

## Feldtest Elektro – Wärmepumpen:

# Nicht jede Wärmepumpe trägt zum Klimaschutz bei

## Erdreich-Wärmepumpen mit positiver Ökobilanz Kritische Bewertung von Luft-Wärmepumpen

### Zusammenfassung

Einführung: In einem zweijährigen „Feldtest Elektro-Wärmepumpen“ untersucht die Lokale Agenda 21 - Gruppe Energie Lahr (Schwarzwald) in Kooperation mit der Ortenauer Energieagentur in Offenburg den Stand heutiger Wärmepumpentechnik, deren Effizienz und Wirtschaftlichkeit zwischen Freiburg im Breisgau und Baden-Baden. Dazu ermittelte die Gruppe 33 Betreiber mit Luft-, Erdreich- und Grundwasser - Heiz-Wärmepumpen und 5 mit Warmwasser-Wärmepumpen in Ein- und Zweifamilienhäusern. Ziel ist es, nicht nur den Teilnehmern am Projekt, sondern auch den Planern, Energieberatern und Handwerkern verlässliche Daten über die effizientesten Wärmepumpensysteme an die Hand zu geben.

Ergebnisse: Es gibt erhebliche Unterschiede zwischen den Leistungsmessungen auf den Testständen und der Werbung auf der einen Seite und der Ermittlung von Arbeitszahlen unter realistischen Betriebsbedingungen auf der anderen Seite. Die Jahresarbeitszahl JAZ ist definiert als das Verhältnis von Wärme am Ausgang einer Wärmepumpe zum notwendigen Strom an deren Eingang. Je höher die Arbeitszahl, desto effizienter die Wärmepumpe. Die Deutsche Energie-Agentur und das RWE bezeichnen Elektro-Wärmepumpen als energieeffizient, wenn die Jahresarbeitszahl über 3 liegt und als „nennenswert“ energieeffizient, wenn sie über 3,5 liegt.

Auf der Kaltquellenseite sind Erdreich-Wärmepumpen der Spitzenreiter. Bei einer Fußbodenheizung erreichen sie im Mittel eine Jahresarbeitszahl von  $JAZ = 3,4$ ; davon übertreffen zwei Wärmepumpen sogar die Werbeaussagen von  $JAZ = 4$ . Die Grundwasser-Wärmepumpen schneiden mit  $JAZ = 3,0$  schlechter ab.

Schlusslicht bilden die Luft-Wärmepumpen. Bei einer Fußbodenheizung beträgt die Jahresarbeitszahl im Mittel  $JAZ = 2,8$ , bei Radiator-Heizkörpern nur  $JAZ = 2,3$ . Die System-Arbeitszahlen (Heizung und Warmwasser) liegen bei allen Wärmepumpenvarianten um 0,3-JAZ-Punkte niedriger und betragen bei Luft-WP 2,5 bzw. 2,0. Eine Jahresarbeitszahl von 2,0 bedeutet aber: Die Hälfte des Wärmebedarfes eines Hauses für Heizung und Warmwasser muss der hochwertige und teure Strom decken (von Herstellern und Energieversorgungsunternehmen empfohlen für die Altbausanierung!).

Deutlich abgeschlagen sind die ebenfalls mit Luft betriebenen Klein-Warmwasser-Wärmepumpen mit einer mittleren Jahresarbeitszahl von nur noch  $JAZ = 1,9$ .

Empfehlungen: Einsatz von Erdreich-Wärmepumpen in Verbindung mit Fußbodenheizungen, weil sie in der Praxis im Mittel ca. 25% Primärenergie und damit das klimaschädliche Treibhausgas  $CO_2$  gegenüber Brenntwertkesseln einsparen können. Luft - Heiz-Wärmepumpen mit Fußbodenheizungen tragen dagegen nur in wenigen Einzelfällen marginal und in Verbindung mit Radiatorheizkörpern überhaupt nicht zu einer Umweltentlastung bei. Mit ihnen ist das Klimaschutzziel der Bundesregierung, bis zum Jahre 2020 30%  $CO_2$  einzusparen, nicht zu erreichen. Frühere und zur Zeit laufende Feldtests kommen zu vergleichbaren Ergebnissen.

Hersteller und Handwerker sind dazu aufgefordert, mehr als bisher die Systemtechnik und die Optimierung der Komponenten im Auge zu behalten. Das würde nicht nur dem Klimaschutz dienen, sondern vielen Wärmepumpensystemen erst einen deutlichen Umweltvorteil verschaffen.

# Jahresbericht

## 1. Einführung

Bei den Bemühungen um eine Energieeinsparung wächst erneut das Interesse an Wärmepumpen für die Heizung und das Warmwasser. Dabei kommt im Ein- und Zweifamilienhaus nur die Elektro-Wärmepumpe in Frage. Sie kühlt über einen primären Kältekreislauf die Umgebungsluft, das Erdreich oder das Grundwasser ab und hebt („pumpt“) die niedrigen Temperaturen mit Hilfe elektrischer Energie auf ein nutzbares Temperaturniveau im sekundären Wärmekreislauf zum Heizen oder zur Warmwasserbereitung an.

Bisherige Felduntersuchungen und Werbeaussagen lassen aber Zweifel darüber aufkommen, ob alle Wärmepumpensysteme geeignet sind, volkswirtschaftlichen Zielen (Einsparung von Primärenergie und Kohlendioxid) und privatwirtschaftlichen Zielen (Einsparung von Geld über die Lebensdauer der Anlage) gerecht zu werden. Übertriebene Äußerungen von Herstellern, Verbänden und Energieversorgungsunternehmen (EVU) über Jahresarbeitszahlen von 4 –6 (Verhältnis von Wärme-AUSGANG/ Strom-EINGANG) und Slogans wie „mit 100% Sonne heizen“ oder „das umweltfreundlichste Heizsystem, das das Klima entlastet“ schaden der Wärmepumpentechnik mehr, als sie ihr nützen. Das hat schon eine ähnliche Kampagne in den Jahren 1979 und 1980 gezeigt.

Die Lokale Agenda 21 - Gruppe Energie Lahr (Schwarzwald) führt deshalb in Zusammenarbeit mit der Ortenauer Energieagentur in Offenburg seit Oktober 2006 einen zweijährigen „Feldtest Elektro-Wärmepumpen“ durch. Die Messtechnik fördern zu gleichen Teilen die badenova (Freiburg/ Breisgau.) und das E-Werk Mittelbaden (Lahr/Schwarzwald). Ein Arbeitskreis begleitet die Untersuchungen. Er setzt sich zusammen aus Vertretern der Elektro- und Heizungs-Innungen, der beiden zuvor genannten EVU, des Steinbeis-Transferzentrums, der Hochschule Offenburg, der Ortenauer Energieagentur und des Lokalen Agenda 21 - Büros der Stadt Lahr.

## 2. Ziele

Ziel des zweijährigen „Feldtest Wärmepumpen“ ist die Ermittlung des Standes neuerer Technik, der **Jahresarbeitszahl** und der **Wirtschaftlichkeit** unter realistischen Betriebsbedingungen. Die Voraussetzungen dazu sind am Oberrhein recht gut: Hier misst der Wetterdienst die höchsten Umgebungstemperaturen Deutschlands, das begünstigt die Luft-Wärmepumpen. Aber auch die hohe Strömungsgeschwindigkeit des Grundwassers in den mächtigen Kiesschichten des Rheintals wirken sich vorteilhaft auf die Erdreich- und Grundwasser-Wärmepumpen aus. Wenn ein Wärmepumpen-Heizsystem nicht hier energieeffizient arbeitet, wo dann sonst?

Darüber hinaus sind die folgenden Fragen noch nicht hinreichend geklärt:

- Welche der drei **Kaltquellen** Luft, Erdreich und Grundwasser ist die energieeffizienteste?
- Heizung und Warmwasser getrennt oder **kombiniert**?
- Ist ein Heizungs-**Pufferspeicher** nötig und beeinflusst er die Arbeitszahl?
- Sind Heizungskörper vertretbar oder ist eine **Fußbodenheizung** erforderlich?

Das Projekt dient somit nicht nur den Teilnehmern des Feldtests, sondern liefert den Energieberatern, Energieagenturen, potentiellen Interessenten, Planern und Handwerkern auch verlässliche Daten über die energieeffizientesten Wärmepumpensysteme.

## 3. Vorarbeiten

Die Lokale Agenda 21 - Gruppe Umwelt/Energie Lahr ermittelte zunächst in Zusammenarbeit mit der Ortenauer Energieagentur, dem Ortenaukreis, dem Steinbeis-Transferzentrum, der badenova, dem E-Werk Mittelbaden und der Tagespresse über 100 Interessenten. Nach einer

**Vorauswahl** im Hinblick auf die geographische Lage, Art der Kaltquellen und Hersteller blieben 50 übrig. Bei der Begehung dieser Wärmepumpenanlagen verringerte sich die Anzahl aber weiter auf 33 Heiz- und 5 Warmwasser-Wärmepumpen. Die Gründe: Nicht in allen Fällen waren die Verrohrung und elektrischen Anschlüsse klar, es lagen Fremdverbraucher auf dem Sondertarifzähler, es gab nicht ausreichend Platz zum Einbau der Messgeräte, das Interesse des Betreibers ließ nach oder die Anlagen waren ähnlich.

Die 33 ausgewählten Wärmepumpenanlagen stellen die **Vielfalt der vorhandenen Systeme** dar: Es sind die Kaltquellen Luft (13), Erdreich (13) und Grundwasser (7) in repräsentativer Auswahl vertreten, und zwar zwischen Freiburg und Baden-Baden sowie zwischen dem Rhein- und Kinzigtal in 4 EVU-Gebieten. Die Wärmepumpen stammen von 11 Herstellern. 24 Anlagen verfügen über eine integrierte und 9 über eine getrennte Warmwasserbereitung, 6 arbeiten ohne einen Heizungspufferspeicher und 22 von 33 mit einer Fußbodenheizung.

