Umbauter Raum (ohne Einstellhalle)	=	135'060 m <sup>3</sup>

### Messdaten:

Gas - Hauptzähler / [m<sup>3</sup> Erdgas]  
 Gas - Zähler der GWP / [m<sup>3</sup> Erdgas]  
 Stromzähler der GWP / [kWh]  
 Wärmezähler der GWP / [kWh]  
 Betriebsstundenzähler der GWP / [Std]  
 Wärmezähler Heizung 1. Etappe / [MWh]  
 Wärmezähler Heizung 2. Etappe / [MWh]  
 Wärmezähler Heizung 3...5. Etappe / [MWh]  
 Betriebsstundenzähler der Heizkessel / [Std.]

## 3. Jahresvergleich - Erfolgsbilanz

Erfolgsbilanz und Jahresvergleich der letzten 8 Betriebsjahre sind auf den folgenden Seiten zusammengefasst:

Seite 3 - Für den schnellen Leser  
 Seite 4 - Auswertung der Messdaten  
 Seite 5 - Wärmebilanz  
 Seite 6 - Vergleich der letzten 8 Jahre  
 Seite 7 - Schadstoffbilanz  
 Seite 8 - Diagramm Anteil Wärmeproduktion GWP - Heizkessel  
 Seite 9 - Diagramm Wärmeproduktion GWP  
 Seite 10 - Diagramm Schadstoffbilanz der letzten 5 Jahre  
 Seite 11 - Diagramm Schadstoffbilanz Vergleich effektiver Betrieb fiktiver Betrieb nur über HK  
 Seite 12 - Diagramm Wärmebilanz Vergleich effektiver Betrieb fiktiver Betrieb nur über HK

Diese Arbeit ist im Auftrag des Bundesamtes für Energiewirtschaft entstanden. Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

### Zusammenfassung der wichtigsten Daten für die Heizperiode 2001/2002

### Für den schnellen Leser

		Während der Heizperiode		vom	bis	
<u>Betrieb Gasmotor-Wärme-Pumpe</u>				30.09.01		08.05.02
Betriebstage	220 d					
Betriebsstunden	4'028 Bh					
Betriebsstunden	18.31 h/d					
Startimpulse	285 Anzahl					
Betr-std pro Startimpuls	14.13 Anzahl					
Gasverbrauch	101'190 m3					
Wärmeproduktion	1'561 MWh					

		Pro Betriebsstunde						
<u>Input</u>								
Gas	955'234 kWh =	955 MWh				0.237	MWh/Bh	
Strom GWP	17'433 kWh =	17 MWh				0.004	MWh/Bh	
Gas + Strom	972'667 kWh =	973 MWh				0.241	MWh/Bh	
<u>Vergleich mit Vorjahren</u>								
Betriebsstunden GWP	1994/95	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01	2001/02
	3'323	841	3'582	4'218	4'216	3'816	4'366	4'028
<b>Input: Gas + Strom</b>	<b>807</b>	<b>210</b>	<b>833</b>	<b>998</b>	<b>1'003</b>	<b>879</b>	<b>1'101</b>	<b>973</b>
<b>Output: Wärmeproduktion</b>	<b>1'381</b>	<b>366</b>	<b>1'412</b>	<b>1'739</b>	<b>1'708</b>	<b>1'469</b>	<b>1'823</b>	<b>1'561</b>
<b>Jahresarbeitszahl (JAZ)</b>	<b>1.71</b>	<b>1.74</b>	<b>1.70</b>	<b>1.74</b>	<b>1.70</b>	<b>1.67</b>	<b>1.66</b>	<b>1.60</b>
Betriebsstunden Öl/gasbeheizte Heizkessel	1994/95	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01	2001/02
zur Deckung des Spitzenbedarfs oder Ausfall GWP	2'919	5'929	2'456	1'868	2'573	3'065	2'000	2'834
Jahresnutzungsgrad Gesamtanlage (Ohne Verluste)	1.19	0.97	1.18	1.31	1.25	1.20	1.29	1.19

		1994/95	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01	2001/02
Wärmeabgabe pro m2 Energie- bezugsfläche, klimabereinigt		285	254	235	262	270	250	286	271
									MJ/m2

<u>Vergleich mit reinem Heizkesselbetrieb (Fiktiv)</u>		Energie		Energie		Energiekosten	
Energieverbrauch	2001/02	GJ/a	kWh	kWh	Fr/a	Fr/a	Fr/a
Effektiver Betrieb GWP + Heizkessel Öl und Gas		8'646	2'401'946	114'012			
Fiktiver Betrieb ausschliesslich über Heizkessel*		10'895	3'026'752	143'491			
Einsparungen		GJ/a	kWh	Fr/a			
Differenz Energieverbrauch, Kosten		-2'249	-624'805	-29'480			
*z.B. bei Ausfall der Gasmotor-Wärmepumpe							

