

Schlussbericht, 30. Juni 2017

# **Bericht «Feldkontrollen»**

## Feldkontrollen von nicht WP-S-M Wärmepumpenanlagen und fossilen Feuerungen



**energie schweiz**

Unser Engagement: unsere Zukunft.

**Auftragnehmer:**

Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz FWS

**Projektleitung**

Peter Hubacher Ressortleiter QS

**Team**

Carlos Bernal, Hubacher Engineering, 9032 Engelburg

André Schmitter, AS Technik, 4806 Wikon

André Freymond, 1400 Yverdon-les-Bains

Milton Generelli, 6500 Bellinzona

**Diese Studie wurde im Auftrag von EnergieSchweiz erstellt.**

**Für den Inhalt sind alleine die Autoren verantwortlich.**

**Adresse**

EnergieSchweiz, Bundesamt für Energie BFE

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen. Postadresse: 3003 Bern

Infoline 0848 444 444. [www.energieschweiz.ch/beratung](http://www.energieschweiz.ch/beratung)

[energieschweiz@bfe.admin.ch](mailto:energieschweiz@bfe.admin.ch), [www.energieschweiz.ch](http://www.energieschweiz.ch)

# Inhalt

<b>0</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>4</b>
	<b>Résumé / Abstract.....</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	<b>Ausgangslage.....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Projektbearbeitung .....</b>	<b>6</b>
2.1	Projektvorgaben .....	6
2.2	Projektabwicklung .....	7
<b>3</b>	<b>Analyse der Anlagenchecks .....</b>	<b>7</b>
3.1	Durchführung der Anlagenchecks.....	7
3.2	Auswertung der Anlagenchecks .....	8
<b>4</b>	<b>Erkenntnisse / Beurteilung .....</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>Weiteres Vorgehen.....</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>13</b>

## 0 Zusammenfassung

*Dieses BFE-Projekt soll zeigen, wie die Anlagen im Durchschnitt verbaut werden und was für Schwachpunkte es gibt, die in Zukunft verbessert oder vermieden werden können. Es wurden insgesamt 106 Anlagen besucht und kontrolliert. Davon waren 75 Wärmepumpenanlagen und 31 Öl- oder Gasfeuerungsanlagen, die in vier Regionen der Schweiz (Ostschweiz, Mittelland, Westschweiz und Tessin) stehen, in diese Untersuchung einbezogen worden.*

*Die Untersuchung zeigt klar auf, dass die Qualität der Anlagen nicht optimal ist. Es gibt Schwerpunkte, die man verändern muss, um die Anlagen effizienter zu machen. Dies ist einerseits im Interesse der Anlagenbesitzer, die günstige Betriebskosten erwarten, aber andererseits ist die Effizienzsteigerung von Wärmepumpen, aber auch fossilen Anlagen, im öffentlichen Interesse, da der Stromkonsum günstiger ausfällt und der CO<sub>2</sub>-Ausstoss (Klimaerwärmung) reduziert wird.*

*Wie aus der Analyse hervorgeht, können die meisten Mängel relativ einfach behoben, resp. vermieden werden. Sämtliche hydraulischen Mängel können bei der Montage ohne zusätzlichen Aufwand erfüllt werden und alle regeltechnischen und betrieblichen Mängel sind durch die optimalere Einstellung und Einregulierung sogar nachträglich zu erfüllen.*

## Résumé

*Ce projet de l'OFEN vise à montrer comment les systèmes sont installés et quelles en sont les faiblesses afin de pouvoir, à l'avenir, les améliorer et même les éviter. Au total, 106 installations ont été visitées et contrôlées dont 75 équipées de pompes à chaleur et 31 avec des chaudières à gaz ou à mazout. Ces contrôles ont été effectués dans quatre régions de la Suisse dont la partie Est de la Suisse allemande, la Suisse romande ainsi que le Tessin.*

*L'étude révèle clairement que la qualité des installations de chauffage n'est pas optimale. Il y a des points essentiels à respecter afin de rendre les installations plus performantes. Ceci dans l'intérêt du client final qui attend des coûts d'exploitation aussi faible que possible. L'efficacité des pompes à chaleur mais aussi des installations utilisant des combustibles fossiles doit également être maximisée dans un intérêt public, afin de réduire la consommation globale d'électricité mais aussi les émissions de CO<sub>2</sub> dans le but de limiter le réchauffement climatique.*