Unter den Wärmepumpenanlagen befinden sich vier **Sonderfälle**. Es handelt sich dabei erstens um eine Luft-Wärmepumpe, die die Luft nicht direkt von der Frischluft bezieht, sondern vorerwärmt über die Wohnräume; zweitens um zwei Erdreich-Wärmepumpen mit einer sog. Heißgasentwärmung für die Warmwasserbereitung; drittens eine Kompakt-Wärmepumpe mit Wärmerückgewinnung und Vorerwärmung der Frischluft über einen Erdkollektor in einem Passivhaus und schließlich viertens um fünf Klein-Wärmepumpen für die Warmwasserbereitung.

Zur Beurteilung der **Energieeffizienz** aller Wärmepumpen ist die **Jahresarbeitszahl JAZ** die wichtigste Kenngröße. Sie ist definiert als das Verhältnis von erzeugter Wärme am Ausgang der Wärmepumpe (Nutzwärme) zur notwendigen elektrischen Energie (Strom) am Eingang. Die Deutsche Energie-Agentur (dena) und das RWE bezeichnen Elektro-Wärmepumpen als energieeffizient, wenn die Jahresarbeitszahl über 3,0 liegt und als „nennenswert“ energieeffizient, wenn sie über 3,5 liegt. Wie sollten sich sonst die erheblichen Mehrkosten gegenüber einem Brennkessel in Höhe von 8 000 bis 16 000 Euro rechtfertigen lassen wenn die JAZ darunter liegt? Ein Beispiel dazu: Wenn die Werbung von einer JAZ = 4 spricht, dann meint sie, dass 25% Strom erforderlich ist, um zusammen mit 75% Umweltwärme (Luft, Erde oder Wasser) 100% Nutzwärme zu erzeugen. Eine so hohe Arbeitszahl erreichen unter realistischen Betriebsbedingungen aber nur wenige Elektro-Wärmepumpen.

#### **4. Durchführung der Messungen**

Die Energieversorgungsunternehmen bieten Elektro-Wärmepumpenbetreibern **Sondertarife** mit einem Rabatt von bis zu 50% auf den Haushaltstarif an (Quersubvention). Dafür müssen sie an Wochentagen mit einer Stromunterbrechung bei den Wärmepumpen von maximal dreimal pro Tag zu je 1,5 - 2 Stunden rechnen. Die 22 Fußbodenheizungen berührt das eigentlich nicht, ihre Wärmespeicherkapazität ist ausreichend groß, um die Räume kontinuierlich mit Wärme zu versorgen. Trotzdem kommen im Feldtest bei insgesamt 80% der Wärmepumpenanlagen Heizungspufferspeicher zwischen 200 und 1000 Litern zum Einsatz – wohl aus Gründen der Sicherheit und der einfacheren hydraulischen Anbindung an den Heizkreis.

Auf dem Sondertarifzähler liegen auch elektrische Verbraucher, die eigentlich gar nicht dahin gehören und umgekehrt. Das handhabt jedes Elektrizitätswerk und jeder Handwerker anders. Eine einheitliche Richtlinie gibt es nicht. Es erforderte deshalb einen beachtlichen Aufwand, vor Ort die IST-Lage zu ermitteln und mit Hilfe von Zwischenzählern in eine einheitliche SOLL-Lage zu überführen. Im Einvernehmen mit dem Arbeitskreis erfasst die Agenda-Gruppe nur die folgenden wärmepumpenspezifischen elektrischen Verbraucher:

- Wärmepumpe einschließlich Steuerung/ Regelung
- Lüfter (Luft), Sole- (Erdreich) bzw. Förder- (Grundwasser) – Pumpe
- Ladepumpe Warmwasserspeicher falls vorhanden

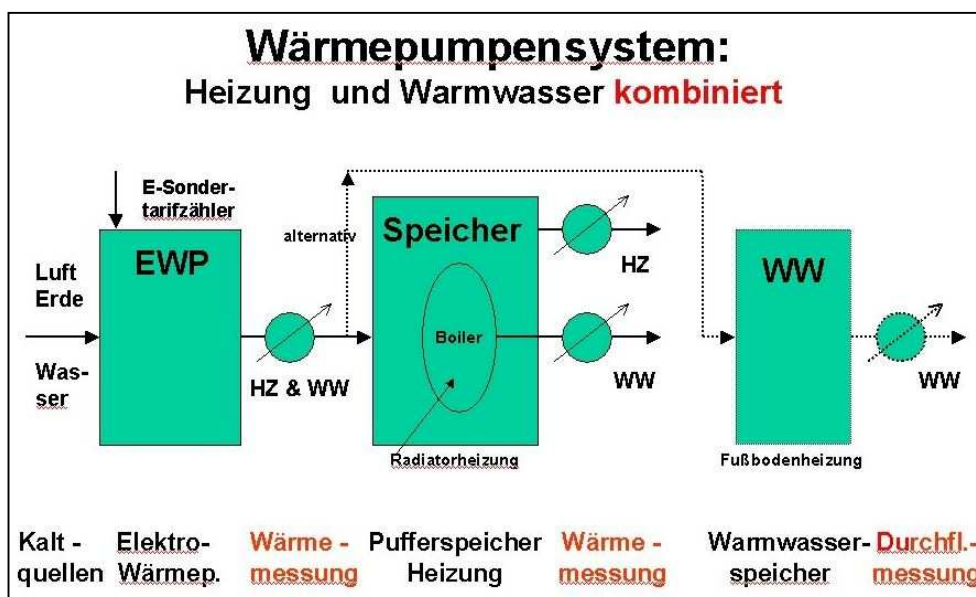
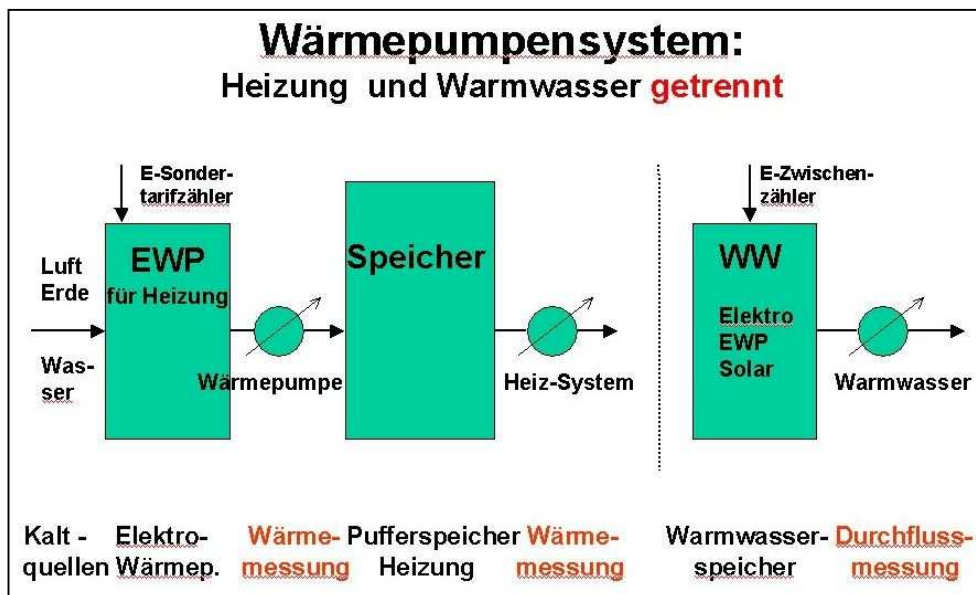
- Elektro-Heizstab als Notheizung (bei Erdreich- und Grundwasser-Wärmepumpen fast immer per Hand ausgestellt).

Die Umwälzpumpe für den Heizkreis liegt oft auf dem Sondertarifzähler. Hin- und wieder auch der Heizlüfter im Bad und die Lüftungsanlage. Diese Verbraucher müssen mit Hilfe von Zwischenzählern herausgerechnet werden, weil sie nicht zur Wärmepumpe gehören.

Die Betreiber melden monatlich die Wärme- und Elektrozählerstände. Der Aufwand für die regelmäßige Überwachung, Erinnerungen, Prüfungen auf Plausibilität, Nachhaken und Nachbegründungen ist hoch. Doch die Arbeit lohnt sich. Denn nur so ist die Agenda-Gruppe in der Lage, belastbares Zahlenmaterial vorzulegen. Außerdem hat sie schon in den ersten paar Monaten mit dazu beigetragen, die Energieeffizienz von einigen Wärmepumpen zu verbessern.

#### 4.1 Normal - Messprogramm

Von den 33 Wärmepumpenanlagen laufen **32 im Normal-Messprogramm**. Das heißt: Bei ihnen sind nur Wärme- und Elektrozähler eingebaut, die die Betreiber monatlich ablesen müssen. Die folgenden beiden Bilder zeigen schematisch die Messtechnik bei einem Wärmepumpensystem mit getrennter und kombinierter Warmwasserversorgung.



