



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Schlussbericht, Juni 2012

Qualitätssicherung Wärmepumpenanlagen Vollzugskontrolle 2011

Auftraggeber:

Bundesamt für Energie BFE
CH-3003 Bern
www.bfe.admin.ch

Auftragnehmer:

Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz FWS
Steinerstrasse 37
CH-3006 Bern
www.fws.ch

Projektleiter:

Peter Egli, dipl. Ing. HTL, PEC Peter Egli consulting GmbH, Ahornweg 6, 6208 Oberkirch

Projektmitarbeiter:

Carlos Bernal, Techniker, Hubacher Engineering, Tannenbergrasse 2, 9032 Engelburg
André Freymond, directeur, PAC'info Sàrl, Rue Saint-Roch 36, 1400 Yverdon-les Bains
Peter Hubacher, dipl. Ing. HTL, Hubacher Engineering, Tannenbergrasse 2, 9032 Engelburg
Stephan Peterhans, dipl. Ing. HTL, Geschäftsführer FWS, Dorfstrasse 27, 8305 Dietlikon

Text:

Georges Guggenheim, lic. phil., Guggenheim Text + Ko, Holderweg 9, 5200 Brugg

BFE-Vertrags- und Projektnummer: SI/400506-01

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen dieses Berichtes sind ausschliesslich die Autoren Peter Egli und Peter Hubacher verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	4
1 Ausgangslage.....	6
2 Projektziele.....	7
3 Vorgehen.....	8
4 Resultate.....	9
4.1 Beteiligung der Kantone.....	9
4.2 Objektstruktur.....	9
4.2.1 Auswahl, Grösse und Art der Objekte.....	9
4.2.2 Baujahr der Gebäude.....	10
4.2.3 Sanierungen der Gebäudehülle.....	10
4.2.4 Ersetzte Wärmeerzeuger.....	10
4.2.5 Eingebaute Wärmeverteilsysteme.....	11
4.2.6 Eingesetzte Anlagen und Wärmequellen.....	11
4.3 Primärenergieverbrauch pro Jahr.....	11
4.4 Erfüllung Gütesiegel-Bedingungen.....	12
4.5 Dimensionierung der Wärmepumpen-Anlagen.....	13
4.6 Hydraulische Einbindung.....	14
4.7 Brauchwarmwasser-Erzeugung.....	15
4.8 Dimensionierung der Erdwärmesonden.....	16
4.9 Erfüllung MuKE.....	17
4.10 Schallsituation.....	17
4.11 Inbetriebnahmen und Instruktion der Endkunden.....	18
4.12 Kundenzufriedenheit.....	18
5 Sind die Projektziele erreicht?	19
6 Empfehlungen.....	20
Anhang: Checkliste Anlagebesuche.....	21

Zusammenfassung

Wärmepumpenanlagen bedingen eine höhere Anforderung an Planung und Installation als konventionelle Öl- und Gasheizungen. Zudem ist der durchschnittliche Erfahrungs- und Wissensstand bei vielen Planern und Installateuren tiefer als bei herkömmlichen Technologien. Dies kann zu hydraulisch schlecht konzipierten, unsorgfältig montierten und/oder ungenügend einregulierten Wärmepumpenanlagen führen. Diese arbeiten in der Folge unwirtschaftlich und verbrauchen dadurch zu viel elektrische Antriebsenergie.

Die von der FWS im Auftrag des BFE durchgeführten Vollzugskontrollen zeigten, dass sie eine wichtige flankierende Massnahme für die Qualitätssicherung und für die Gewährleistung von energieeffizienteren Anlagen darstellen. Die Projektziele waren darauf ausgerichtet, dass die gesetzlichen Vorgaben und der technische Standard geprüft wurden und auch hinsichtlich Energieverbrauch und Zustand des Objekts eine Beurteilung möglich wurde.

Die Kompetenz zur Sprechung von Fördermitteln liegt heute meist bei den Kantonen. Deshalb wurden die Kantone über die verantwortlichen Stellen im Energie- und Umweltbereich soweit als möglich einbezogen. Dabei konnten 17 Kantone (13 in der Deutschschweiz und 4 im Welschland) für die Zusammenarbeit im Rahmen dieses Projekts gewonnen werden. Gesamthaft wurden 43 Wärmepumpenanlagen besucht und überprüft. 20 davon waren Sanierungen von Elektrospeicherheizungen, 19 Anlagen Ersatz von Ölheizungen und 3 Anlagen Ersatz von Gasheizungen, sowie eine Anlage der Ersatz einer Luft-Wasser-Wärmepumpe durch eine Sole-Wasser-Wärmepumpe.

Die Kontrollen ergaben einige interessante Resultate:

- Bei 32 Anlagen konnte der Energieverbrauch vor und nach der Sanierung ermittelt werden. Die eingesparte Primärenergie beträgt bei diesen Anlagen mehr als 0.80 GWh/a, was einer Reduktion um 2/3 (67%) entspricht.
- Die meisten Förderstellen verlangen bei den eingesetzten Wärmepumpen das Gütesiegel. Diese Bedingung wurde mit Ausnahme von 2 Fällen eingehalten.
- Die Dimensionierung der Wärmepumpen konnten anhand der Laufzeiten bei 29 Anlagen beurteilt werden. Tendenziell sind die Wärmepumpen überdimensioniert. Diese Feststellung deckt sich mit den Erfahrungen aus den Feldanalyseprojekten des BFE (FAWA und QS-WP).
- Die Hydraulik der Anlagen ist oft nicht optimal. So wurden überdimensionierte und auf zu hohen Drehzahlen laufende Umwälzpumpen angetroffen. Leider wurden bisher auch noch sehr wenig Umwälzpumpen mit Energie A-Klasse eingesetzt. Auch wurden öfters falsch eingesetzte Speicher (Kombispeicher), die zu hohen Temperaturen erfordern, eingesetzt.
- Die Warmwasserbereitung ist auch nicht immer optimal gelöst. Anlagen, bei denen elektrisch nachgewärmt werden muss, können beim heutigen technischen Stand der Wärmepumpen, mit Ausnahme der Legionellenvorsorge, vermieden werden.

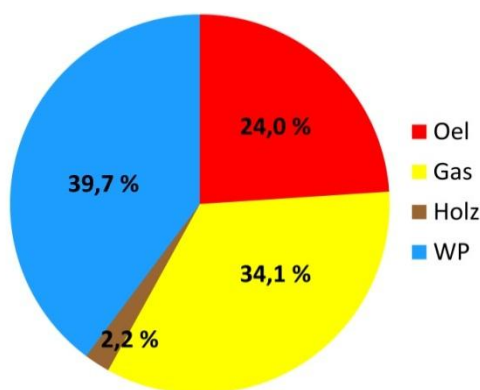
- Die Soletemperaturen der im Winter kontrollierten Anlagen waren überall im positiven Temperaturbereich.
- Die MuKE-Vorschriften werden oft, speziell im Bereich der Isolationsvorgaben für Heizleitungen, nicht oder ungenügend eingehalten.

