

Zwischenbericht, DIS 29145 / 68864, Dezember 2001

Gasmotor-Wärmepumpe auf Flusswasser in Hinterkappelen/BE

Erfolgskontrolle der Heizperiode 2000/2001

Ausgearbeitet durch
Fritz Hämmann
Ingenieurbüro für Haustechnik
Wyhalenstrasse 4
3032 Hinterkappelen

Inhaltsverzeichnis :

1. Einleitung
2. Grundlagen
3. Jahresvergleich – Erfolgsbilanz
4. Beurteilung

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

Messdaten:

Gas - Hauptzähler / [m ³ Erdgas]
Gas - Zähler der GWP / [m ³ 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 7 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 7 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 2000/2001			Für den schnellen Leser		
			vom	30.09.00	bis
Betrieb Gasmotor-Wärme-Pumpe	224 d		Während der Heizperiode		12.05.01
Betriebsstage	4'366 Bh				
Betriebsstunden	19.49 h/d				
Betriebsstunden	353 Anzahl				
Startimpulse	12.37 Anzahl				
Betr-std pro Startimpuls	114'542 m ³				
Gasverbrauch	11823 MWh				
Wärmeproduktion			Pro Betriebsstunde		
Input				MWh/Bh	
Gas	1'081'276 kWh	=	1'081 MWh	0.248	
Strom GWP	19'255 kWh	=	19 MWh	0.004	
Gas + Strom	1'100'531 kWh	=	1'101 MWh	0.252	
Vergleich mit Vorjahren				MWh/Bh	
Betriebsstunden GWP	1994/95 1995/96 1996/97 1997/98 1998/99 1999/00			MWh	
Input: Gas + Strom	3'323 841 3'582 4'218 4'366				
Output: Wärmeproduktion	807 210 833 998 1'003 879				
Jahresarbeitszahl (JAZ)	1'381 366 1'412 1'739 1'708 1'469				
	1.71 1.74 1.70 1.74 1.70 1.67				
Betriebsstunden Öl/gasbeheizte Heizkessel	1994/95 1995/96 1996/97 1997/98 1998/99 1999/00			2000/01	
zur Deckung des Spitzenbedarfs o. Ausfall GWP	2'919 5'929 2'456 1'868 2'573 3'065			2'000	
Jahresnutzungsgrad Gesamtanlage	1.19 0.97 1.18 1.31 1.25 1.20				1.29
Wärmeabgabe pro m ² Energie- bezugsfläche, klimabereinigt	1994/95 1995/96 1996/97 1997/98 1998/99 1999/00			2000/01	
	285 254 235 262 270 250			2001/02	
					MJ/m ²
Vergleich mit reinem Heizkesselbetrieb (Fiktiv)	1999/00 Energie G/J, a	Energie kWh	Energiekosten / Total Kosten		
Energieverbrauch	8'584 Fr/a	2'384'663	118'373		
Effektiver Betrieb GWP + Heizkessel Öl und Gas	10'828 Fr/a	3'007'926	147'779	*z.B. bei Ausfall der Gasmotor-Wärmepumpe	
Fiktiver Betrieb ausschliesslich über Heizkessel*					
Einsparungen	-2'755 Fr/a	-765'311	-36'109	Einsparungen	
Differenz Energieverbrauch, Kosten					

Auswertung der Daten für die Heizperiode 2000/01

Gasmotor-Wärme-Pumpe

Messdaten	Messdauer	Durchschnitt	
	vom	bis	pro 1 Tag
99 / 00	25.05.00	24.05.01	
Jahresablesungen			
Heizperiode	30.09.00	12.05.01	
GWP	224 d		
Betriebsstunden	4'366 Bh	19.49 h/d	
Startimpulse	353 Anzahl	1.58 Anzahl Imp/d	
Betr-std pro Startimpuls	12.37 Anzahl		
Stromverbrauch GWP	19'255 kWh	86 kWh/d	
Gasverbrauch	114'542 m3	511 m3/d	
Wärmeproduktion	1'823'026 kWh	8'139 kWh/d	

Auswertung: Gasmotor-Wärmepumpe

Input	Gas	Total	1'081'276	kWh	=	1'081 MWh
Input	Strom GWP	Total	19'255	kWh	=	19 MWh
Input	Gas + Strom	Total	1'100'531	kWh	=	1'101 MWh
Output	Wärmeleistung	Total	1'823'026	kWh	=	1'823 MWh