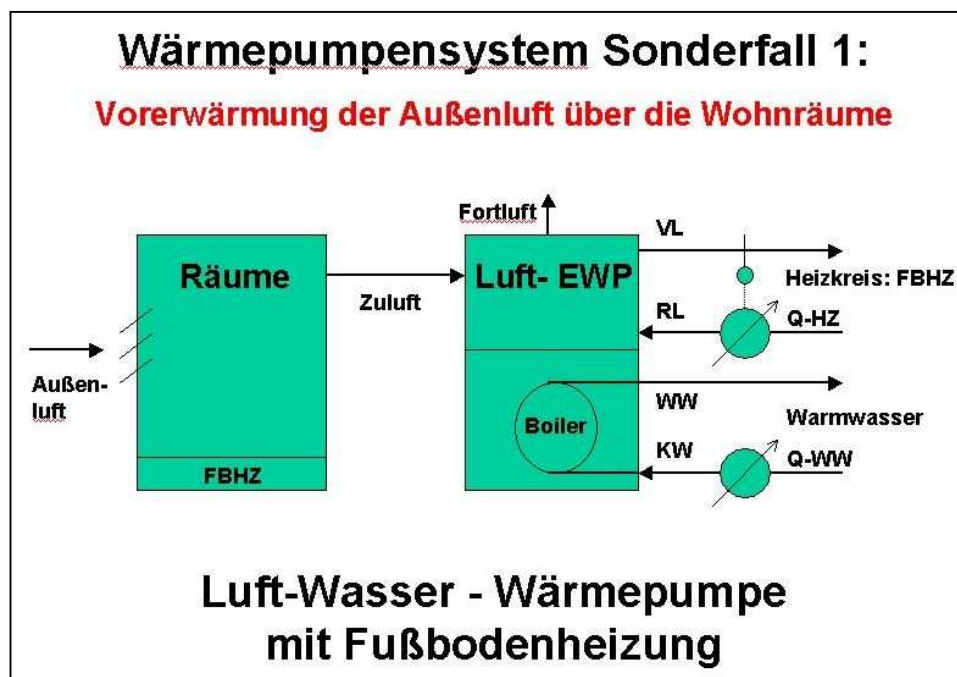
Nebenbei: Während vor und hinter dem Heizungspufferspeicher die Wärmemenge (kWh = Kilowattstunde) direkt gemessen wird, erfolgt die Ermittlung der Warmwasser-Wärmemenge über die Messung des Durchflusses ( $m^3$  = Kubikmeter) und der Multiplikation mit einem Faktor, so wie das bei der Abrechnung mit Mietern üblich ist.

#### 4.2 Sonder-Wärmepumpenanlagen

##### 4.2.1 Sonderfall 1: Luft-Wärmepumpe mit **Vorerwärmung** der Umgebungsluft (**Frischluf**) durch die **Wohnräume**

In Heizungsfachkreisen gibt es unterschiedliche Ansichten, ob es Vorteile bringt, die Frischluft direkt dem Verdampfer der Luft-Wärmepumpe zuzuführen oder sie zuerst über die Wohnräume vorzuwärmen. Der Charme der Raumluftvorerwärmung besteht darin, dass sich Heizung und kontrollierte Lüftung mit nur geringem Aufwand verbinden lassen. Andere wenden freilich ein, dass es sich bei diesem System um einen Wärmekurzschluss handelt, wenn der Wärmebedarf des Hauses zu hoch ist.

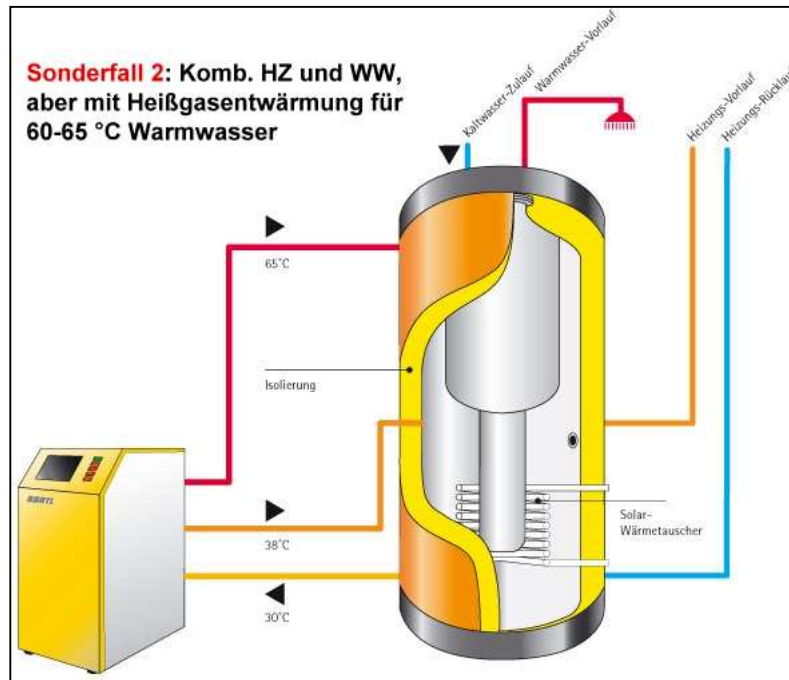
Die Agenda-Gruppe hat deshalb das unten dargestellte Wärmepumpensystem mit in das Messprogramm aufgenommen, um die Energieeffizienz dieser kombinierten Anlage für Heizung- und Warmwasser im Vergleich zu normalen Luft-Wärmepumpen zu ermitteln.



##### 4.2.2 Sonderfall 2: Erdsonden-Wärmepumpen mit **Heißgasentwärmung** zur Warmwassererwärmung bis zu 65 °C

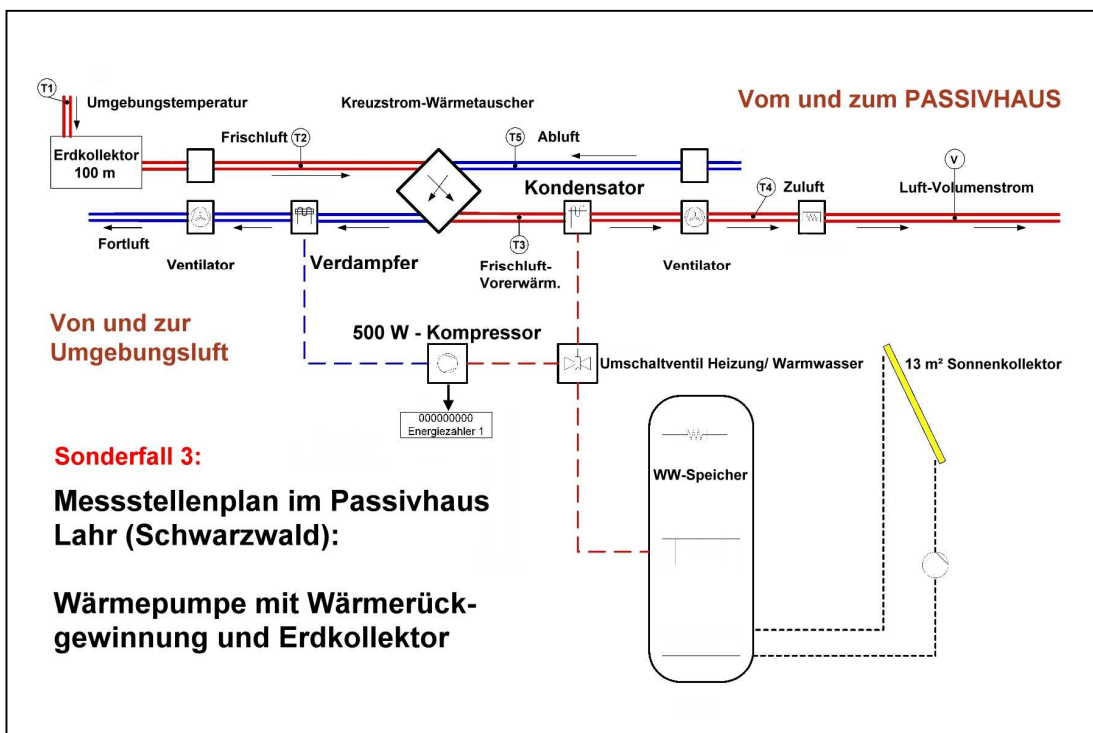
Ein Wärmepumpen-Hersteller wirbt mit „Warmwassertemperaturen bis 65°C bei hervorragender Leistungszahl“. Der Clou: Die Heißgasentwärmung. Er zweigt 10% der Heizleistung im Kältemittelkreislauf für das höhere Warmwasser-Temperaturniveau ab und speist diese in den oberen Teil des auf der nächsten Seite dargestellten Speichers ein.

Ob diese Heißgasentwärmung Vorteile bringt, untersucht die Agenda-Gruppe an zwei Erdsonden-Wärmepumpen, eine mit Fußbodenheizung und eine mit Radiatoren.



4.2.3 Sonderfall 3: Luft - Kompakt-Wärmepumpe mit Vorerwärmung der Luft durch einen 100 m – Erdkollektor und Wärmerückgewinnung der Abluft aus einem **Passivhaus**

Die Effizienz dieses Wärmepumpensystems ist mit dem Normal-Messprogramm unter Kapitel 4.1 nicht mehr zu erfassen. Mit Unterstützung von drei Firmen hat deshalb die Agenda-Gruppe ein Passivhaus in Lahr mit einer kompletten automatischen Messwerterfassungsanlage bestückt (siehe Messstellenplan unten). Der Logger tastet im Rhythmus von zwei Sekunden alle acht Messkanäle ab, berechnet intern bereits abgeleitete Kenngrößen, z.B. Arbeitszahlen, und speichert alle 10 Minuten die Mittelwerte ab. Das Auslesen der Daten in einen Notebook erfolgt einmal im Monat.