Zusammengefasst können wir davon ausgehen, dass die Hauptziele erreicht sind. Es fehlt jedoch an einer Umsetzung, bei der einerseits die Vorschriften, der Stand der Technik und die Erfahrungen einfließen, andererseits die professionelle Inbetriebnahme und Nachbetreuung in eine ganzheitliche Anlagensanierung einbezogen werden. Dies würde sich in einer verbesserten Energieeffizienz, welche die technischen Möglichkeiten ausnützt, niederschlagen. Die Empfehlungen im Schlusskapitel geben einen Ansatzpunkt für die Akteure in der Branche.

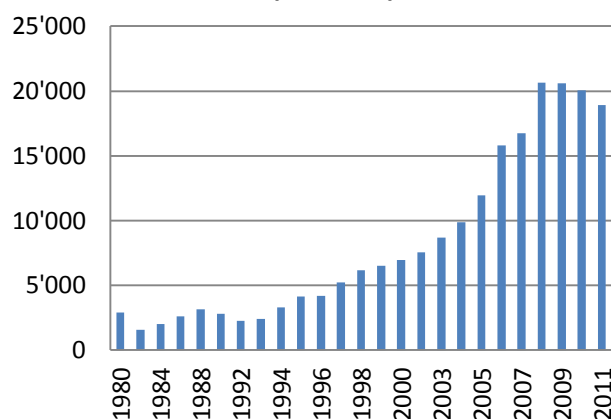
1 Ausgangslage

Die Wärmepumpe spielt im heutigen Schweizer Heizungsmarkt eine ausschlaggebende Rolle. Sie hat in den letzten Jahren die anderen Wärmeerzeuger-Technologien überflügelt und sich zum prozentual meistverkauften Wärmeerzeuger entwickelt. Im Jahr 2011 sind 18'905 Wärmepumpen verkauft worden. Dies entspricht 39.7% aller in diesem Zeitraum verkauften Wärmeerzeuger.

Markt Wärmeerzeuger 2011



Verkaufte Wärmepumpen / Jahr (Schweiz)



Quelle: Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz FWS / GebäudeKlima Schweiz

Die Erfahrungen der letzten Jahre zeigen, dass Wärmepumpenanlagen höhere Anforderungen an Planung und Installation stellen als Öl- und Gasheizungen. Zudem ist die Zahl der erfahrenen und befähigten Planer und Installateure geringer als bei der Anwendung anderer Wärmeerzeugungstechnologien. Aus diesen Gründen kann es sein, dass Wärmepumpen-Anlagen nicht optimal geplant, installiert, betrieben und so die Möglichkeiten der Wärmepumpentechnologie in Bezug auf Energieeffizienz nicht voll genutzt werden: Hydraulisch schlecht konzipierte, unsorgfältig montierte und/oder ungenügend einregulierte Wärmepumpenanlagen arbeiten unwirtschaftlich und verbrauchen dadurch unnötigerweise mehr elektrische Antriebsenergie.



Bereits vor Jahren ist auch in der Schweiz das europäisch koordinierte Gütesiegel für Wärmepumpen eingeführt worden. Dieses hat sich in der Zwischenzeit sehr bewährt und viel dazu beigetragen, dass die Qualität und Energieeffizienz der Wärmepumpen und der Serviceleistungen der Lieferanten stetig gestiegen und die verschiedenen Fabrikate und Dienstleistungen vergleichbar sind.

Da das Gütesiegel lediglich die Wärmepumpe umfasst, ist es kein Garant für die Qualität und Energieeffizienz der gesamten Wärmepumpenanlage! Die vorliegenden Resultate der seit den 90er Jahren des vergangenen Jahrhunderts stetig durchgeführten Feldanalyse an ausgeführten Wärmepumpenanlagen (FAWA)¹ zeigen bis heute ein beachtliches Potenzial zur Steigerung der Energieeffizienz der Anlagen. Die konstante Qualitätssicherung bei der Planung und Ausführung von Wärmepumpenanlagen hat daher hohe Priorität.

¹FAWA-Schlussbericht BFE: Feldanalysen von Wärmepumpenanlagen FAWA, 1996 – 2003 Schlussbericht April 2004

Die Qualität muss mit geeigneten Massnahmen bezüglich Technik, Weiterbildung und Information weiter erhöht und gesichert werden.

Eine wichtige Massnahme in dieser Qualitätssicherung von Wärmepumpenanlagen ist die "Vollzugskontrolle 2010", welche im Rahmen des Stabilisierungsprogrammes 2 des Bundes "Ersatz von Elektroheizungen durch Wärmepumpen" durch die Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz FWS im Auftrag des Bundesamtes für Energie BFE durchgeführt worden ist. Sie hat in Ergänzung zum BFE-Projekt QS-WP/QP² wichtige Erkenntnisse bezüglich Planung und Installation von konkreten Anlagen gebracht und schonungslos die Schwachstellen aufgezeigt.

Aus diesem Grund hat die FWS beim BFE ein Folgeprojekt beantragt. Im Rahmen dieses Projektes sollten im Jahr 2010 ausgeführte Anlagen besucht und nach vorgegebenen, einheitlichen Kriterien kontrolliert werden. Die Kriterien sind in einer Checkliste zusammengefasst als Anhang zu diesem Bericht wiedergegeben.

Nach der Genehmigung des Projektes durch das BFE ist es im Sommer 2011 gestartet und im April 2012 abgeschlossen worden.

2 Projektziele

Die Projektverantwortlichen haben verschiedene Projektziele definiert. Alle Ziele sind von gleicher Bedeutung und sind auf drei verschiedenen Ebenen angesiedelt:

- Institutionelle Ziele: Erfüllen die Wärmepumpeninstallationen die gesetzlichen und normativen Vorgaben?
- Technische Ziele: Bewegen sich die Installationen innerhalb der technischen Anforderungen? Sind sie "state of the art"?
- Weiterführende, zukunftsgerichtete Ziele: Verankerung relevanten Wissens für die Qualitätsüberprüfung durch die öffentliche Hand. Aufbau eines Netzwerks von Wärmepumpenfachleuten und Mitarbeitern von involvierten Behörden.

Um diese Zielsetzungen zu überprüfen, haben die Projektverantwortlichen die folgenden Überprüfungs-kriterien definiert. Dabei ist die Nachvollziehbarkeit und Operationalisierung der Ziele und deren Ergebnisse von grosser Bedeutung.

Institutionelle Ziele

- Überprüfung der Einhaltung des Gütesiegels Wärmepumpen: Werden die Bedingungen des internationalen Gütesiegel-Reglementes eingehalten bzw. erfüllt?
- Werden die Vorschriften MuKE, bspw. bezüglich Isolation der Rohrleitungen, eingehalten?