*Comme on peut le constater au travers de l'analyse, la plupart des défauts peuvent être relativement facilement corrigés ou évités. Les défauts hydrauliques peuvent être résolus lors de l'installation sans effort supplémentaire et toutes les lacunes techniques et opérationnelles régulières doivent être écartées par des réglages optimaux et adapté, même effectués ultérieurement.*

## Riassunto

*Questo progetto UFE ha lo scopo di mostrare come mediamente vengono realizzati gli impianti e quali sono i punti deboli, che in futuro possono essere migliorati o evitati. Sono stati visitati e controllati in totale 106 impianti. Di questi sono stati analizzati 75 impianti a pompa di calore e 31 impianti a gasolio o gas, situati in quattro regioni della Svizzera (Svizzera orientale, Altopiano svizzero, Svizzera romanda e Ticino).*

*L'analisi ha mostrato chiaramente come la qualità degli impianti non sia ottimale. Vi sono punti chiave che vanno modificati, affinché l'efficienza degli impianti aumenti. Ciò è da un lato nell'interesse del proprietario dell'impianto che si aspetta dei costi di esercizio contenuti, ma anche nell'interesse pubblico dall'altro lato, con l'aumento dell'efficienza energetica di pompe di calore come anche impianti a energia fossile, a riduzione dei consumi elettrici e delle emissioni di CO<sub>2</sub> (surriscaldamento globale).*

*Come palesato durante le analisi, la maggior parte delle lacune possono essere risolte risp. evitate in maniera molto semplice. Le diverse lacune idrauliche possono essere colmate durante la fase di installazione, senza oneri supplementari. Mentre le lacune dal profilo della regolazione e dell'esercizio possono addirittura essere eliminate attraverso un'ottimale impostazione e regolazione degli impianti.*

## Abstract

*This heat pump research project which is sponsored by the Swiss Federal Office of Energy has the objective to demonstrate how well in average heat pump plants are installed in the field, what are the common weaknesses, and how they can be improved or avoided in the future. A total of 106 plants which are located in four regions of Switzerland (Swiss Midlands, Eastern, Western and Southern Switzerland) have been visited and inspected. The total sample of plants consists of 75 heat pump systems and 31 oil or gas-fired heating furnaces.*

*The study clearly shows that the quality of the inspected plants is not optimal. There are key aspects that need to be changed to make the plants more efficient. This is, on the one hand, in the interest of the plant owners who expect low operating costs, while on the other hand the efficiency increase of heat pumps and fossil-fuel plants is in the public interest. This is because a lower electricity consumption leads to lower CO<sub>2</sub> emissions and consequently has a positive impact on climate change.*

*As can be seen from the analysis, most of the deficiencies can relatively easily be corrected or in first place avoided. All hydraulic deficiencies can without additional effort being resolved during assembly of the plant while all control and operational deficiencies can be resolved through a proper commissioning and fine-tuning. These adjustments can be even made later if not completed during commissioning.*

# 1 Ausgangslage

Die Brancheninteressen gehen klar in die Richtung der Ziele gemäss Energiestrategie 2050. Der Wille ist vorhanden einen aktiven Beitrag zur Erreichung dieser Ziele leisten. Der Fachverband Wärmepumpen Schweiz FWS ist davon überzeugt, dass weniger fossile Brennstoffe verbraucht, weniger CO<sub>2</sub> ausgestossen und mit elektrischer Energie effizienter umgegangen werden muss.

Die Feldkontrollen dienen auch zur Verifikation des Effizienzsteigerungspotenzials und zur Untermauerung des CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktionspotenzials bei Wärmeerzeugungsanlagen, welches im Bericht im Auftrag des Bundesamtes für Energie vom Januar 2016 „Potenzialabschätzung von Massnahmen im Bereich der Gebäudetechnik“ beschrieben ist.