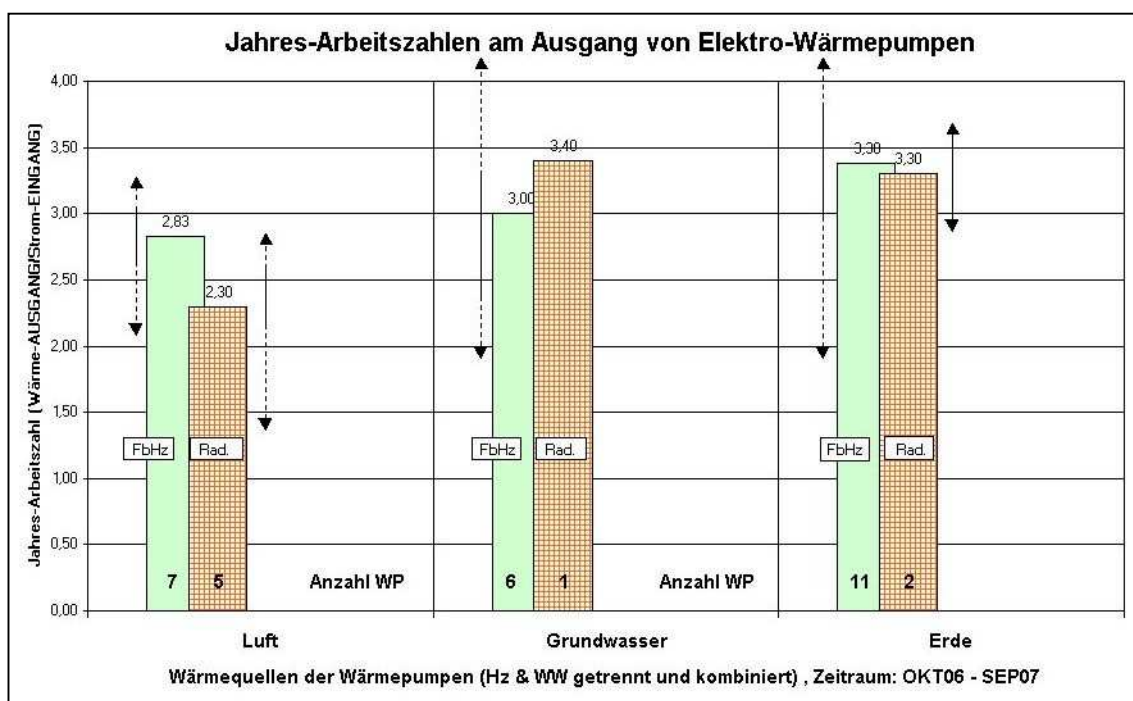
#### 4.2.4 Sonderfall 4: Luft - Klein-Wärmepumpen für die Warmwasserbereitung

Klein-Wärmepumpen für die Warmwasserbereitung stehen oft im Keller, wo sie meist Vorratsräume abkühlen sollen (hoffentlich nicht in einem Heizungsraum: Wärmekurzschluss!). Ob dieses Ziel erreicht werden kann, steht im Feldtest nicht zur Debatte. Die geringe Kompressorleistung, die Verlustwärme des integrierten Warmwasserspeichers und die fehlende Dämmung der Kellerräume sprechen dagegen. Es interessiert vielmehr, ob die fünf zu untersuchenden Klein-Wärmepumpen Primärenergie und damit Kohlendioxid einsparen können oder ob eine Sonnenkollektoranlage eine energieeffizientere Investition darstellt.

## 5 Ergebnisse

### 5.1 Normal-Messprogramm

Das folgende Bild zeigt das Jahresergebnis von Oktober 2006 bis September 2007. Aufgetragen ist die entscheidende Größe für die Energieeffizienz von Wärmepumpen, nämlich die in Kapitel 3 definierte Jahresarbeitszahl JAZ. Die Graphik unterscheidet unterschiedliche Kaltquellen (Luft, Erde und Grundwasser) und Wärmesenken (Fußboden- und Radiatorheizungen).



Die beiden linken Säulen stellen die gemittelten **Erzeuger**-Jahresarbeitszahlen (gemessen direkt am Ausgang der Wärmepumpe ohne die Verluste eines Heizungspufferspeichers und ohne die Brauchwassererwärmung) der **Luft**-Wärmepumpen dar, und zwar für Fußbodenheizungen (grüne Säule: Mittel JAZ = 2,83) und Radiatorheizungen (gerastert: Mittel JAZ = 2,30). Die Zahlen am Fuß der graphischen Darstellung informieren über die Anzahl der gemittelten Wärmepumpen und die senkrechten Pfeile an den Säulen über die Variation der Einzelwerte (durchgezogen: Hauptfeld, gestrichelt: Extreme).

Während der Unterschied zwischen den Nieder- und Mitteltemperaturheizkreisen in der Heizperiode noch 0,65 AZ-Punkte betrug, verringert er sich ganzjährig auf 0,53 AZ-Punkte. D.h.: Radiatoren brauchen wegen des höheren Temperaturniveaus in der Heizperiode 28 % und ganzjährig 23% mehr Strom. Nur zwei Luft-Wärmepumpen von dreizehn (12 + Sonderfall 3) übertreffen die Erzeuger-Jahresarbeitszahl JAZ = 3, und zwar mit 3,1 und 3,3.

Die beiden mittleren Säulen zeigen links (grün) die gemittelte Jahresarbeitszahl von **Grundwasser**-Wärmepumpen mit Fußbodenheizungen. Entgegen den Erwartungen vieler schneiden sie mit einer JAZ= 3,0 im Vergleich zu Erdreich-Wärmepumpen nicht so gut ab. Die Gründe dafür sind:

- Erdreich-Wärmepumpen verfügen über einen geschlossenen Solekreislauf (Wasser-Glykol-Gemisch), arbeiten somit immer optimal bei konstantem Durchfluss. Die Sole-Umwälzpumpe nimmt nur eine Leistung von 80-120 Watt auf (Ein- Zweifamilienhaus).
- Grundwasser-Wärmepumpen verfügen dagegen auf der Kaltseite über einen offenen Kreislauf. Der Durchmesser des Bohrlochs ist in vielen Fällen mit 10-15 cm Durchmesser nicht ausreichend groß, so dass bei einem Fördervolumen von bis zu 2 m<sup>3</sup>/h nicht ausreichend Wasser nachströmt. Die Druckhöhe und damit der Durchfluss sind deshalb variabel. Darüber hinaus setzt sich der Schmutzfänger nach und nach zu und wird in der Praxis nicht regelmäßig gereinigt. Letztendlich hat die Grundwasser-Förderpumpe im Vergleich zu einer Erdreich-Solepumpe auch eine rund dreimal so hohe Leistungsaufnahme von 250 bis 350 Watt.

Diese Gründe verschlechtern die Jahresarbeitszahlen unter real existierenden Betriebsbedingungen gegenüber Erdreich-Wärmepumpen – trotz höherer Kaltquellentemperatur.

Bemerkenswert ist die große Bandbreite der Einzelwerte von JAZ = 1,9 bis JAZ = 4,2 und dass der einsame Spitzenwert von 4,2 von einer Wärmepumpe herrührt, die das Grundwasser aus einem offenen Brunnen mit einem Durchmesser von zwei Metern bezieht. Hier müssen Hersteller, Bohrlochfirmen und Handwerker, ähnlich wie bei den Erdreich-Wärmepumpen, noch erheblich an einer Systemoptimierung der Komponenten „Kaltquelle - Wärmepumpe / Regelung - Wärmesenken / Hydraulischer Abgleich“ arbeiten. Schließlich ist bei Grundwasser-Wärmepumpen eine Jahresarbeitszahl von über 4 möglich.

Die rechte Säule in der Mitte (gerastert) zeigt die Jahresarbeitszahl von nur einer Grundwasser-Wärmepumpe mit Radiatorheizung. Dass sie über dem Mittel der Fußbodenheizungen liegt, ist zufällig.

Die beiden rechten Säulen zeigen schließlich die gemittelten Jahresarbeitszahlen für die **Erdreich**-Wärmepumpen. Elf verfügen über vertikale Erdsonden und zwei über horizontale Erdregister. Die Mittel dieser Arbeitszahlen liegen mit JAZ = 3,38 (Fußbodenheizung) und JAZ = 3,30 (Radiatoren) über der Mindest-Jahresarbeitszahl von JAZ = 3,0. Der Unterschied zwischen beiden Wärmeüberträgern beträgt hier nur rund 0,1 - AZ-Punkte. Bei einer erhöhten Anzahl von Radiatorheizkörpern wäre die Differenz vermutlich größer. Trotzdem dürfte die Aussage noch zulässig sein, dass Erdreich-Wärmepumpen gegenüber Radiatorheizkörpern toleranter als Luft-Wärmepumpen sind.

Die graphische Darstellung zeigt die Jahresergebnisse am **Ausgang** der Wärmepumpen (**Erzeuger-Arbeitszahl** für „nur Heizung“ oder „Heizung und Warmwasser“). Berücksichtigt man noch die wärmepumpenspezifischen Komponenten eines oft vorhandenen Heizungspufferspeichers (bei 22 von 33 Wärmepumpen) und des Brauchwasserspeichers (aber nicht den Heizkreis und dessen Umwälzpumpe), dann erniedrigen sich die Jahresarbeitszahlen um rund 0,3 Arbeitszahlpunkte (Mittel von 11 Wärmepumpensystemen: -0,34). Diese als **System-Jahresarbeitszahl** bezeichnete Kenngröße ist nahezu unabhängig von den Kaltquellen und den Wärmesenken sowie einer getrennten oder kombinierten Warmwasserversorgung.

Bei den **getrennten Wärmepumpensystemen** für Heizung und Warmwasser (siehe Kapitel 4.1, Bild 1) sinkt die System-Arbeitszahl beträchtlich, wenn -wie von machen E-Werken empfohlen- der Betreiber das Brauchwasser mit einem Elektro-Standspeicher erwärmt, und zwar um minus 0,8-Arbeitszahlpunkte (Mittel von 3 Luft-WP mit FbHz). Ökologisch gesehen die schlechteste Lösung!