Jahresarbeitszahl Gasmotor-Wärmepumpe

Heizkessel

Kessel 1	Laufzeit pro Jahr	Laufzeit pro Tag (Schnitt)
Gas Stufe 1	979 h	4.37 h
Gas Stufe 2	969 h	4.33 h
ÖL Stufe 1	19 h	0.08 h
ÖL Stufe 2	19 h	0.08 h
Kessel 2		
Gas Stufe 1	7 h	0.03 h
Gas Stufe 2	7 h	0.03 h
ÖL Stufe 1	0 h	0.00 h
ÖL Stufe 2	0 h	0.00 h

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

Hauptzähler	215'176 m3	=	2'031 MWh	Hu B	Anteil
Gaszähler GWP	114'542 m3	=	1'081 MWh	Hu B	50.25%
Heizkessel EG	100'634 m3	=	950 MWh	Hu B	44.15%
Heizkessel Heizöl	2'132 Liter	=	21 MWh	Hu B	0.98%
GWP Strom	19'255 kWh	=	19 MWh		0.89%
Heizung Strom*	80'000 kWh	=	80 MWh		3.72%
Total Input			2'152 MWh	Hu B	100.00%

Wärmeabgabe

1. Etappe	800 MWh	29.60%
2. Etappe	616 MWh	22.77%
3.-5. Etappe	1'288 MWh	47.63%
Total	2'703 MWh	100.00%

Jahresnutzungsgrad Gesamtanlage

1.26

*Stromverbrauch empirisch ermittelt

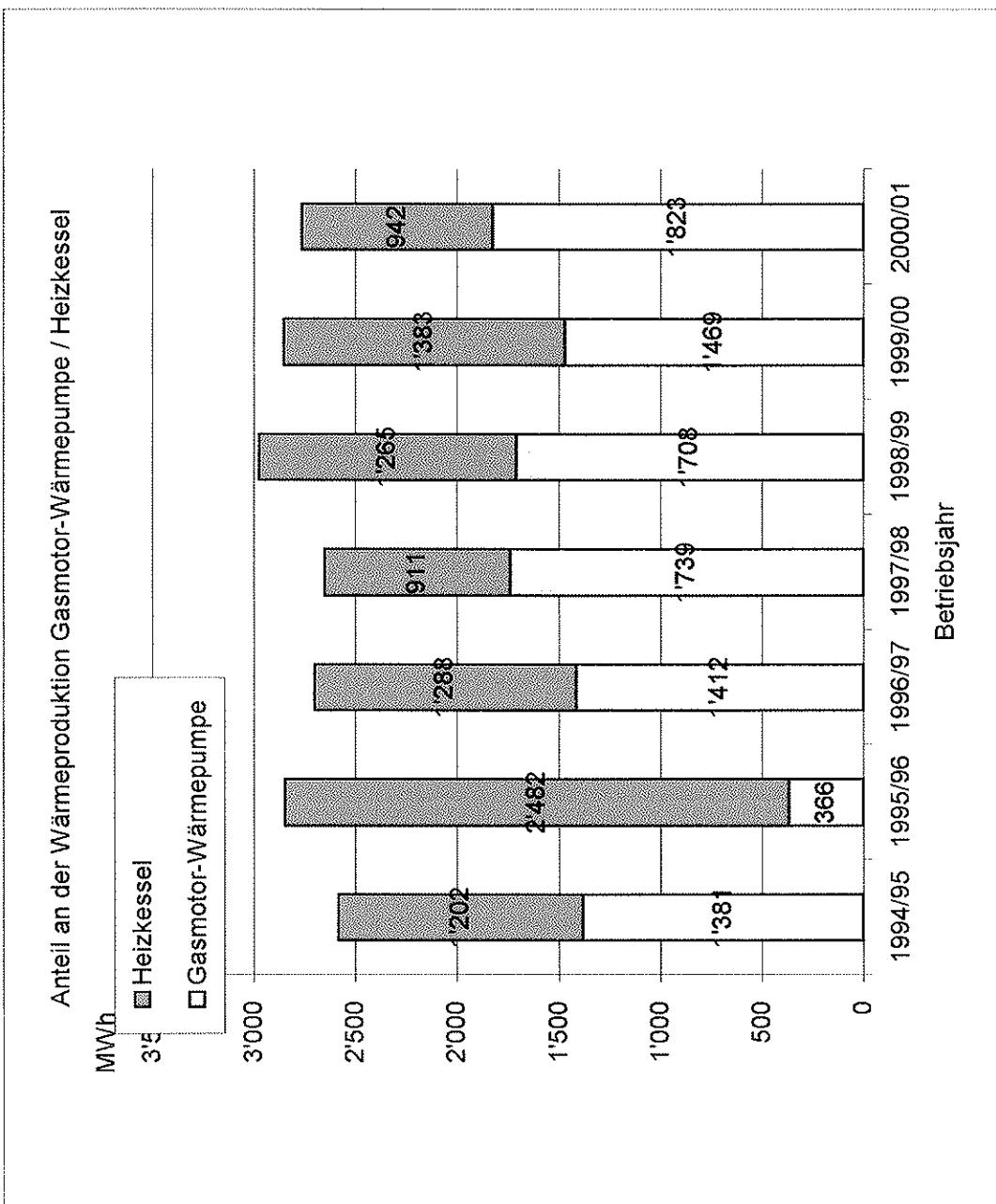
Wärmebilanz der Heizperiode 2000/01

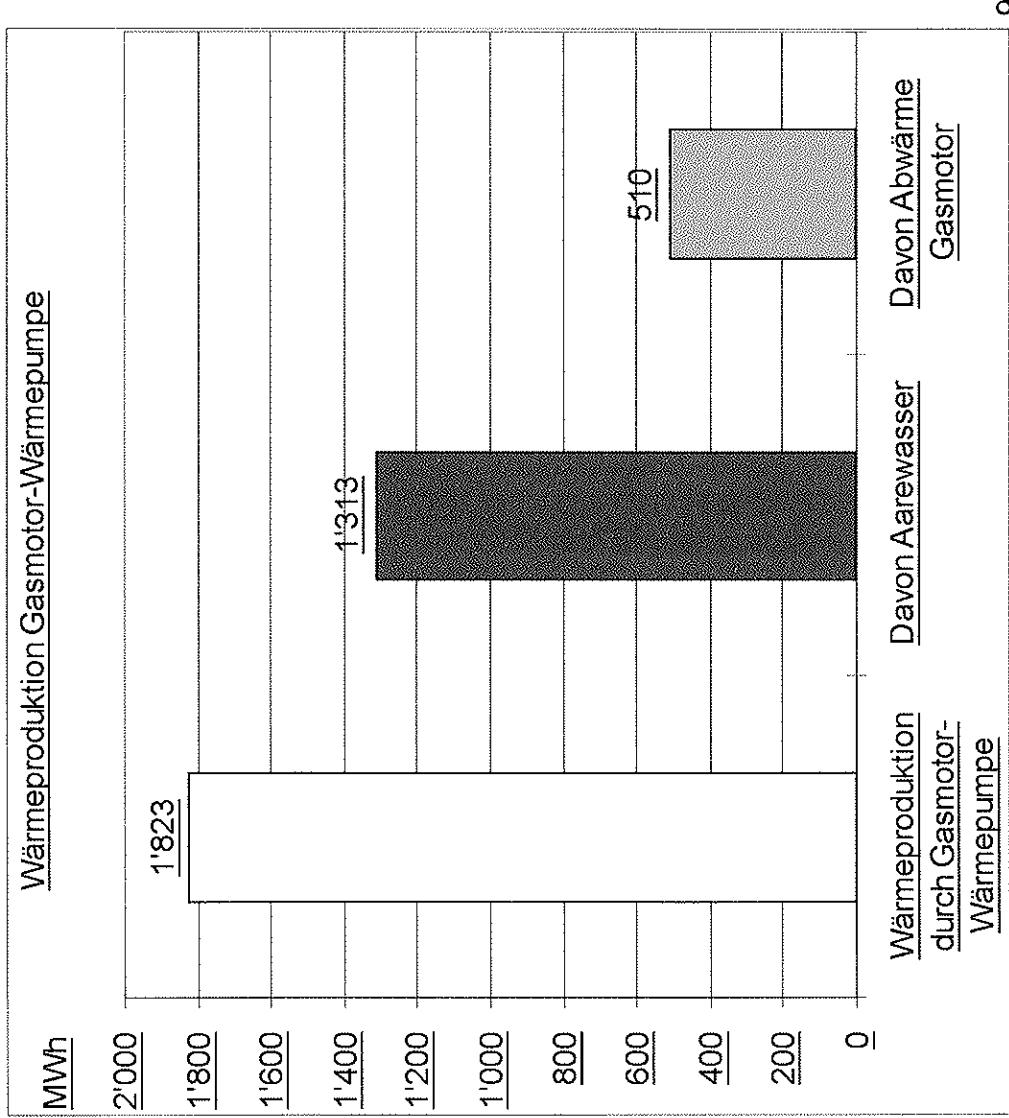
Gesamtanlage		
Input	2'031 MWh	94%