Im Weiteren gibt das vorliegende Projekt Aufschluss zu den Aussagen des Berichts „Instrumente zur Umsetzung von Effizienzmassnahmen in der Gebäudetechnik“ vom 25. Oktober 2016, welcher ebenfalls vom Bundesamt für Energie in Auftrag gegeben wurde. In diesem Bericht werden explizit fehlendes Know how in der Planung und Installation von Gebäudetechnikanlagen adressiert. Die Feldkontrollen, die durchgeführt werden, beleuchten die Aussagen der Interviewpartner der Studie.

Gemäss der kantonalen Energieverordnung MuKE sind bei solchen Wärmeerzeugungsanlagen im Neubaubereich einige Vorgaben einzuhalten. Dies betrifft insbesondere die Vorschrift gemäss Wärmedämmung von warm gehaltenen Heizungs- und Warmwasserleitungen und die max. Vorlauftemperaturen bei Fussbodenheizungen von 35[°C], resp. bei Heizkörperheizungen von 50[°C]. Diese Wärmedämm-Vorschrift gilt auch im Sanierungsfall für neuerstellte Leitungen.

## 2 Projektbearbeitung

### 2.1 Projektvorgaben

Gestützt auf die Erfahrung von mehr als 20 Jahren aus den Feldanalysen an Wärmepumpen-Anlagen, sowie aus den Stichprobenkontrollen der FWS anlässlich des Konjunkturförderprogramms 2009/2010 und den Stichprobenkontrollen bei Anlagen mit dem Wärmepumpen-System-Modul besteht ein grosses Fachwissen und eine riesige Erfahrung bezüglich Planung, Disposition, sowie Betrieb und Unterhalt bei Wärmepumpenanlagen. Somit waren die Voraussetzungen für diese Anlagenkontrollen im „Feld“ bei Heizungsanlagen mit Wärmepumpen, Oel- und Gasbrennwertkesseln bestens gegeben.

Das BFE definierte in Zusammenarbeit mit der Projektleitung vorgängig das genaue Ziel der Stichprobenkontrolle. Das übergeordnete Ziel ist es, die Anlagequalität und insbesondere die Vor- und Nachteile der kontrollierten Anlagen zu ermitteln. Damit können die Qualitäts- und Effizienzunterschiede von Wärmepumpen-Anlagen mit und ohne Systemmodul sowie von Oel- und Gasbrennwertanlagen dargestellt werden. Es wurden Anlagen evaluiert, die innerhalb der letzten 2-3 Jahre erstellt worden sind. Die besuchten Anlagebesitzer erhalten zu ihren Anlagen ein Feedback in Form eines Kurzberichts.

## 2.2 Projektabwicklung

Die Untersuchungen wurden während der Heizperiode 2016/2017 durchgeführt. Das Bundesamt für Energie lieferte in Zusammenarbeit mit den kantonalen Stellen die Adressen der Heizungsanlagen, die untersucht werden konnten. Die definitive Auswahl der zu kontrollierenden Anlagen erfolgte aus diesen erhaltenen Listen nach dem Zufallsprinzip, wobei es nicht möglich war auf Anhieb die Zusage für die Anlagenkontrolle zu bekommen. Es waren lange nicht alle Adressaten erreichbar und dann gab es auch welche, die keine solche Kontrolle haben wollten.

Die Evaluation, resp. die Auswahl, der zu kontrollierenden Anlagen erfolgte aus den Listen, die uns von amtlichen Stellen (Kantone und auch Gemeindestellen) zur Verfügung gestellt wurden. Das zur Auswahl stehende Anlagensample bestand aus 470 Adressen, die sich auf 110 fossile und 360 Wärmepumpenanlagen aufteilten.

Der Anlagencheck wurde direkt mit dem Besitzer abgesprochen. Dabei wurde darauf geachtet, dass der/die Besitzer/in beim Anlagencheck anwesend war. Der Anlagencheck wurde aufgrund eines zwei- bis dreiseitigen Anlagenprotokolls durchgeführt.

Es zeichnete sich sehr früh ab, dass es kaum Anlagen gibt, die wirklich einwandfrei erstellt sind und/oder richtig betrieben werden. Des Öfteren wurden beide Schwerpunktthemen, Anlagekonzeption und Betriebsvorgaben, nicht komplett erfüllt, sodass fast bei allen Anlagen Mängel und mittlere, sowie tw. grössere Beanstandungen vorgefunden wurden.