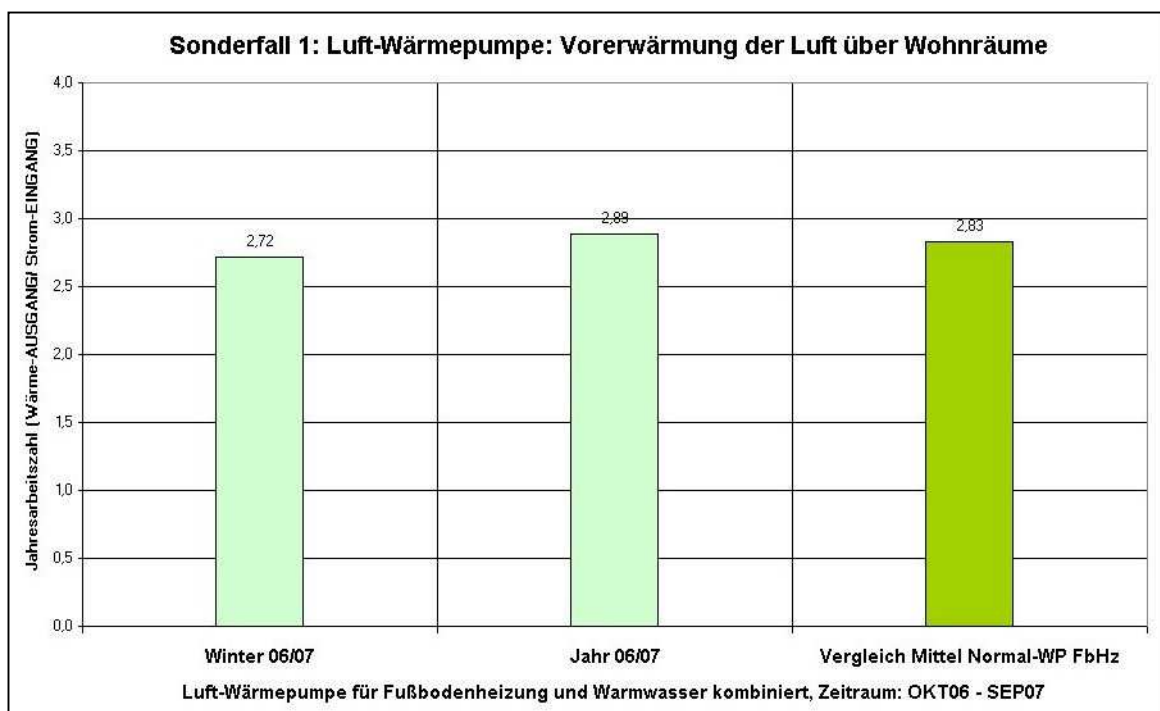
Beim Ersatz des Elektrospeichers durch eine Warmwasser-Kleinwärmepumpe -ebenfalls von manchen E-Werken und Herstellern empfohlen- erniedrigt sich die System-Arbeitszahl zwar nur um minus 0,3-Arbeitszahlpunkte (Mittel von 4 Luft-WP mit FbHz und Radiatoren), das Ergebnis entspricht damit aber den **kombierten Wärmepumpensystemen** „Heizung und Warmwasser“ (siehe Kapitel 4.1, Bild 2). Da fragt man sich dann, warum der Betreiber noch in eine kleine Warmwasser-Wärmepumpen mit Kosten von rund 2000 Euro investieren soll ?

Fazit: Eine getrennte Warmwasserversorgung bringt selbst bei einer Warmwasser-Wärmepumpe keine Vorteile. Die Lokale Agenda 21 - Gruppe Energie Lahr empfiehlt deshalb die kombinierte Heiz- und Brauchwassererwärmung; die energie-ineffizienten Elektrospeicher und Warmwasser-Wärmepumpen sind dann nicht erforderlich. Wer ökologisch betrachtet mehr tun will, der sollte für die Warmwasserbereitung Sonnenkollektoren wählen und diese gegenüber der üblichen Auslegung etwas überdimensionieren. Dann deckt er in der Nicht-Heizperiode fast vollständig seinen Warmwasserbedarf solar und übers Jahr zu rund 65 %.

## 5.2 Sondermessungen

### 5.2.1 Sonderfall 1: Luft-Wärmepumpe mit **Vorerwärmung** der Umgebungsluft (**Frischluff**) durch die **Wohnräume** (siehe Kapitel 4.2.1)

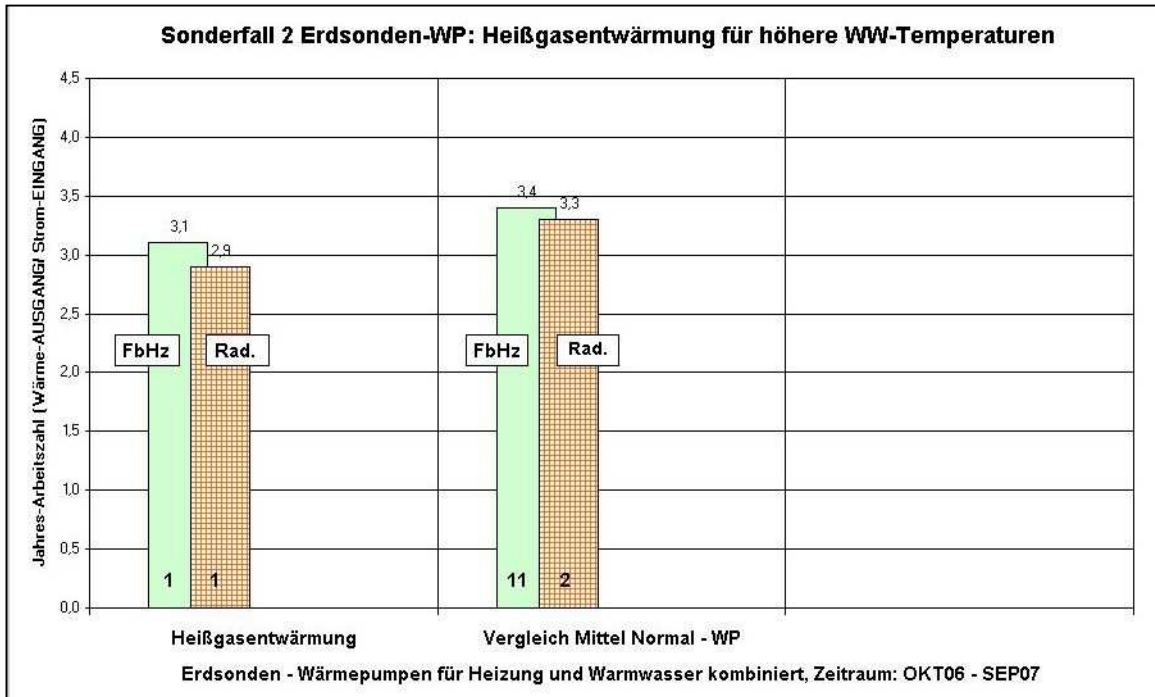
Das nächste Bild zeigt die Arbeitszahlen einer Luft-Wärmepumpe mit Fußbodenheizung, die die Frischluft nicht direkt, sondern vorerwärmt über die Wohnräume bezieht. Die Abluft - Wärmepumpe deckt den Bedarf für Heizung und Warmwasser.



Die linke Säule stellt die Arbeitszahl in der Heizperiode dar und die mittlere den ganzjährigen Wert. Der Vergleich mit dem Mittel von sieben Normal-Wärmepumpen (rechts) zeigt, dass sich in beiden Fällen praktisch kein Vorteil ergibt. Der Wärmebedarf des Hauses ist für diese Abluft-Wärmepumpe zu hoch. Offensichtlich handelt es sich hier um eine Überlüftung mit einem Wärmerückschluss. Eine zusätzliche Wärmerückgewinnung aus der Abluft der Wohnräume (4- statt 2-Rohr-Anschluss) wäre in diesem Fall günstiger gewesen.

### 5.2.2 Sonderfall 2: Erdsonden-Wärmepumpen mit **Heißgasentwärmung** zur Warmwassererwärmung bis zu 65 °C (siehe Kapitel 4.2.2)

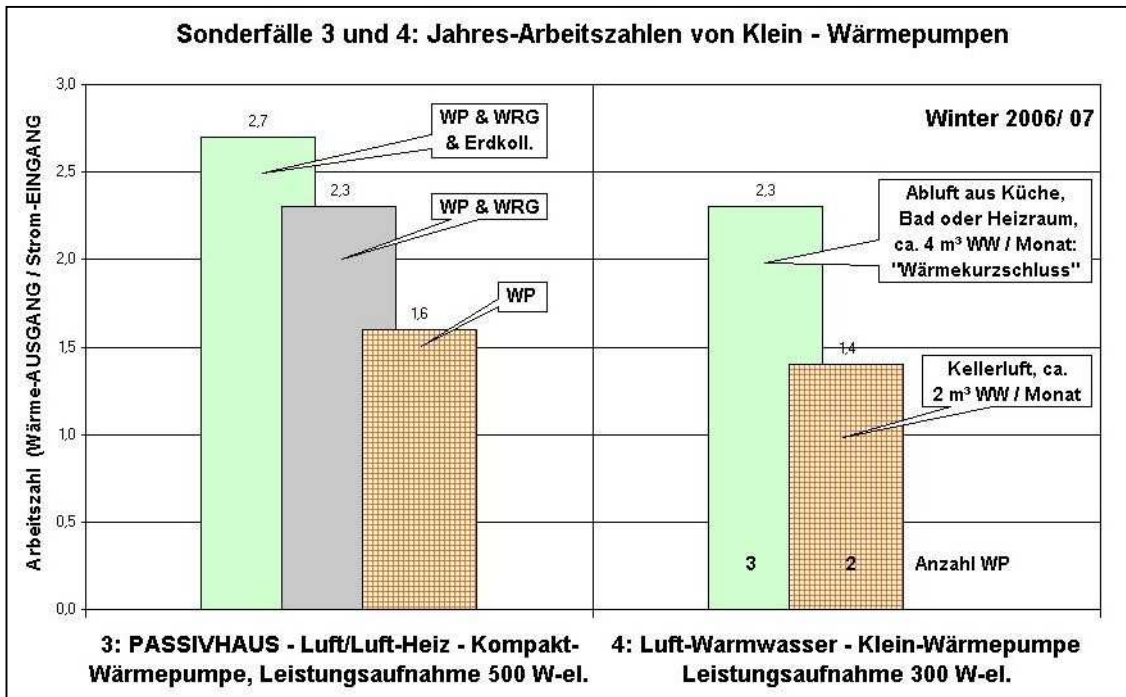
Das folgende Diagramm zeigt auf der linken Seite die Arbeitszahlen einer Heißgasentwärmung bei einer Wärmepumpe mit Fußbodenheizung (grün) und einer mit Radiatorheizung (gerastert). Beide sind Erdsonden-Wärmepumpen.