Erdgas	21 MWh	1%
Heizöl	19 MWh	1%
Strom GWP	80 MWh	4%
Strom Heizung		
Energiebezug Total	2'152 MWh	100%
Gesamtanlage		
Wärmebezug Heizsaison 2000/01		
1. Etappe	800 MWh	32%
2. Etappe	616 MWh	23%
3.-5. Etappe	1'288 MWh	46%
Wärmebezug Total	2'578 MWh	100%
Gesamtanlage		
Wärmeproduktion Heizkessel	942 MWh	34%
Wärmeproduktion Gasmotor-Wärmepumpe	1'823 MWh	66%
Wärmeproduktion Total	2'765 MWh	100%
Gesamtanlage		
Wärmeproduktion durch Gasmotor-Wärmepumpe	1'823 MWh	100%
Davon Aarewasser	1'313 MWh	72%
Davon Abwärme Gasmotor	510 MWh	28%
Wärmeproduktion Total		
Gasmotor-Wärmepumpe		
Wärmeverbrauch durch Gasmotor-Wärmepumpe	200/01	Verbrauch
Davon Aarewasser	Total	G/J, a
Davon Abwärme Gasmotor	Total	MWh
Differenz Energieverbrauch, Kosten	Total	Energiekosten / Total Kosten
Entspricht ca.	-74'909	Fr/a Fr/a (laut Verwaltung)
oder ca.	-78'639	
*zB. bei Ausfall der Gasmotor-Wärmepumpe		
Hintere Aumatt, Heizung: Erfolgskontrolle GWP		
kg Heizöl Einsparungen durch GWP		
m ³ Erdgas Einsparungen durch GWP		