Technische Ziele

- Erfassen des aktuellen Standes, wie bei Gebäudesanierungen vorgegangen wird: Wird zuerst die Gebäudehülle saniert und erst anschliessend die Wärmeerzeugung?
- Qualitative und - soweit möglich - quantitative Beurteilung der Effizienz der erfassten Wärmepumpen-Anlagen (Energieverbrauch vor und nach Heizungssanierung).

² Schlussbericht BFE: QS-WP/QP: Fortsetzung des Feldmonitorings von Wärmepumpenanlagen mittels Feldmessungen, Analyse des Langzeitverhaltens und Bestimmung der Effizienz für das Modell der Wärmepumpenstatistik für die Jahre 2008 bis 2011

- Überprüfung der Berechnungsart für die Dimensionierung der Erdwärmesonden. Messung der Temperaturen in der Erdsonde als Grundlage für die Beurteilung der gewählten Sondenlänge.
- Kontrolle der technischen Ausführung der Anlagen, insbesondere der Hydraulik.
- Beurteilung der Dimensionierung der Wärmepumpen anhand der erfassten Betriebsdaten.
- Überprüfung der Qualität der Inbetriebnahmen.

Weiterführende Ziele

- Aufbau einer längerfristigen Zusammenarbeit mit kantonalen Energiefach- und Förderstellen durch intensive Kommunikation mit den Zuständigen in den kantonalen Verwaltungen.
- Berücksichtigung von wärmepumpenspezifischen Faktoren bei der zukünftigen Ausgestaltung kantonalen Förderprogramme.

3 Vorgehen

Die vertiefte Zusammenarbeit mit den kantonalen Energiefachstellen ist in diesem Projekt ein grosses Anliegen gewesen. Die zuständigen Stellen der Kantone sollten so weit als möglich miteinbezogen werden. Das Projekt sah vor, dass die Kantone im Rahmen von Fördergeldstrategien auch bestimmen können, welche Anlagen kontrolliert werden sollten.

Deshalb sind in einer ersten Phase die Leiter der kantonalen Energiefachstellen von der Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz FWS schriftlich über das BFE-Projekt "Vollzugskontrolle 2011" informiert worden. Anschliessend haben Projektmitarbeiter die interessierten Kantone besucht und dabei das Projekt im Detail vorgestellt. Die Mehrheit der Kantone hat sich anschliessend entschieden, am Projekt mitzumachen und dem Projektteam Anlagendossiers zur Verfügung gestellt.

Bei der Wahl der mit kantonalen Mitteln geförderten Anlagen, die besucht wurden, ist darauf geachtet worden, dass nur solche berücksichtigt worden sind, welche im Winter 2010/2011 bereits in Betrieb waren. So konnten die Erfahrungen der Besitzer in die Beurteilung miteinbezogen werden. Darüber hinaus ist es von Bedeutung gewesen, möglichst viele Wärmepumpenmarken und -fabrikate zu berücksichtigen.

Das Projektbudget erlaubte, ca. 40 Anlagen zu besuchen und zu untersuchen. Nach eingehender Prüfung der ausgewählten Anlagendossiers haben die Fachleute der Projektorganisation, teilweise in Begleitung von Mitarbeitern der Energiefachstellen, insgesamt 43 Anlagen besucht. Damit konnten sich die Stellen, welche Fördergelder gesprochen haben, ein direktes Bild über die Auswirkungen der gesprochenen Beiträge machen.

Die Anlagen sind während der Heizperiode besucht worden. Damit erhielten die Fachleute situationsgerechte Informationen, welche meist an Ort und Stelle und ohne Zeitsprung überprüft werden konnten.

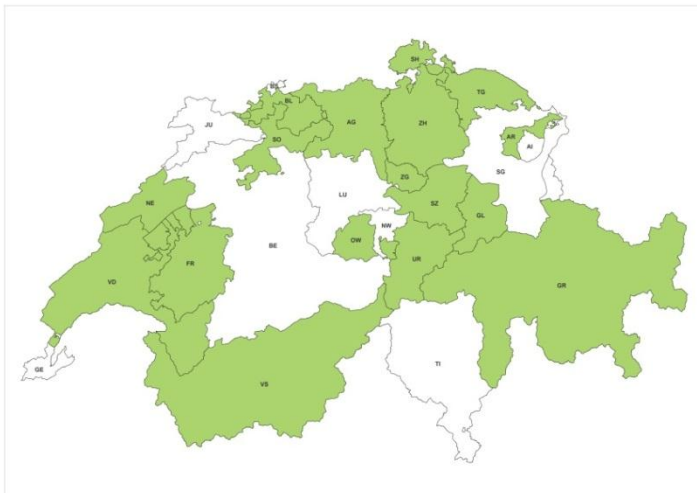
Die anlässlich der Anlagenbesuche gesammelten Daten sind teilweise vor Ort, teilweise im Büro systematisch ausgewertet worden. Die kantonalen Energiefachstellen haben eigens für ihren Kanton aufgearbeitete Resultate und Rückmeldungen erhalten.

Wenn anlässlich der Anlagenbesuche festgestellt werden musste, dass bei der Planung oder Ausführung Fehler passiert waren, welche das einwandfreie Funktionieren der Wärmepumpenanlage verhinderten oder

die die Energieeffizienz der Anlage beträchtlich minderten, wurden diese Fehler den Wärmepumpen-Lieferfirmen gemeldet. Sie wurden aufgefordert, die Fehler zu beheben und die Anlagen zu optimieren.

4 Resultate

4.1 Beteiligung der Kantone



Die Kantone erhalten vom Bund zweckgebundene Fördermittel, auch für den Bereich Gebäudetechnik, welche speziell den Ersatz von fossilen Wärmeerzeugern und den Ersatz von Elektroheizungen zum Ziel haben. Die verfügbaren Mittel dafür betragen 67.0 Mio. CHF/Jahr. Die Kontrollmechanismen, insbesondere eine Vollzugskontrolle, sind bis dato noch nicht in allen Kantonen vollständig realisiert. Mit dem vorliegenden BFE-Projekt erhielten die Kantone die Möglichkeit, dieses Defizit teilweise zu füllen und praktisch zu erproben, wie eine solche Vollzugskontrolle in

Zusammenarbeit mit aussenstehenden Fachleuten ausgestaltet werden kann.

17 Kantone haben sich auf unser Angebot hin bereit erklärt, beim BFE-Projekt mitzumachen:

- 13 Kantone aus der deutschen Schweiz:
AG, AR, BL, GL, GR, OW, SH, SO, SZ, TG, UR, ZG, ZH
- 4 Kantone aus der französischen Schweiz:
FR, NE, VD, VS.