Die Jahresarbeitszahlen bewegen sich um JAZ = 3 und liegen damit um etwa 0,3 – 0,4 - Arbeitszahlpunkte unter dem Mittel vergleichbarer Normal - Erdsonden-Wärmepumpen (Säulen in der Mitte der graphischen Darstellung). Ein Vorteil der Heißgasentwärmung für die Warmwasserbereitung bis 65°C ist nicht erkennbar.

### 5.2.3 Sonderfall 3: Luft - Kompakt-Wärmepumpe mit Vorerwärmung der Luft durch einen 100 m – **Erdkolektor** und **Wärmerückgewinnung** der Abluft aus einem **Passivhaus** (siehe Kapitel 4.2.3)

Das nächste Bild zeigt auf der linken Seite die Effizienz einer 500 Watt – Kompakt - Luft/Luft-Wärmepumpe in einem Passivhaus.



Die linken drei Säulen stellen folgende Komponenten und Systeme dar:

- gerastert (rechts): 500 W - Kompakt-**Wärmepumpe allein**;  
vergleichbar mit dem Mittel von zwei 300 W – Warmwasser-Wärmepumpen „Keller“ (siehe Sonderfall 4 auf der rechten Seite)
- grau (Mitte): Wärmepumpe wie zuvor, aber mit **Wärmerückgewinnung** aus der Abluft des Passivhauses;  
vergleichbar mit dem Mittel von drei 300 W – Warmwasser-Wärmepumpen „Abluft“ (siehe Sonderfall 4 auf der rechten Seite)
- grün (links): Wärmepumpe wie zuvor, aber zusätzlich Vorerwärmung der Frischluft über einen 100 m **Erdkollektor**;  
vergleichbar mit dem Mittel von Luft-Wärmepumpen mit Fußbodenheizung (siehe Kapitel 5.1).

Die Jahresarbeitszahl der Kompakt-Wärmepumpe allein beträgt JAZ = 1,6 und ist damit vergleichbar mit den Mittelwerten von Klein-Wärmepumpen für die Warmwasserbereitung. Die Kompakt-Wärmepumpe verbessert aber ihr Ergebnis durch die Wärmerückgewinnung aus der Abluft auf JAZ = 2,3 und durch den Erdkollektor auf JAZ = 2,7.

#### 5.2.4 Sonderfall 4: Luft - Klein-Wärmepumpen für die Warmwasserbereitung

Die voran gegangene graphische Darstellung zeigt auf der rechten Seite noch die Jahresarbeitszahlen von fünf Klein-Wärmepumpen für die Warmwasserbereitung. Drei davon arbeiten relativ gut mit einer mittleren JAZ = 2,3 und Einzelwerten von 2,1, 2,2 und 2,5, und zwei schlecht mit einer JAZ = 1,4 (Einzelwerte: 1,2 und 1,5). Die Gründe für die drei besser abschneidenden Wärmepumpen liegen im höheren Warmwasserverbrauch (ca. 4 m³/Monat statt 2 m³/Monat) und in der Nutzung der warmen Abluft aus Küche, Bad und Heizungsraum (Wärmekurzschluss).

Alle Warmwasser-Wärmepumpen erreichen aber bei weitem nicht das Klimaschutzziel mit einer Jahresarbeitszahl von über JAZ = 3,0. Dieser Wärmepumpentyp sollte deshalb nicht mehr zum

Einsatz kommen, ganz abgesehen davon, dass die getrennten Wärmepumpensysteme gegenüber den kombinierten (Heiz- und Warmwasser von derselben Wärmepumpe) keine Vorteile bringen (siehe Kapitel 5.1) und damit bis auf wenige Sonderfälle gar nicht mehr notwendig sind.

### 5.3 Zusammenfassung der ersten Ergebnisse

Die Messwerte des ersten Jahres von Oktober 2006 – September 2007 zeigen, dass es erhebliche Unterschiede gibt zwischen den Ergebnissen von Leistungszahlen auf den Testständen und Werbeaussagen auf der einen Seite und der realen Welt der Jahresarbeitszahlen auf der anderen Seite. Hersteller messen nämlich die Leistungszahlen auf den Testständen unter sehr günstigen Rahmenbedingungen, die in der Praxis nicht einzuhalten sind. Es sind jedoch noch zu berücksichtigen:

- Der Systemgedanke: Optimale Abstimmung von Kaltquellen, Wärmepumpen und Wärmesenken
- Variable Wasserdurchsätze auf der Kaltseite
- Instationäre Betriebsweise: Teillasten und Takten
- Höhere Nutzttemperaturen für das Warmwasser (wenn Fußbodenheizung kombiniert mit Warmwasser)
- Strom für Sole-, Förder- und ev. Ladepumpen, Strom für Lüfter und Notheizstäbe
- Heizungspufferspeicher 200-1000 l; er erniedrigt die Arbeitszahl um etwa minus 0,1 Punkt
- Hydraulischer Abgleich des Heizkreises: obwohl vorgeschrieben nur selten durchgeführt
- Fehlende oder mangelhafte Wartung und Einstellungen am Bedienpult.

Diese Punkte verringern die Teststands-Leistungszahlen unter realistischen Betriebsbedingungen beachtlich. Das war und ist zwar in Fachkreisen bekannt, der potentielle Wärmepumpenkunde erfährt davon aber nur selten. Es ist aber eine grundsätzliche Aufgabe der Lokalen Agenda 21 - Gruppe Energie Lehr, darüber unabhängig aufzuklären.

Auf der **Kaltquellenseite** sind die Erdreich-Wärmepumpen der Spitzenreiter. Sie erreichen in Verbindung mit einer Fußbodenheizung im Mittel eine Jahresarbeitszahl von  $JAZ = 3,4$ . Davon übertreffen zwei von dreizehn Erdreich-Wärmepumpen sogar das Werbeziel von  $JAZ = 4$ .

Für manche enttäuschend schneiden die Grundwasser-Wärmepumpen ab. Beim Betrieb mit einer Fußbodenheizung erreichen sie im Mittel nur  $JAZ = 3,0$ . Die Gründe dazu gehen aus Kapitel 5.1 hervor. Eine von sieben übertrifft mit einer  $JAZ = 4,2$  freilich das Werbeziel von  $JAZ = 4$ .

Das Schlusslicht bilden die Luft-Wärmepumpen. Bei Fußbodenheizungen beträgt die Erzeuger-Jahresarbeitszahl im Mittel  $JAZ = 2,8$ , die System-Jahresarbeitszahl nur  $2,5$ . Deutlich abgeschlagen sind die Klein – Warmwasser-Wärmepumpen. Der Mittelwert beträgt nur  $JAZ = 1,9$  mit einer Bandbreite von  $JAZ = 1,2 - 2,5$ .

Auf der **Wärmesenkenseite** ist die Fußbodenheizung der Favorit. Die Jahresarbeitszahlen liegen während des Winterbetriebes gegenüber einer Radiatorheizung im Mittel um  $0,3$  (Erdreich-WP) bzw.  $0,65$  (Luft-WP) - Arbeitszahlpunkte höher; beim Ganzjahresbetrieb sind es nur noch rund  $0,1$  bzw.  $0,5$  - Arbeitszahlpunkte. Luft-Wärmepumpen reagieren also im Gegensatz zu Erdreich-Wärmepumpen empfindlicher mit einem erhöhten Stromverbrauch, wenn der Betreiber Radiatoren einsetzt.

Diese Feststellung ist wichtig, weil Hersteller, Handwerker und Energieversorgungsunternehmen die Luft-Wärmepumpen auch gerne für den großen Markt der Altbausanierung propagieren – auch in Verbindung mit Radiatorheizkörpern. Natürlich lässt sich eine Luft-Wärmepumpe auch mit Radiatoren betreiben, die Interessensvertreter müssen aber den Bauherren ehrlich sagen, dass sie dann  $23\%$  mehr Strom verbrauchen.

Die **getrennte Warmwasserversorgung** (Kapitel 4.1, Bild 1) bringt gegenüber der **kombinierten** (Kapitel 4.1, Bild 2) keine Vorteile. Die energie-ineffizienten Elektro-Standspeicher und Warmwasser-Wärmepumpen sind deshalb überflüssig.

Die **Sonderfälle** 1 – 4 bringen ebenfalls keine Vorteile gegenüber Normal-Wärmepumpen:

- Die Vorerwärmung von Frischluft über die Wohnräume deutet bei der Luft-Wärmepumpe in einem Niedrigenergiehaus auf eine übermäßige Lüftung und damit auf einen Wärmekurzschluss hin.
- Die Arbeitszahlen bei der Heißgasentwärmung für bis zu 65°C Warmwasser liegen unter den Mitteln von Normal-Anlagen.
- Die Kompakt-Wärmepumpe in einem Passivhaus erreicht wie auch andere Luft-Wärmepumpen nur eine Arbeitszahl von weniger als JAZ = 3. Beim Passivhaus gibt es freilich wegen des geringen Leistungsbedarfes aber auch kaum eine andere Wahl.
- Das Mittel der Jahresarbeitszahl von Klein - Warmwasser-Wärmepumpen beträgt nur JAZ = 1,9. Selbst ein hoher Warmwasserverbrauch und die Nutzung von Abwärme aus Küche, Bad und sogar dem Heizungsraum (Wärmekurzschluss!) verschaffen diesen Wärmepumpen keinen Umweltvorteil.