## 3 Analyse der Anlagenchecks

### 3.1 Durchführung der Anlagenchecks

Sämtlichen Anlagechecks wurden während der Heizperiode durchgeführt. Damit konnte anlässlich des Anlagenbesuchs mehrheitlich auch der Betrieb der Wärmeerzeugung direkt kontrolliert und beurteilt werden. Die Erkenntnisse, bei einem Anlagencheck, wurden in einem Kurzbericht festgehalten. Jeder Anlagenbesitzer hat diesen Kurzbericht erhalten, sodass er sich selbst ein Bild über seine Anlage machen kann. Des Weiteren wird für Mängel, resp. nicht richtig verbaute Anlagenteile und/oder Einstellungen, etc. eine Empfehlung für die Richtigstellung abgegeben. Die Optimierung von Regelparametern (bspw. zu hohe Heizkurve) wurden nach Rücksprache mit dem Anlagenbesitzer gleich vorgenommen.

Die Anlagenchecks wurden aufgrund eines standardisierten Erhebungsformulars von 3 Seiten für Wärmepumpen und 2 Seiten für Öl- und Gasheizungen aufgenommen, resp. protokolliert. Dabei waren die Erfahrungen der früher durchgeführten Anlagenchecks wertvoll und dienten dazu, diese Anlagenprotokoll-Formulare entsprechend zusammen zu stellen.

### 3.2 Auswertung der Anlagenchecks

Der Überblick über die erhobenen Anlagedaten zeigt in Bezug auf die Gebäudehülle, dass bei einer grossen Anzahl der Gebäude (44%) die Fenster ersetzt wurden und immerhin noch bei 27% die Gebäudehülle saniert war. Dies zeugt doch davon, dass das Bewusstsein der Gebäudebesitzer, etwas zur Reduktion des Primärenergieverbrauchs beizutragen, vorhanden ist.

Im Anlagensample waren wenig Gebäude mit zusätzlichen Solaranlagen. Thermische Solaranlagen waren bei 8 Gebäuden (7.5%) und Photovoltaikanlagen bei 7 Gebäuden (6.6%) vorgefunden worden.

Es wurden fast bei jeder kontrollierten Anlage Mängel vorgefunden. Die nachstehende Tabelle gibt einen guten Überblick, wie die Anlagen angetroffen und durch die Experten beurteilt wurden.

Anlage	Besitzer	Experte	Wärmeerzeuger	Beurteilung und Mängel						
				Zufriedenheit	Gesamteindruck *	WP, Öl, Gas	Anlagendoku	Probleme mit Anlage	Hydraulik	WW-Boiler
BE	gut	6	WP	ja		i.O.	kein Siphon Boiler	i.O.	Heizkurve eher zu hoch	fehlen komplett
GL	gut	5	WP	ja		Speicher 4-Pkt-Anschluss	i.O.	etwas knapp	i.O.	fehlen komplett
SG	gut	7	Öl	ja		i.O.	i.O.	i.O.	Absenkung Nacht red.	fehlen tw.
SO	gut	8	Gas	ja		i.O.	i.O.	i.O.	i.O.	fehlen
TG	gut	7	Gas	ja	alte Umwälzpp.	i.O.	i.O.	i.O.	i.O.	fehlen tw.
TG	gut	4	WP	ja		Speicher 4-Pkt-Anschluss	i.O.	ca. 40% zu gross	komplett falsch eingestellt	i.O.
ZH	gut	6	Gas	ja		i.O.	i.O.	i.O.	Heizkurve viel zu hoch eingestellt	Heizleitungen nicht isoliert
FR	gut	8	Gas	ja		i.O.	kein Siphon Boiler	i.O.	i.O.	Warmwasserleitungen fehlen
VD	knapp genügend	6	WP	ja		Speicher 4-Pkt-Anschluss	kein Siphon Boiler	leicht überdimensioniert	i.O.	i.O.
VS	keine Angabe	5	WP	ja	Vignette fehlt	Überströmventil nicht einreguliert	kein Siphon Boiler	i.O. (knapp)	taktet extrem Ø Laufzeit 11.5min	i.O.
TI	nicht sehr	4	WP	ja	Verdichter ersetzt	Speicher 4-Pkt-Anschluss	Elektroboiler	i.O.	Heizgrenze zu hoch eingestellt	Heizleitungen nicht isoliert
TI	gut	8	WP	ja		i.O.	Kombi-Spiralspeicher	i.O.	i.O.	i.O.