Vergleich der Daten für die Heizperiode 2000/01 zu den Vorjahren.									
Heizperioden	1994/95	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01	2001/02	
Input									
Erdgas Hauptzähler	204'920	287'763	206'558	194'101	230'786	222'096	209'547		Nm3
Entspricht	210'425	295'493	212'107	199'315	236'986	228'062	215'176		m3
Erdgas Hauptzähler	1'986	2'789	2'002	1'882	2'237	2'153	2'031		MWh
Heizöl EL	97	47	196	38	52	135	21		MWh
Strom (95...97 für KEA emp ermitte	95	86	95	98	98	97	99		MWh
Total	2'178	2'922	2'294	2'018	2'387	2'384	2'152		MWh
Gasmotor-Wärmepumpe									
Betriebsstunden GWP	3'323	841	3'582	4'218	4'216	3'816	4'366		h
Startimpulse	462	408	509	512	386	173	353		
Strombezug	14'847	5'799	15'223	18'442	17'800	16'521	19'255		kWh
Gasbezug	83'894	21'678	86'648	103'772	104'379	91'341	114'542		m3
Input Strom + Gas	807	210	833	998	1'003	879	1'101		MWh
Output	1'381	366	1'412	1'739	1'708	1'469	1'823		
Jahresarbeitszahl (JAZ)	1.71	1.74	1.70	1.74	1.70	1.67	1.66		
Leistung GWP	416	436	394	412	405	385	418		kW
Heizkessel									
Betriebsstunden Gas	2'724	5'835	2'060	1'792	2'445	2'728	1'962		h
Betriebsstunden Öl	195	94	396	76	128	337	38		h
Betriebsstunden Gas + Öl	2'919	5'929	2'456	1'868	2'573	3'065	2'000		h
Wärmeabgabe									
Wärmebezug 1. bis 5. Etappe	2'518	2'757	2'516	2'643	2'909	2'578	2'703		MWh
Anteile an der Wärmeproduktion									
<u>Gasbezug</u>									
Gasmotor-Wärmepumpe	83'894	21'678	86'648	103'772	104'379	91'341	114'542		m3
Heizkessel Erdgas	121'026	266'085	119'910	95'543	132'607	136'721	100'634		m3
Heizkessel Heizöl EL	9'750	4'700	19'800	3'800	5'228	13'627	2'132		Liter
Wärmeproduktion									
Gasmotor-Wärmepumpe	1'381	366	1'412	1'739	1'708	1'469	1'823		MWh
Heizkessel Erdgas	1'108	2'436	1'098	875	1'214	1'252	921		MWh
Heizkessel Heizöl EL	94	45	190	37	50	131	20		MWh
Total	2'583	2'848	2'701	2'651	2'973	2'851	2'765		MWh
Leistung Heizkessel	380	411	447	468	472	408	461		kW
Gesamtanlage unter Berück- sichtigung der Abgasverluste									
Jahresnutzungsgrad									
Gesamtanlage	1.19	0.97	1.18	1.31	1.25	1.20	1.29		
Wärmeabgabe pro m ² Energie- bezugsfläche, klimabereinigt	285	254	235	262	270	250	286		MJ/m ²
, effektiv	285	312	285	299	330	292	306		MJ/m ²
Heizgradtage während Heizperiode	2'763	3'396	3'354	3'152	3'373	3'222	2'957		HGT
Prozentuale Vergleiche	1994/95	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01	2001/02	
Anteile an der Wärmeproduktion									
Gas-Motor-Wärmepumpe	53%	13%	52%	66%	57%	52%	66%		
Heizkessel	47%	87%	48%	34%	43%	48%	34%		

