

Heizungsanlage Hintere Aumatt 3032 Hinterkappelen

Erfolgskontrolle Gasmotor - Wärmepumpe

Heizperiode 2002 / 2003

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

Dezember 2003

Inhalt

1. Einleitung
2. Grundlagen
3. Jahresvergleich - Erfolgsbilanz
Tabellen und Diagramme
4. Beurteilung
5. Erfahrungen mit der Gasmotor-Wärmepumpe

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

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. Mit dem vorliegenden Bericht ist die Arbeit nach nunmehr 9-jähriger Betriebsdauer abgeschlossen.

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 ²
Umbauter Raum (ohne Einstellhalle)	=	135'060 m ³

Messdaten:

Gas - Hauptzähler / [m³ Erdgas]
 Gas - Zähler der GWP / [m³ 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 9 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 9 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
 Seite 13 - Beurteilung
 Seite 14 - Erfahrungen mit der Gasmotor-Wärmepumpe. (Erfahrungsbericht von HR. Ryf.

Zusammenfassung der wichtigsten Daten für die Heizperiode 2002/2003					Für den schnellen Leser				
<u>Betrieb Gasmotor-Wärme-Pumpe</u>		Während der Heizperiode			vom	22.09.2002	bis	18.05.2003	
Betriebstage	238 d								
Betriebsstunden	4'528 Bh								
Betriebsstunden	19.03 h/d								
Startimpulse	333 Anzahl								
Betr-std pro Startimpuls	13.60 h/Start								
Gasverbrauch	113'449 m3								
Wärmeproduktion	1'754 MWh								
<u>Input</u>					Pro Betriebsstunde				
Gas	1'070'959 kWh	=	1'071 MWh	0.237 MWh/Bh					
Strom GWP	20'798 kWh	=	21 MWh	0.005 MWh/Bh					
Gas + Strom	1'091'757 kWh	=	1'092 MWh	0.241 MWh/Bh					
<u>Vergleich mit Vorjahren</u>	1994/95	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01	2001/02	2002/03
Betriebsstunden GWP	3'323	841	3'582	4'218	4'216	3'816	4'366	4'028	4'528
Input: Gas + Strom MWh	807	210	833	998	1'003	879	1'101	973	1'092
Output: Wärmeproduktion MWh	1'381	366	1'412	1'739	1'708	1'469	1'823	1'561	1'754
Jahresarbeitszahl	1.71	1.74	1.70	1.74	1.70	1.67	1.66	1.60	1.61
Betriebsstd. Öl/gasbeheizte Heizkessel zur Deckung des Spitzenbedarfs o. Ausfall GWP	1994/95	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01	2001/02	2002/03
	2'919	5'929	2'456	1'868	2'573	3'065	2'000	2'834	2'453
Jahresnutzungsgrad Gesamtanl. o. Verluste	1.19	0.97	1.18	1.31	1.25	1.20	1.29	1.08	1.25
Wärmeabgabe pro m2 Energiebezugsfläche klimabereinigt MJ/m2	1994/95	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01	2001/02	2002/03
	285	254	235	262	270	250	286	271	278
<u>Vergleich mit reinem Heizkesselbetrieb (Fiktiv)</u>									
Energieverbrauch	2002/03	Energie GJ,a	Energie kWh	Energiekosten Fr/a					
Effektiver Betrieb GWP+Heizkessel / Öl+Gas		8'029	2'230'397	110'282					
Fiktiver Betrieb ausschl. über Heizkessel*		10'558	2'933'115	143'438	*zB. bei Ausfall der Gasmotor-Wärmepumpe				
Einsparungen		GJ,a	kWh	Fr/a					
Differenz Energieverbrauch, Kosten		-2'530	-702'718	-33'156	Einsparungen				

Auswertung der Daten für die Heizperiode 2002/03Gasmotor-Wärme-Pumpe

Messdaten	Messdauer	Durchschnitt
2001/02	vom bis	pro Tag
Jahresablesungen	25.05.2002 24.05.2003	
Heizperiode	22.09.2002 18.05.2003	
GWP	238 d	
Betriebsstunden	4'528 Bh	19.03 h/d
Startimpulse	333 Anzahl	1.40 Anzahl Imp/d
Betr-std pro Startimpuls	13.60 h/Start	
Stromverbrauch GWP	20'798 kWh	87 kWh/d
Gasverbrauch	113'449 m3	477 m3/d
Wärmeproduktion	1'753'822 kWh	7'369 kWh/d

Auswertung: Gasmotor-Wärmepumpe

Input	Gas	Total	1'070'959 kWh	=	1'071 MWh
Input	Strom GWP	Total	20'798 kWh	=	21 MWh
Input	Gas + Strom	Total	1'091'757 kWh	=	1'092 MWh
Output	Wärmeleistung	Total	1'753'822 kWh	=	1'754 MWh