4.2 Objektstruktur

4.2.1 Auswahl, Grösse und Art der Objekte

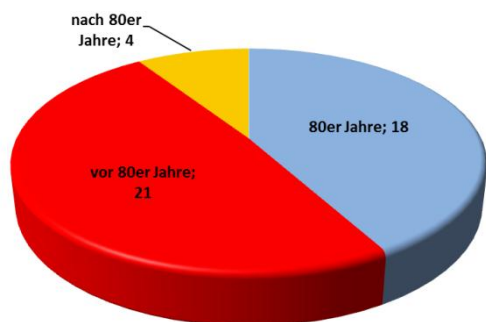
Die Auswahl der zu besuchenden Wärmepumpen-Anlagen ist in enger Abstimmung mit den kantonalen Energiefachstellen erfolgt. Es sind nur Objekte berücksichtigt worden, für welche kantonale Förderbeiträge gesprochen worden waren.

Ausserdem sind keine Neubauten untersucht worden, sondern ausschliesslich bestehende Bauten, bei denen die Wärmeerzeugungsanlage ersetzt worden ist. Der Grund dafür ist, dass bei Neubauten für den Einbau von Wärmepumpen keine Fördergelder gesprochen werden.

Es sind 43 Objekte untersucht worden. 35 davon liegen in der Deutschschweiz, acht sind in der Romandie. In der Hauptsache handelt es sich um Ein- oder Zweifamilienhäuser (39 Objekte). Dazu kommen drei Mehrfamilienhäuser und ein Altersheim.

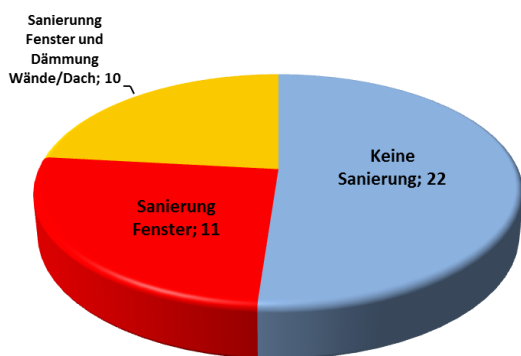
4.2.2 Baujahr der Gebäude

Rund die Hälfte aller untersuchten Gebäude ist vor 1980 erstellt worden und ist damit deutlich über 30 Jahre alt. Etwas weniger Gebäude sind rund 20 - 30-jährig und ein kleiner Anteil der besuchten Objekte stammt aus den Jahren 1990 bis 2005. Der Stand der Sanierungen dieser Objekte ist im nächsten Abschnitt beschrieben.



4.2.3 Sanierungen der Gebäudehülle

Bemerkenswert ist, dass die Hälfte aller untersuchten Objekte noch keinerlei Sanierungen an der Gebäudehülle erfahren hat. Diese Tatsache lässt die Vermutung zu, dass die Förderprogramme bei den Hausbesitzern einen starken Impuls für die Sanierung der Heizung bewirken.

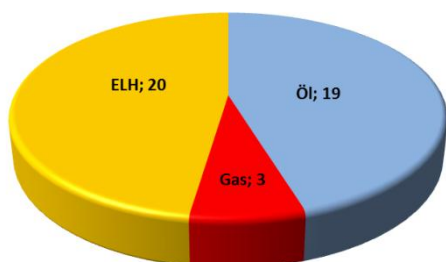


Wo die Gebäudehülle saniert ist (neue Fenster, Wärmedämmungen an Dach, Wänden, Kellerdecken), sind diese Arbeiten in den meisten Fällen einige Jahre vor der Heizungssanierung durchgeführt worden.

Diese Sanierungsarbeiten betrafen zu rund 50% ausschliesslich die Auswechslung der Fenster und zu rund 50% die Auswechslung der Fenster und/ oder Dämmung von Wänden und Dach.

4.2.4 Ersetzte Wärmeerzeuger

In 20 von 43 untersuchten Objekten hat die Wärmepumpe eine bestehende Elektro-Heizung ersetzt. In weiteren 19 Fällen erfolgte der Einsatz der Wärmepumpe zulasten bisheriger Ölheizungen und nur in drei Fällen ist eine Gas-Heizung ersetzt worden sowie in einem Fall eine Luft-Wasser-Wärmepumpe durch eine Sole-Wasser-Wärmepumpe.



Damit ist der Anteil ersetzter Elektro-Heizungen im Vergleich zu Öl und Gas hier weit grösser als im schweizerischen Gebäudebestand. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in vielen Kantonen lediglich die Substitution von Elektroheizungen finanziell gefördert wird. Die Förderbeiträge sind an den meisten Orten Bestandteil der Energiesparmassnahmen und nicht des Klimaschutzes, der die Reduktion des CO₂-Ausstosses bezweckt.

4.2.5 Eingebaute Wärmeverteilsysteme

In den besuchten Gebäuden sind folgende Wärmeverteilsysteme eingebaut:

- 22 Objekte mit Fussbodenheizungen
- 12 Objekte mit Radiatorenheizungen
- 9 Objekte gemischt mit Fussbodenheizungen und Radiatorenheizungen

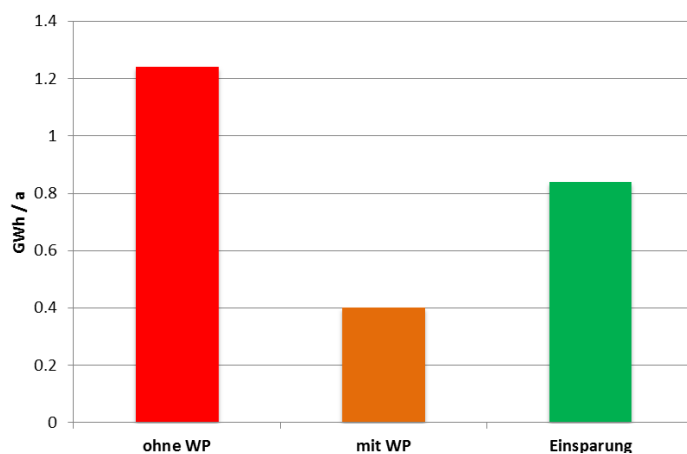
4.2.6 Eingesetzte Anlagen und Wärmequellen

Von den besuchten Anlagen sind 30 Sole-Wasser-Wärmepumpen, 11 Luft-Wasser-Wärmepumpen und zwei Wasser-Wasser-Wärmepumpen.

Einige Kantone fördern aus Gründen der Energieeffizienz nur Sole-Wasser- und Wasser-Wasser-Wärmepumpen. Es gibt Kantone, die Luft-Wasser-Wärmepumpen dann fördern, wenn keine Erdwärmesonden abgeteuft werden können oder dürfen. Einzelne Kantone fördern Luft-Wasser-Wärmepumpen auch dann, wenn damit Elektroheizungen ersetzt werden,

Aus diesem Grund entspricht die prozentuale Verteilung von Sole-Wasser- und Luft-Wasser-Wärmepumpen im besuchten Sample nicht der Verteilung am Gesamtmarkt, wo Luft-Wasser-Wärmepumpen mit annähernd 60% der installierten Wärmepumpen nach wie vor eine beherrschende Rolle spielen.