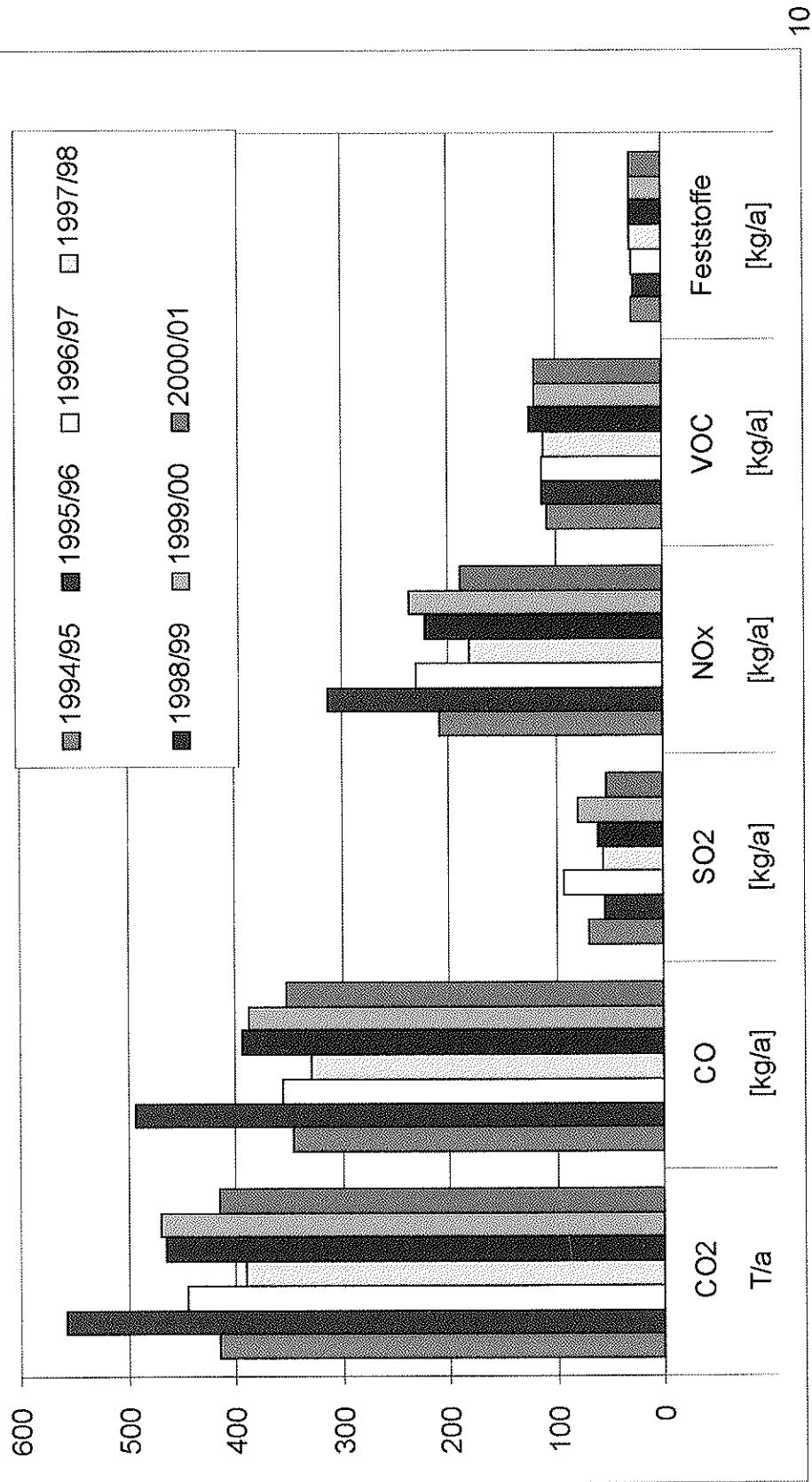
Schadstoffbilanz		Verbrauch		CO2	CO	SO2	NOx	VOC	Feststoffe
		G/J, a	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]
Schadstoff-Emissionen der letzten 7 Jahre									
Energieverbrauch: Erdgas, Öl EL, Elekt.									
Betriebsjahr 1994/95	Total	7'653	415'446	345	69	209	108	28	28
Betriebsjahr 1995/96	Total	10'256	556'467	493	55	312	112	26	26
Betriebsjahr 1996/97	Total	8'069	44'710	355	93	230	113	29	29
Betriebsjahr 1997/98	Total	7'263	389'741	328	57	181	111	29	29
Betriebsjahr 1998/99	Total	8'592	463'823	393	61	222	124	29	29
Betriebsjahr 1999/00	Total	8'584	468'923	386	80	237	120	29	29
Betriebsjahr 2000/01	Total	7'746	415'103	352	54	188	119	30	30
Betriebsjahr 2001/02	Total								
Datenquelle/Grundlagen: BUWAL									
Vergleich mit reinem Heizkesselbetrieb (Fiktiv)		Verbrauch		CO2	CO	SO2	NOx	VOC	Feststoffe
		G/J, a	[T/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]
Energieverbrauch, Schadstoffbilanz	2000/01								
Effektiver Betrieb GWP + Heizkessel Öl und Gas	Total	7'746	415	352	54	188	119	30	30