<b>Auswertung der Daten für die Heizperiode 2001/02</b>					
<b>Gasmotor-Wärme-Pumpe</b>					
Messdaten	Messdauer			Durchschnitt	
2001/02	vom	bis	pro 1 Tag		
Jahresablesungen	25.05.01	24.05.02			
Heizperiode	30.09.01	08.05.02			
GWP	220	d			
Betriebsstunden	4'028	Bh	18.31	h/d	
Startimpulse	285	Anzahl	1.30	Anzahl Imp/d	
Betr-std pro Startimpuls	14.13	Anzahl			
Stromverbrauch GWP	17'433	kWh	79	kWh/d	
Gasverbrauch	101'190	m3	460	m3/d	
Wärmeproduktion	1'560'559	kWh	7'093	kWh/d	
<b>Auswertung: Gasmotor-Wärmepumpe</b>					
Input	Gas	Total	955'234	kWh	= 955 MWh
Input	Strom GWP	Total	17'433	kWh	= 17 MWh
Input	Gas + Strom	Total	972'667	kWh	= 973 MWh
Output	Wärmeleistung	Total	1'560'559	kWh	= 1'561 MWh
<b>Jahresarbeitszahl Gasmotor-Wärmepumpe 1.60</b>					
<b>Heizkessel</b>					
Kessel 1	Laufzeit pro Jahr		Laufzeit pro Tag (Schnitt)		
Gas Stufe 1	1'401	h	6.37	h	
Gas Stufe 2	1'388	h	6.31	h	
ÖL Stufe 1	20	h	0.09	h	
ÖL Stufe 2	19	h	0.09	h	
Kessel 2					
Gas Stufe 1	3	h	0.01	h	
Gas Stufe 2	3	h	0.01	h	
ÖL Stufe 1	0	h	0.00	h	
ÖL Stufe 2	0	h	0.00	h	
<b>Auswertung: Heizkessel: Gas + Heizölbezug + Gasbezug GWP (Input Gesamtanlage)</b>					
Hauptzähler	242'175	m3	=	2'286	MWh Hu B Anteil
Gaszähler GWP	101'190	m3	=	955	MWh Hu B 39.77%
Heizkessel EG	140'985	m3	=	1'331	MWh Hu B 55.41%
Heizkessel Heizöl	1'835	Liter	=	18	MWh Hu B 0.76%
GWP Strom	17'433	kWh	=	17	MWh 0.73%
Heizung Strom*	80'000	kWh	=	80	MWh 3.33%
Total Input				2'402	MWh Hu B 100.00%
<b>Wärmeabgabe laut Wärmezähler</b>					
1. Etappe				853	MWh 31.93%
2. Etappe				638	MWh 23.88%
3.-5. Etappe				1'181	MWh 44.19%
Total				2'672	MWh 100.00%
<b>Jahresnutzungsgrad Gesamtanlage</b>				<b>1.11 (Inkl. Abgasverluste)</b>	
*Stromverbrauch empirisch ermittelt					

### Wärmebilanz der Heizperiode 2001/02

<u>Gesamtanlage</u>			
Input			
Erdgas	2'286 MWh		95.19%
Heizöl	18 MWh		0.76%
Strom GWP	17 MWh		0.73%
Strom Heizung	80 MWh		3.33%
<b>Energiebezug Total</b>	<b>2'402 MWh</b>		<b>100.00%</b>

<u>Gesamtanlage</u>			
Wärmebezug Heizsaison 2001/02			
1. Etappe	853 MWh		31.59%
2. Etappe	638 MWh		22.85%
3.-5. Etappe	1'181 MWh		45.56%
<b>Wärmebezug Total</b>	<b>2'672 MWh</b>		<b>100.00%</b>

<u>Gesamtanlage</u>			
Wärmeproduktion Heizkessel			
Wärmeproduktion Gasmotor-Wärmepumpe	1'309 MWh		45.61%
<b>Wärmeproduktion Total</b>	<b>1'561 MWh</b>		<b>54.39%</b>
<b>Wärmeproduktion Total</b>	<b>2'869 MWh</b>		<b>100.00%</b>

<u>Gasmotor-Wärmepumpe</u>			
Wärmeproduktion durch Gasmotor-Wärmepumpe	1'561 MWh		100.00%
Davon Aarewasser	1'124 MWh		72.00% *
Davon Abwärme Gasmotor	437 MWh		28.00% *

<u>Vergleich mit reinem Heizkesselbetrieb (Fiktiv)</u>			
Energieverbrauch	2001/02	Verbrauch	Energiekosten
Effektiver Betrieb GWP + Heizkessel Öl und Gas	Total	GJ	Fr/a
Fiktiver Betrieb ausschliesslich über Heizkessel*	Total	8'646 =	2'402 114'012
<b>Differenz Energieverbrauch, Kosten</b>	<b>Total</b>	10'895 =	3'027 143'491
		<b>-2'249 =</b>	<b>-625 -29'480</b> Einsparungen durch GWP

Entspricht ca. -61'157 kg Heizöl Einsparungen durch GWP  
 oder ca. -64'201 m<sup>3</sup> Erdgas Einsparungen durch GWP