4.3 Primärenergieverbrauch pro Jahr



Bei 32 Anlagen sind Informationen über den Energieverbrauch vor und nach der Heizungssanierung verfügbar. Demnach haben diese 32 Anlagen vor der Sanierung jährlich 1,240 GWh/a Primärenergie verbraucht, nach der Sanierung mit einer Wärmepumpe noch 0,401 GWh/a. Die Einsparung beträgt also 0,839 GWh/a oder knapp 67.5 %.

Aus den verfügbaren Stromverbrauchszahlen dieser 32 Anlagen errechnet sich eine Jahresarbeitszahl JAZ von 3.09 für die Wärmepumpenanlagen. Dies ist ein eher tiefer Wert, wenn man die folgenden Faktoren in Betracht zieht:

- 2/3 des gesamten Samples sind Sole/Wasser-Wärmepumpen Anlagen, welche nachgewiesenermassen weit energieeffizienter arbeiten als Luft-Wasser-Wärmepumpen
- Die Quellentemperaturen bei Sole-Wasser-Anlagen bewegen sich durchwegs im positiven Temperaturbereich
- Die Vorlauftemperatur erreichte im Heizbetrieb nur bei wenigen Anlagen 50°C bei -8°C Aussentemperatur.

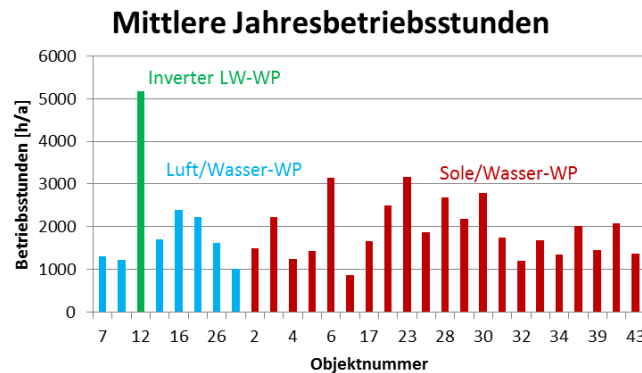
Die Streuung der JAZ der untersuchten Wärmepumpenanlagen ist relativ gross. Sie bewegen sich zwischen gut und schlecht. Dies ist auf unterschiedliche, teilweise nicht optimale Planung und Ausführung der Anlagen zurückzuführen. Die Untersuchung zeigt ein insgesamt beachtliches Potenzial für eine weitere Energieeffizienzsteigerung auf. Praktisch bei allen besuchten Anlagen könnte die Energieeffizienz noch weiter gesteigert werden. Diese Erkenntnis ist nicht überraschend und deckt sich mit den Resultaten aus den jahrelangen Feldmessungen im Rahmen des Projektes FAWA und QS-WP.

4.4 Erfüllung Gütesiegel-Bedingungen

Im Jahre 2010 war das Gütesiegel Wärmepumpen noch nicht in allen Kantonen eine Förderbedingung. Erfreulicherweise sind trotzdem, bis auf wenige Ausnahmen, gütesiegelzertifizierte Wärmepumpen von Firmen eingesetzt worden, welche ihrerseits ebenfalls über das Gütesiegel verfügen. Ein offensichtlicher Missbrauch ist bei einer Anlagekontrolle aufgedeckt worden: In diesem Fall wurden alle Eingaben für die Gewährung von Förderbeiträgen mit einer gütesiegelzertifizierten Wärmepumpe gemacht, die Anlage wurde dann aber mit einem anderen Produkt ohne Gütesiegel ausgeführt. Die fehlbare Firma ist damit konfrontiert und von der Gütesiegelkommission gerügt worden unter Androhung, dass im Wiederholungsfall Sanktionen getroffen werden.

4.5 Dimensionierung der Wärmepumpen-Anlagen

Die Dimensionierungsrichtlinien des Bundes rechnen bei Wärmepumpen mit ca. 2'000 Stunden jährlicher



Betriebsleistung im Heizbetrieb und mit rund 2'300 Betriebsstunden, wenn mit der Wärmepumpe sowohl geheizt als auch das Brauchwarmwasser erzeugt wird. Diese Regel gilt jedoch nicht bei Leistungsgeregelten Wärmepumpen, welche ihre Heizleistung den Anforderungen flexibel anpassen (Inverter). Diese Wärmepumpen haben eine höhere Anzahl an Betriebsstunden bei tieferer Stromaufnahme.

Betriebsverhalten Wärmepumpenanlagen

Objekt Nr.	Wärmepumpen-Typ	Verdichter	Betrieb		Durchschn. Laufzeit pro Jahr (Berechnung aufgrund der tatsächlichen Betriebsstunden)	
			Heizung	Warmwasser	VD1	VD2
7	Luft-Wasser	2	H	WW	1303	1302
8	Luft-Wasser	1	H	WW	1225	
12	Luft-Wasser (Inverter)	1	H	WW	5180	
13	Luft-Wasser	1	H	WW	1703	
16	Luft-Wasser	1	H	WW	2387	
25	Luft-Wasser	2	H	WW	2232	2184
26	Luft-Wasser	1	H	WW	1623	
40	Luft-Wasser	2	H	WW	1007	955
2	Sole-Wasser	1	H	WW	1485	
3	Sole-Wasser	1	H		2229	
4	Sole-Wasser (mit Solarthermie)	1	H	WW	1237	
5	Sole-Wasser (mit Solarthermie)	1	H	WW	1422	
6	Sole-Wasser (mit Solarthermie)	1	H	WW	3139	
9	Sole-Wasser (mit Solarthermie)	1	H	WW	873	
17	Sole-Wasser (mit Solarthermie)	1	H	WW	1661	
22	Sole-Wasser	1	H	WW	2492	
23	Sole-Wasser	1	H	WW	3158	
24	Sole-Wasser	1	H		1864	
28	Sole-Wasser	1	H	WW	2694	
29	Sole-Wasser (mit Solarthermie)	1	H	WW	2178	
30	Sole-Wasser	1	H	WW	2795	
31	Sole-Wasser	1	H	WW	1742	
32	Sole-Wasser	1	H	WW	1206	
33	Sole-Wasser	1	H	WW	1672	
34	Sole-Wasser	1	H	WW	1346	
36	Sole-Wasser	1	H	WW	2019	
39	Sole-Wasser	1	H	WW	1449	
42	Sole-Wasser	1	H	WW	2080	
43	Sole-Wasser	1	H	WW	1359	

In der vorhergehenden Liste sind 29 von 43 besuchten Anlagen erfasst. Bei den übrigen Anlagen konnten die Betriebsstunden der Verdichter nicht eruiert werden.

Die durchschnittlichen Laufzeiten zeigen, dass die eingesetzten Wärmepumpen generell eher etwas überdimensioniert sind. Bei Neubauten ist die Berechnung nach SIA 384.201 normalerweise bis 30% über dem effektiven Bedarf und bei Sanierungen wird leider die notwendige Heizleistung nicht immer seriös ermittelt, obwohl im Falle von Verbrauchszahlen der letzten Betriebsjahre (Öl-/Gas- oder Elektrizitätsverbrauch) daraus eine genaue Bestimmung möglich ist.