Fiktiver Betrieb ausschliesslich über Heizkessel*	Total	10'501	567	510	55	329	108	30	30
Differenz Energieverbrauch, Schadstoffaussost	Total	-2'755	-152	-157	-1	-141	11	-0	-0
Vergleich mit reinem Heizkesselbetrieb (Fiktiv)		Verbrauch		CO2	CO	SO2	NOx	VOC	Feststoffe
		G/J, a	[T/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]
Energieverbrauch, Schadstoffbilanz	1999/00								
Effektiver Betrieb GWP + Heizkessel Öl und Gas	Total	8'584	469	386	80	237	120	29	29
Fiktiver Betrieb ausschliesslich über Heizkessel*	Total	10'828	592	514	81	351	111	29	29
Differenz Energieverbrauch, Schadstoffaussost	Total	-2'244	-123	-128	-1	-14	9	-0	-0
Vergleich mit reinem Heizkesselbetrieb (Fiktiv)		Verbrauch		CO2	CO	SO2	NOx	VOC	Feststoffe
		G/J, a	[T/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]
Energieverbrauch, Schadstoffbilanz	1998/99								
Effektiver Betrieb GWP + Heizkessel Öl und Gas	Total	8'592	464	393	61	222	124	29	29
Fiktiver Betrieb ausschliesslich über Heizkessel*	Total	11'272	611	545	62	355	116	30	30
Differenz Energieverbrauch, Schadstoffaussost	Total	-2'680	-147	-152	-1	-134	9	-0	-0

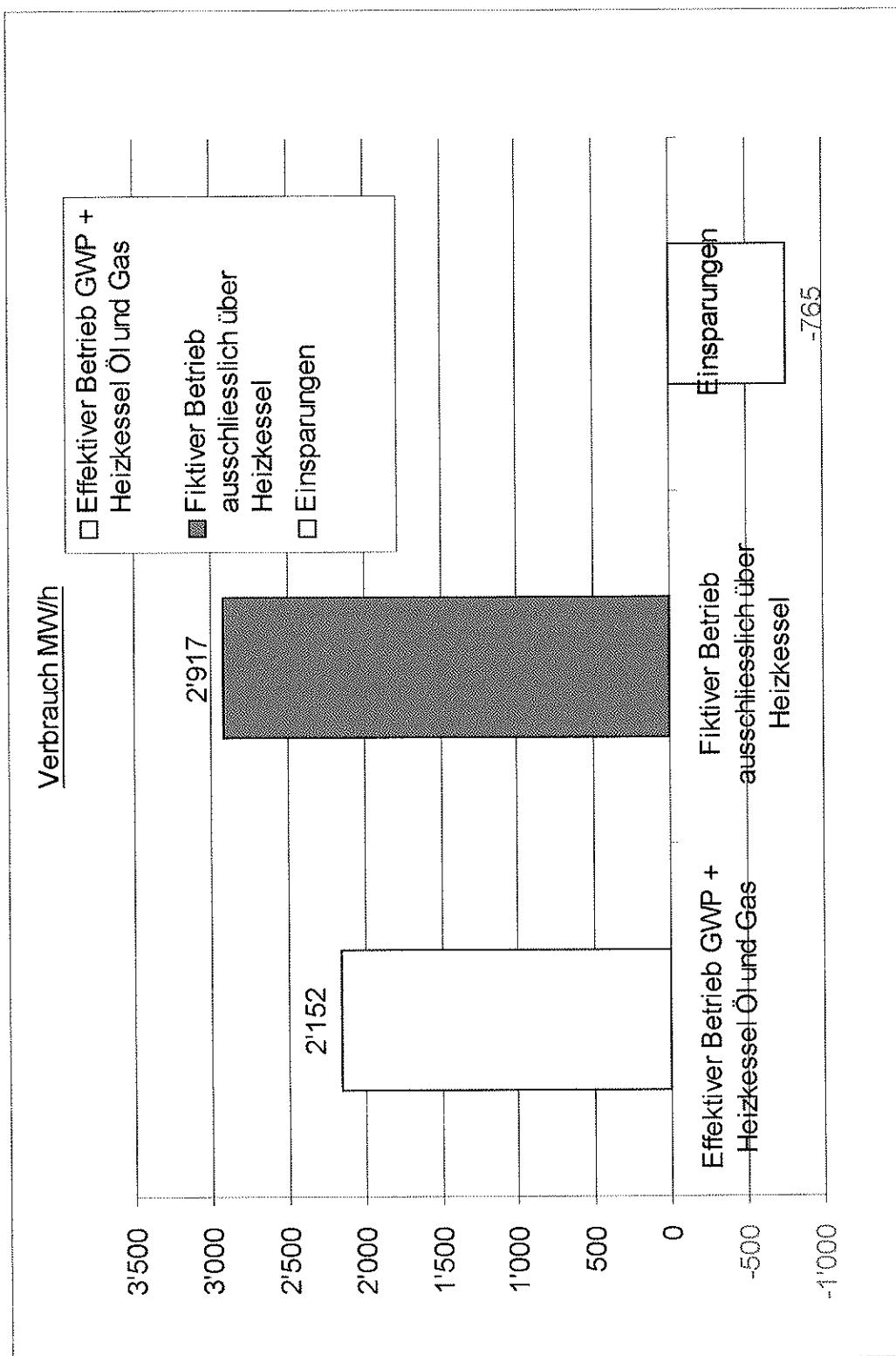
*z.B. bei Ausfall der Gasmotor-Wärmepumpe





Schadstoffbilanz der letzten 7 Jahre





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