Anmerkung \* Gesamteindruck (1-10), 1=ungenügend, 10= fehlerfrei

Tabelle 2: Übersicht über einige zufällig ausgewählte Anlagen

Eine genaue Auflistung, resp. die Darstellung der vorgefundenen Mängel aller begutachteten Anlagen ist in Tabelle 3 enthalten, wobei diese in allen vier Regionen mehr oder weniger im gleichen Rahmen festgestellt wurden.

Den Schwerpunkt bilden die nicht isolierten Heizungs- und Warmwasserleitungen. Des Weiteren sind auch die nicht siphonierten Warmwasserabgänge ab Warmwasserspeicher (Boiler) zu erwähnen. Auch die Heizungsspeicheranschlüsse beim Vorlauf sind nicht überall nach dem heute bekannten Stand der Technik ausgeführt.

Wenn mit dem Vorlauf hydraulisch über den Speicher gefahren wird, ist die Vorlauftemperatur, je nach Qualität der Speicherkonstruktion zwischen 2-6K höher, sodass die benötigte Heiztemperatur ab Wärmepumpe entsprechend höher gefahren werden muss (pro 1K höhere Vorlauftemperatur sinkt die Effizienz der WP um 2-2.5%).



Die Dimensionierung der Wärmerezeuger, insbesondere der Wärmepumpen, ist ebenfalls ein negativer Punkt, der die Effizienz reduziert, weil die Schaltheufigkeit deutlich zunimmt. Dazu kommt dann noch, dass bei fast 25% der untersuchten Wärmepumpen die Regelung der Wärmerezeugung schlecht eingestellt ist, sodass die Wärmepumpen viel zu kurze Laufzeiten hatten, welches sich wiederum mit hohen Taktraten manifestiert.

	Ostschweiz		Mittelland		Romandie		Tessin		gesamte Schweiz	
	GL, TG, SG, AR, AI, ZH		SO, BS, BE		FR, GE, JU, VD, VS		TI			
	WP LW + SW	Gas, Heizöl	WP LW + SW	Gas, Heizöl	WP LW + SW	Gas, Heizöl	WP LW + SW	Gas, Heizöl	WP LW + SW	Gas, Heizöl
<b>Kontrollierte Anzahl Anlagen</b>	28	19	19	4	24	7	4	1	75	31
<b>Gebäude und Zusatzinstallationen</b>										
Fensterersatz	25	7		1	10	2	2		37	10
Gebäudehülesanierung	13	3			8	3	2		23	6
Heizkörperersatz	1				1				2	
Thermische Solaranlage vorhanden	2		1			4	1		4	4
Photovoltaikanlage vorhanden	5	1			1				6	1
<b>Vorgefundene Mängel</b>										
Heizleitungen unisoliert	6	9	12	1	10	6	1	1	29	17
Warmwasserleitungen unisoliert	2	3	4	1	4	1		1	10	6
WW-Syphon nicht ausgeführt	11	4	12		9	5	2	1	34	10
Wärmerezeugung überdimensioniert	6		4		13	1			23	1
Wärmerezeuger taktet stark (∅ 15min)	8	2	5	1	6	1			19	4
Speicheranschluss falsch	16		5		6		1		28	
Überströmventil bei ERR fehlt					6				6	
Heizgrenze falsch eingestellt (20°C)	4	8			3		3		10	8
Heizkurve falsch (überhöht) eingestellt	9	8		1	7	1	2		18	10
Nachtabsenkung (ΔT zu gross)	10	13			2		1		13	13
EWS nicht nach SIA 384/6 dimensioniert	1				1				2	
Wartungsheft Kälte fehlt	1				11				12	
Schallprobleme behoben					3				3	

Tab. 3: Überblick über die Anlagenchecks nach Regionen und vorgefundene Mängel

Weitere Mängel, die zu einer schlechteren Effizienz der Wärmerezeugung führen, sind viel zu hoch eingestellte Heizgrenzen (bspw. 20-22°C), sodass der Heizbetrieb über den ganzen Sommer läuft. Bei einer Heizgrenze von 16 bis max. 17°C (empfohlene Tagesmitteltemperatur über 24 Stunden) wird die Heizung über die Sommermonate ausgeschaltet. Die Optimierung der Regelparameter wurde bei einer Gasheizungs-Anlage im Schweizer Mittelland direkt umgesetzt und überwacht. Die Auswertung anfangs Sommer ergab eine Primärenergieeinsparung von 7.5%.