## **6 Empfehlungen**

Die Lokale Agenda 21 – Gruppe Energie Lahr empfiehlt auf Grund der Jahresergebnisse von 33 Heiz- und 5 Warmwasser-Elektro-Wärmepumpen

- Erdreich-Wärmepumpen (Sonden oder Horizontalregister) in Verbindung mit Fußbodenheizungen wegen ausreichend hoher Energieeffizienz und „nennenswertem“ (dena und RWE) Beitrag zum Klimaschutz. Dieses System erspart der Umwelt bei einer in der Praxis ermittelten Jahresarbeitszahl von 3,4 etwa 25 % Kohlendioxid gegenüber einem Brennwertkessel. Dazu ist freilich eine berechnete Jahresarbeitszahl von über 4 notwendig.
- Verzicht auf einen Heizungspufferspeicher bei Fußbodenheizungen, weil diese schon einen ausreichend hohen thermischen Puffer darstellen. Der Gewinn: etwa plus 0,1-Arbeitszahlpunkte und geringere Investitionskosten. Außerdem: Die Fußbodenheizungen etwas großzügiger auslegen (max. 30 °C statt 35°C), die Heizkurven nicht zu hoch einstellen und den vorgeschriebenen hydraulischen Abgleich bei der Wärmesenke auch durchführen!
- Kombinierte Wärmepumpensysteme für Heizung und Warmwasser, weil die getrennte Warmwasserversorgung keine Vorteile bringt. Das erübrigt die ineffizienten Elektrospeicher und Warmwasser-Wärmepumpen.
- Keinen Einsatz von Luft-Wärmepumpen, weil sie unter realistischen Betriebsbedingungen nur in wenigen Einzelfällen und marginal energieeffizient arbeiten. Das Mittel der Erzeuger-Jahresarbeitszahl beträgt bei Fußbodenheizungen 2,8 und bei Radiatorheizkörpern nur 2,3. Die System-Jahresarbeitszahlen liegen mit 2,5 bzw. 2,0 noch niedriger. Eine Jahresarbeitszahl von 2,0 bedeutet aber: Die Hälfte des Wärmebedarfes eines Hauses für Heizung und Warmwasser muss der hochwertige und teure Strom decken (von Herstellern und Energieversorgungsunternehmen empfohlen für die Altbausanierung!).

Zum letzten Punkt: Diese klare Aussage lässt sich schon heute machen, weil

- die Energieeffizienzmessungen in der wärmsten Gegend Deutschlands stattfinden (Jahresmittel 10,5 °C). In der übrigen Bundesrepublik dürfte wegen der kälteren Witterung (z.B. Bremen 6,5°C) mit niedrigeren Jahresarbeitszahlen zu rechnen sein. Außerdem ist um den Gefrierpunkt herum ein vermehrter elektrischer Energiebedarf für das Auftauen des Lamellen-

verdampfers notwendig, und an den öfters auftretenden Frosttagen benötigt der Not-Heizstab mehr Strom,

- die erste Heizperiode des „Feldtest Elektro-Wärmepumpe“ die wärmste seit Aufzeichnung der Wetterdaten im Jahre 1901 war. Die Umgebungstemperatur lag von Oktober 2006 bis März 2007 im Mittel um knapp 3°C über dem 30-jährigen Mittel, gemessen am Lahrer Flugplatz zwischen 1961 und 1990; im Januar 2007 lag sie sogar um fast 5°C höher. Wenn also in diesem sehr milden Winter die meisten Luft-Wärmepumpen nicht zum Klimaschutz beigetragen haben, dann tun sie das in einem Normal-Winter erst recht nicht.

Auch die erfolgreichen Bemühungen, den sog. Primärenergiefaktor in der Energieeinsparverordnung (EnEV) von 3,0 auf 2,7 herunter zu setzen, beeinflussen nicht die Feststellung fehlender Energieeffizienz von Luft-Wärmepumpen. Schließlich muss die Jahresarbeitszahl von Wärmepumpensystemen nicht gleich, sondern deutlich über 2,7 liegen. Warum sollte sonst ein Interessent ca. 7 000 Euro mehr gegenüber einem Brennwertkessel ausgegeben, wenn er mit dieser Investition keine Primärenergie und damit das schädliche Treibhausgas Kohlendioxid einspart? Darüber hinaus kann die Bundesregierung mit dieser Wärmepumpentechnik das Klimaschutzziel für das Jahr 2020 nicht erreichen.

Die Jahresergebnisse des „Feldtest Elektro-Wärmepumpen“ am Oberrhein sind vergleichbar oder sogar besser als die Ergebnisse früherer Felduntersuchungen in Norddeutschland (Eon), der Schweiz (FAWA), in Hessen (Hess. Landesregierung/ VDEW) oder in Baden (EWM). Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht.

	Lokale Agenda-Gruppe Umwelt/Energie Lahr (Schw.)	Eon Düsseldorf	BFE Schweizer Bundesamt für Energie (FAWA)	IZW Infozent. WP& Kältetechnik (Kruse) und Eon	GERTEC Hess. Wirtschaftsministerium, VDEW und MKW	E-Werk Mittelbaden Lahr Schwarzwald	Zum Vergleich:		Gewichtetes Mittel Arbeitszahlen Spalten 2-6	Mittel Primärenergetische Erzeugeraufwandszahl, Sp.2-6 (PEF = 2,7)
							Planung Wirtsch. minist. Baden-Württemberg	Planung Stiebel-Eltron Holzminden		
<b>Luft-Wärmep.</b>										
JAZ (Anzahl)	2,8 <sup>a</sup> / 2,3 <sup>b</sup>	2,73 <sup>c</sup>	2,65 (ca. 100)	2,98	2,0 (4)	2,77 (1)	2,1 - 2,3	2,31 <sup>d</sup>	2,65	1,02
Literat. /n/	(7) / (5)	(1) /1/	/2/ & /8/	/9/	/3/	/4/	/5/	/6/		
<b>Erd-Wärmep.</b>										
JAZ (Anzahl)	3,4 (13)	3,60 <sup>c</sup> (14)	3,50 (ca. 100)	3,32	2,9 (4)	--	2,4 - 2,9	2,97 <sup>d</sup>	3,50	0,77
Literat. /n/		/1/	/2/ & /8/	/9/	/3/		/5/	/6/		
<b>Zum Vergleich:</b>										
(Anzahl)										FhBW : Weber
Literat. /n/										1,04 : 1,10 (59) : (1) /7/ : /8/

**Abkürzungen:** JAZ: Jahresarbeitszahl, FAWA: Feldanalyse von Wärmepumpenanlagen, GERTEC: Ingenieurbüro in Essen, VDEW: Verband Deutscher Elektrizitätswerke, MKW: Main-Kraft-Werke, PEF: Neuer Primärenergiefaktor = 2,7, FhBW: Fachhochschule Braunschweig/ Wolfenbüttel, Weber: Fertighausfirma Weber.

**Anmerkungen:** <sup>a</sup> Fußbodenheizung, <sup>b</sup> Radiatoren, <sup>c</sup> Literatur /8/: Nur die Besten veröffentlicht, <sup>d</sup> Wärmebedarf 80 kWh/m<sup>2</sup>a und Fläche 150 m<sup>2</sup>; Anlagenaufwandszahl.

**Literatur /1/ bis /9/:** [www.agenda-energie-lahr.de](http://www.agenda-energie-lahr.de) --> Leistung E-Wärmepumpen --> Vergleich mit anderen Feldtests --> Literatur

**Definitionen:** [www.agenda-energie-lahr.de](http://www.agenda-energie-lahr.de) --> Leistung E-Wärmepumpen --> Vergleich mit anderen Feldtests --> Definitionen

Das Ergebnis: Die primärenergetischen Erzeugeraufwandszahlen = Primärenergiefaktor PEF / JAZ (letzte Spalte) und die Systemaufwandszahlen (Definitionen siehe Internetadresse in der Tabellen-Legende) von Luft-Wärmepumpen sind mit Brennwertkesseln vergleichbar. Sie liegen

nicht nennenswert darunter. Luft-Wärmepumpen tragen deshalb auch bei den anderen Feldtests nur in ganz wenigen Einzelfällen zum Klimaschutz bei. Anders dagegen die Erdreich-Wärmepumpen. Deren Aufwandszahlen sind um etwa 30% besser (niedriger) als die von Brennwertkesseln.

Somit hat sich in den letzten Jahren bei den Arbeitszahlen wenig geändert. Die Ergebnisse der Lokalen Agenda 21 - Gruppe Energie Lahr sind nur deshalb teilweise besser als frühere Felduntersuchungen, weil der Test in der wärmsten Gegend Deutschlands stattfindet mit dem wärmsten Winter 2006/07 seit langem.

Wegen der auch bei anderen Feldtests zum Teil nur mäßigen Ergebnisse sind die Wärmepumpen-Hersteller aufgefordert, mehr als bisher das Gesamtsystem „Kaltquellen – Wärmepumpen – Wärmesenke“ zu betrachten und zusammen mit dem Handwerk zu optimieren. All diese Maßnahmen würden dann nicht nur dem Klimaschutz dienen, sondern den meisten Wärmepumpen erst einen deutlichen Umweltvorteil verschaffen. Nur mit **fachgerecht eingebauten Systemen** werden Elektro-Wärmepumpen, bezogen auf den Klimaschutz, mit fossil-basierten Heizsystemen konkurrieren können.

## **7 Ausblick**

Die Leistungsmessungen an den Wärmepumpen dauern noch bis September 2008 an. Interessant ist nämlich noch das Verhalten insbesondere von Luft-Wärmepumpen bei tiefen Umgebungstemperaturen.

Neben den volkswirtschaftlich-ökologischen Untersuchungen ist nach Abschluss der Messungen auch noch eine betriebswirtschaftliche Analyse und ein Vergleich mit anderen Heizsystemen vorgesehen. Über den Verlauf der Messungen informiert die Agenda-Gruppe einmal jährlich den Arbeitskreis und diskutiert mit ihm die Zwischenergebnisse. Je nach Bedarf aktualisiert sie auch die Internetseite [www.agenda-energie-lahr.de](http://www.agenda-energie-lahr.de) ==> Leistung Elektro-Wärmepumpen.

## **8 ANHANG: Öffentlichkeitsarbeit**

### 8.1 Fach-Veröffentlichungen

AUER, Falk und SCHOTE, Herbert (2007): Nicht jede Wärmepumpe trägt zum Klimaschutz bei. SONNENENERGIE, Sept.-Okt. 2007, Seiten 36-39

AUER, Falk (2007): Feldtest Wärmepumpen: Erhebliche Unterschiede IKZ-Haustechnik, Strobel Verlag, Heft 18/September, 2007, Seite 6

AUER, Falk (2007): Was bringen Wärmepumpen in der Realität? IKZ-Energy, Strobel Verlag, Heft 1/September, 2007, Seiten 30-31

AUER, Falk (2007): Vergleich der Lokalen Agenda – Arbeitszahlen mit anderen „Feldtests Elektro-Wärmepumpen“ IKZ-Haustechnik, Strobel Verlag, Heft 22/November, 2007, Seite 74

AUER, Falk und SCHOTE, Herbert (2008): Nicht jede Wärmepumpe trägt zum Klimaschutz bei - Jahresergebnisse einer Felduntersuchung. IKZ-Haustechnik, Strobel Verlag, im Druck

## 8.2 Vorträge des Projektleiters über Ergebnisse des „Feldtest Elektro-Wärmepumpen“

<b>DATUM</b>	<b>ORT</b>	<b>GASTGEBER</b>	<b>THEMA und ANLASS</b>
14.06.2007	Bremen	Bremer Energie-Konsens: Klimaschutzagentur des Landes	„Wärmepumpen: CO <sub>2</sub> -Schleudern oder Beitrag zur CO <sub>2</sub> -Reduktion?“
12.07.2007	Stuttgart	DLR Deutsches Forschungszentrum für Luft- und Raumfahrt	„Leistung von Wärmepumpen in der Praxis“: Workshop anlässlich der Anhörung zur Förderung von WP im Maktanreizprogramms i.A. des Bundesumweltministeriums
22.09.2007	Lahr (Schwarzwald)	E-Werk Mittelbaden	„Energieeffizienz von Wärmepumpen unter realistischen Betriebsbedingungen“: 1. Energieeffizienztag des Landes Ba-Wü
25.10.2007	Offenburg	Innung Sanitär- und Heizungstechnik Achern – Offenburg - Wolfach	„Ergebnisse des Feldtests Elektro-Wärmepumpen“ anlässlich der SHK-Jahreshauptversammlung
30.10.2007	Holzminden	BDH Bundesindustrieverband Deutschland Hautechnik, Energie und Umwelt	Präsentation der Praxisergebnisse von Wärmepumpen am Oberrhein u.a. mit dem Technischen Leiter des Arbeitskreises „Wärmepumpen“
08.11.2007	Bremen	Bremer Energie-Konsens: Klimaschutzagentur des Landes	Fachveranstaltung über die Jahresergebnisse der Felduntersuchung über Wärmepumpen
15.01.2008	Stuttgart	Arbeitsgruppe „Wärmepumpen“ im AK „Innovative Energienutzung in Gebäuden und Betrieben“ in Baden-Württemberg	„Feldtest Elektro-Wärmepumpen: Untersuchungsaufbau, Ergebnisse und Schlussfolgerungen und Empfehlungen“
17.01.2008	Lahr (Schwarzwald)	Haus und Grundbesitzerverein Lahr	„Nicht jede Wärmepumpe trägt zum Klimaschutz bei: Welche Wärmepumpe arbeitet energieeffizient?“
22.01.2008	Freiburg	ISE Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme	Präsentation der Praxisergebnisse von Wärmepumpen am Oberrhein
13.02.2008	Freiburg-Munzingen	Innungsforum 2008 des SHK-Handwerks	„Wärmepumpen – Ein Beitrag zum Klimaschutz?“
14.02.2008	Trier	Solarverein Trier und Stadtwerke Trier	„Energieeffizienter Einsatz von Wärmepumpen: Ergebnisse eines Feldtest am Oberrhein“
15.02.2008	Freiburg	Handwerkskammer Freiburg und Messe GET Gebäude-Energie-Technik	Ergebnisse des „Feldtests Elektro-Wärmepumpen“ anlässlich des 3. Energieberaterforums Südbaden
17.02.2008	Freiburg	Messe GET Gebäude-Energie-Technik und Solarpromotion	„Wärmepumpen: Heiße Luft oder umweltfreundliche Wärme aus der Erde?“
06.03.2008	Bingen	TSB Transferstelle für Rationelle und Regenerative Energienutzung Bingen/ Fachhochschule	„Klimaschutz durch Wärmepumpen? Ergebnisse einer Felduntersuchung“ anlässlich des „Wärmepumpentages Rheinland-Pfalz“

DATUM	ORT	GASTGEBER	THEMA und ANLASS
06.03.2008	Mannheim	Handwerkskammer Mannheim und IHK Rhein-Neckar	„Feldtest Elektro-Wärmepumpe: Nicht jede Wärmepumpe trägt zum Klimaschutz bei“ anlässlich der Reihe „Energieeffizienz in der Praxis“ des Regierungspräsidiums Stuttgart
12.03.2008	Friesenheim (Baden)	Volkshochschule	„Wärmepumpen: Ein Beitrag zum Klimaschutz?“
29.03.2008	Lahr (Schwarzwald)	Bauberatungszentrum	„Wärmepumpen: Praxisergebnisse“ anlässlich der Bauherrentage 2008

Weitere Einladungen aus Lahr, Freiburg, Schopfheim, Oberndorf/Neckar, Fürth/Nürnberg, Luxemburg und Bremen liegen vor.

### 8.3 Berichte anderer über die Ergebnisse des „Feldtest Elektro-Wärmepumpen“

- BADISCHE ZEITUNG 2006 - 2008:  
Mehrere Beiträge und Interviews über den Beginn, die Durchführung und die ersten Ergebnisse des „Feldtests Elektro-Wärmepumpen“
- KUNDENMAGAZINE der Energieversorger BADENOVA und E-WERK MITTELBADEN 2006 – 2008: Mehrere Beiträge wie zuvor und ein Interview mit dem Projektleiter
- VDI-NACHRICHTEN / Wochenblatt des Vereins der Ingenieure 19.10.2007:  
„Energie aus Kaltquellen: Wärmepumpen müssen im Feldtest ihre Effizienz beweisen.“
- TAZ – DIE TAGESZEITUNG 05.12.07:  
„Wärmepumpen: Ineffizient, aber öko per Gesetz“
- UMWELT – KOMMUNALE ÖKOLOGISCHE BRIEFE 12.12.2007, Nr. 25-26/07  
„Wärmepumpen: Kein Beitrag zum Klimaschutz“
- SOLARREGION / Zeitschrift für erneuerbare Energien Südbaden 1/2008, Seite 18  
„Wärmepumpen leisten selten einen Beitrag zum Klimaschutz“
- HAUS + ENERGIE / Wohnen Heizen Sparen Jan/Feb 2008, Seiten 62-69  
„Wärmepumpen – zunehmend ökologisch“
- BADISCHE ZEITUNG 04.02.2008  
„Wärmepumpen: Keine echten Klimaschützer“
- FINANCIAL TIMES Deutschland 19.02.2008  
„Energie: Schlechte Noten für Wärmepumpen“
- ENERGIEDEPESCHE / Fachzeitschr. Bund der Energieverbraucher (BEE) März 2008:  
„Erdreich-Wärmepumpen zahlen sich aus“, Seiten 28 und 29
- OFFENBURGER TAGEBLATT (Mittelbadische Presse)/ Bauen und Wohnen 13.03.2008:  
Elektro-Wärmepumpen im Feldtest

## 8.4 Internet-Darstellungen

Die Lokale Agenda 21 – Gruppe Energie Lahr hat eigene Internetseite mit der Adresse

- [www.agenda-energie-lahr.de/leistungwaermepumpen.html](http://www.agenda-energie-lahr.de/leistungwaermepumpen.html) ==> Jahresbericht erstellt. Darin befinden sich nicht nur die Jahresergebnisse des „Feldtest Elektro-Wärmepumpen“, sondern auch noch andere Themen ihrer bisherigen und laufenden Arbeit. Die Darstellungen ergänzen den Internetauftritt der Agenda-Gruppen der Stadt Lahr:
- [www.lahr.de/startseite/umwelt\\_verkehr/lokale\\_agenda\\_21.16.1,9,16.htm](http://www.lahr.de/startseite/umwelt_verkehr/lokale_agenda_21.16.1,9,16.htm)

Die Ergebnisse des „Feldtest Elektro-Wärmepumpen“ befinden sich auch noch auf vielen anderen Internetseiten, zum Teil mit Verknüpfungen zur Seite der Lokale Agenda 21 – Gruppe Energie Lahr, wie z.B.

- [www.dlr.de/tt/desktopdefault.aspx/tabid-2885/4422\\_read-9778](http://www.dlr.de/tt/desktopdefault.aspx/tabid-2885/4422_read-9778)  
Ergebnis der Anhörung zwecks Förderung von Wärmepumpen im Marktanreizprogramm: „Themenblock 2: Lokale Agenda Lahr“ und „Zusätzliche Materialien: EWP-Text-Auer“,
- [https://www.badenova.de/web/de/www-badenova-de\\_internet/engagement/umwelt-internet/innovationsfonds/projekte/studien\\_und\\_projektentwicklungen/S-P\\_Details\\_85.html#](https://www.badenova.de/web/de/www-badenova-de_internet/engagement/umwelt-internet/innovationsfonds/projekte/studien_und_projektentwicklungen/S-P_Details_85.html#) oder
- [www.e-werk-mittelbaden.de/mm/WP-Bericht-111107.pdf](http://www.e-werk-mittelbaden.de/mm/WP-Bericht-111107.pdf)

gez. Dr. Falk Auer (Projektleiter) und Herbert Schote; Lahr (Schwarzwald)

Im März 2008