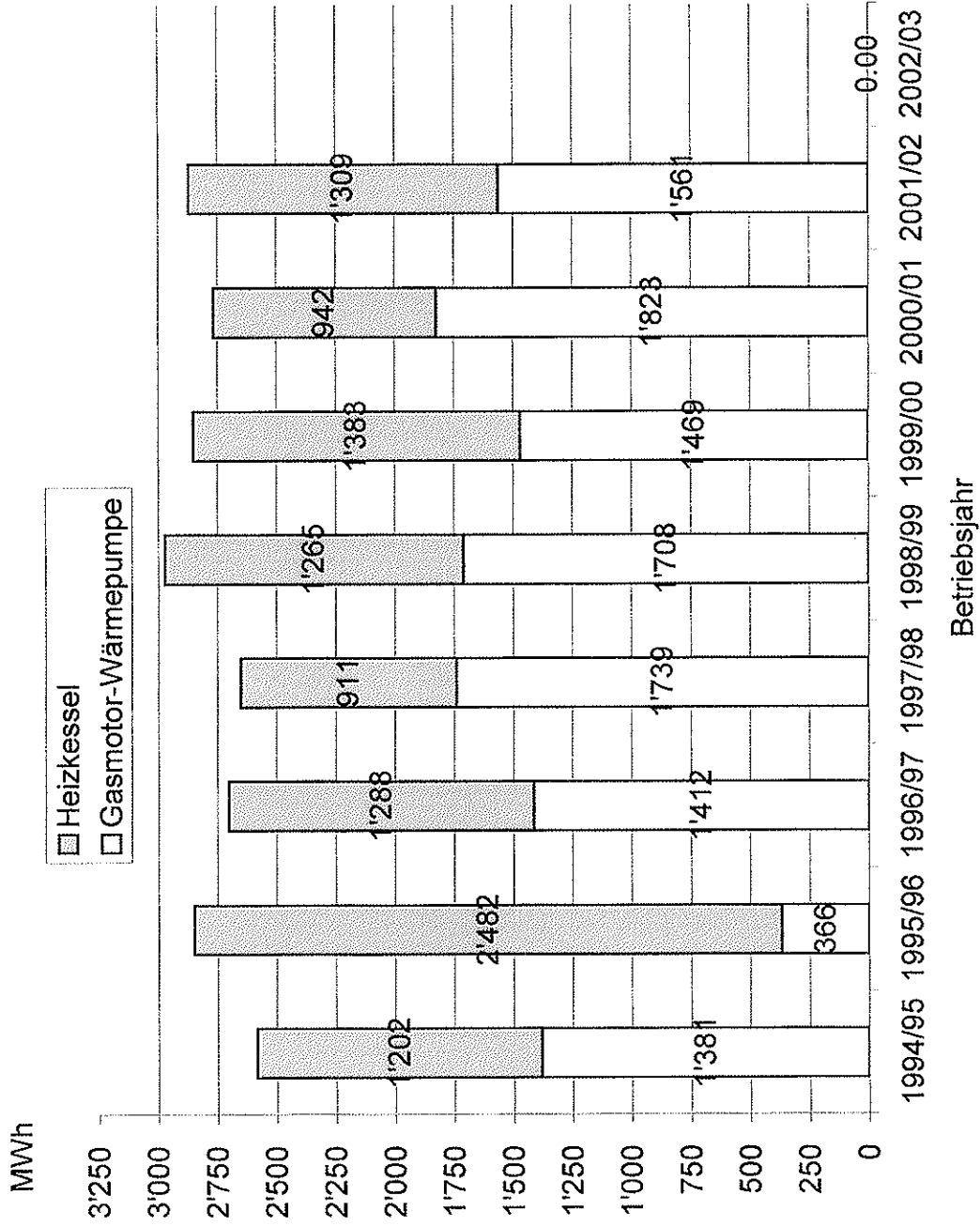
\*z.B. bei Ausfall der Gasmotor-Wärmepumpe