Die Heizkurve war ebenfalls bei über 25% der besuchten Anlagen überhöht eingestellt. Dies konnte zum Teil in Zusammenarbeit mit den Anlagenbesitzern direkt behoben werden. Dazu gehört auch die richtige Einstellung der Nachtabsenkung. Oft wurden auch hier extreme Werte, wie bspw. 4K oder noch mehr Absenkung angetroffen. Diese Häuser kühlen dann über Nacht zu stark aus und das Energiemanko muss dann am Morgen wieder produziert werden.

In den nachstehenden beiden Tabellen 4 und 5 sind die mittleren vorgefundenen Daten bezüglich Gebäude, Dimensionierung und Energieverbrauch aufgelistet. Wie bereits erwähnt, konnten jedoch nicht bei allen Anlagen sämtliche interessierenden Daten beschafft werden.

LW- und SW-Wärmepumpen	EBF	Q <sub>h</sub>	q <sub>h</sub>	Q <sub>WP</sub>	Wärmebedarf	Elektrokonsum	EWS Länge	EWS, spezif. Belastung
	m <sup>2</sup>	kW	W/m <sup>3</sup>	kW	kWh/a	kWh/a	m	W/m
Mittelwert	195	8.5	42.7	10.5	20786	7039	224	36.6
Anzahl Anlagen	76	62	66	52	29	45	35	31

Tab. 4: Mittelwertdaten der ausgewerteten Objekte mit Wärmepumpenheizungen

Öl- und Gasheizungen	EBF	Q <sub>h</sub>	q <sub>h</sub>	Heizöl	Erdgas
	m <sup>2</sup>	kW	W/m <sup>3</sup>	lt/a	m <sup>3</sup> /a
Mittelwert	223	14.4	51.1	2864.0	4638
Anzahl Anlagen	29	21	24	7	8

Tab. 5: Mittelwertdaten der ausgewerteten Objekte mit Öl- oder Gasheizungen

Bei zwei Dritteln der Gebäude konnte die spezifische Heizleistung erfasst und beurteilt werden. Der Mittelwert liegt bei  $q_h \approx 43 [W/m^2]$  und die mittlere Heizleistung bei  $Q_h \approx 8.5 [kW]$ .

In der Tabelle 6 wurde versucht die angetroffenen Mängel energetisch zu gewichten, sodass daraus eine Übersicht über die mittleren Verluste des gesamten Anlagensampels erstellt werden konnte.

Dabei mussten einige Annahmen getroffen werden. Die prozentualen Verluste der einzelnen Beurteilungspositionen wurden aufgrund der Erfahrungswerte eingesetzt, die bei den langjährigen Anlagenanalysen gewonnen wurden. Die mittlere Nutzenergieproduktion wurde mit den Anlagen, wo Energieverbrauchsdaten ermittelt werden konnten, berechnet.

Festgestellte Mängel	Anzahl Anlagen		Verluste	Nutzenergieverlust		
	WP	Öl/Gas		%	WP	Öl/Gas
				kWh/a	kWh/a	kWh/a
Heizleitungen unisoliert	29	17	8	48'256	43'520	
Warmwasserleitungen unisoliert	10	6	5	10'400	9'600	
WW-Syphon nicht ausgeführt	34	10	4	28'288	12'800	
Wärmeerzeugung überdimensioniert	23	1	8	38'272	2'560	
Wärmeerzeuger taktet stark (Ø 15min)	19	4	10	39'520	12'800	
Speicheranschluss falsch	28		6	34'944		
Überströmventil bei ERR fehlt	6		4	4'992		
Heizgrenze falsch eingestellt (20°C)	10	8	10	20'800	25'600	
Heizkurve falsch (überhöht) eingestellt	18	10	5	18'720	16'000	
Nachtabenkung (ΔT zu gross)	13	13	3	8'112	12'480	
Gesamtverluste des Anlagensampels				252'304	135'360	387'664
Mittlere Nutzenergieproduktion pro Anlage				20'800	32'000	
Mittlere Nutzenergieproduktion für alle Anlagen				1'560'000	992'000	2'552'000
Verluste pro Anlage in %				16.17	13.65	15.19