Zudem wird die Leistung einer solarthermischen Anlage bei der Berechnung der Wärmepumpe nicht berücksichtigt. Dahinter steht das Bedürfnis, jederzeit und bei jeder Witterung genügend Warmwasser zu haben bzw. den Wärmebedarf für die Raumheizung abdecken zu können.

Aufgefallen ist auch, dass einige Wärmepumpen eine überdurchschnittlich hohe Anzahl Ein-/Ausschaltungen ausweisen. Dies kann schädliche Auswirkungen auf die Lebenszeit des Verdichters haben. Die möglichen Gründe für dieses Fehlverhalten der Anlageregelung sind auf die folgenden Faktoren zurückzuführen:

- Schlechte Auslegung oder Ausführung der Hydraulik
- Falsche Platzierung von Fühlern
- Falsche Einregulierung von Überströmventilen
- Überdimensionierung

4.6 Hydraulische Einbindung

Die Anlagenbesuche haben eine grosse Bandbreite in der Qualität der hydraulischen Einbindungen der Wärmepumpen in die Gesamtanlage aufgezeigt. Beispielhafte hydraulische Einbindungen mit hoher Energieeffizienz sind ebenso anzutreffen wie komplizierte und unglücklich konzipierte Einbindungen, die sich eher negativ auf die Jahresarbeitszahlen der Anlagen auswirken. Die Erfahrung der planenden und ausführenden Installateure mit Wärmepumpenanlagen ist hier von hoher Bedeutung, da sich die Hydraulik einer Wärmepumpenanlage sehr von derjenigen einer fossilen oder gasbetriebenen Anlage unterscheidet.



Beispiel einer einfachen hydraulischen Einbindung mit guter Energieeffizienz



Beispiel einer komplizierten Einbindung, welche einen Verlust an Energieeffizienz verursacht

Die Anlagenbesuche haben auch eine grosse Zahl von überdimensionierten oder auf zu hohen Leistungsstufen betriebenen Umwälzpumpen aufgezeigt. Sofern nicht fachliches Ungenügen dahinter steht, ist der Grund in übertriebenem Sicherheits- respektive Reservedenken zu suchen. Man will sicher sein, dass die Förderleistung der Pumpen genügt. Leider wird auch gleichgültiges Verhalten festgestellt; man dimensioniert ohne zu berechnen. Zudem haben die Besucher festgestellt, dass - obwohl die Anlagen zumeist im Jahre 2010 in Betrieb genommen - Umwälzpumpen der A-Klasse eher selten eingesetzt sind. Das Sparpotenzial von modernen, elektronisch geregelten Umwälzpumpen scheint noch nicht genügend erkannt zu sein.

Bei den weitverbreiteten Multifunktionsspeichern ist unbedingt eine genügende Schichtung bei möglichst tiefen Temperaturen zu gewährleisten. Ist dies nicht der Fall, entwickelt sich der Speicher zu einem Effizienz"killer", was zu schlechten Jahreszahlen führt und die technischen Möglichkeiten der Wärmepumpen nicht nutzt.

4.7 Brauchwarmwasser-Erzeugung

Die überprüften Warmwasserspeicher mit innenliegenden Wärmetauschern haben ausnahmslos genügend Tauscherflächen im Verhältnis zur Wärmepumpenleistung. So wird eine maximal mögliche Brauchwassertemperatur mit den eingesetzten Wärmepumpen erreicht.

Bei einigen der besuchten Anlagen wird das Warmwasser mit den noch bestehenden Elektroboilern erzeugt.

Bei einem Teil der Anlagen wird das Warmwasser auf eine Temperatur von 38 – 45 °C vorgewärmt und im seriell geschalteten Speicher mit elektrischem Heizeinsatz nachgewärmt. Dieses Vorgehen führt zu einem Verlust an Energieeffizienz und ist heute nicht mehr notwendig. Moderne Wärmepumpen mit einer optimierten hydraulischen Einbindung und Wasserspeichern mit richtig dimensioniertem Wärmetauschern sind heute in der Lage, Warmwasser von über 50°C aufzubereiten. Viele Anlagenbetreiber bestehen auf einer regelmässigen, teilweise sogar täglichen, Aufheizung des Warmwassers auf 60°C (Legionellenschutz) und bedenken dabei nicht, dass dadurch die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpenanlage bedeutend verschlechtert wird.

Von den 43 besuchten Objekten sind sieben Wärmepumpen Anlagen mit Solarthermie ergänzt. Zur Anwendung kommen hier mehrheitlich Speicher mit integrierten Warmwasserbehältern (Kombispeicher). Um der in den meisten Fällen geforderten Priorität nach möglichst hohem Warmwasser-Komfort gerecht zu werden, müssen diese Speicher mit hohen Temperaturen geladen werden. Dies führt dazu, dass das Wasser für den Heizbetrieb auf die erforderliche Vorlauftemperatur heruntergemischt werden muss. Die bereits bekannte Problematik solcher Lösungen wurde bestätigt: Diese Art von Speichern führt meist zu einer Verschlechterung der Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe.

4.8 Dimensionierung der Erdwärmesonden

Statistik Soleflüssigkeitstemperatur bei Erdwärmesonden

Kanton	Objekt	ESO-Temp. °C	Messdatum
AG	1	9.1	08.11.2011
AG	2	9.6	08.11.2011
AG	3	3.0	08.11.2011
AR	4	11.0	23.01.2012
AR	5	8.6	23.01.2012
AR	6	3.2	23.01.2012
BL	9	7.5	22.11.2011
FR	10	4.0	01.03.2012
GR	15	10.4	15.12.2011
GR	14	4.0	15.12.2011
NE	17	3.0	15.02.2012
OW	18	7.0	19.12.2011
OW	19	6.8	19.12.2011
OW	20	6.1	19.12.2011
SO	22	4.8	02.02.2012
SO	23	5.7	02.02.2012
SZ	24	10.0	23.11.2011
SH	28	4.1	27.01.2012
SH	29	7.0	27.01.2012
TG	30	4.5	19.01.2012
TG	31	8.0	19.01.2012
TG	32	9.1	19.01.2012
UR	33	6.3	23.11.2012
UR	34	9.8	23.11.2012
VD	35	8.0	24.02.2012
VD	36	10.0	24.02.2012
VS	37	10.0	16.02.2012
ZG	39	9.5	05.12.2011
ZH	41	6.0	25.01.2012
ZH	42	6.0	25.01.2012
ZH	43	8.4	25.01.2012

Die Anlagebesuche fanden zwischen November 2011 und anfangs März 2012 statt. Bei allen Anlagen mit Sole-Wasserwärmepumpen sind die Soletemperaturen gemessen worden. Das Resultat ist erfreulich:

- Das Temperaturniveau der Wärmequellen ist durchwegs hoch, auch gegen Ende der Heizsaison.
- Die berechneten spezifischen Entzugsleistungen aus der Erdsonde liegen bei 31-51 W/Erdsonden-Laufmeter.