Jahresarbeitszahl Gasmotor-Wärmepumpe**1.61**Heizkessel

Kessel 1	Laufzeit pro Jahr	Laufzeit pro Tag (Schnitt)
Gas Stufe 1	876 h	3.68 h
Gas Stufe 2	507 h	2.13 h
ÖL Stufe 1	143 h	0.60 h
ÖL Stufe 2	133 h	0.56 h
Kessel 2		
Gas Stufe 1	397 h	1.67 h
Gas Stufe 2	384 h	1.61 h
ÖL Stufe 1	7 h	0.03 h
ÖL Stufe 2	6 h	0.03 h

Auswertung: Heizkessel: Gas + Heizölbezug + Gasbezug GWP (Input Gesamtanlage)

Hauptzähler	213'251 m3	=	2'013 MWh Hu B	Anteil
Gaszähler GWP	113'449 m3	=	1'071 MWh Hu B	48.02%
Heizkessel EG	99'802 m3	=	942 MWh Hu B	42.24%
Heizkessel Heizöl	11'739 Liter	=	116 MWh Hu B	5.22%
GWP Strom	20'798 kWh	=	21 MWh	0.93%
Heizung Strom*	80'000 kWh	=	80 MWh	3.59%
Total Input			2'230 MWh Hu B	100.00%

Wärmeabgabe laut Wärmezähler

1. Etappe	814 MWh	28.46%
2. Etappe	665 MWh	23.26%
3.-5. Etappe	1'380 MWh	48.27%
Total	2'859 MWh	100.00%

Jahresnutzungsgrad Gesamtanlage**1.28 (Inkl. Abgasverluste)**

*Stromverbrauch empirisch ermittelt

Wärmebilanz der Heizperiode 2002/03					
<u>Gesamtanlage</u>					
Input					
Erdgas	2'013	MWh	90.26%		
Heizöl	116	MWh	5.22%		
Strom GWP	21	MWh	0.93%		
Strom Heizung	80	MWh	3.59%		
Energiebezug Total	2'230	MWh	100.00%		
<u>Gesamtanlage</u>					
Wärmebezug Heizsaison 2001/02					
1. Etappe	814	MWh	31.59%		
2. Etappe	665	MWh	22.85%		
3.-5. Etappe	1'380	MWh	45.56%		
Wärmebezug Total	2'859	MWh	100.00%		
<u>Gesamtanlage</u>					
Wärmeproduktion Heizkessel	1'027	MWh	36.92%		
Wärmeproduktion Gasmotor-Wärmepumpe	1'754	MWh	63.08%		
Wärmeproduktion Total	2'781	MWh	100.00%		
<u>Gasmotor-Wärmepumpe</u>					
Wärmeproduktion durch Gasmotor-Wärmepumpe	1'754	MWh	100.00%		
Davon Aarewasser	1'263	MWh	72.00%	*	* Fixer Teiler
Davon Abwärme Gasmotor	491	MWh	28.00%	*	
<u>Vergleich mit reinem Heizkesselbetrieb (Fiktiv)</u>					
	Jahr	Verbrauch	Energiekosten		
Energieverbrauch	2002/03	GJ	MWh	Fr/a	
Effektiver Betrieb GWP + Heizkessel Öl und Gas	Total	8'029 =	2'230	110'282	
Fiktiver Betrieb ausschliesslich über Heizkessel*	Total	10'558 =	2'933	143'438	
Differenz Energieverbrauch, Kosten	Total	-2'530 =	-703	-33'156	Einsparungen durch GWP
	Entspricht ca.	-68'783	kg Heizöl	Einsparungen durch GWP	
	oder ca.	-72'207	m³ Erdgas	Einsparungen durch GWP	
*zB. bei Ausfall der Gasmotor-Wärmepumpe					

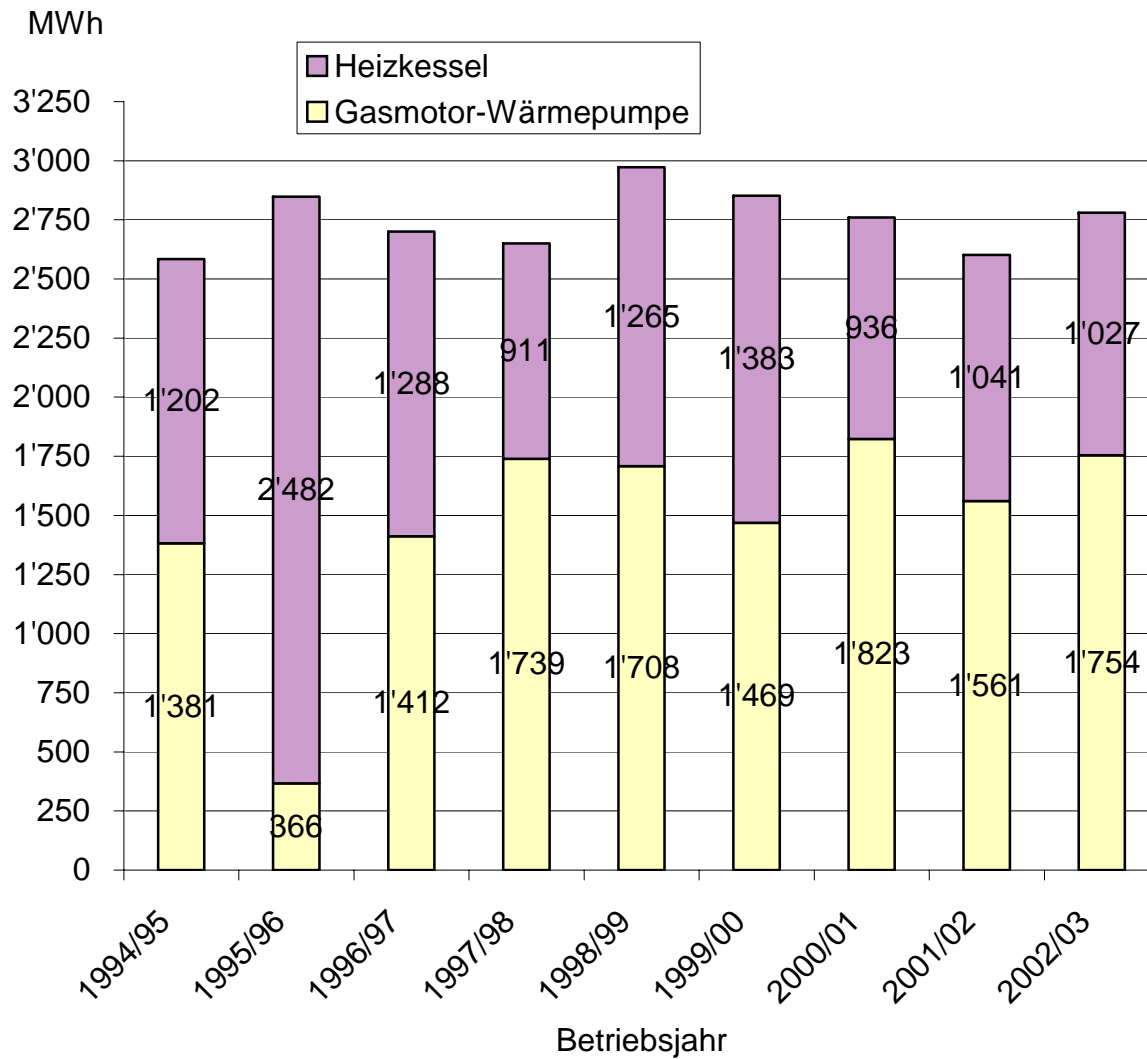
Vergleich der Daten für die Heizperiode 2001/02 zu den Vorjahren.										
Heizperioden	1994/95	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01	2001/02	2002/03	
Input										
Erdgas Hauptzähler	204'920	287'763	206'558	194'101	230'786	222'096	209'547	235'840	207'672	Nm3
Entspricht	210'425	295'493	212'107	199'315	236'986	228'062	215'176	242'175	213'251	m3
Erdgas Hauptzähler	1'986	2'789	2'002	1'882	2'237	2'153	2'031	2'286	2'013	MWh
Heizöl EL	97	47	196	38	52	135	15	16	116	MWh
Strom f. Heizk.emp. ermittelt	95	86	95	98	98	97	99	97	101	MWh
Total	2'178	2'922	2'294	2'018	2'387	2'384	2'146	2'399	2'230	MWh
Gasmotor-Wärmepumpe										
Betriebsstunden GWP	3'323	841	3'582	4'218	4'216	3'816	4'366	4'028	4'528	h
Startimpulse	462	408	509	512	386	173	353	285	333	
Strombezug	14'847	5'799	15'223	18'442	17'800	16'521	19'255	17'433	20'798	kWh
Gasbezug	83'894	21'678	86'648	103'772	104'379	91'341	114'542	101'190	113'449	m3
Input Strom + Gas	807	210	833	998	1'003	879	1'101	973	1'092	MWh
Output	1'381	366	1'412	1'739	1'708	1'469	1'823	1'561	1'754	MWh
Jahresarbeitszahl	1.71	1.74	1.70	1.74	1.70	1.67	1.66	1.60	1.61	
Leistung GWP	416	436	394	412	405	385	418	387	387	kW
Heizkessel										
Betriebsstunden Gas	2'724	5'835	2'060	1'792	2'445	2'728	1'962	2'795	2'164	h
Betriebsstunden Öl	195	94	396	76	128	337	38	39	289	h
Betriebsstunden Gas + Öl	2'919	5'929	2'456	1'868	2'573	3'065	2'000	2'834	2'453	h
Wärmeabgabe										
Wärmebezug 1.- 5. Etappe	2'518	2'757	2'516	2'643	2'909	2'578	2'703	2'672	2'859	MWh
Anteile an der Wärmeproduktion										
Gasbezug										
Gasmotor-Wärmepumpe	83'894	21'678	86'648	103'772	104'379	91'341	114'542	101'190	113'449	m3
Heizkessel Erdgas	121'026	266'085	119'910	95'543	132'607	136'721	100'634	140'985	99'802	m3
Heizkessel Heizöl EL	9'750	4'700	19'800	3'800	5'228	13'627	1'558	1'589	11'739	Liter
Wärmeproduktion										
Gasmotor-Wärmepumpe	1'381	366	1'412	1'739	1'708	1'469	1'823	1'561	1'754	MWh
Heizkessel Erdgas	1'108	2'436	1'098	875	1'214	1'252	921	1'026	914	MWh
Heizkessel Heizöl EL	94	45	190	37	50	131	15	15	113	MWh
Total	2'583	2'848	2'701	2'651	2'973	2'851	2'759	2'602	2'781	MWh
Leistung Heizkessel	412	419	525	488	491	451	468	367	419	kW
Gesamtanl. unter Berücksichtigung der Abgasverl. Jahresnutzungsgrad										
Gesamtanl. o. Verluste	1.19	0.97	1.18	1.31	1.25	1.20	1.29	1.08	1.25	
Wärmeabgabe pro m2 Energiebezugsfläche klimabereinigt	285	254	235	262	270	250	286	271	278	MJ/m2
Effektiv	285	312	285	299	330	292	306	303	324	MJ/m2
Heizgradtage während Heizperiode	2'763	3'396	3'354	3'152	3'373	3'222	2'957	3'088	3'219	HGT
Prozentualer Vergleich der Anteile an der Wärmeproduktion										
	1994/95	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01	2001/02	2002/03	
Gas-Motor-Wärmepumpe	53%	13%	52%	66%	57%	52%	66%	60%	63%	
Heizkessel	47%	87%	48%	34%	43%	48%	34%	40%	37%	

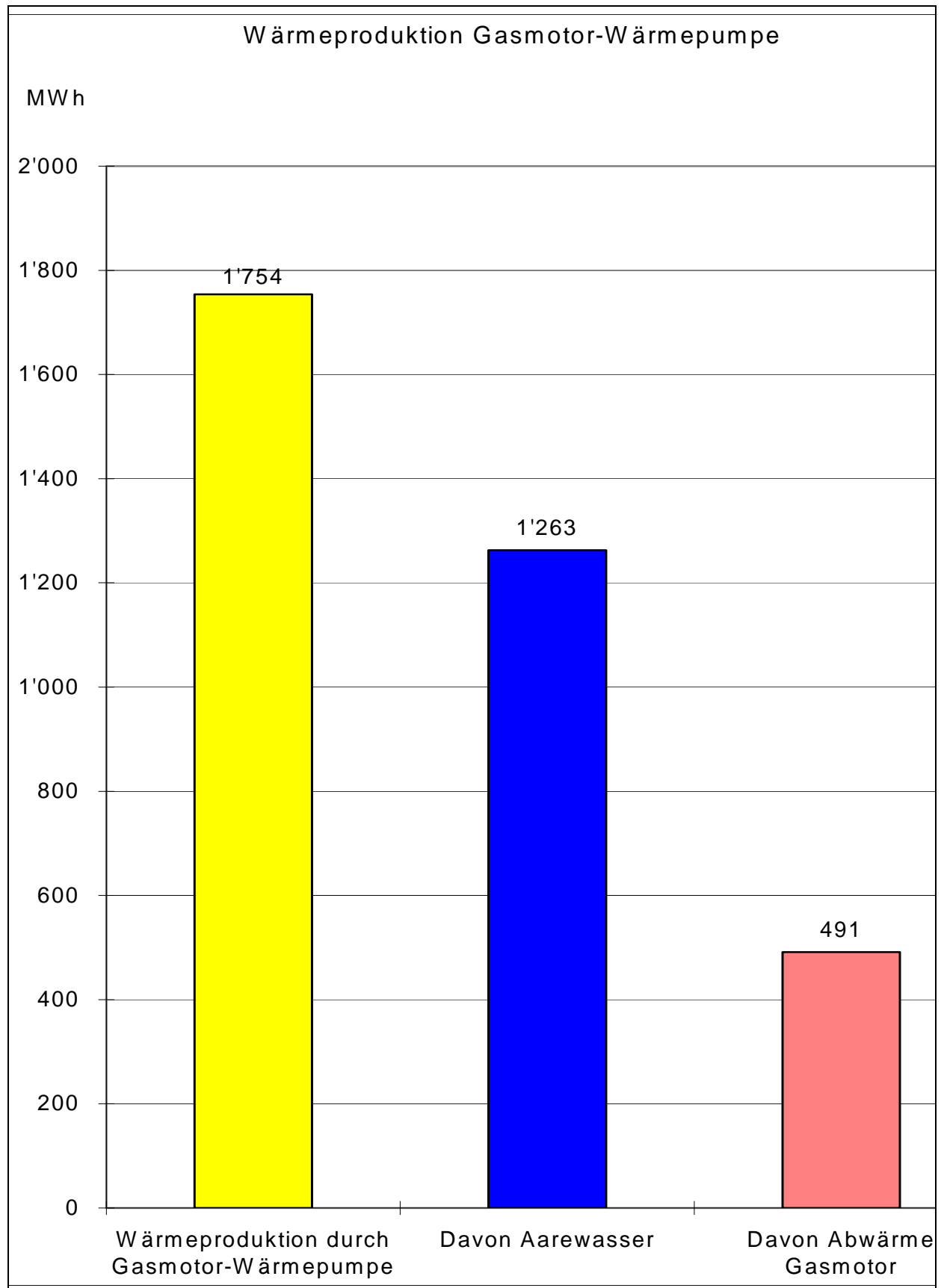
Der tiefe Wert rührt daher, dass die Gasmotor-Wärmepumpe längere Zeit ausser Betrieb war.

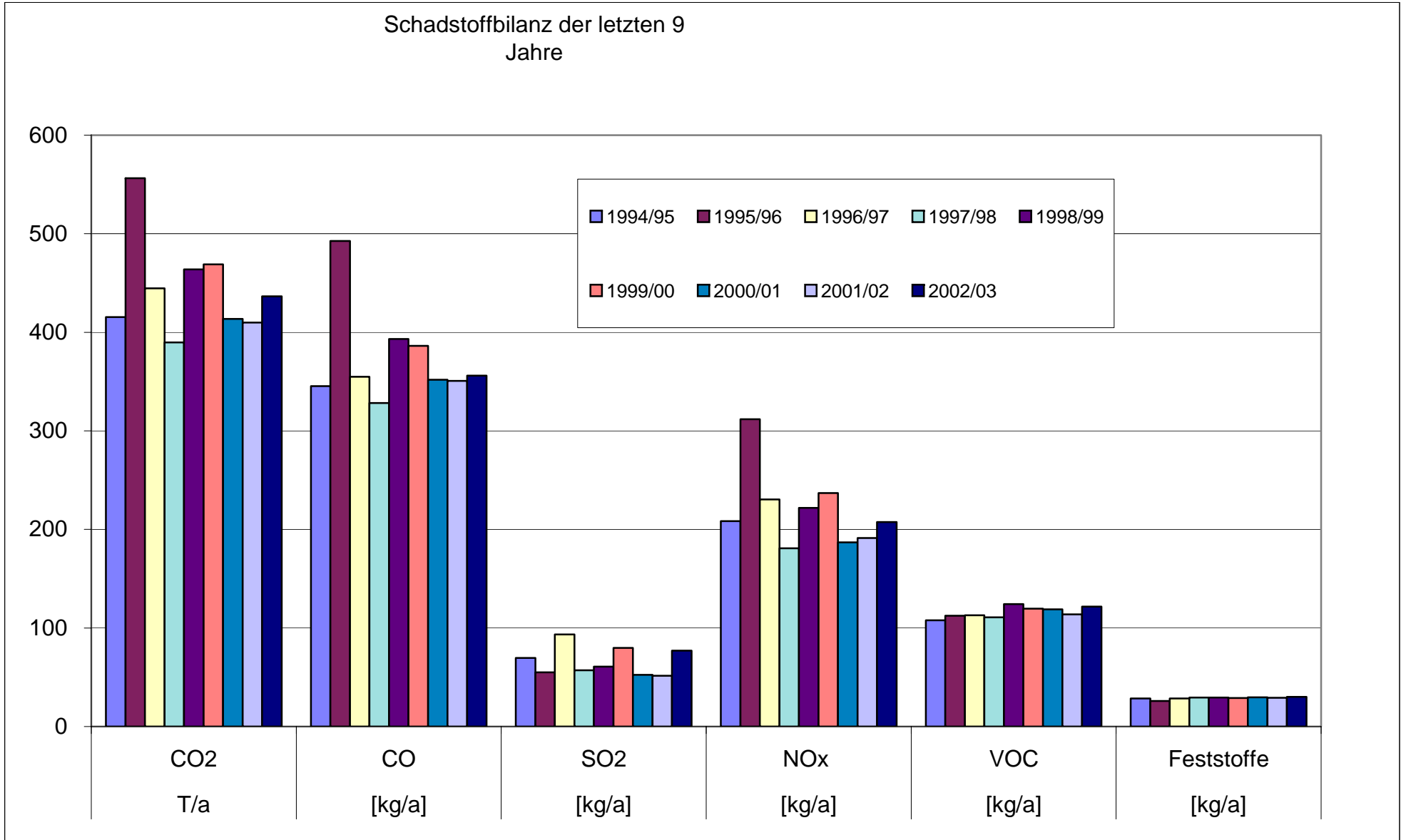
Die tiefe Zahl wurde durch den Heizkessel verursacht. Der Heizkessel war defekt (Leck) wobei Energie durch verdampfen von Wasser verloren ging.

Schadstoffbilanz									
Schadstoff-Emissionen der letzten Jahre			Verbrauch	CO2	CO	SO2	NOx	VOC	Feststoffe
Energieverbrauch der letzten Jahre			G/J, 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	7'725	413'608	352	52	187	119	30
Betriebsjahr	2001/02	Total	7'655	409'955	351	52	191	114	29
Betriebsjahr	2002/03	Total	8'029	436'639	356	77	208	122	30
Detaillierte Übersicht der letzten 5 Jahre									
Vergleich mit reinem Heizkesselbetrieb (Fiktiv)			Jahr	Verbrauch	CO2	CO	SO2	NOx	Feststoffe
Energieverbrauch, Schadstoffbilanz			2002/03	GJ	[T/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]
Effektiver Betrieb GWP + Heizkessel Öl und Gas	Total		8'029	437	356	77	208	122	30
Fiktiver Betrieb ausschliesslich über Heizkessel*	Total		10'558	576	574	78	341	108	30
Differenz Energieverbrauch, Schadstoffausstoss	Total		-2'530	-139	-218	-1	-134	13	-0
2001/02									
Effektiver Betrieb GWP + Heizkessel Öl und Gas	Total		7'655	410	351	52	191	114	29
Fiktiver Betrieb ausschliesslich über Heizkessel*	Total		9'904	534	481	53	310	102	29
Differenz Energieverbrauch, Schadstoffausstoss	Total		-2'249	-124	-130	-1	-119	12	-0
2000/01									
Effektiver Betrieb GWP + Heizkessel Öl und Gas	Total		7'725	414	352	52	187	119	30
Fiktiver Betrieb ausschliesslich über Heizkessel*	Total		10'480	565	509	54	328	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
*zB. bei Ausfall der Gasmotor-Wärmepumpe									

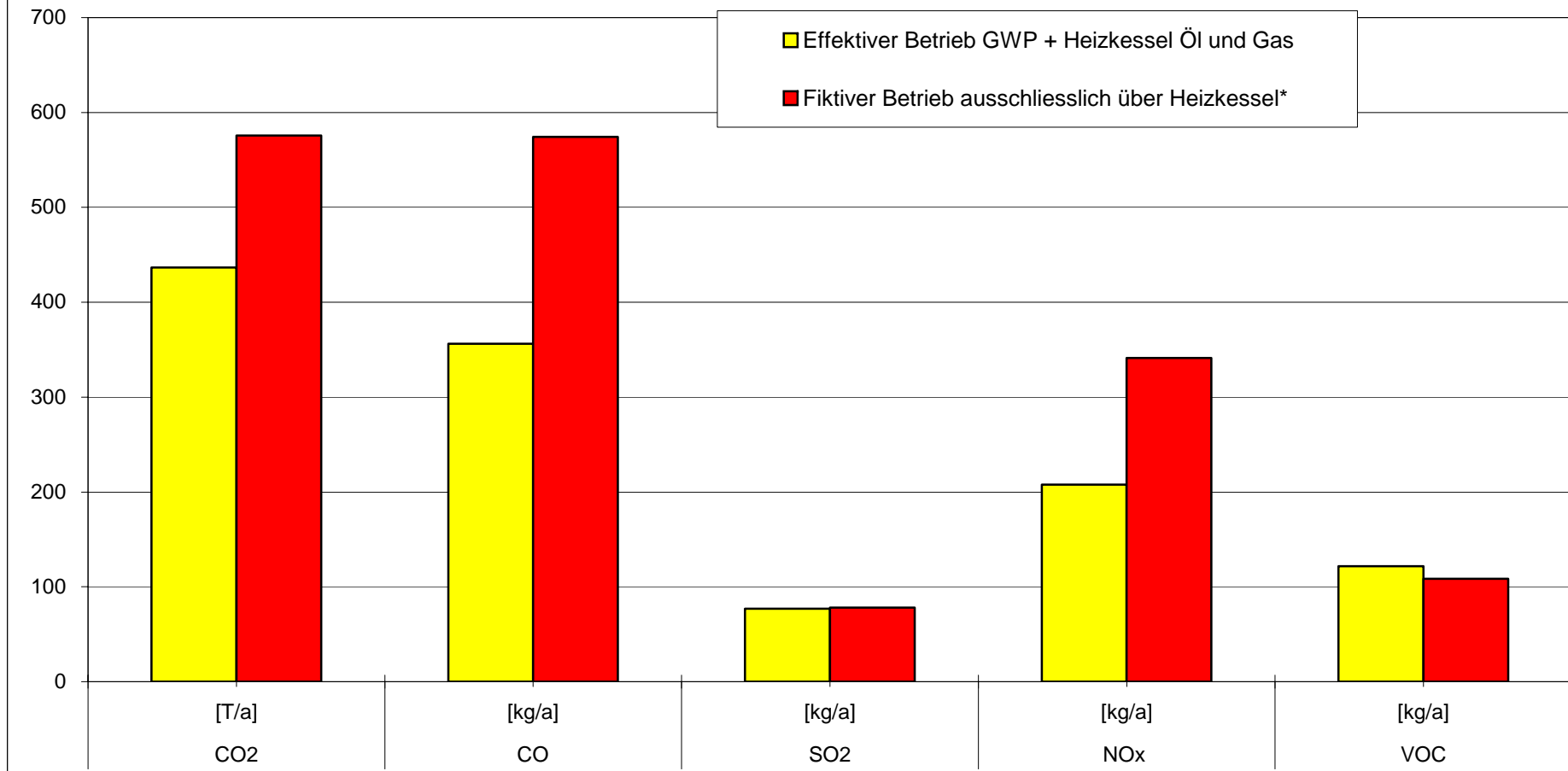
Anteil an der Wärmeproduktion Gasmotor-Wärmepumpe, Heizkessel



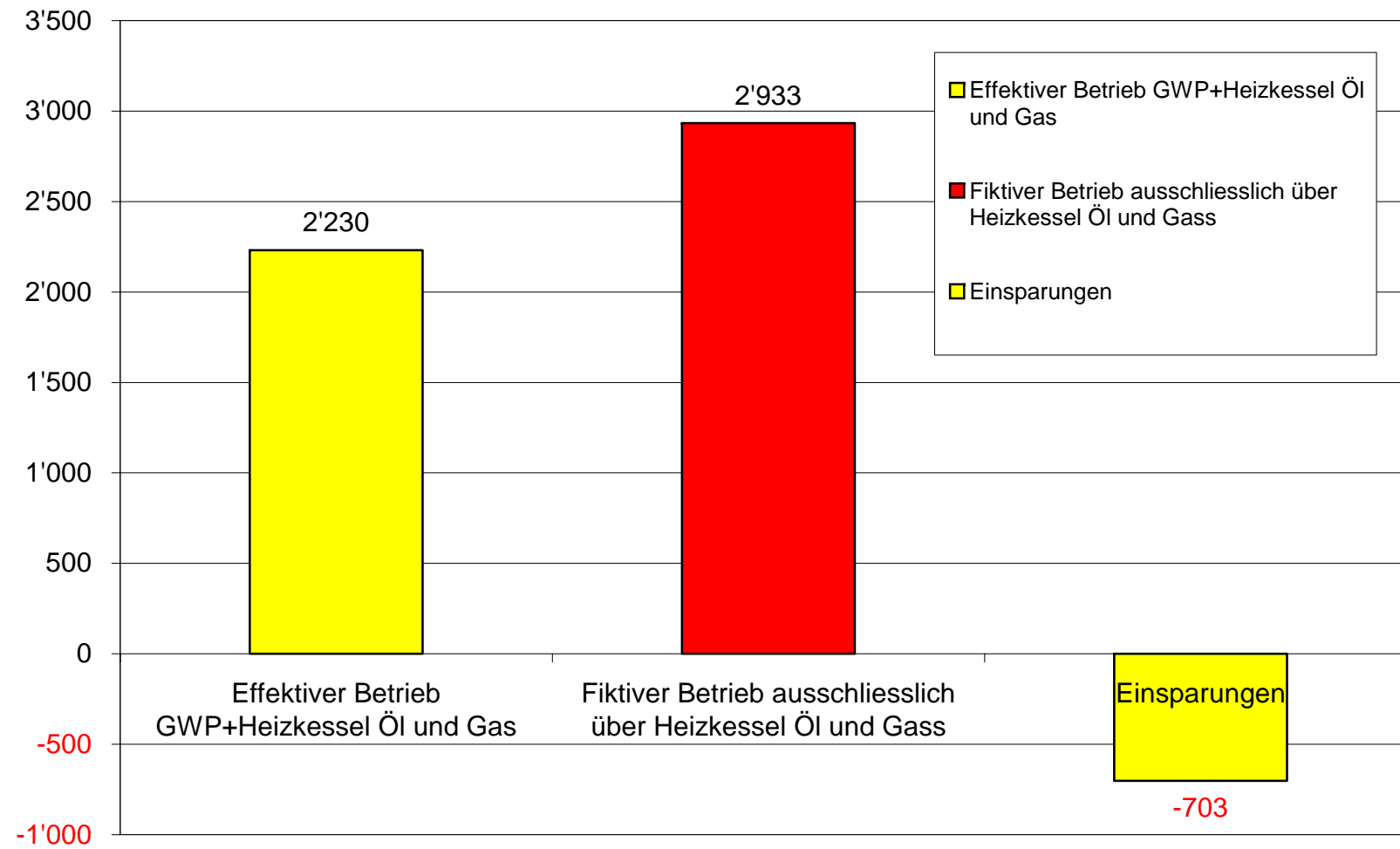




Vergleich effektiver Betrieb mit GWP+HK, zu fiktivem Betrieb ausschliesslich über konventionellen Heizkessel zB bei Ausfall der GWP



Verbrauch MW/h



4. Beurteilung

Allgemein

Beim Vergleich der Daten für die 9 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 2002/2003 ist im Vergleich zu den Vorjahren sehr effizient ausgefallen. Im übrigen möchte ich auf den Bericht „Erfahrungen mit der Gasmotor-Wärmepumpe“ Herrn Hansruedi Ryf verweisen, der die Anlage seit einigen Jahren betreut.

Gasbezug

Der Gasbezug für die GWP war in der Heizperiode 2002-03 mit 113'449m³ der zweitgrösste seit Inbetriebnahme der Anlage. Was allerdings auch auf den strengeren Winter zurückzuführen ist.

Gasmotor - Wärmepumpe

Mit 4'528 Betriebsstunden, ist die Laufzeit der GWP 2002-03 deutlich höher als die erwarteten 4000 Stunden pro Jahr und zwar die höchste seit der Inbetriebnahme. Wobei auch wie oben erwähnt der strenge Winter dazu beigetragen hat. Die Generalrevision des Gasmotors wurde im Sommer 2003 ausgeführt.

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 NO₂-Werte) und sollte nicht mehr, oder zumindest weniger als 100 Stunden pro Heizperiode betrieben werden. Dieser Forderung wurde mit 13 Betriebsstunden entsprochen. Allerdings ist der Ölverbrauch wesentlich höher als in den Vorjahren, dies weil nach einer Brennerrevision nicht sofort von Öl- auf Gasbetrieb umgestellt wurde. 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 ermöglichten.

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 1.19
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 1.06
2002/03 GWP 67%	Heizkessel 37%	/ JAZ GWP 1.61	/ Gesamtnutzungsgrad 1.25

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.

5. Erfahrungen mit der Gasmotor-Wärmepumpe

(Verfasser H.R. Ryf, Arbeitsgruppe Heizung)

Seit rund 8 Jahren steht die Wärmepumpe der Siedlung Hintere Aumatt in Betrieb. Soll heute eine Bilanz gezogen werden, fällt diese sehr gemischt aus. Wie die Erfolgsberichte klar belegen, steht die Anlage energietechnisch gut da. 150 kW Maschinenleistung erbringen dank Wärme aus dem Aarewasser rund 450 kW Heizleistung. Damit ergeben sich auch günstige Schadstoffbilanzen, wenn man sich auf die üblichen Schadstoffe beschränkt, die bei der Verbrennung anfallen. Die Problematik liegt jedoch beim Kältemittel. Die Anlage läuft mit dem Kältemittel R 22 (Freon), das damals noch erlaubt war. Von diesem R 22 sind in den bisherigen Betriebsjahren infolge Rohrbrüchen und Undichtigkeiten mehrere hundert Kilo (die Anlage enthält 300 kg) in die Atmosphäre entwichen. Unbestritten eine massive Umweltbelastung! Ursache dieser Rohrbrüche sind Sachzwänge bei Planung und Bau der Anlage. Infolge unvorhergesehener Schallemissionen im benachbarten Wohnhaus musste die Anlage gegenüber der Gebäudehülle isoliert aufgebaut werden (elastisch gelagerter Betonsockel). Damit waren alle Rohrübergänge zu den gebäudefesten Anlagen unvorhergesehenen Vibrationen ausgesetzt. Die Rohrbrüche waren damit vorprogrammiert und trafen leider auch ein. Wie ein Bericht der Fa. Axima Refrigeration (Nachfolgefirma von Schindler AG) zeigt, hat der Erbauer (Schindler AG) bezüglich Vermeiden von Vibrationsschäden z. T. grosse Fehler gemacht. Das ausströmende Kältemittel hat aber nicht nur die Umwelt belastet, sondern infolge seiner Aggressivität bereits zu zwei Totalausfällen des Abgaswärmetauschers geführt (Kosten jeweils Fr. 20000). Eine ungünstig angeordnete Ansaugluftführung für den Gasmotor bzw. ungünstige Lüftungsverhältnisse führten dazu, dass R22 in die Verbrennung gelangte und die aggressiven Abgase danach den Wärmetauscher beschädigten. Die Vermutung ist stark, dass auch die beiden Kesselschäden der im gleichen Raum untergebrachten konventionellen Brennerheizung (jeweils ebenfalls rund Fr. 20000.-) auf aggressive Gase der Kälteanlage zurückzuführen sind. Und nicht zuletzt ist nun auch die Gaswarnanlage zum Ersatz fällig. Auch hier vermutet der Hersteller der Warnanlage eine Zerstörung der Sensoren infolge R 22 (Kosten ca. Fr. 10000.-). Trotz dieser negativen Erfahrungen weist die Anlage mit 4000 bis 4500 Betriebsstunden pro Jahr eine gute Bilanz auf. Sie erfordert aber eine aktive Betreuung, damit möglichst viele Betriebsstunden resultieren. Ein täglicher Kontrollgang während der Betriebszeiten ist unumgänglich und hilft, eventuelle Undichtigkeiten oder sich anbahnende Rohrbrüche möglichst rasch zu erkennen und durch Absperren des Kreislaufs zu verhindern, dass die ganze Freon-Füllung ausströmt.

Bezüglich Kosten galt für die ersten fünf Betriebsjahre ein Vollwartungsvertrag inklusive Maschinenbruchversicherung, der uns Kosten von knapp Fr. 25'000.-- jährlich verursachte. Da uns die angebotenen Folgeverträge als zu teuer erschienen, arbeiten wir auf Zusehen hin mit "Kosten nach Aufwand". Dieses "System kommt erwartungsgemäss wesentlich günstiger, birgt jedoch auch ein grosses Risiko. Immerhin haben wir die Maschinenbruchversicherung beibehalten.

Nach insgesamt 35000 Betriebsstunden wurde im Sommer 2003 die Gasmotorwärmepumpe revidiert (Fr. 35000.--). Die AG Heizung hofft, die Anlage nun nochmals rund 7 bis 8 Jahre betreiben zu können. Was dann als Ersatz dienen soll, muss noch sehr sorgfältig abgeklärt werden.