Tabelle 6: Hochrechnung der Verlustsituation über die vorgefundenen Mängel

Diese angenäherte Ermittlung der Verlustenergie, ergab Werte die insgesamt im Bereich von 14-16% liegen. Diese Grössenordnung wurde bereits bei Auswertungen der Feldanalysen an Kleinanlagen festgestellt, die in den letzten 20 Jahren für das BFE durchgeführt wurden. Bei den fossilen Anlagen konnte die Abgaskondensation zu wenig gut kontrolliert werden, sodass diese Energierückgewinnung in der Energie-Einsparbilanz noch fehlt. Aus all diesen Erkenntnissen wurde die Einsparung für ein Wärmepumpensystemmodul definiert, welche mit ca. 15% angegeben wird.

## 4 Erkenntnisse / Beurteilung

Die Besitzer sind weitgehend zufrieden mit den eingekauften Anlagen. Über die technischen Belange, wie eine solche Wärmeerzeugungsanlage richtigerweise gebaut wird und wie sie funktionieren sollte, sind die Anlagenbesitzer meistens nicht informiert.

Der Gesamteindruck der Anlagenbegutachter ist sehr durchgezogen und kann niemals als gut oder ziemlich gut bezeichnet werden, knapp durchschnittlich würde besser passen.

Die Anlagen sind oft nicht nach dem heute bekannten Stand der Technik gebaut. Die Speicher werden noch immer mit dem altbekannten Vierpunktsystem angeschlossen, d.h. mit dem Vorlauf wird über den Speicher gefahren. Bei den Kleinanlagen mit mehrheitlich einfachen Speichern verliert die Temperatur im Vorlauf 2-4K, im Extremfall bis 6K. Dies ist speziell bei Wärmepumpenanlagen schlecht, da man die Vorlauftemperatur deswegen anheben muss und man pro 1K grösseren Temperaturhub 2-2.5% Effizienzverlust hinnehmen muss.

Nicht oder schlecht eingestellte Überströmventile führen zu sehr kurzen Laufzeiten pro Einschaltung, welches sich wiederum negativ auf die Effizienz der Wärmepumpen auswirkt und dazu noch die Lebensdauer der Wärmepumpen reduziert. Dieser Fehler wird ebenfalls immer wieder angetroffen.

Bei den Trinkwarmwasserboilern ist bei rund der Hälfte aller Anlagen kein Thermosiphon eingebaut. Das in der Warmwasserleitung zu den Zapfstellen geführte Trinkwarmwasser beginnt innerhalb des Leitungsrohres zu zirkulieren, wenn kein Warmwasser verbraucht wird. An der Rohrwand kühlt sich das Wasser ab und beginnt zufolge Schwerkraft an der Rohrwand abzusinken. Dies führt im Innern des Rohrquerschnitts zur Gegenströmung nach oben. Mit einer Schwerkraftunterbrechnung (Thermosiphon) kann diese unerwünschte Zirkulation, die den Speicherinhalt durchmischt, verhindert werden.

Ein grosses Thema ist auch die Reglereinstellung der Anlagen. Es wurden falsch eingestellte und deutlich überhöhte Heizkurven gefunden, welche ebenfalls bei Wärmepumpen zu zusätzlichen Effizienzverlusten führen. Weiter sind die Heizgrenzen oft viel zu hoch eingestellt. Normal wäre ein Einstellwert von 16 bis max. 17°C richtig. Es wurden jedoch bei mehreren Anlagen Einstellwerte von 20-22°C vorgefunden. Bei diesen Einstellwerten wird die Heizung über den ganzen Sommer praktisch kaum ausgeschaltet und verweilt im Standby-Modus.

Als weiteren wichtigen Punkt sind die Leitungsisolationen zu erwähnen. Bei rund 50% aller kontrollierten Anlagen wurden hier Mängel festgestellt. Auch bestehende Leitungen, die weiterverwendet werden, wurden nicht isoliert. Derweil gemäss Energieverordnung MuKE n2008 die wärmeführenden Leitungen im Kellergeschoss (Heizungs- und Warmwasserleitungen) Vorschriftsgemäss isoliert sein müssen.

Die Anlagenbesitzer/Betreiber bemängeln oft die Bedienerfreundlichkeit der Regler auf den Wärmeerzeugern, welche für eine optimale Einstellung wichtig wäre. Dazu gehören ein einfaches Handling für die Einstellung der Heizkurve, der Heizgrenze, Komforteinstellung Raumtemperatur und Nachtabsenkung. Ebenfalls sollte es möglich sein, dass auf dem Display die Betriebsstunden und die Schalzhäufigkeit vorgefunden werden. Tw. sind diese Informationen auf der Serviceebene «versorgt».

Nebst den erkannten Mängeln wurden im Gespräch mit den Anlagenbesitzern auch weitere ins gleiche Thema gehörende Informationen aufgenommen. So wurde einem Bauherrn vom Fachberater abgeraten eine Wärmepumpenanlage einzubauen, sodass er sich dann wieder für eine fossile Wärmeerzeugungsanlage entschlossen hat.

Die Anlagenbesitzer begrüßten den Besuch und waren froh, dass sie von neutraler und kompetenter Stelle die Anlage und insbesondere den Heizungsregler nochmals instruiert bekamen, sowie ihre Fragen beantwortet wurden.

## 5 Weiteres Vorgehen

Diese Untersuchung zeigt klar auf, dass bei den meisten kleineren und mittleren Wärmeerzeugungsanlagen ein doch beachtliches Energiesparpotential von ca. 15[%] vorhanden ist. Es ist nur eine Frage der Kommunikation, resp. der Instruktion, die bei den meisten Anlagenbesitzern und -betreibern fehlt. Es ist ziemlich normal, dass bei einer neuen Wärmeerzeugeranlage kaum alle wichtigen Informationen bezüglich der Reglereinstellung und einem optimalen Betrieb innerhalb der Instruktion bei der Übergabe so kommuniziert werden können, dass danach alles stimmt.

Im Rahmen der Entwicklung des Wärmepumpen-System-Moduls (WPSM) wurde dieser Schwachpunkt aufgenommen und im zweiten Betriebsjahr eine sog. Nachkontrolle eingeführt. Anlässlich dieses Anlagenbesuchs durch den Wärmepumpen-Servicetechniker sollen die Betriebsparameter kontrolliert und wenn nötig, optimiert werden. Ebenfalls wird der Anlagenbesitzer nochmals instruiert, sodass er danach seinen Regler besser bedienen kann. Zumindest soll er danach die wichtigsten Parameter selber anpassen können.

Es gibt auch einige Schwachpunkte, wie bspw. die Vernachlässigung der Dämmung von warm gehaltenen Heizungs- oder Warmwasserleitungen, die nicht überall auf Anhieb verstanden werden. Hier ist noch Handlungsbedarf. Einerseits müssen die Anlagenbesitzer wissen, dass diese Leitungen per Gesetzesvorschrift gedämmt werden müssen und andererseits sind die Installationsfirmen anzuweisen, dass diese Dämmungen nicht vernachlässigt werden.

## 6 Anhang



Abb. 1: Alle Leitungen unisoliert



Abb. 2: Überströmventil nicht einreguliert



Abb. 3: Bestehende alte Umwälzpumpen nicht ersetzt



Abb. 4: Leitungen nicht isoliert und kein Thermosiphon in Warmwasserleitung



Abb. 5: Ein Sichtschutz ist noch lange kein Schallschutz



Abb. 6: Wenn der Kondenswasserablauf nicht funktioniert, beginnt der Eisaufbau am Boden unter der Wärmepumpe



Abb. 7: Bei Gasheizungen ist die Situation analog, die Leitungen sind oft nicht isoliert



Abb. 8: Auch bestehende Heizleitungen sind kein Thema bezüglich Isolation