Wir vermuten, dass die Dimensionierung der Erdsonden meist noch nicht nach der neuen SIA-Norm 384-6 erfolgt ist. Einzelne Rückführungen haben diese Annahme bestätigt.

4.9 Erfüllung MuKE

Anhand der Isolation der Verteilungen im Kellergeschoss wurde bspw. überprüft, ob die Vorschriften der MuKE in diesem Teil eingehalten sind.

Das Resultat ist enttäuschend: Die Isolationsvorschriften werden oft nicht eingehalten. Heizleitungen sind sehr oft nicht oder nur ungenügend isoliert. Die dadurch verursachte leichte Temperierung des Kellers wiegt bei Weitem nicht auf, dass dadurch unnötigerweise mehr hochwertige Energie unkontrolliert verbraucht wird.



Fotos: Zwei Beispiele nicht isolierter Heizleitungen

Die Berichtersteller vermuten als Grund, dass möglicherweise die Bestimmungen der MuKE zu wenig bekannt sind. Dazu kommt, dass offenbar bei vielen Installationsfirmen und ihren Mitarbeitern die Belange der Energieeffizienz eine zu kleine Rolle spielen oder das Personal in diesem Bereich zu wenig ausgebildet ist.

Als extremes Beispiel sei der folgende Fall erwähnt: Im Installationsraum wird eine Temperatur um 5°C gemessen, die Heizleitungen sind allesamt unisoliert. Folge: Obwohl die Vorlauftemperatur am Ausgang der Wärmepumpe 42°C beträgt, liegt die Temperatur beim Eintritt in den entferntesten Radiator bei 36°C!

4.10 Schallsituation

Wir haben die Hausbesitzer, insbesondere bei Luft/Wasser-Wärmepumpen, auf das Thema Schall angesprochen. Erfreulich ist das Resultat, dass offenbar in keinem einzigen Fall das Schallverhalten der Wärmepumpe beanstandet worden ist. Dies stellt sowohl den Herstellern der Wärmepumpen, aber vor allem auch den Installationsfirmen, ein gutes Zeugnis aus. Die von Wärmepumpen ausgehende potenzielle Schallproblematik scheint allgemein erkannt und bei der Planung und Installation beachtet zu werden.

4.11 Inbetriebnahmen und Instruktion der Endkunden

Die Qualität der Inbetriebnahmen ist für die Energieeffizienz und die störungsfreie Funktion der Wärmepumpenanlage ausschlaggebend. Diese Inbetriebnahmen werden in aller Regel durch eigens ausgebildete Servicetechniker der Wärmepumpen-Lieferfirmen oder durch sie beauftragte Partnerfirmen erledigt.

Die Kontrollen haben ergeben, dass die Qualität der Inbetriebnahmen sehr oft in verschiedenen Bereichen noch verbessert werden können. Dies betrifft einerseits die Dokumentation der Anlage, indem die Inbetriebnahme-Protokolle oft nicht auf der Anlage deponiert sind, weder auf Papier noch elektronisch im Regler. Andererseits sind wichtige Systemeinstellungen oft mangelhaft, wie zum Beispiel Heizkurven, Temperaturgrenzen oder die Zeitprogramme für die Warmwasserbereitung, Absenkungen etc. Schliesslich werden auch Peripheriegeräte, wie Überströmventile oder Umwälzpumpen, nur mangelhaft eingestellt.

Zudem sind die Informationen, Einweisungen und Instruktionen an die Endkunden oft ungenügend. Sie sind dadurch überfordert. Bei besserer Instruktion gibt es weniger Fehlmanipulationen durch den Endkunden, die zu Anlage-Störungen führen.

Es sei darauf hingewiesen, dass sorgfältig und mit grosser Fachkenntnis in Betrieb genommene Wärmepumpenanlagen generell zu weniger Störfällen, vor allem auch in der arbeitsintensivsten Heizperiode, führen und eine bessere Effizienz haben.

4.12 Kundenzufriedenheit

Von wenigen Ausnahmen abgesehen, sind die Endkunden mit den Wärmepumpen-Anlagen sehr zufrieden. Sie schätzen die Energie- und Kosteneinsparungen im Vergleich zu vorher.

Weil ihnen verständlicherweise vertiefte Kenntnisse der Wärmepumpentechnik fehlen, können sie aber nicht abschätzen, was in den meisten Fällen an Mehreffizienz noch drin liegt.

Die Anlagenbesitzer haben diese Vollzugskontrollen ausnahmslos begrüsst. Sie haben durch diese neutrale Überprüfung mehr Sicherheit gewonnen, dass die Investition richtig und sinnvoll war.

Mehrere Anlagenbesitzer empfinden mit der neuen Wärmepumpenheizung ein besseres Wohngefühl und eine gleichmässige Wärme im beheizten Wohnbereich.

5 Sind die Projektziele erreicht?

Institutionelle Ziele

Diese Ziele sind im Grossen und Ganzen erreicht. Insbesondere sind, mit zwei Ausnahmen, nur Wärmepumpen verwendet, welche über das Gütesiegel verfügen und von ebenfalls zertifizierten Lieferanten bezogen worden sind. Die Erdwärmesonden wurden in den meisten Fällen gut dimensioniert, die konsequente Anwendung von SIA 384-6 ist noch umzusetzen.

Defizite offenbaren sich bei den Installationsfirmen in der Kenntnis und Anwendung der Bestimmungen der MuKE.

Technische Ziele

Hier fällt die Beurteilung nicht einfach aus: Zwar haben wir nur ganz wenige gravierende Planungs- und Installationsfehler entdeckt. In der Mehrzahl sind die Wärmepumpenanlagen richtig konzipiert und gebaut. Allerdings werden die Möglichkeiten der heutigen Wärmepumpen in Bezug auf die Energieeffizienz oft nicht nur nicht genutzt, sondern vielmehr durch ungünstige hydraulische Einbindungen oder die Verwendung nicht optimaler Peripheriegeräte (zum Beispiel Speicher mit innenliegenden Warmwasserbehältern, sog. Kombispeichern) gemindert. Hier herrscht noch ein bedeutender Informations- und Ausbildungsbedarf.

Zudem werden Wärmepumpen heute oft noch zu gross ausgelegt. Damit laufen die Geräte grösstenteils nicht im optimalen Betriebszustand.

Schliesslich werden zu viele Heizungsanlagen ersetzt, bevor die Gebäudehülle energetisch saniert wird. Die Folge sind der Einbau zu grosser Wärmepumpen und für den Gebäudebesitzer Mehrinvestitionen, welche sich vermeiden oder anders einsetzen lassen.