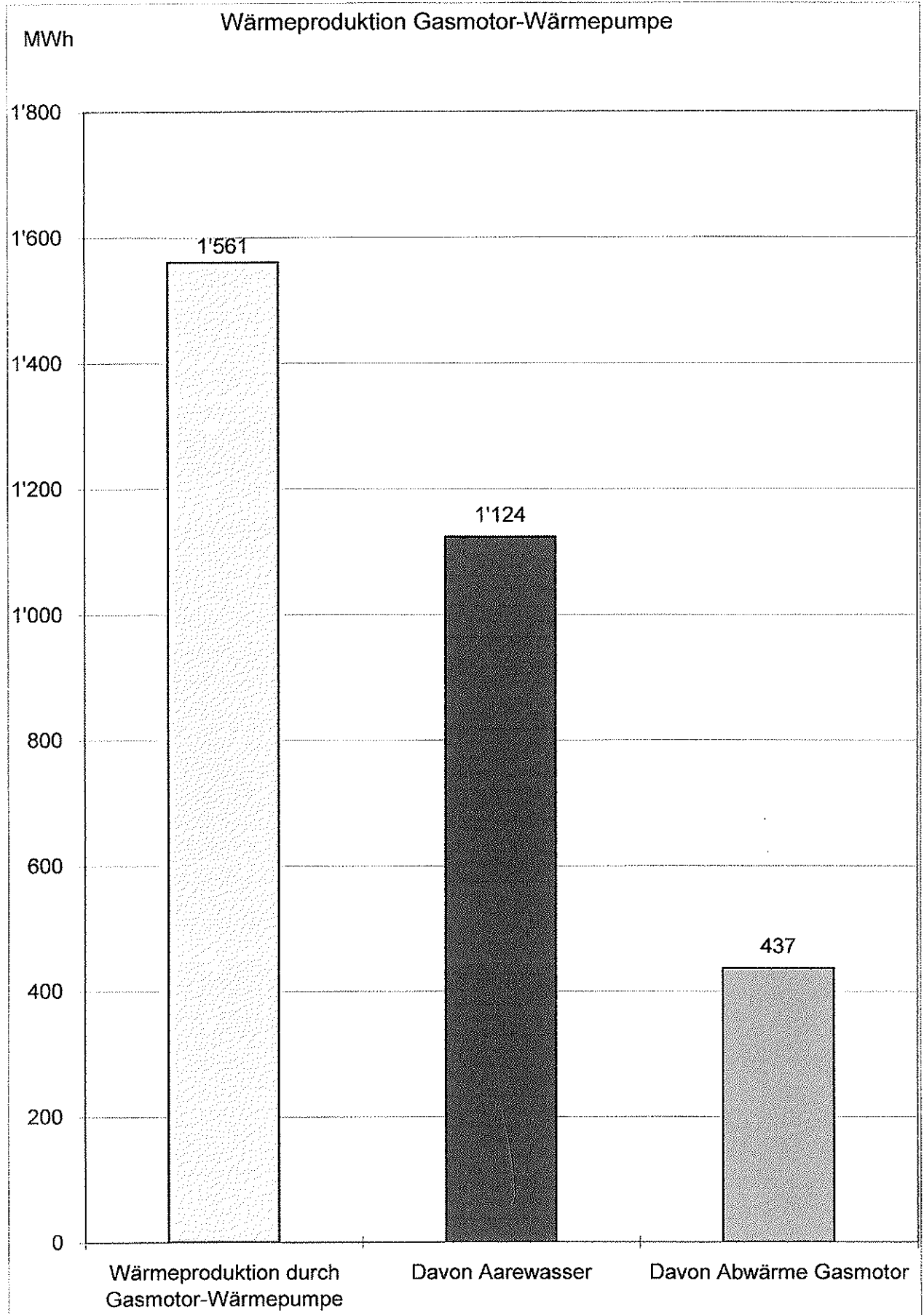
Vergleich der Daten für die Heizperiode 2001/02 zu den Vorjahren.									
Heizperioden	1994/95	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01	2001/02	
<b>Input</b>									
Erdgas Hauptzähler	204'920	287'763	206'558	194'101	230'786	222'096	209'547	235'840	Nm3
Entspricht	210'425	295'493	212'107	199'315	236'986	228'062	215'176	242'175	m3
Erdgas Hauptzähler	1'986	2'789	2'002	1'882	2'237	2'153	2'031	2'286	MWh
Heizöl EL	97	47	196	38	52	135	21	18	MWh
Strom (95...97 für KEA emp ermittelt)	95	86	95	98	98	97	99	97	MWh
<b>Total</b>	<b>2'178</b>	<b>2'922</b>	<b>2'294</b>	<b>2'018</b>	<b>2'367</b>	<b>2'384</b>	<b>2'152</b>	<b>2'402</b>	<b>MWh</b>
<b>Gasmotor-Wärmepumpe</b>									
Betriebsstunden GWP	3'323	841	3'582	4'218	4'216	3'816	4'366	4'028	h
Startimpulse	462	408	509	512	386	173	353	285	
Strombezug	14'847	5'799	15'223	18'442	17'800	16'521	19'255	17'433	kWh
Gasbezug	83'894	21'678	86'648	103'772	104'379	91'341	114'542	101'190	m3
Input Strom + Gas	807	210	833	998	1'003	879	1'101	973	MWh
<b>Output</b>	<b>1'381</b>	<b>366</b>	<b>1'412</b>	<b>1'739</b>	<b>1'708</b>	<b>1'469</b>	<b>1'823</b>	<b>1'561</b>	<b>MWh</b>
<b>Jahresarbeitszahl (JAZ)</b>	<b>1.71</b>	<b>1.74</b>	<b>1.70</b>	<b>1.74</b>	<b>1.70</b>	<b>1.67</b>	<b>1.66</b>	<b>1.60</b>	
Leistung GWP	416	436	394	412	405	385	418	387	kW
<b>Heizkessel</b>									
Betriebsstunden Gas	2'724	5'835	2'060	1'792	2'445	2'728	1'962	2'795	h
Betriebsstunden Öl	195	94	396	76	128	337	38	39	h
Betriebsstunden Gas + Öl	2'919	5'929	2'456	1'868	2'573	3'065	2'000	2'834	h
<b>Wärmeabgabe</b>									
Wärmebezug 1. bis 5. Etappe	2'518	2'757	2'516	2'643	2'909	2'578	2'703	2'672	MWh
<b>Anteile an der Wärmeproduktion</b>									
<b>Gasbezug</b>									
Gasmotor-Wärmepumpe	83'894	21'678	86'648	103'772	104'379	91'341	114'542	101'190	m3
Heizkessel Erdgas	121'026	266'085	119'910	95'543	132'607	136'721	100'634	140'985	m3
Heizkessel Heizöl EL	9'750	4'700	19'800	3'800	5'228	13'627	2'132	1'835	Liter
<b>Wärmeproduktion</b>									
Gasmotor-Wärmepumpe	1'381	366	1'412	1'739	1'708	1'469	1'823	1'561	MWh
Heizkessel Erdgas	1'108	2'436	1'098	875	1'214	1'252	921	1'291	MWh
Heizkessel Heizöl EL	94	45	190	37	50	131	20	18	MWh
<b>Total</b>	<b>2'583</b>	<b>2'848</b>	<b>2'701</b>	<b>2'651</b>	<b>2'973</b>	<b>2'851</b>	<b>2'765</b>	<b>2'869</b>	<b>MWh</b>
Leistung Heizkessel	412	419	525	488	491	451	471	462	kW
<b>Gesamtanlage unter Berücksichtigung der Abgasverluste</b>									
Jahresnutzungsgrad Gesamtanlage (Ohne Verluste)	1.19	0.97	1.18	1.31	1.25	1.20	1.29	1.19	
<b>Wärmeabgabe pro m2 Energiebezugsfläche, klimabereinigt</b>									
, effektiv	285	254	235	262	270	250	286	271	MJ/m2
	285	312	285	299	330	292	306	303	MJ/m2
Heizgradtage während Heizperiode	2'763	3'396	3'354	3'152	3'373	3'222	2'957	3'088	HGT
<b>Prozentuale Vergleiche</b>									
	1994/95	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01	2001/02	
<b>Anteile an der Wärmeproduktion</b>									
Gas-Motor-Wärmepumpe	53%	13%	52%	66%	57%	52%	66%	54%	
Heizkessel	47%	87%	48%	34%	43%	48%	34%	46%	

<b>Schadstoffbilanz</b>																					
Schadstoff-Emissionen der letzten 8 Jahre																					
Energieverbrauch	Verbrauch			CO2			CO			SO2			NOx			VOC			Feststoffe		
	G/J, a	GJ, a	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]
Betriebsjahr	1994/95	Total	7'653	415'446	345	69	209	108	28												
Betriebsjahr	1995/96	Total	10'256	556'467	493	55	312	112	26												
Betriebsjahr	1996/97	Total	8'069	444'710	355	93	230	113	29												
Betriebsjahr	1997/98	Total	7'263	389'741	328	57	181	111	29												
Betriebsjahr	1998/99	Total	8'592	463'823	393	61	222	124	29												
Betriebsjahr	1999/00	Total	8'584	468'923	386	80	237	120	29												
Betriebsjahr	2000/01	Total	7'746	415'103	352	54	188	119	30												
Betriebsjahr	2001/02	Total	8'646	464'660	400	53	221	124	29												
Detaillierte Übersicht der letzten 4 Jahre											Datenquelle/Grundlagen: BUWAL										
Vergleich mit reinem Heizkesselbetrieb (Fiktiv)																					
Energieverbrauch, Schadstoffbilanz	Jahr	Verbrauch	CO2	CO	SO2	NOx	VOC	Feststoffe													
	2001/02	GJ	[T/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]													
Effektiver Betrieb GWP + Heizkessel Öl und Gas	Total	8'646	465	400	53	221	124	29													
Fiktiver Betrieb ausschliesslich über Heizkessel*	Total	10'895	588	530	54	340	112	29													
Differenz Energieverbrauch, Schadstoffausstoss	Total	-2'249	-124	-130	-1	-119	12	-0													
2000/01																					
Effektiver Betrieb GWP + Heizkessel Öl und Gas	Total	7'746	415	352	54	188	119	30													
Fiktiver Betrieb ausschliesslich über Heizkessel*	Total	10'501	567	510	55	329	108	30													
Differenz Energieverbrauch, Schadstoffausstoss	Total	-2'755	-152	-157	-1	-141	11	-0													
1999/00																					
Effektiver Betrieb GWP + Heizkessel Öl und Gas	Total	8'584	469	386	80	237	120	29													
Fiktiver Betrieb ausschliesslich über Heizkessel*	Total	10'828	592	514	81	351	111	29													
Differenz Energieverbrauch, Schadstoffausstoss	Total	-2'244	-123	-128	-1	-114	9	-0													
1998/99																					
Effektiver Betrieb GWP + Heizkessel Öl und Gas	Total	8'592	464	393	61	222	124	29													
Fiktiver Betrieb ausschliesslich über Heizkessel*	Total	11'272	611	545	62	355	116	30													
Differenz Energieverbrauch, Schadstoffausstoss	Total	-2'680	-147	-152	-1	-134	9	-0													

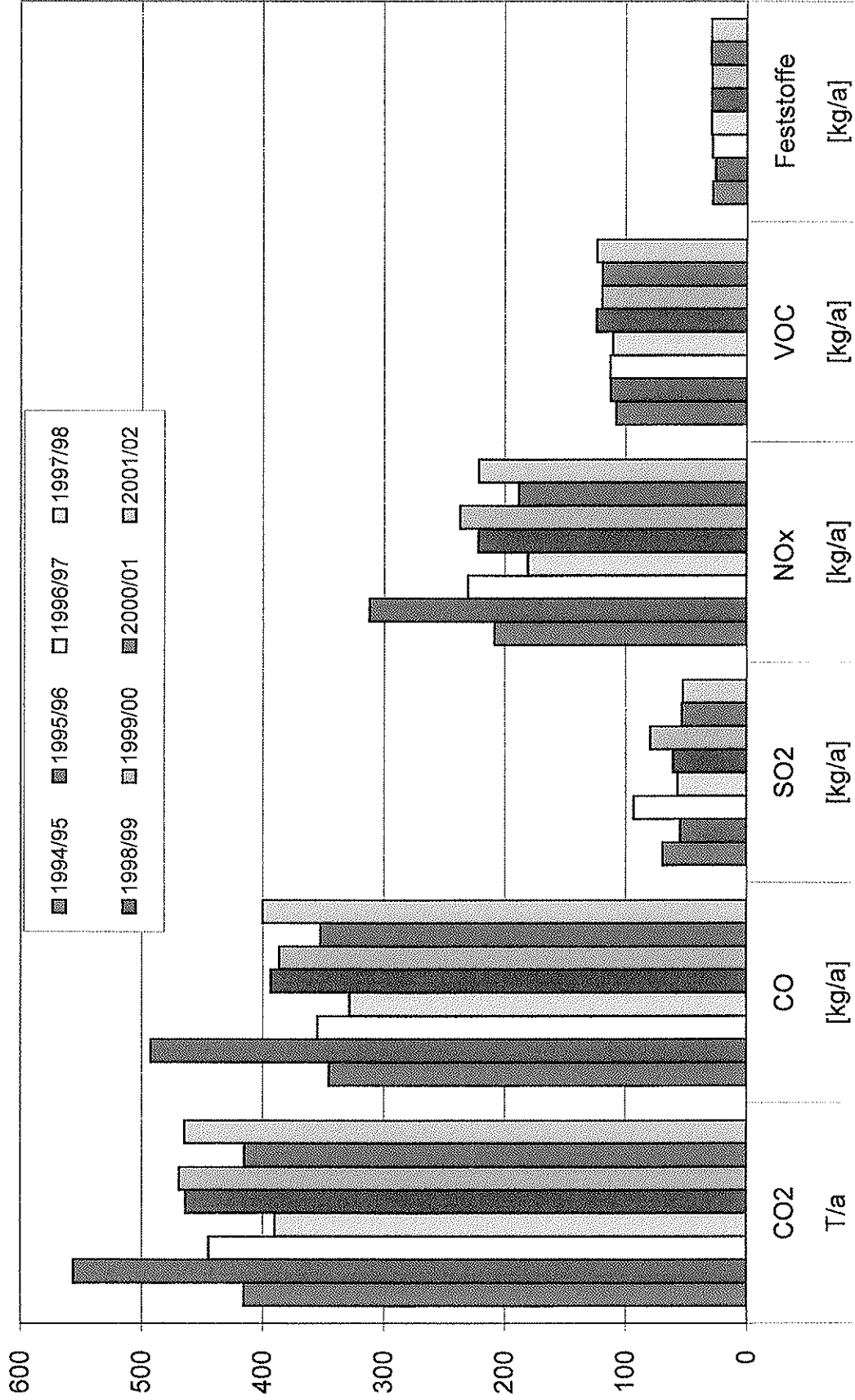
\*z.B. bei Ausfall der Gasmotor-Wärmepumpe

# Anteil an der Wärmeproduktion Gasmotor-Wärmepumpe, Heizkessel

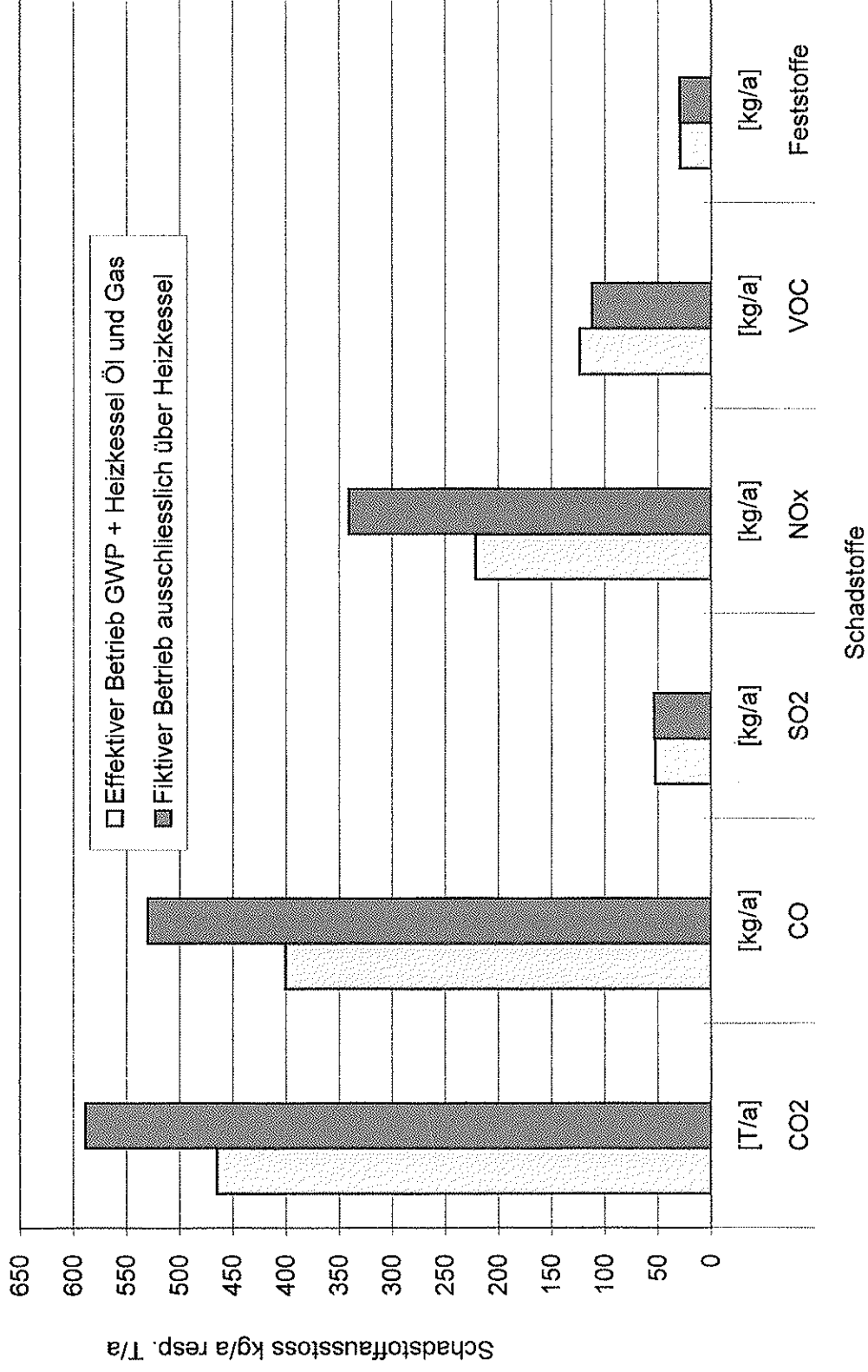


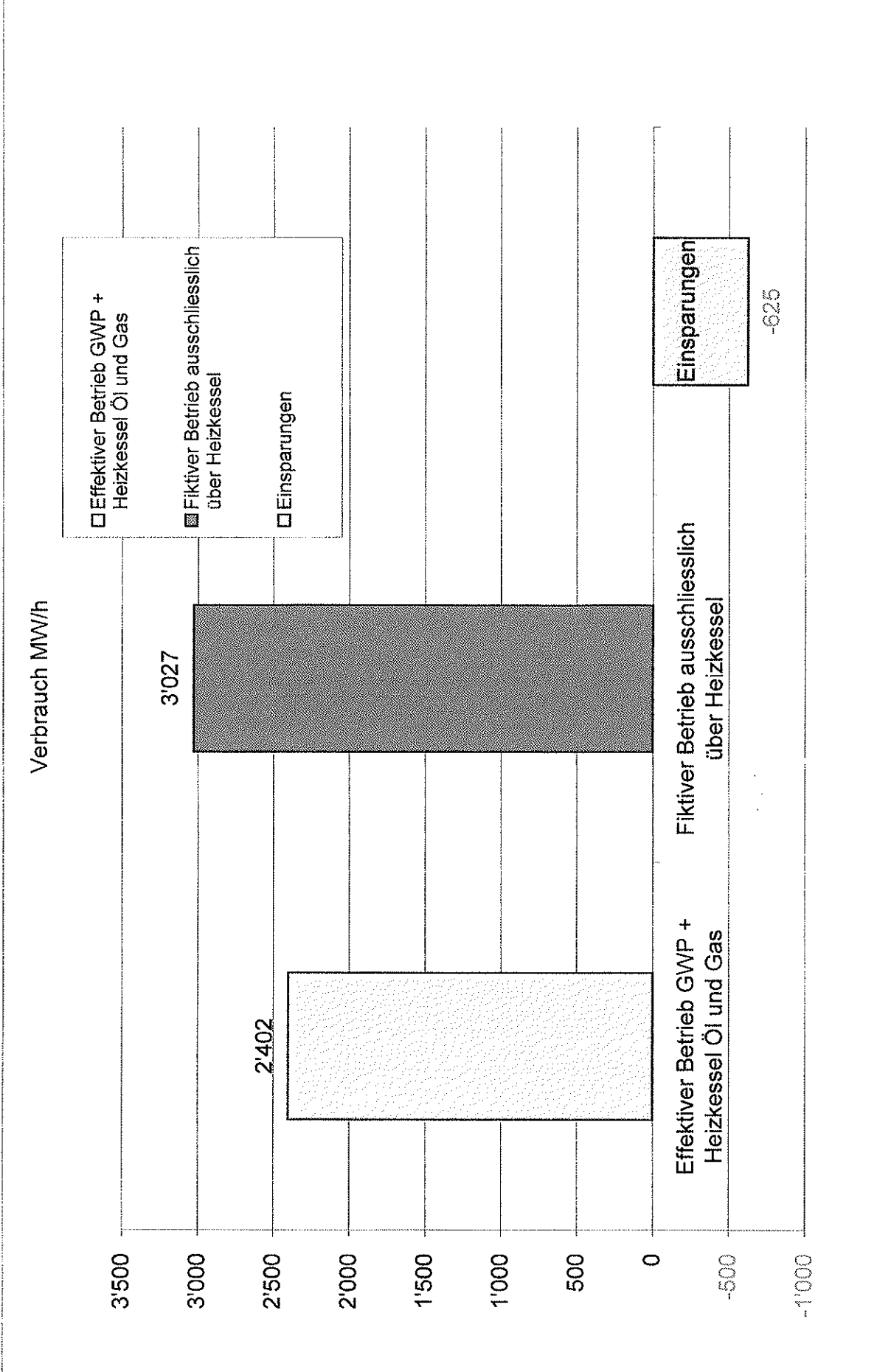


Schadstoffbilanz der letzten 8 Jahre



Vergleich effektiver Betrieb mit GWP+HK, zu fiktivem Betrieb ausschliesslich über konventionellen Heizkessel zB. bei Ausfall der GWP





### Allgemein

Beim Vergleich der Daten für die 8 erfassten Heizperioden fällt auf, dass die Heizperiode 1995/96 über alle erfassten Daten relativ schlechte Werte aufweist. Dies ist auf die damalige Havarie der GWP zurückzuführen. Dadurch kann aber beim Vergleich mit den übrigen Jahren aufgezeigt werden, wie massiv sich der Energiebedarf und der Schadstoffausstoss bei Ausfall der GWP erhöht. Die Heizperioden 1997/98 und 2000/01 dürfen aufgrund der ausgewerteten Daten als die bisher erfolgreichsten bezeichnet werden. Die Heizperiode 2001/2002 ist im Vergleich zu den Vorjahren etwas weniger effizient ausgefallen als erwartet. Dies vor allem, weil gegen Ende der Heizperiode (März/April 02) ein Leck im Abgaswärmetauscher festgestellt wurde, was zum Ausfall der GWP führte. Es handelte sich dabei bereits um das dritte Wasserleck infolge Korrosion, sodass ein Totalersatz des WärmeabgastauschERS vorgenommen werden musste. Der Allgemeinzustand der GWP ist „in die Jahre gekommen“, das heisst diverse alters- und ermüdungsbedingte Kleinreparaturen mussten vorgenommen werden.

### Gasbezug

Der Gasbezug für die GWP war um 13'352 m<sup>3</sup> kleiner als im Vorjahr, was trotz des strengeren Winters auf kleinere, sowie die oben erwähnte Betriebsstörungen der GWP zurückzuführen ist. Gesamthaft war der Bezug an Erdgas um 26'999 m<sup>3</sup> grösser als im Vorjahr, was dem strengen Winter zuzuschreiben ist.

### Gasmotor - Wärmepumpe

Mit 4'028 Betriebsstunden, ist die Laufzeit der GWP die kleiner als erwartet. Das Ziel, eine Betriebstundenzahl von über 4'000 Stunden pro Jahr konnte jedoch erreicht werden. Die Generalrevision des Gasmotors wurde auf Sommer 2003 aufgeschoben, weist er doch bereits über 30'000 Betriebsstunden auf.

Leider wurde der Vollservicevertrag seitens des Lieferanten auf den nächst möglichen Termin (Sommer 2002) gekündigt. Ausschlaggebend für dieses Vorgehen war, dass die Fa. Schindler AG das Risiko einer grösseren Reparatur an ihrem kältetechnischen Teil als zu hoch betrachtete.

### Heizkessel

Während der ganzen Heizperiode war, mit einer Ausnahme, ausschliesslich der Heizkessel 1 (Grosser HK rechts) in Betrieb. Der kleinere Heizkessel respektive der Ölbrenner ist eigentlich vom KIGA beanstandet (Zu hohe NO<sub>2</sub>-Werte) und sollte nicht mehr, oder zumindest weniger als 100 Stunden pro Heizperiode betrieben werden. Dieser Forderung konnte mit 3 Betriebsstunden entsprochen werden. Empirisch erfasst in dieser Energiebilanz ist nach wie vor der Input des elektrischen Stroms für die Brenner, die Steuerung der Heizkessel und den Betrieb der Pumpen usw. Dies, weil die vorhandenen Messeinrichtungen keine differenzierte Erfassung der Daten ermöglicht.

### Wärmeabgabe

Diese Daten haben rein informativen Charakter.

### Anteile an der Wärmeproduktion

Der Anteil an der Wärmeproduktion durch die GWP hat sich gegenüber dem Vorjahr verschlechtert, liegt jedoch im Mittel der erfassten Betriebsjahre.

1994/95	GWP 53%	Heizkessel 47%	/ JAZ GWP 1.71 / Gesamtnutzungsgrad 1.99
1995/96	GWP 13%	Heizkessel 87%	/ JAZ GWP 1.74 / Gesamtnutzungsgrad 0.97
1996/97	GWP 52%	Heizkessel 48%	/ JAZ GWP 1.70 / Gesamtnutzungsgrad 1.18
1997/98	GWP 66%	Heizkessel 34%	/ JAZ GWP 1.74 / Gesamtnutzungsgrad 1.31
1998/99	GWP 57%	Heizkessel 43%	/ JAZ GWP 1.70 / Gesamtnutzungsgrad 1.25
1999/00	GWP 52%	Heizkessel 48%	/ JAZ GWP 1.67 / Gesamtnutzungsgrad 1.20
2000/01	GWP 66%	Heizkessel 34%	/ JAZ GWP 1.66 / Gesamtnutzungsgrad 1.29
2001/02	GWP 54%	Heizkessel 46%	/ JAZ GWP 1.60 / Gesamtnutzungsgrad 1.19

### Ökologische Bilanz

Grundlage für die Berechnung des Schadstoffausstosses sind die effektiv gemessenen Werte des Energiebedarfs, sowie Grundlagen des BUWAL über Emissionen von Wärmeerzeugeranlagen. Auch hier ist zu bemerken, dass durch den Einsatz der Gasmotor-Wärmepumpe erhebliche Einsparungen beim Schadstoffausstoss zu verzeichnen sind. Dies fällt insbesondere auf, wenn zum Vergleich das Betriebsjahr 1995/96 herangezogen wird, in welchem längerer Ausfall der GWP zu verzeichnen war.