Weiterführende Ziele

Es ist noch zu früh, um hier endgültige Aussagen machen zu können. Erste Schritte sind aber gemacht und geben zu Optimismus Anlass. Die Kantone haben sich an einer Zusammenarbeit mehrheitlich sehr interessiert gezeigt und auch mitgewirkt. Die Festigung dieser Zusammenarbeit bedarf aber noch weiterer Schritte auf allen Stufen und seitens aller Beteiligten.

6 Empfehlungen

Der Besuch der 43 Wärmepumpenanlagen hat zu vielen aufschlussreichen Ergebnissen geführt und einige bereits bekannte Erkenntnisse vertieft und bestätigt. Die Auswertung aller Anlagenbesuche veranlasst uns zu den folgenden Empfehlungen:

- Allgemein kann festgestellt werden, dass die Wärmepumpenanlagen zu wenig energieeffizient gebaut und betrieben werden. Sowohl die Unternehmen als auch die Anlagebesitzer haben zu wenig Kenntnisse über die Belange der Energieeffizienz oder sind dafür zu wenig sensibilisiert. **Hier sind weitere Informations-, Schulungs- und Motivationsmassnahmen notwendig.**
- Eine umfassende Aufnahme der Betriebsdaten vor der Sanierung der Heizungsanlage ist unabdingbar und Voraussetzung für den Einbau einer richtig dimensionierten, energieeffizienten Wärmeerzeugungsanlage. **Nach Möglichkeit** soll der Energieverbrauch anhand von spezifischen Verbrauchszahlen bezogen auf die Energiebezugsfläche verglichen werden. Entsprechende Tabellen, resp. mittlere Verbrauchswerte von typischen Gebäudestandards, liegen vor.
- Die MuKEn sind noch zu wenig bekannt. Daher werden deren Bestimmungen oft zu wenig eingehalten. **Die Unternehmungen sollten vermehrt über die MuKEn informiert werden.**
- **Hydraulische Einbindungen sind so einfach als möglich zu halten.** Dies ermöglicht im Betrieb höhere Energieeffizienz der Wärmepumpenanlagen.
- **Der Einsatz von effizienten Umwälzpumpen (A-Klass-Umwälzpumpen) ist voranzutreiben.** Dabei ist auf deren richtige Dimensionierung und dem Abgleich der Volumenströme zu achten. A-Klass-Umwälzpumpen sind ab 2013 Vorschrift.
- Ebenso ist **der richtigen Wahl normgerechter Speicher und Warmwasserbehälter** bei der Planung und Ausführung der Anlage grosse Beachtung zu schenken.
- **Die Erfassung und Dokumentation der Betriebsstunden der Verdichter und der Einbau eines Impulszählers sind eine Notwendigkeit.** Diese Daten müssen auch durch den Anlagenbenutzer leicht auszulesen sein. Sinnvoll ist der Einbau eines Elektrozählers für die Erfassung des Energieverbrauches für Heizung und Warmwasser.
- Der Einsatz von Regelungen mit der **Berücksichtigung der Raumtemperatur als Parameter (Raumtemperaturkompensation)** ist anzustreben. Es muss jedoch auf die richtige Platzierung des Raumfühlers geachtet werden.
- Eine **Wiederholungs-Inbetriebnahme während der ersten Heizperiode** nach der Inbetriebnahme der Wärmepumpe ist anzustreben. Dadurch lassen sich energetische Optimierungsmassnahmen definieren, realisieren und auf ihre Wirksamkeit überprüfen.
- **Die Anforderungen an die Tätigkeit und die Qualifikation der Kundendienste müssen besser definiert werden.** Evtl. kann eine Zertifizierungsmöglichkeit der Kundendienste eingeführt werden.
- **Installateure sollten vermehrt mit einfachen Checklisten arbeiten,** wie es in den FWS-Fachpartnerkursen geschult wird.

Anhang:

Checkliste Anlagebesuche der angewandten Kriterien für die Beurteilung von Wärmepumpenanlagen im Rahmen des Projektes "Vollzugskontrolle 2011".

Anlagebesitzer

Anlagestandort

Name, Vorname: Name, Vorname:
 Adresse: Adresse:
 PLZ, Ort: PLZ, Ort:

Gebäude: Baujahr: Zustand:

Was wurde bereits saniert?

Anlagesystem (SW/WW/LW) SW WW LW

Fabrikat /Typ

Kältemittel/Füllmengekg

Inbetriebnahmedatum

Kompakt- oder Splitanlage? Kompaktanlage Splitanlage

Leitungsführung/Länge bei Splitleitungen:

Bei SW-WP-Anlagen: Anzahl EWS: Länge EWS:

Hat Wärmepumpe ein Gütesiegel? Ja Nein

Wie deklariert bei Bauherr?:

Hat es auf der Anlage Betriebsanleitung und Dokumentation? Ja Nein

Sind diese vollständig?:

Wird Warmwasser mit Wärmepumpe erzeugt? Ja Nein

Boilertyp Tauscherfläche:

Wie sonst?:

Nachtabsenkung: Ja Nein

Sind Heizleitungen im Heizraum und Keller isoliert? Ja Nein

Wenn Nein, wo, Laufmeter:

Sind Energie-A-Klasse-Pumpen vorhanden? Ja Nein

Wenn Nein:

Wärmeverteilsystem? FBH Rad.

Ist die Anlage ordnungsgemäss installiert? Ja Nein

Wenn Nein, Bemerkung:

Deckt die neue Heizung den gesamten Wärmebedarf ab? Ja Nein

Bivalenzpunkt:

Bei LW-WP-Anlagen: Schalleistungspegel:dB(A) Deklaration:dB(A)

Bemerkung zur Schallsituation:

Energieverbrauch vor/nach Sanierung	Input vor Sanierung		Input nach Sanierung	
Elektro	<input type="text"/>	kWh/a	<input type="text"/>	kWh/a
Heizöl EL	<input type="text"/>	lt/a	<input type="text"/>	
Erdgas/Holz	<input type="text"/>	m3/a	<input type="text"/>	kg/a

Betriebsdaten seit Inbetriebnahme WP

Elektro

Laufzeit

h

Einschaltungen

-

Betriebsdaten vor Ort:

Primär: VL°C

Sekundär: VL°C

Aussentemp:°C

RL°C

RL°C

Störungen?

Ja

Nein

Wenn Ja, Bemerkung:

.....

Bemerkung :

.....

.....

Inbetriebnahmeprotokoll vorhanden? (Kopie mitnehmen)

Ja

Nein

Bemerkungen vom Anlagenbesitzer:

.....

.....

.....

Bemerkungen Kontrollstelle:

.....

.....

.....

Beschreibung der Anlage (einfaches Prinzipschema oder Kurzbescrieb)

Installateur

Planer

Planung durch Installateur

Firma:

Firma:

Adresse:

Adresse:

PLZ, Ort:

PLZ, Ort:

Tel./Mail:

Tel./Mail:

Besuchsdatum:

FWS-Vertreter: Name Visum:

Bestätigung Anlagebesitzer: Ort Visum: