Energieinstitut Vorarlberg

Performance von Wärmepumpen in Vorarlberg

Abschlussbericht zur Auswertung von Betriebsdaten von verbauten Wärmepumpen (Luft/Wasser-, Wasser/Wasser und Sole/Wasser Wärmepumpen) in Vorarlberger Einfamilien- und Mehrwohnungshäusern.

Verfasst von Martin Staudinger, Viola Hinz und Xenia Eyrainer

Dornbirn, im September 2026

Im Auftrag von

In AK VORARLBERG WÄRMEPUMPE AUSTRIA ARGE EBA Arbeitsgemeinschaft Energieberater/innen-Ausbildung

1. Zusammenfassung
2. Einleitung 7
3. Methoden 8

4. Betriebsdaten von Wärmepumpenherstellern 9
4.1 Wärmepumpe Lambda 9
4.2 Wärmepumpe Vaillant 21
4.3 Wärmepumpe IDM 23
5. Ergebnisse Durchführung Heizungs-Checks 28
5.1 Auswertung Luft/Wasser-Wärmepumpe 28
5.2 Auswertung Sole/Wasser-Wärmepumpe 30
5.3 Auswertung Wasser/Wasser-Wärmepumpe 31
5.4 Weitere Erkenntnisse beim Heizungs-Check 31
6. Zusammenfassung Umfrage „Wärmepumpe Betriebsdaten“ 32
6.1 Ergebnisse der Luft / Wasser-Wärmepumpen 32
6.2 Ergebnisse der Sole/Wasser-Wärmepumpen 33
6.3 Ergebnisse der Wasser/Wasser-Wärmepumpen: 34
7. Hinweise für die Auswahl von Wärmepumpen 35

1. Zusammenfassung

Es wurden insgesamt 14 Hersteller um Betriebsdaten von Wärmepumpen angefragt. Von 3 Herstellern haben wir Daten in überschaubarer Zeit erhalten, 11 weitere Wärmepumpenhersteller waren größtenteils ebenso gewillt Betriebsdaten für das Projekt zur Verfügung zu stellen. Es war ihnen aber noch nicht möglich, die Betriebsdaten über eine Heizsaison ohne großen Bearbeitungsaufwand auszulesen.

Es wurden Betriebsdaten von 184 Wärmepumpen erhoben

- 115 Wärmepumpendaten aus Rückmeldungen von Herstellern,
- 16 Wärmepumpendaten aus Heizungs-Checks
- 53 Wärmepumpendaten aus der BürgerInnen-Umfrage.

Aufgeteilt in die Systeme

- 158 Luft-Wasser-Wärmepumpen
- 20 Sole-Wasser-Wärmepumpen
- 6 Wasser-Wasser-Wärmepumpen

Ziel der Untersuchung war es einen Überblick zur Effizienz der Wärmepumpen in Vorarlberg zu erhalten.

Ergebnis Jahresarbeitszahl der einzelnen Wärmpumpentypen

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass sich alle erhobenen Jahresarbeitszahlen auf einem guten Niveau befinden, mit Jahresarbeitszahlen > 3,5 (Abgesehen von wenigen Ausreißern). Bei der Auswertung der Umfrage, ist aufgefallen, dass beim Typ Luft-Wasser-Wärmepumpen (38 Nennungen) bei 8 Anlagen (22%) keine Werte zur Effizienz eingetragen wurden; entweder wurden die Daten im Benutzermenü nicht gefunden oder Sie waren nicht vorhanden. Viele Endverbraucher berichten, dass eine verlässliche Funktion der Heizung mit ausreichend hohen Vorlauftemperaturen und geräuscharmer Betrieb, das Wichtigste ist, die Effizienz ist nicht so im Fokus, solange die Betriebskosten nicht übermäßig steigen. Das Thema überhöhte Betriebskosten nach dem Heizungstausch wurde auch nie genannt.

Die Jahresarbeitszahlen für Luft-Wasser-Wärmepumpen befinden sich in einem breiten Bereich von 2,3 bis 6,4. Die Mittelwerte der teilnehmenden Hersteller, der Heizungschecks und Ergebnisse aus den Umfragen befinden sich in einem sehr guten Bereich von 3,5 bis 4,8. Überraschend ist das gute Abschneiden der Luft-Wasser-Wärmepumpen im Vergleich zu den Sonden-Wasser-Wärmepumpen, die ähnliche Mittelwerte für die Jahresarbeitszahlen aufweisen.

Die Jahresarbeitszahl für Sole-Wasser-Wärmepumpen befindet sich ebenfalls in einem breiten Bereich von 2,0 bis 6,5. Die Mittelwerte der teilnehmenden Hersteller, den Heizungschecks und Ergebnisse aus den Umfragen befinden sich in einem guten Bereich von 3,7 bis 4,3.

Bei den Wasser-Wasser-Wärmepumpen war die Beteiligung am geringsten. Auch waren die Rückmeldungen bzgl. Effizienzzahlen am geringsten. Das liegt auch daran, dass es sich bei den teilnehmenden Wasser-Wasser-Wärmepumpe um ältere Geräte handelt, bei denen die Information bzgl. Effizienz noch nicht erfasst wurde bzw. auf Endkundenebene zur Verfügung war. Die Jahresarbeitszahlen betragen hier zwischen 2,5 und 3,1. Effizienzwerte, die für Wasser-Wasser-Wärmepumpen zu gering sind.

Wichtige Erkenntnisse für gute Effizienz

Wärmeübergabesystem: Neben der Fußbodenheizung kann auch mit Heizkörpern eine optimale JAZ erreicht werden, wichtig ist eine ausreichend große Dimensionierung der Wärmetauscherflächen, dies bestätigte sich deutlich bei der Auswertung der Lambda Betriebsdaten (Abb. 7, Seite 18).

Der Einfluss der Vorlauftemperatur auf die Effizienz ist gegeben, bei der Auswertung der Lambda Betriebsdaten wurde festgestellt, dass der Einfluss bis ca. 45°C gering ausfällt und ab ca. 45°C bemerkbar wird (Abb. 7, Seite 18), Weitere Einflüsse wie folgend beschrieben, beeinflussen die Effizienz ebenso stark.

Warmwassererwärmung: Vermeidung von zu hoch eingestellten Solltemperaturen, Einstellung ausreichend großer Hysterese, korrekte hydraulische Einbindung des WW-Speichers, um eine gute Schichtung zu erhalten. Negativbeispiel in einer WA mit JAZ 1,9 da bei dezentraler WW-Bereitung ohne Speicher ständig 60°C Wasser erzeugt wird.

Auch in unsanierten Gebäuden kann eine effiziente Betriebsweise der Wärmepumpe erreicht werden, wichtig sind ausreichend groß dimensionierte Wärmetauscherflächen, um geringe Vorlauftemperaturen zu erhalten.

Optimierungspotential nutzen durch richtig eingestellte Heizkurven und Überprüfung des Anlagenbetrieb nach dem ersten Betriebsjahr.

Bei bivalenten Anlagen ist eine gute Parametrierung notwendig, damit die Wärmepumpe den Großteil der Heizlast übernehmen kann.

Einschaltparameter für den Heizstab prüfen, damit unnötiges Einschalten vermieden wird. In den Auswertungen der Betriebsdaten waren die Heizstäbe nur geringe Zeit pro Heizsaison in Betrieb.

Kluge Auswahl des Aufstellungsort (z Bsp. windgeschützt) erhöht Effizienz.

Lange Betriebszeiten pro Start (> 30 Minuten) sind wichtig für die Lebensdauer des Kompressors und die Effizienz. Ausgeklügelte Regelungsstrategien, richtig eingestellte Parameter und die richtige Dimensionierung der Anlage helfen kurze Taktungen zu vermeiden. Bei den meisten ausgewerteten Anlagen wurden zu diesem Zwecke auch kleine Pufferspeicher eingebaut.

Ausführliche, verständliche Einschulung der Betreiber helfen ebenso zur effizienten Betriebsweise, in dem die wesentlichen Parameter gut erklärt werden und selbst optimiert werden können, z. B. Heizkurve (Heizkurven können häufig abgesenkt werden). Wichtig für den Endkunde ist es, dass wesentliche Betriebsdaten für die Effizienz, wie JAZ, Einschaltdauer und Anzahl Starts am Display auf der obersten Menüebene zu finden sind. Es war eine häufige Erfahrung bei den Heizungs-Checks, dass bestimmte Betriebsdaten für den Endkunden schwer zugänglich waren oder nicht ausreichend erklärt waren. Für das bessere Verständnis ist es wichtig Toleranzwerte aufzunehmen, dass für den Endkunden schnell sichtbar wird, ob Betriebsdaten oder Effizienzwerte in Ordnung sind oder eine Optimierung durch den Fachmann erforderlich ist (ggf. durch KI-Einsatz).

Dimensionierung

Eine korrekte Dimensionierung ist Voraussetzung für einen effizienten Betrieb. Vom Hersteller IDM wird empfohlen den Bivalenzpunkt zwischen -3 und -10°C zu wählen (siehe Abb. 9, Seite 23). Der Bundesverband Wärmepumpe (www.waermepumpe.de) empfiehlt in seinem

Leitfaden für monoenergetischen Wärmepumpenanlagen einen optimalen Auslegungsbereich von ca. 55 bis 75% der Maximalleistung der Wärmepumpe bei Norm-Außentemperatur. Eine Überdimensionierung führt neben höheren Anlagenkosten auch zu einer hohen Taktung von kurzen Ein- und Aus-Zyklen, Daher ist wichtig bei Sanierungsprojekten den realistischen Energieverbrauch zu erfragen und nicht die Dimensionierung aufgrund der bisherigen Kesselleistung vorzunehmen. Eine Unterdimensionierung führt zu einem frühzeitigen Einschalten eines bivalenten Heizsystem, meistens der Heizpatrone. Bei einer optimierten Dimensionierung der Wärmepumpe ist von einem wirtschaftlichen Betrieb mit geringem Heizstabeinsatz bei moderaten Investitionskosten auszugehen. Bei der Auswertung der Betriebsdaten der Firma Lambda zum Beispiel, waren nur bei 19 von 102 Wärmepumpen die Heizstäbe in Betrieb mit Betriebszeiten pro Heizsaison < 10 Stunden. Nur bei 2 Wärmepumpen waren die Betriebszeiten der Heizstäbe > 100 Stunden pro Heizsaison, hier empfiehlt es sich eine Optimierung vorzunehmen.

Genauigkeit der internen Energiemengenerfassung

Fa. Lambda gibt an, die intern gemessenen Energiewerte für Strom und Wärme befinden sich in einem Toleranzbereich von +/-5%. Bei einer Anlage der Firma IDM konnten in einem Forschungsprojekt des EIV Parallelmessungen durchgeführt werden. Die interne Jahresarbeitszahl wird mit 3,1 angegeben für einen Zeitraum einer Heizsaison, die externe Messung der Strom- und Wärmemenge ergab eine Jahresarbeitszahl von 2,8, das entspricht einer Abweichung von 8%. Diese Ergebnisse wären ausreichend genau, um einen Hinweis über die Effizienz zu erhalten.

Geräusche, Schall bei Wärmepumpen:

Bei den Luft- Wasser-Wärmepumpen mit Aufstellung im Außenbereich, gab es keine Rückmeldungen, dass sich Nachbarn oder auch die Besitzer durch den Schall der Wärmepumpe gestört fühlen. Lediglich bei einer Wasser-Wasser-Wärmepumpe fühlten sich die Besitzer gestört durch Vibrationen der Wärmepumpe am Aufstellungsort.

Kühlung mit der Wärmepumpe

Bei den Betriebsdaten der 102 Lambda-Wärmepumpen wird ersichtlich, dass nur 4 Endkunden die Wärmepumpe auch zum Kühlen des Gebäudes verwenden.

Unterstützung bei der Auswahl der Wärmepumpe

Bei der Umfrage und beim Heizungs-Check war öfters die Rückmeldung, dass sich KonsumentInnen mit den Angeboten überfordert fühlen. Daher wurde eine Liste erstellt mit wichtigen Eigenschaften und Kennwerten von Wärmepumpen und Angaben, die ein gut strukturiertes Angebot enthalten soll.

Zusammengefasst

1. Das Wärmepumpen Monitoring in Vorarlberg hat ergeben, dass sich die Effizienz der 184 untersuchten Wärmepumpen in einem guten Bereich befinden – Optimierungspotential ist vorhanden.
2. Um die Effizienz der Wärmepumpe sicherzustellen ist es empfehlenswert eine Optimierung durch den Installateur nach dem ersten Betriebsjahr durchzuführen.
3. Eine geringe Vorlauftemperatur ist für die Effizienz wichtig, genauso wichtig ist die korrekte hydraulische Einbindung der Wärmepumpe und der Warmwasserbereitung, richtig eingestellte Heizkurven, ausreichend große Hysterese für den Heiz- und Warmwasserbetrieb.
4. Luft/Wasser Wärmepumpen erreichen auch im Betrieb ähnlich hohe Effizienzahlen wie Sonden / Wasser Wärmepumpen
5. Überdimensionierte Wärmepumpen führen zu überhöhten Ein/Aus Betrieb das einen negativen Einfluss auf die Lebensdauer ergibt.
6. Bei Bestandgebäuden mit Heizungstausch ist es wichtig den realistischen Energieverbrauch zu erfassen, um die Wärmepumpe richtig zu dimensionieren.
7. Unzumutbare Schallemissionen vor Ort können durch Auswahl von leisen Wärmepumpen und klugen Aufstellungsorten vermieden werden.
8. Endkunden können Betriebsdaten der eigenen Wärmepumpe zur Effizienz oft nur schwer auslesen, bzw. fehlt der Hinweis für Toleranzwerte (gute Einschulung ist erforderlich).
9. Bei der Umfrage und beim Heizungs-Check war öfters die Rückmeldung, dass sich KonsumentInnen mit den Angeboten überfordert fühlten, daher klar strukturierte, vollständige Angebote einfordern.

2. Einleitung

Wärmepumpen stellen das zentrale Heizsystem beim Ausstieg aus fossilen Energieträgern dar und bilden damit einen Grundpfeiler zur Erreichung der Ziele der Energieautonomie+ des Landes Vorarlberg. Ziel ist es, bis 2050 nur noch so viel Energie zu verbrauchen, wie aus erneuerbaren und regional verfügbaren Quellen bereitgestellt werden kann (https://www.energieautonomie-vorarlberg.at/die-energieautonomie-vorarlberg). Mit einem Anteil von 21 % an Hauptwohnsitzen, die mit Wärmepumpen beheizt werden, weist Vorarlberg die höchste Dichte an Wärmepumpensystemen in Österreich auf (https://energie.gv.at/verbrauch/wie-ist-das-heizverhalten-in-den-bundeslaendern).

Ziel dieses Projekts ist es, anhand von Daten aus den Fernwartungsportalen der Hersteller, aus der Durchführung von Heizungs-Checks und einer Umfrage von Wärmepumpenbesitzer*innen die Effizienz von in Vorarlberg installierten Luft-Wasser-, Wasser-Wasser- und Sole-Wasser-Wärmepumpen in Ein- und Mehrfamilienhäusern zu untersuchen. Dabei werden keine direkten Messungen vorgenommen, um potenzielle Messfehler zu vermeiden und gleichzeitig eine große Anzahl an Anlagen berücksichtigen zu können.

Der Projektumfang umfasst die Auswertung der Betriebsdaten verbauter Wärmepumpen, Rückmeldungen und Diskussionen über Verbesserungspotenziale mit Wärmepumpenbesitzer*innen durch Energieberaterinnen, die Bewertung der Datenqualität der herstellerseitigen Betriebsdaten sowie Feedbackrunden mit den Herstellern.

3. Methoden

Für die Auswertung der Betriebsdaten wurden bei den Herstellern die zentralen Kenngrößen zur Effizienzbewertung von Wärmepumpen angefragt. Die Betriebsdaten der Hersteller wurden von uns nicht überprüft.

Zu den wichtigsten Parametern zählen die Betriebszeit, die erzeugte Wärmemenge sowie der dafür benötigte Stromverbrauch. Aus diesen Werten lässt sich die Jahresarbeitszahl (JAZ) berechnen, die die Effizienz einer Wärmepumpe über ein gesamtes Jahr hinweg abbildet.

Die Effizienz von Wärmepumpen hängt maßgeblich von den erforderlichen Vorlauftemperaturen ab. Daher werden im Rahmen der Auswertung auch die Vorlauftemperaturen für die Raumheizung und – sofern verfügbar – für die Warmwasserbereitung sowie das angeschlossene Wärmeabgabesystem berücksichtigt.

Zusätzlich können weitere Einflussfaktoren auf das Betriebsverhalten und die Effizienz untersucht werden. Dazu zählen unter anderem:

- das Vorhandensein eines Pufferspeichers,
- die Anzahl der Starts,
- die Betriebszeit des elektrischen Heizstabs,
- die Außentemperatur,
- die Anzahl der Abtauvorgänge bei Luft-Wasser-Wärmepumpen,
- mögliche Sperrzeiten durch den Netzbetreiber,
- ob eine aktive Kühlfunktion vorhanden ist
- sowie die Aktivierung eines Absenkmodus.

4. Betriebsdaten von Wärmepumpenherstellern

4.1 Wärmepumpe Lambda

4.1.1 Beschreibung der Wärmepumpen und Rücksprache mit dem Hersteller

Von der Firma Lambda wurden Betriebsdaten von 102 Luft-Wasser-Wärmepumpen in Form einer Excel-Tabelle bereitgestellt. Die Anlagen wurden nummeriert übermittelt; diese Nummern dienten in der Auswertung als Referenz für die jeweilige Wärmepumpe im Datensatz.

Die bereitgestellten Daten umfassten:

- Anlagenbesitzerbezogene Informationen: Nummer bzw. Name der Wärmepumpe, Adresse (Postleitzahl) des Besitzers.
- Gerätespezifische Daten laut Datenblatt: Wärmepumpentyp, Heizleistung, verwendetes Kältemittel, Gerätekonfiguration (Variante), Betriebsart (modulierend oder nicht), Art des Abtauvorgangs.
- Betriebsdaten: Baujahr, Inbetriebnahmedatum, Warmwasserbereitung (ja/nein), Pufferspeicher vorhanden (ja/nein), Wärmeverteilungssystem, Betriebsstunden, Anzahl der Starts, erzeugte Wärmemenge, Stromverbrauch, Jahresarbeitszahl (JAZ), Betriebszeit des Heizstabs, Vorlauftemperatur für Heizen und Warmwasserbereitung, Anzahl der Abtauvorgänge, Kühlfunktion (ja/nein), Solaranlage (ja/nein), PV-Anlage (ja/nein), sowie Angabe über ein eventuell vorhandenes Zusatzheizgerät.

In den Daten sind die Wärmepumpen- Typen: EU08L, EU13L und EU15L der Firma Lambda mit den Leistungen 8kW, 13kW und 15kW vertreten die alle modulierende, außenstehende Luft- Wasser- Wärmepumpen sind. Alle dieser Wärmepumpen werden mit dem natürlichen Kältemittel R 290 (Propan) mit einem GWP von 3 betrieben. Der Abtauvorgang erfolgt durch eine Prozessumkehr. Zum Messen der erzeugten Wärmemenge wird ein Durchflusssensor und Vor- und Rücklauf-Temperatursensoren verwendet. Die damit berechnet JAZ hat laut Hersteller eine Genauigkeit von ± 5%. Die Sensoren werden vor Einbau ins Gerät am Prüfstand kalibriert.

Für die Auswertung wurden die Anlagen zunächst nach Wärmeübergabesystem (Fußbodenheizung, Heizkörper oder Mischsystem) sowie nach Vorhandensein einer Warmwasserbereitung gefiltert. Im nächsten Schritt wurden die Jahresarbeitszahlen (JAZ) dieser Gruppen in Verbindung mit den wichtigsten Einflussfaktoren dargestellt und analysiert.

Als zentrale Einflussgrößen wurden die Vorlauftemperaturen für Heizung und Warmwasser herangezogen, da sie den Stromverbrauch der Wärmepumpe maßgeblich beeinflussen.

Laut Aussage der Firma Lambda umfasst die Systemgrenze bei der Ermittlung des Stromverbrauchs lediglich den Energiebedarf von Verdichter, Ventilator und Ladepumpe. Nicht berücksichtigt sind der Verbrauch der Heizkreispumpe, der Frischwasserstation, der Zirkulationspumpe, von Abtauvorgängen sowie des Heizstabs. Dennoch wurden die Anzahl der Abtauungen und die Betriebszeit des Heizstabs ergänzend analysiert, da sie zusätzliche Rückschlüsse auf das Anlagenverhalten ermöglichen.

Der in die Wärmepumpen eingebaute Heizstab hat eine Leistung von 8,8kW.

Die Betriebszeit des Heizstabs wurde durch das Alter der jeweiligen Wärmepumpe geteilt, um eine durchschnittliche jährliche Betriebszeit zu ermitteln. Um Rückschlüsse auf die Effizienz der Wärmepumpen- Anlage zu ziehen, wurde außerdem berechnet, wie viele Betriebsstunden eine Wärmepumpe durchschnittlich läuft, bevor eine Abtauung oder ein Neustart der Wärmepumpe erfolgt. Hierfür wurden die Betriebsstunden durch die Anzahl der Abtauvorgänge bzw. Starts dividiert.

In einem weiteren Schritt wurde zusätzlich untersucht inwieweit sich der Kühlbetrieb, welcher standartmäßig bei den Wärmepumpen der Firma Lambda möglich ist, auf die Effizienz der Wärmepumpen auswirkt.

Die betrachteten Anlagengruppen wurden wie folgt bezeichnet:

- „FBH & HK mit WW“
- „FBH & HK bzw. Pool ohne WW“
- „FBH ohne WW“
- „FBH mit WW“
- „HK mit WW“
- „HK ohne WW“
- „Kühlen“

Zum Vergleich der Gruppen wurden jeweils folgende Kennzahlen ermittelt:

- Anzahl der Anlagen pro Gruppe
- Durchschnittliche JAZ
- Wärmepumpe mit der höchsten JAZ (inkl. aller relevanten Betriebsdaten)
- Wärmepumpe mit der niedrigsten JAZ (inkl. aller relevanten Betriebsdaten)
- Durchschnittliche jährliche Betriebszeit des Heizstabs
- Wärmepumpe mit der höchsten Heizstab-Betriebszeit pro Jahr (inkl. aller relevanten Daten)
- Durchschnittliche Betriebszeit der Wärmepumpen pro Jahr
- Wärmepumpe mit der höchsten Betriebszeit pro Jahr (inkl. aller relevanten Daten)

4.1.2 Auswertung Betriebsdaten

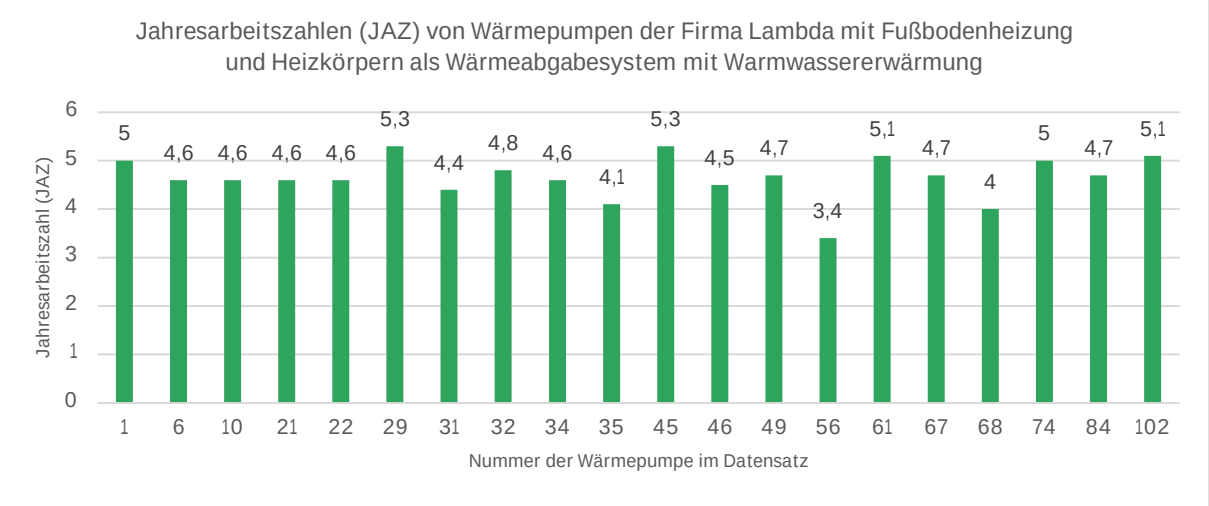
Die im Abschnitt 4.1.1 beschriebenen Datengruppen werden im Folgenden einzeln dargestellt. Anschließend erfolgt eine zusammenfassende Gegenüberstellung der Ergebnisse der einzelnen Gruppen

4.1.2.1 Ergebnisse der Datengruppe: FBH & HK mit WW

In der Datengruppe „FBH & HK mit WW“ sind insgesamt 20 Wärmepumpenanlagen enthalten. Die durchschnittliche Jahresarbeitszahl (JAZ) beträgt 4,7, mit einer durchschnittlichen Vorlauftemperatur fürs Heizen von 37,3°C und 51,5°C für die Warmwasserbereitung. Die höchste JAZ innerhalb dieser Gruppe liegt bei 5,3 und wird von zwei Anlagen (Nummer 29 und 45) erreicht. Beide Anlagen weisen eine Vorlauftemperatur von 36 °C für die Raumheizung und 50 °C für die Warmwasserbereitung auf. Der Unterschied zwischen den beiden Anlagen liegt im Alter und der Betriebszeit: Anlage Nr. 29 ist 1,4 Jahre älter und verzeichnet mit 12.178 Stunden eine deutlich längere Betriebszeit als Anlage Nr. 45.

Die niedrigste JAZ dieser Gruppe beträgt 3,4 und wurde bei Anlage Nr. 56 erfasst. Diese Anlage arbeitet mit einer Vorlauftemperatur von 34 °C für das Heizen und 50 °C für die Warmwasserbereitung. Sie hat eine bisherige Betriebszeit von 1.534 Stunden bei einem Alter von 0,5 Jahren. Im Durchschnitt erfolgt alle 3,7 Betriebsstunden eine Abtauung; ein Neustart der Anlage erfolgt alle 0,7 Stunden.

Die höchste jährliche Betriebszeit des Heizstabs innerhalb dieser Gruppe liegt bei 115 Stunden pro Jahr und wird von Anlage Nr. 68 erreicht. Die Vorlauftemperaturen betragen hier 42 °C für das Heizen und 52,5 °C für das Warmwasser. Die Wärmepumpe weist eine Gesamtbetriebszeit von 809 Stunden auf und ist 0,2 Jahre alt. Eine Abtauung erfolgt durchschnittlich alle 2,2 Betriebsstunden, die durchschnittliche Betriebszeit der Wärmepumpe beträgt 10,8 Stunden. Die zugehörige Jahresarbeitszahl liegt bei 4,0.



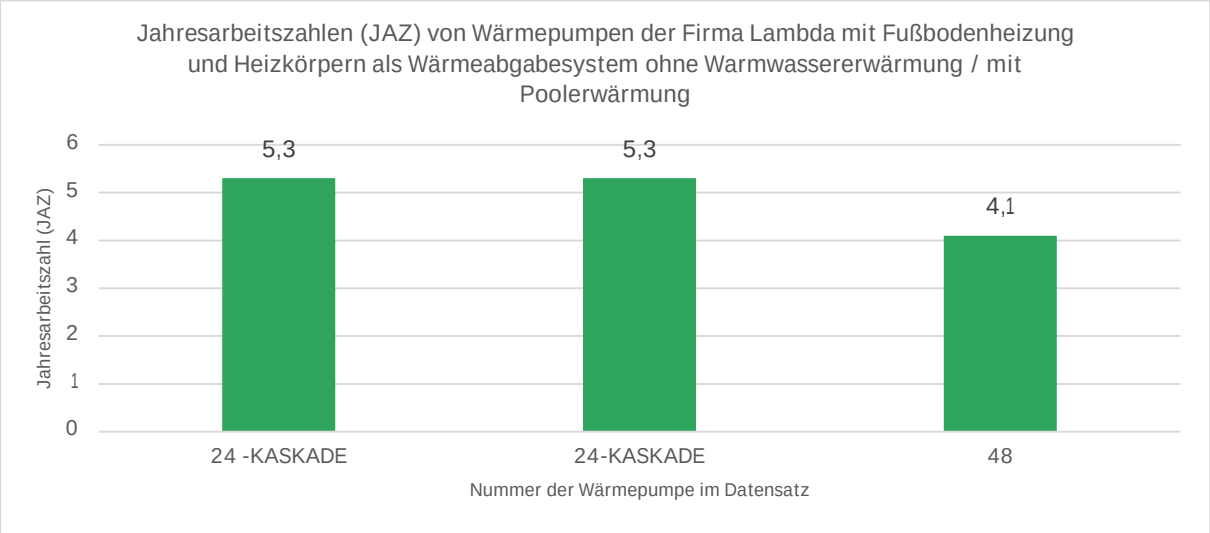
4.1.2.2 Ergebnisse der Datengruppe: FBH & HK bzw. Pool ohne WW

Die Datengruppe „FBH & HK bzw. Pool ohne WW“ umfasst drei Wärmepumpenanlagen mit einer durchschnittlichen JAZ von 4,9 und einer mittleren Vorlauftemperatur von 35,33°C, von denen zwei eine Kaskade bilden. Diese beiden Anlagen erreichen identische Jahresarbeitszahlen (JAZ) von 5,3. Die erzeugte Wärme wird über eine Vorlauftemperatur von 32 °C sowohl an die Fußbodenheizung des Gebäudes als auch an einen Pool abgegeben – die genaue Größe des Pools ist jedoch nicht bekannt.

Wärmepumpe 1 der Kaskade (Nummer 24) ist drei Jahre alt und weist eine Betriebszeit von 10.678 Stunden auf. Eine Abtauung erfolgt durchschnittlich alle 5,2 Stunden, die durchschnittliche Betriebszeit der Wärmepumpe beträgt 7,9 Stunden. Die jährliche Betriebszeit des Heizstabs liegt bei 7,7 Stunden und stellt damit den höchsten Wert innerhalb dieser Anlagengruppe dar.

Wärmepumpe 2 der Kaskade (ebenfalls Nummer 24) ist 2,9 Jahre alt und hat eine bisherige Betriebszeit von 2.955 Stunden. Hier erfolgen Abtauvorgänge alle 2,8 Stunden, und ein Neustart findet alle 4,7 Stunden statt.

Die dritte Anlage in dieser Gruppe – die Wärmepumpe mit der niedrigsten JAZ – erreicht einen Wert von 4,0. Sie erzeugt eine Vorlauftemperatur von 42 °C, ist 1,2 Jahre alt und hat eine Betriebszeit von 2.833 Stunden. Eine Abtauung erfolgt im Durchschnitt alle 3,9 Stunden, die durchschnittliche Betriebszeit der Wärmepumpe beträgt 7 Stunden. Im Gegensatz zu den Kaskadenanlagen wird hier kein Pool mit beheizt.

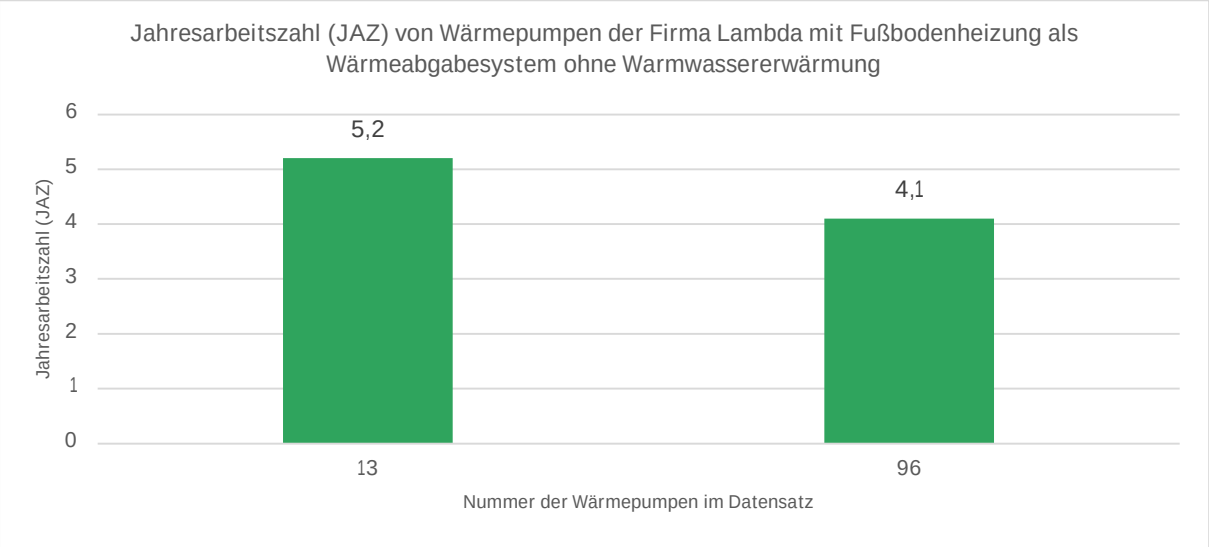


4.1.2.3 Ergebnisse der Datengruppe: FBH ohne WW

Die Datengruppe „FBH ohne WW“ im Datensatz der Firma Lambda umfasst zwei Anlagen. Die durchschnittliche Jahresarbeitszahl (JAZ) dieser Gruppe beträgt 4,7 mit einer durchschnittlichen Vorlauftemperatur zum Heizen von 36°C. Die mittlere jährliche Betriebszeit des Heizstabs liegt bei 44,2 Stunden.

Die höchste JAZ innerhalb dieser Gruppe erreicht die Wärmepumpenanlage Nummer 13 mit einem Wert von 5,2. Die Anlage hat bisher 7.430 Betriebsstunden absolviert. Eine Abtauung erfolgt im Durchschnitt alle 8,8 Stunden, ein Neustart der Wärmepumpe alle 5,3 Stunden. Das Alter der Anlage beträgt 1,9 Jahre.

Die zweite Wärmepumpe in dieser Gruppe, Nummer 96, weist eine niedrigere JAZ von 4,1 auf. Sie ist 3,6 Jahre alt und hat eine Betriebszeit von 7.861 Stunden. Die Abtauung erfolgt hier alle 6,2 Stunden, ein Neustart alle 1,6 Stunden. Die Heizstabbetriebszeit liegt bei vergleichsweise hohen 88,3 Stunden pro Jahr.



4.1.2.4 Ergebnisse der Datengruppe: FBH mit WW

Die Datengruppe „FBH mit WW“ umfasst 23 Anlagen. Die durchschnittliche Jahresarbeitszahl (JAZ) dieser Gruppe liegt bei 5,0 bei einer mittleren Vorlauftemperatur fürs Heizen von 33,7°C und für die Warmwasserbereitung von 50,1°C. Die höchste JAZ von 5,9 wird von zwei Wärmepumpenanlagen (Nummern 30 und 55) erreicht.

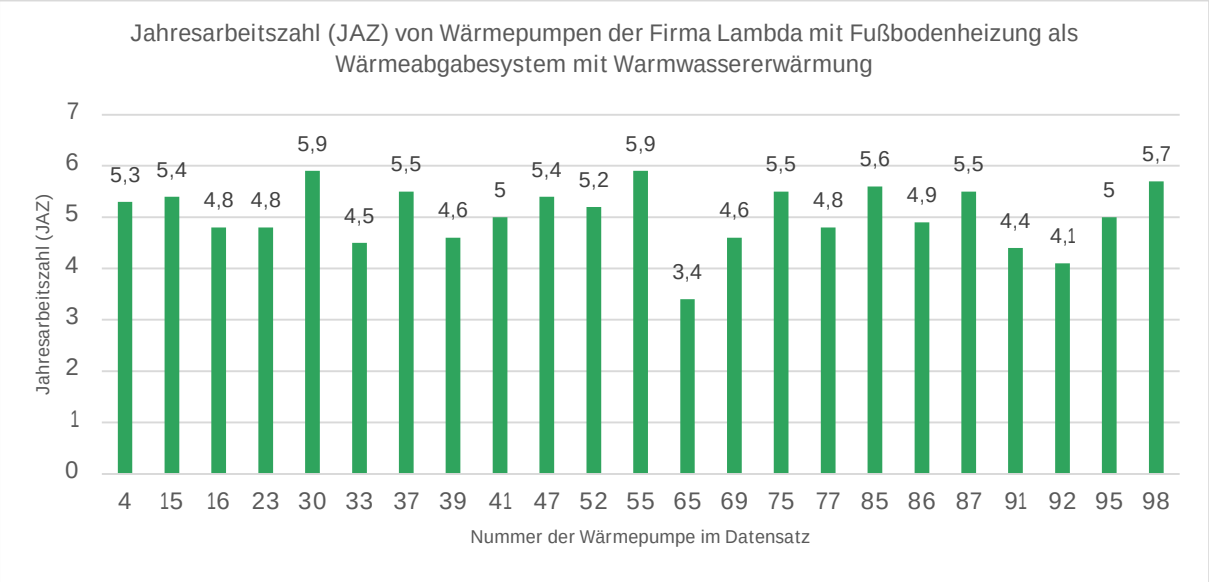
Die Wärmepumpe Nummer 30 liefert eine Vorlauftemperatur von 34 °C für das Heizen und 52 °C für die Warmwasserbereitung. Die Anlage ist drei Jahre alt und verzeichnet insgesamt 10.889 Betriebsstunden. Eine Abtauung erfolgt durchschnittlich alle 6,4 Stunden, ein Neustart alle 3,9 Stunden. Der Heizstab kam in den drei Betriebsjahren nicht zum Einsatz.

Die Wärmepumpe Nummer 55 stellt zum Heizen eine Vorlauftemperatur von 33 °C und für die Warmwasserbereitung 45 °C bereit. Bei einem Betriebsalter von 0,6 Jahren wurden bisher 3.131 Betriebsstunden erreicht. Die Abtauung erfolgt alle 5,2 Stunden, der Verdichter startet alle 1,9 Stunden neu. Auch hier liegt die Heizstabbetriebszeit bei null Stunden.

Die niedrigste JAZ dieser Gruppe mit 3,4 hat die Wärmepumpe Nummer 65. Die Vorlauftemperatur beträgt 42 °C für das Heizen mit Fußbodenheizung und

50 °C für die Warmwasserbereitung. Die Anlage ist 0,4 Jahre alt und hat bisher 2.411 Betriebsstunden. Abtauungen erfolgen alle 5,3 Stunden, ein Startvorgang alle 12,1 Stunden. Der Heizstab wurde ebenfalls nicht aktiviert.

Die höchste Heizstabbetriebszeit in dieser Gruppe weist Wärmepumpe Nummer 37 mit 31,2 Stunden pro Jahr auf. Die JAZ dieser Anlage beträgt 5,5. Die Vorlauftemperaturen betragen 34 °C (Heizen) und 48 °C (Warmwasser). Das Gerät ist seit 1,7 Jahren in Betrieb und hat bisher 4.650 Betriebsstunden. Abtauungen finden durchschnittlich alle 6,3 Stunden statt, ein Neustart erfolgt alle 2,0 Stunden.



4.1.2.5 Ergebnisse der Datengruppe: HK mit WW

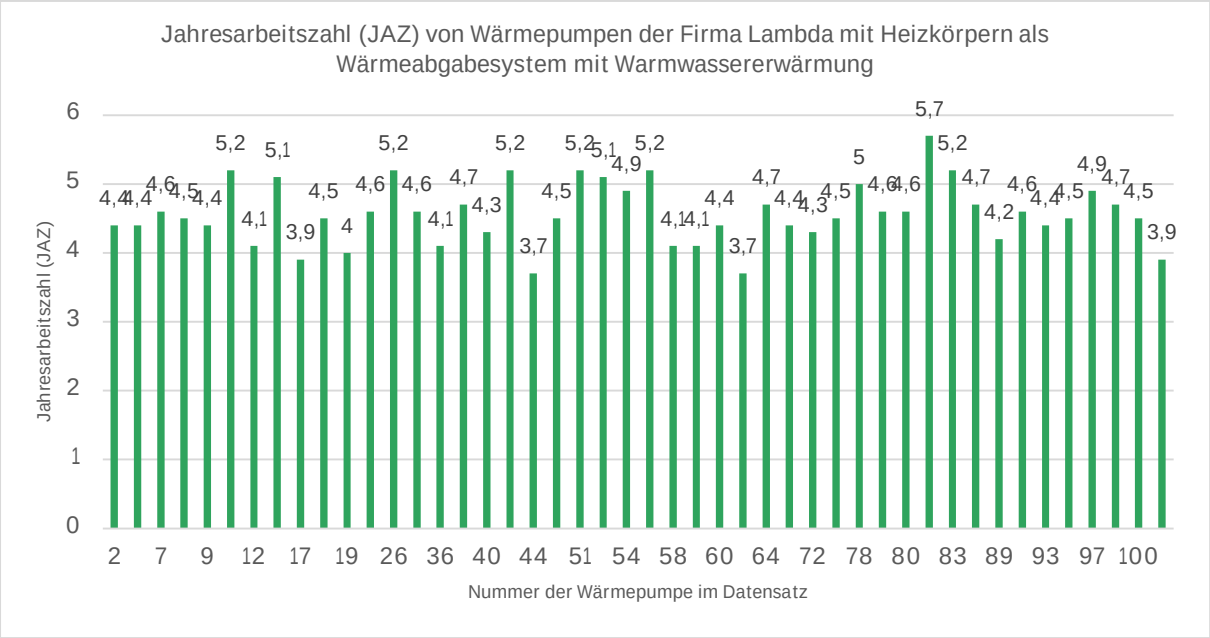
Die Datengruppe „HK mit WW“ umfasst 46 Anlagen und stellt damit die größte Gruppe im Datensatz dar. Die durchschnittliche Jahresarbeitszahl (JAZ) liegt bei 4,6.

Die höchste JAZ dieser Gruppe mit 5,7 erreicht die Wärmepumpe Nummer 82. Sie liefert eine Vorlauftemperatur von 35 °C für das Heizen und 52 °C für die Warmwasserbereitung. Die Anlage ist 1,4 Jahre alt und verzeichnet 3.139 Betriebsstunden. Eine Abtauung erfolgt alle 5,9 Stunden, ein Start des Verdichters alle 7,8 Stunden.

Die niedrigste JAZ dieser Gruppe mit 3,7 weist Wärmepumpe Nummer 44 auf. Die Vorlauftemperatur zum Heizen beträgt 51 °C und zur Warmwasserbereitung 50 °C. Die Anlage ist 0,8 Jahre alt und war insgesamt 1.886 Stunden in Betrieb. Die Abtauung erfolgt alle 8,2 Stunden, Starts finden im Durchschnitt alle 1,3 Stunden statt. Der Heizstab kam nicht zum Einsatz.

Die höchste Heizstabbetriebszeit innerhalb dieser Gruppe zeigt die Wärmepumpe Nummer 72 mit 323,6 Stunden pro Jahr. Die Vorlauftemperatur für das Heizen beträgt 40 °C und für die Warmwasserbereitung 55 °C. Die Anlage ist

seit 2,8 Jahren in Betrieb und verzeichnet 5.887 Betriebsstunden. Eine Abtauung erfolgt alle 12,9 Stunden, ein Start alle 3,1 Stunden.



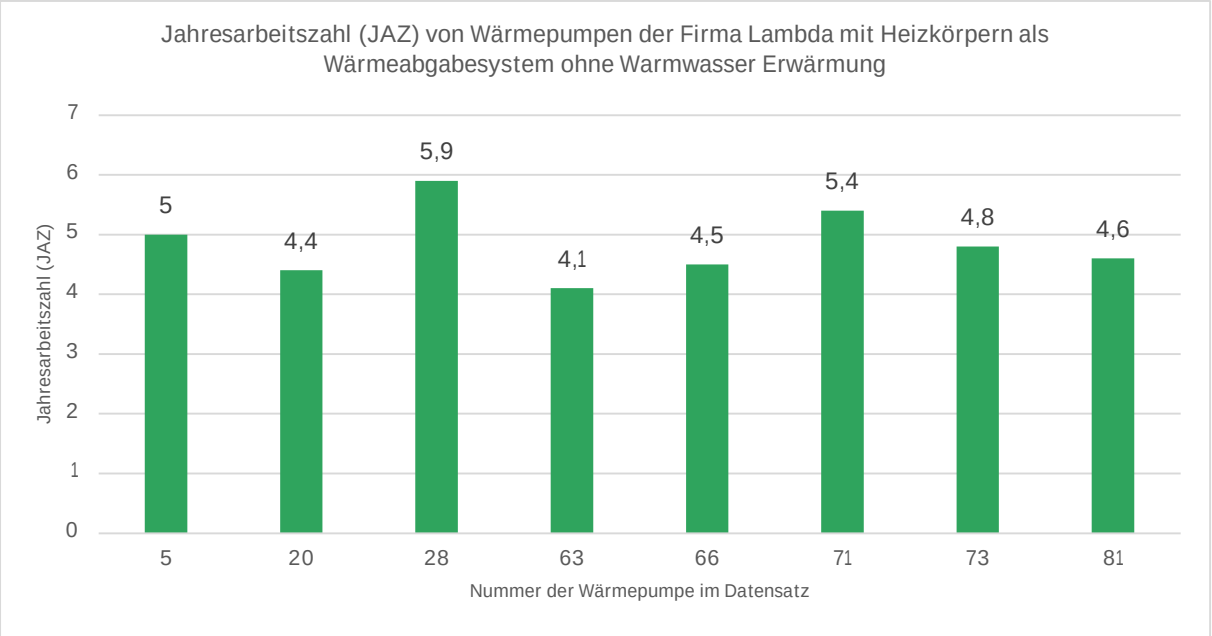
4.1.2.6 Ergebnisse der Datengruppe: HK ohne WW

Die Datengruppe „HK ohne WW“ umfasst acht Wärmepumpenanlagen, die ausschließlich zur Beheizung der Gebäude eingesetzt werden. Die durchschnittliche Jahresarbeitszahl (JAZ) liegt bei 4,8.

Die höchste JAZ mit 5,9 erreicht die Wärmepumpe mit der Anlagennummer 28. Diese Anlage erzeugt eine Vorlauftemperatur von 38 °C für das Heizen, ist 2,5 Jahre alt und weist 7.661 Betriebsstunden auf. Eine Abtauung findet alle 13,6 Betriebsstunden statt, der Verdichter startet im Durchschnitt alle 2,8 Stunden neu.

Die niedrigste JAZ dieser Gruppe mit 4,1 hat die Wärmepumpe Nummer 63. Sie stellt eine Vorlauftemperatur von 41 °C bereit und war insgesamt 2.899 Stunden in Betrieb. Abtauungen erfolgen etwa alle 3,1 Stunden, die Anzahl der Starts fehlen bei dieser Anlage. Die Anlage ist 0,4 Jahre alt.

In keinem der betrachteten Wärmepumpensysteme dieser Gruppe wurde der Heizstab verwendet.



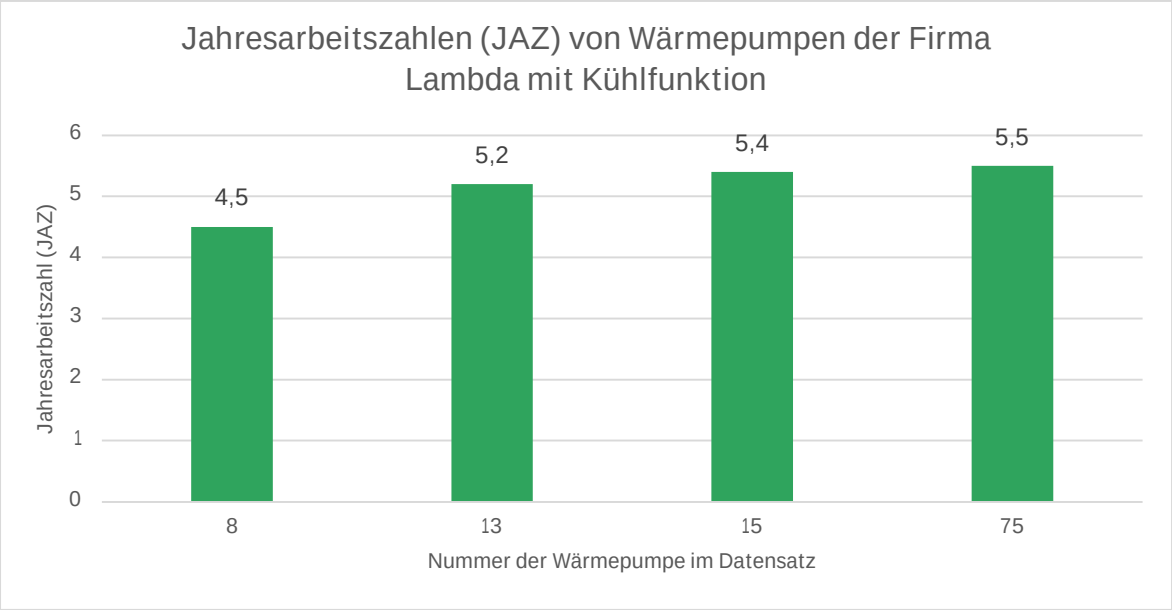
4.1.2.7 Ergebnisse der Datengruppe: Kühlen

Von den 102 Wärmepumpen- Anlagen nutzen vier die Kühlfunktion. Die durchschnittliche Jahresarbeitszahl liegt bei 5,2 mit einer durchschnittlichen Vorlauftemperatur von 34,6 °C für den Heizbetrieb und 53,7 °C für die Warmwasserbereitung.

Die Wärmepumpe Nummer 75 hat mit einer Jahresarbeitszahl von 5,5 bei Vorlauftemperaturen von 31 °C fürs Heizen bzw. 50°C für die Warmwasserbereitung die höchste Jahresarbeitszahl in dieser Datengruppe. Insgesamt hat die Anlage bisher eine Betriebszeit von 990 Stunden was auf das Jahr umgerechnet, bei einem Wärmepumpen- Alter von 0,3a, 3.300 Stunden pro Jahr ergibt. Abtauen muss die Wärmepumpe alle 9,7 Betriebsstunden und starten alle 5,1 Stunden.

Die niedrigste Jahresarbeitszahl mit 4,5 in dieser Gruppe hat die Wärmepumpe mit der Nummer 8. Für den Heizbetrieb stellt sie eine Vorlauftemperatur von 41 °C und für die Warmwasserbereitung von 53°C zur Verfügung. Insgesamt war die Wärmepumpe bisher 2.968 Stunden in Betrieb was etwa 3.710 Stunden pro Jahr (Alter der Wärmepumpe: 0,8 Jahre) sind. Alle 6,4 Stunden nimmt die Wärmepumpe eine Abtauung vor und alle 3,2 Stunden startet sie neu.

Die höchsten Betriebsstunden pro Jahr mit 3.910,5 h hat die Wärmepumpe mit der Nummer 13. Insgesamt ist die Wärmepumpe bereits 1,9 Jahre in Betrieb und arbeitet mit einer Jahresarbeitszahl von 5,2.



4.1.2.8 Vergleich der Gruppen

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick der Auswertungen der einzelnen Datengruppen:

	FBH & HK mit WW	FBH & HK bzw. Pool ohne WW	FBH ohne WW	FBH mit WW	HK mit WW	HK ohne WW		Kühlen
Anzahl WP	20	3	2	23	46	8		4
durchschnittliche JAZ	4,7	4,9	4,7	5	4,6	4,8		5,2
WP mit max JAZ	29 VL-Temperatur heizen: 36°C VL-Temperatur WW: 50°C Kühlung: nein Betriebsstunden: 12178 h Abtauungen: 4,6 h/Abtauung Starts: 2,7 h/Start Betriebszeit Heizstab: 2,8 h/a Alter WP: 2,9 a Betriebszeit WP pro Jahr: 4199,31 h/a JAZ: 5,3	24 -KASKADE VL-Temperatur heizen: 32°C Kühlung: nein Betriebsstunden: 10678 h Abtauungen: 5,2 h/Abtauung Starts: 7,9 h/Start Betriebszeit Heizstab: 7,7 h/a Alter WP: 3 a Wärmeabgabesystem: FBH+FBH+Pool Betriebszeit WP pro Jahr: 3559,33 h/a JAZ: 5,3	13 VL-Temperatur heizen: 35°C Kühlung: ja Betriebsstunden: 7430 h Abtauungen: 8,8 h/Abtauung Starts: 5,3 h/Start Betriebszeit Heizstab: 0 h/a Alter WP: 1,9 a Wärmeabgabesystem: FBH Betriebszeit WP pro Jahr: 3910,53 h/a JAZ: 5,2	30 VL-Temperatur heizen: 34°C VL-Temperatur WW: 52°C Kühlung: nein Betriebsstunden: 10889 h Abtauungen: 6,4 h/Abtauung Starts: 3,9 h/Start Betriebszeit Heizstab: 0 h/a Alter WP: 3 a Betriebszeit WP pro Jahr: 3629,67 h/a JAZ: 5,9	82 VL-Temperatur heizen: 35°C VL-Temperatur WW: 52°C Kühlung: nein Betriebsstunden: 3139 h Abtauungen: 5,9 h/Abtauung Starts: 7,8 h/Start Betriebszeit Heizstab: 0 h/a Alter WP: 1,4 a Betriebszeit WP pro Jahr: 2242,14 h/a JAZ: 5,7	28 VL-Temperatur heizen: 38°C Kühlung: nein Betriebsstunden: 7661 h Abtauungen: 13,6 h/Abtauung Starts: 2,8 h/Start Betriebszeit Heizstab: 0 h/a Alter WP: 2,5 a Wärmeabgabesystem: HK Betriebszeit WP pro Jahr: 3064,4 h/a JAZ: 5,9		75 VL-Temperatur heizen: 31°C VL-Temperatur WW: 50°C Kühlung: ja Betriebsstunden: 990 h Abtauungen: 9,7 h/Abtauung Starts: 5,1 h/Start Betriebszeit Heizstab: 0 h/a Alter WP: 0,3 a Betriebszeit WP pro Jahr: 3300 h/a JAZ: 5,5
WP mit min JAZ	56 VL-Temperatur heizen: 34°C VL-Temperatur WW: 50°C Kühlung: nein Betriebsstunden: 1534 h Abtauungen: 3,7 h/Abtauung Starts: 0,7 h/Start Betriebszeit Heizstab: 10 h/a Alter WP: 0,5 a Betriebszeit WP pro Jahr: 3068 h/a JAZ: 3,4	48 VL-Temperatur heizen: 42°C Kühlung: nein Betriebsstunden: 2833 h Abtauungen: 3,9 h/Abtauung Starts: 7 h/Start Betriebszeit Heizstab: 0 h/a Alter WP: 1,2 a Wärmeabgabesystem: FBH+HK Betriebszeit WP pro Jahr: 2360,83 h/a JAZ: 4,1	96 VL-Temperatur heizen: 37°C VL-Temperatur WW: 57°C Kühlung: nein Betriebsstunden: 7861 h Abtauungen: 6,2 h/Abtauung Starts: 1,6 h/Start Betriebszeit Heizstab: 88,3 h/a Alter WP: 3,6 a Wärmeabgabesystem: FBH Betriebszeit WP pro Jahr: 2183,61 h/a JAZ: 4,1	65 VL-Temperatur heizen: 42°C VL-Temperatur WW: 50°C Kühlung: nein Betriebsstunden: 2411 h Abtauungen: 5,3 h/Abtauung Starts: 12,1 h/Start Betriebszeit Heizstab: 0 h/a Alter WP: 0,4 a Betriebszeit WP pro Jahr: 6027,5 h/a JAZ: 3,4	44 VL-Temperatur heizen: 51°C VL-Temperatur WW: 50°C Kühlung: nein Betriebsstunden: 1886 h Abtauungen: 8,2 h/Abtauung Starts: 1,3 h/Start Betriebszeit Heizstab: 0 h/a Alter WP: 0,8 a Betriebszeit WP pro Jahr: 2357,5 h/a JAZ: 3,7	63 VL-Temperatur heizen: 41°C Kühlung: nein Betriebsstunden: 2899 h Abtauungen: 3,1 h/Abtauung Starts: 483,2 h/Start Betriebszeit Heizstab: 0 h/a Alter WP: 0,4 a Wärmeabgabesystem: HK+HK Betriebszeit WP pro Jahr: 7247,5 h/a JAZ: 4,1		8 VL-Temperatur heizen: 41°C VL-Temperatur WW: 53°C Kühlung: ja Betriebsstunden: 2968 h Abtauungen: 6,4 h/Abtauung Starts: 3,2 h/Start Betriebszeit Heizstab: 0 h/a Alter WP: 0,8 a Betriebszeit WP pro Jahr: 3710 h/a JAZ: 4,5
Anzahl WP	20	3	2	23	46	8		4
durchschnittliche Betriebszeit Heizstab pro Jahr	8,7	4,2	44,2	1,6	9,3	0		0
WP mit max Betriebszeit Heizstab pro Jahr	68 VL-Temperatur heizen: 42°C VL-Temperatur WW: 52,5°C Kühlung: nein Betriebsstunden: 809 h Abtauungen: 2,2 h/Abtauung Starts: 10,8 h/Start Betriebszeit Heizstab: 115 h/a Alter WP: 0,2 a Betriebszeit WP pro Jahr: 4045 h/a	24 -KASKADE VL-Temperatur heizen: 32°C Kühlung: nein Betriebsstunden: 10678 h Abtauungen: 5,2 h/Abtauung Starts: 7,9 h/Start Betriebszeit Heizstab: 7,7 h/a Alter WP: 3 a Wärmeabgabesystem: FBH+FBH+Pool Betriebszeit WP pro Jahr: 3559,33 h/a	96 VL-Temperatur heizen: 37°C VL-Temperatur WW: 57°C Kühlung: nein Betriebsstunden: 7861 h Abtauungen: 6,2 h/Abtauung Starts: 1,6 h/Start Betriebszeit Heizstab: 88,3 h/a Alter WP: 3,6 a Wärmeabgabesystem: FBH Betriebszeit WP pro Jahr: 2183,61 h/a	37 VL-Temperatur heizen: 34°C VL-Temperatur WW: 48°C Kühlung: nein Betriebsstunden: 4650 h Abtauungen: 6,3 h/Abtauung Starts: 2 h/Start Betriebszeit Heizstab: 31,2 h/a Alter WP: 1,7 a Betriebszeit WP pro Jahr: 2735,29 h/a	72 VL-Temperatur heizen: 40°C VL-Temperatur WW: 55°C Kühlung: nein Betriebsstunden: 5887 h Abtauungen: 12,9 h/Abtauung Starts: 3,1 h/Start Betriebszeit Heizstab: 323,6 h/a Alter WP: 2,8 a Betriebszeit WP pro Jahr: 2102,5 h/a	5 VL-Temperatur heizen: 34°C Kühlung: nein Betriebsstunden: 4363 h Abtauungen: 4,9 h/Abtauung Starts: 3,6 h/Start Betriebszeit Heizstab: 0 h/a Alter WP: 2,3 a Wärmeabgabesystem: HK Betriebszeit WP pro Jahr: 1896,96 h/a		8 VL-Temperatur heizen: 41°C VL-Temperatur WW: 53°C Kühlung: ja Betriebsstunden: 2968 h Abtauungen: 6,4 h/Abtauung Starts: 3,2 h/Start Betriebszeit Heizstab: 0 h/a Alter WP: 0,8 a Betriebszeit WP pro Jahr: 3710 h/a
Durchschnittliche Betriebszeit pro Jahr	3395,4	2313	3047,1	3324,5	4068,1	3900,7		3443,3
WP mit max Betriebszeit pro Jahr	61 VL-Temperatur heizen: 41°C VL-Temperatur WW: 50°C Kühlung: nein Betriebsstunden: 2803 h Abtauungen: 5,2 h/Abtauung Starts: 3,2 h/Start Betriebszeit Heizstab: 0 h/a Alter WP: 0,5 a Betriebszeit WP pro Jahr: 5606 h/a	24 -KASKADE VL-Temperatur heizen: 32°C Kühlung: nein Betriebsstunden: 10678 h Abtauungen: 5,2 h/Abtauung Starts: 7,9 h/Start Betriebszeit Heizstab: 7,7 h/a Alter WP: 3 a Wärmeabgabesystem: FBH+FBH+Pool Betriebszeit WP pro Jahr: 3559,33 h/a	13 VL-Temperatur heizen: 35°C Kühlung: ja Betriebsstunden: 7430 h Abtauungen: 8,8 h/Abtauung Starts: 5,3 h/Start Betriebszeit Heizstab: 0 h/a Alter WP: 1,9 a Wärmeabgabesystem: FBH Betriebszeit WP pro Jahr: 3910,53 h/a	65 VL-Temperatur heizen: 42°C VL-Temperatur WW: 50°C Kühlung: nein Betriebsstunden: 2411 h Abtauungen: 5,3 h/Abtauung Starts: 12,1 h/Start Betriebszeit Heizstab: 0 h/a Alter WP: 0,4 a Betriebszeit WP pro Jahr: 6027,5 h/a	11 VL-Temperatur heizen: 31°C VL-Temperatur WW: 46°C Kühlung: nein Betriebsstunden: 5151 h Abtauungen: 5,7 h/Abtauung Starts: 7,8 h/Start Betriebszeit Heizstab: 100 h/a Alter WP: 0,1 a Betriebszeit WP pro Jahr: 51510 h/a	63 VL-Temperatur heizen: 41°C Kühlung: nein Betriebsstunden: 2899 h Abtauungen: 3,1 h/Abtauung Starts: 483,2 h/Start Betriebszeit Heizstab: 0 h/a Alter WP: 0,4 a Wärmeabgabesystem: HK+HK Betriebszeit WP pro Jahr: 7247,5 h/a		13 VL-Temperatur heizen: 35°C Kühlung: ja Betriebsstunden: 7430 h Abtauungen: 8,8 h/Abtauung Starts: 5,3 h/Start Betriebszeit Heizstab: 0 h/a Alter WP: 1,9 a Wärmeabgabesystem: FBH Betriebszeit WP pro Jahr: 3910,53 h/a

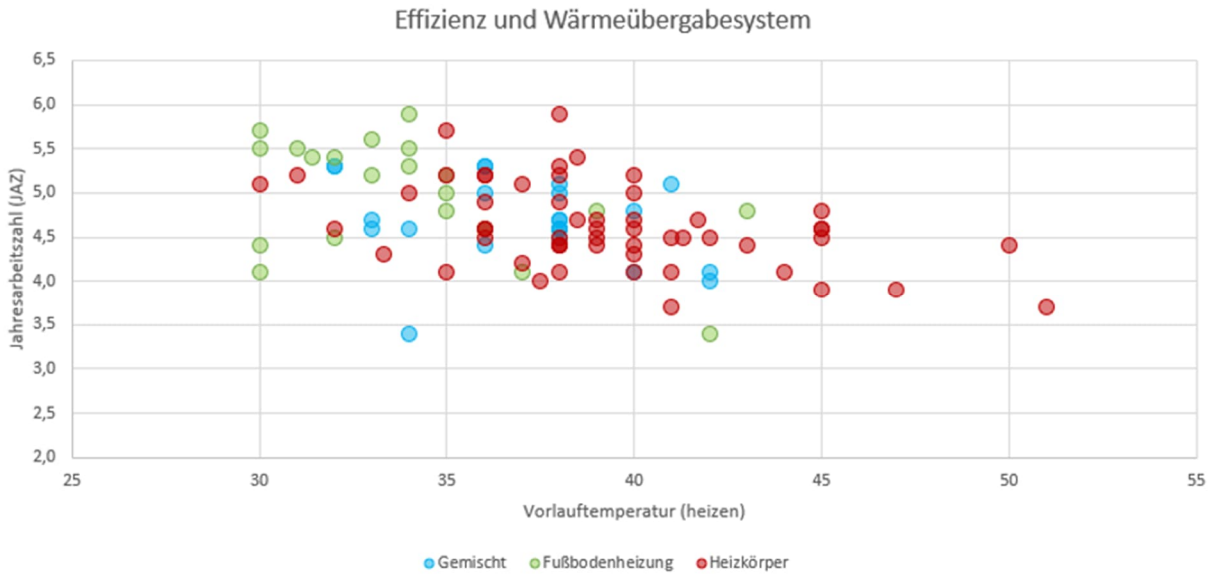
Die höchste durchschnittliche Jahresarbeitszahl (JAZ) von 5,0 wird bei Anlagen mit Fußbodenheizung als Wärmeverteilsystem und Warmwasserbereitung erreicht.

Die niedrigste durchschnittliche JAZ von 4,6 weisen Anlagen mit Heizkörpern als Wärmeabgabesystem und Warmwasserbereitung auf.

Insgesamt hat keine Anlage eine niedrigere JAZ als 3,4 und die höchste liegt bei 5,9. Die längste Betriebszeit des Heizstabes liegt bei 115 Stunden pro Jahr, wobei hier auf die Umrechnung geachtet werden muss, da die Wärmepumpe nur 0,2 Jahre alt ist und die Betriebszeit des Heizstabes berechnet wird durch die Formel:

$$Betriebszeit\ des\ Heizstabes\ pro\ Jahr = \frac{Betriebszeit\ des\ Heizstabes}{Alter\ der\ Wärmepumpe}$$

Die Abhängigkeit der Jahresarbeitszahl von den Vorlauftemperaturen und den Wärmeabgabesystemen wird in folgender Abbildung 3.8 dargestellt werden. Die Gruppe „Kühlen“ ist hier nicht separat enthalten, da die Anlagen in ihren jeweiligen Wärmeübergabesystem- Gruppen bereits enthalten sind.



In der obenstehenden Abbildung wird ersichtlich, dass eine hohe Effizienz bzw. hohe JAZ im Heizmodus mit allen Wärmeübergabesystemen erreichbar ist. Eine ausreichende Dimensionierung der Wärmetauscher-flächen ist wesentlich. Auffallend bei dieser Auswertung ist auch, dass der Einfluss der Vorlauftemperatur auf die Effizienz bis 45°C gering ausfällt und ab 45°C bemerkbar wird. Um das näher zu beleuchten, welche Faktoren die Effizienz neben der Vorlauftemperatur noch wesentlich beeinflussen, wurde mit dem ausführenden Installateur ein Gespräch geführt, siehe nächstes Kapitel.

4.1.3 Zusatzinfos zu Wärmepumpen nach Rücksprache mit dem Installateur

Nach Rücksprache mit dem ausführenden Installateur konnte zu Anlagen mit min. bzw. max. JAZ detailliertere Informationen eingeholt werden.

	Wärmeabgabesystem:	FBH & HK mit WW	FBH & HK bzw. Pool ohne WW	FBH ohne WW	FBH mit WW	HK mit WW	HK ohne WW
	durchschnittliche JAZ	4,7	4,9	4,7	5	4,6	4,8
	Anzahl WP	20	3	2	23	46	8
WP mit max JAZ		Nr.: 29	Nr.: 24-KASKADE	Nr.: 13	Nr.: 30	Nr.: 82	Nr.: 28
	JAZ	5,3	5,3	5,2	5,9	5,7	5,9
	VL Heizen max	36°C	32°C	35°C	34°C	35°C	38°C
	VL-Temp WW max	50°C	-	-	52°C	52°C	-
	Zyklus Starts	2,7 h	7,9 h	5,3h	3,9 h	7,8 h	2,8 h
	Betriebszeit pro Jahr	4.199 h/a	3.559 h/a	3.910 h/a	3.629 h/a	2.242 h/a	3.064 h/a
	Betriebszeit Heizstab	2,8 h/a	7,7 h/a	0 h/a	0 h/a	0 h/a	0 h/a
	Kühlung	Nein	Nein	ja	nein	nein	nein
	Alter WP	2,9 a	3,0 a	1,9 a	3,0 a	1,4 a	2,5 a
WP mit min. JAZ		Nr.: 56	Nr.: 48	Nr.: 96	Nr.: 65	Nr.: 44	Nr.: 63
	JAZ	3,4	4,1	4,1	3,4	3,7	4,1
	VL Heizen max	34°C	42°C	37°C	41°C	51°V	41°C
	VL-Temp WW max	50°C	-	57°C	50°C	50°C	-
	Zyklus Starts	0,7 h	7 h	1,6 h	12,1 h	1,3 h	483,2 h
	Betriebszeit pro Jahr	3068 h/a	2360,83 h/a	2.138 h/a	6,027 h/a	2.357 h/a	7.247 h/a
	Betriebszeit Heizstab	10 h/a	0 h/a	88,3 h/a	0 h/a	0 h/a	0 h/a
	Kühlung	nein	nein	nein	nein	nein	nein
	Alter WP	0,5 a	1,2 a	3,6 a	0,4 a	0,8 a	0,4 a
Anzahl WP		20	3	2	23	46	8

Nr. 30: Beispiel mit maximaler Jahresarbeitszahl (JAZ 5,9)

Bei dieser Anlage ist der Warmwasser Bedarf gering. Trotz Fußbodenheizung ist ein kleiner Pufferspeicher (200L) installiert, damit die Wärmepumpe vom Wärmeabgabesystem unabhängig betrieben wird, z. Bsp., falls Betreiber doch das Wärmeabgabesystem schließt, weiters würde es zu Geräuschen führen durch einen zu geringen Durchfluss! Die Wärmepumpe ist somit unabhängig vom Heizkreis. Im Pufferspeicher wird keine Temperaturerhöhung durchgeführt, um die Verluste möglichst gering zu halten. Der Aufstellungsort der Wärmepumpe ist vorteilhaft: Südseite, Nische, Außentemperatur ist um 2 bis 3 °C höher als in der Umgebung; Die Regelstrategie von Lambda zielt auf lange Laufzeiten ab, d. h. Wärmepumpe fährt frühzeitig mit der Heizleistung zurück, dadurch entstehen lange Betriebszeiten, da Solltemperatur nicht erreicht wird. Fa. Lambda empfiehlt die Wärmepumpe eher gering überdimensionieren, da der Kompressor im Betriebspunkt 60% am effizientesten arbeitet.

Nr. 56: Beispiel mit minimaler Jahresarbeitszahl (JAZ 3,4)

Bei dieser Anlage war ein Speicher bereits vorhanden, da eine Solaranlage vorhanden ist In diesem Speicher findet eine schlechte Schichtung statt, das zu Verlusten führt. Dadurch wird das Warmwasser mit 55°C immer wieder für den Heizkreis verwendet und anschließend wird wieder Warmwasser angefordert. Die Laufzeiten mit 0,7 Stunden pro Start sind ebenfalls eher am untersten Limit und nicht förderlich für eine hohe Effizienz.

Nr. 65: Beispiel mit minimaler Jahresarbeitszahl (JAZ 3,4)

Anlage in Tschagguns (Seehöhe 700m): Der Aufstellungsort ist schattig, vorab war ein Kachelofen Ganzhausheizung in Betrieb. Die Fußbodenheizung wurde mit einer geringen Heizfläche ausgeführt, da sie ursprünglich nur Ergänzung für den Kachelofen geplant war. Daher sind erhöhte Vorlauftemperaturen erforderlich (50°C) Die Heizkurve ist so eingestellt, dass bei -10°C die Vorlauftemperatur auf 55°C erwärmt wird. Das Haus hat auch noch eine PV-Anlage, die so geregelt wird, dass Überschussstrom die Wärmepumpe startet und der Speicher auf bis 60°C erwärmt wird, dies drückt die Effizienz der JAZ.

4.1.4 Zusammenfassung Lambda

1. Die Jahresarbeitszahlen der 102 genannten Lambda Wärmepumpen befinden sich für Luft-Wasser Wärmepumpen in einem sehr effizienten Bereich von 3,4 bis 5,9 (Genauigkeit der internen Energiemessungen laut Hersteller ± 5%).
2. Die durchschnittliche Betriebszeit pro Start betragen bei den meisten Anlagen weit über 2 Stunden, dies ist für die Lebensdauer des Kompressors sehr positiv und wird durch einen modulierenden Betrieb erreicht.
3. Der Heizstab ist im Durchschnitt wenige Stunden pro Heizsaison in Betrieb, dies weist auf eine ausreichende Dimensionierung hin.
4. Die Auswertung der Betriebsdaten hat ergeben, dass sowohl bei Fußbodenheizung oder Heizkörper als Wärmeübergabesystem optimale JAZ erreicht werden können. Wichtig dabei ist eine ausreichend große Dimensionierung der Wärmetauscherflächen.
5. Der Einfluss der Vorlauftemperatur auf die JAZ bei den genannten Lambda Wärmepumpen fällt recht moderat, ab ca. 45°C Vorlauftemperatur beginnt die JAZ zu sinken.
6. Als weitere wesentliche Einflussgrößen für eine hohe Effizienz konnten im Gespräch mit dem ausführenden Installateur genannt werden: ausgeklügelte Regelungsstrategie mit langen Betriebszeiten, Höhe der gewünschten Warmwasser-Temperatur und Hysterese und Beschränkung der Einschaltzeiten. Einbau eines Pufferspeichers, unterstützt ebenfalls das Erreichen von langen Betriebszeiten.
7. Richtige Speicher Einbindung für Warmwasser beachten (Schichtung).
8. Kluge Auswahl des Aufstellungsort (windgeschützt) erhöht Effizienz und verhindert Schallbelästigungen der Nachbarn.

4.2 Wärmepumpe Vaillant

4.2.1 Beschreibung der Wärmepumpen und Rücksprache mit dem Hersteller

Die Betriebsdaten von 8 Luft-Wasser-Wärmepumpen stammen aus „online Daten“ und wurden in Form von Excel Tabellen übergeben. Die Wärmepumpen haben eine Heizleistung von 5,4 bis 12 kW. Alle Wärmepumpen verwenden das Kältemittel R 290 (Propan) und verfügen über eine modulierende Betriebsweise. Bei allen Anlagen wird das Warmwasser auch durch die Wärmepumpe erwärmt. Die Anlagen der Nummern 1 bis 3 und 5,6 und 8 haben eine Fußbodenheizung als Wärmeverteilsystem, die restlichen Anlagen sind mit Heizkörper ausgestattet.

Bei 5 Anlagen ist ein Pufferspeicher vorhanden. Der Pufferspeicher wird bei Vaillant bevorzugt in den Rücklauf des Wärmeverteilsystem eingebaut. Der Pufferspeicher dient zur Verlängerung der Betriebszeit der Wärmepumpe. Ohne Pufferbetrieb ist ein Mindestdurchsatz im Heizkreis sicherzustellen. Die Wärmepumpen sind überwiegend in bestehenden Wohnobjekten (EFH, RH) ohne Sanierung eingebaut, nur das Gebäude von Nr. 1 wurde saniert. Für die Dimensionierung der Wärmepumpe, besonders im unsanierten Bestandsgebäuden ist die korrekte Abschätzung der Heizlast sehr wesentlich, da die Wärmepumpe nicht überdimensioniert sein darf. Der Hersteller Vaillant verwendet dafür ein Auslegungstool inkl. Schallrechner und alle verkauften Anlagen werden vom Hersteller dimensioniert.

Bei den Wärmepumpen Nr. 2 und 7 ist mit dem bisherigen Energieverbrauch der fossilen Energieträger eine Heizlastabschätzung durchgeführt Die Abschätzung ergab im Fall Nr. 2 eine Heizlast von ca. 8,5 kW, ausgeführt wurde eine Leistung von 5,4 kW bei -7°C und im Fall 7 ergab die Abschätzung eine Heizleistung von 9 kW, ausgeführt wurde eine Wärmepumpe mit der Heizleistung von 7kW bei -7°C. Der Bivalenzpunkt wird bei ca. -5°C festgelegt. Daraus folgt, dass die Wärmepumpen der beiden Beispiele knapp dimensioniert wurden, dies ist für die Effizienz von Vorteil. Es wird keine Nachtabsenkung eingestellt (auch beim Altbau nicht), weil das ungünstig für die Effizienz der Wärmepumpe wäre. Der Installateur nimmt die Wärmepumpe in Betrieb, einige Tage später überprüft der Vaillant-Techniker vor Ort die Einstellungen. Die Heizkurve kann auch vom Endkunden angepasst werden.

Vaillant-Wärmepumpen sind mit einem Frostschutz in der außenstehenden Wärmepumpe gefüllt und daher ist ein Platten-Wärmetauscher erforderlich. Das führt zu einem geringen Temperaturverlust, hat aber ein wichtigen Sicherheitseffekt bei Stromausfall, dass die Leitungen bei kalten Wintertagen nicht gefrieren.

Als Erfahrungswert werden für eine richtig dimensionierte Wärmepumpe ca. 2.000 bis 3.000 Starts pro Heizsaison angegeben. Die Mindestlaufzeit sollte nicht geringer als 30 Minuten pro Start betragen. Typische Betriebszeiten für modulierende Wärmepumpen betragen 2.500 bis 3.000 Stunden pro Jahr.

In Österreich sind ca. 25.000 Wärmepumpen online mit dem Werk verbunden. Um eine Optimierung der Wärmepumpen flächendeckend und kostengünstig durchführen zu können, ist geplant KI-unterstützt die online erfassten Betriebsdaten auszuwerten und ab einer gewissen Toleranz Abweichung von Standardwerten das Angebot eines Vorort Einsatzes dem Endkunden anzubieten.

4.2.2 Auswertung Betriebsdaten

Nr	Ort	Haus	WP Leistung	VL bei -5°C	2023 JAZ Heiz.	2024 JAZ Heiz.	2025 JAZ Heiz.	2023 JAZ WW	2024 JAZ WW	2025 JAZ WW	2023 JAZ ges	2024 JAZ ges	2025 JAZ ges
1	Lauterach	EFH, Altbestand mit Sanierung	7 kW (A-7/W35)	32°C			4,3			2,9			3,8
2	Feldkirch	RH, Altbestand ohne Sanierung	5,4 kW (A-7/W35)	43°C	4,9	4,4	4,0	2,7	2,6	2,8	4,4	4,0	4,3
3	Hörbranz	n. bek.	7,0 kW A-7/W35	n. bek.		2,8	2,9		3,0	3,0		2,9	2,9
4	Lustenau	RH, Altbestand ohne Sanierung	5,4 kW (A-7/W35)	37°C		4,7	5,7		4,2	4,1		**5,4**	5,7
5	Wolfurt	Altbestand ohne Sanierung	7,0 kW A-7/W35	45°C		3,2	2,9		4,0	3,1		3,7	3,0
6	Schwarzac	Altbestand ohne Sanierung	2x12,2 kW A-7/W35	43°C			4,3			2,7			4,2
7	Hörbranz	Altbestand ohne Sanierung	7kW A-7/W35	46°C		3,0	3,0		3,9	3,2		3,2	3,1
8	Hörbranz	Altbestand ohne Sanierung	7kW A-7/W35	46°C		2,4	3,0		2,2	n. bek.		2,4	3,0

Die Auswertung der Jahresarbeitszahl gesamt (Heizen und Warmwasser) ergibt einem Bereich von 2,9 bis 5,7, das einen guten Effizienzwert darstellt. Es zeigt sich, dass Anlagen mit höheren Vorlauftemperaturen geringere Jahresarbeitszahlen aufweisen, aber bei nicht allen Anlagen kann dieser Zusammenhang festgestellt werden, sodass noch andere Ursachen wie z. B. Schalthäufigkeit, hydraulische Einbindung usw. Ursachen für die Abweichung sein können. Der Mittelwert der JAZ gesamt für das Jahr beträgt 3,8.

4.2.3 Zusammenfassung Vaillant:

1. Die Jahresarbeitszahlen der 8 genannten Anlagen befinden sich in einem guten Effizienzbereich von 2,9 bis 5,7.
2. Vaillant empfiehlt einen Pufferspeicher einzubauen, um die Betriebszeiten zu verlängern.
3. Anlagen mit höheren Vorlauftemperaturen weisen geringere Jahresarbeitszahlen auf, aber vom Hersteller wird betont, dass weitere Einflussgrößen ebenso wichtig sind zu beachten wie z Bsp. ausreichend dimensionierte Wärmetauscherflächen, richtige Dimensionierung der Anlage, geringe Schalthäufigkeit (Takten), hydraulische Einbindung inkl. Warmwasserbereitung, Aufstellungsort, …
4. Aus Sicherheitsgründen werden außenstehende Anlagen mit einem separaten Heizkreis ausgeführt, dieser ist mit Frostschutz gefüllt.
5. Als Kältemittel wird bei allen Anlagen R 290 verwendet.
6. Bei Einbau einer Wärmepumpe in einem unsanierten Wohnhaus ist besonders auf die korrekte Abschätzung der Heizlast zu achten. Vaillant stellt

dafür ein Tool zur Verfügung. Ebenso zur Abschätzung der Schallemissionen.

7. Für eine richtig dimensionierte Wärmepumpe werden ca. 2.000 bis 3.000 Starts genannt mit Betriebsstunden von 2.500 bis 3.000 pro Jahr.
8. Um die Optimierung der Wärmepumpen im Betrieb flächendeckend und kostengünstig anzubieten, ist geplant die online erfassten Betriebsdaten mittels KI-Unterstützung auszuwerten.

4.3 Wärmepumpe IDM

4.3.1 Beschreibung der Wärmepumpen und Rücksprache mit dem Hersteller

Die Betriebsdaten der 5 Wärmepumpen wurden in Form der ausgefüllten Excel-Vorlagen übergeben. Betriebsdaten von 4 Luft-Wasser-Wärmepumpen und einer Sole-Wasser- Wärmepumpe wurden zur Verfügung gestellt.

Für die korrekte Auslegung der Wärmepumpe empfiehlt IDM den Bivalenzpunkt nicht zu tief zu setzen (ca. -7°C). Das verteuert den Gesamtanlagenpreis und wirkt sich negativ auf die Effizienz durch Takten der Anlage in der Übergangszeit aus. Die Empfehlung lautet: Eine gut dimensionierte modulierende Anlage erreicht ca. 3.500 bis 4.000 Betriebsstunden pro Jahr für Warmwasser und Heizung. Damit sind lange Laufzeiten sichergestellt und der Verdichter kann die Modulationsfähigkeit gut entfalten.

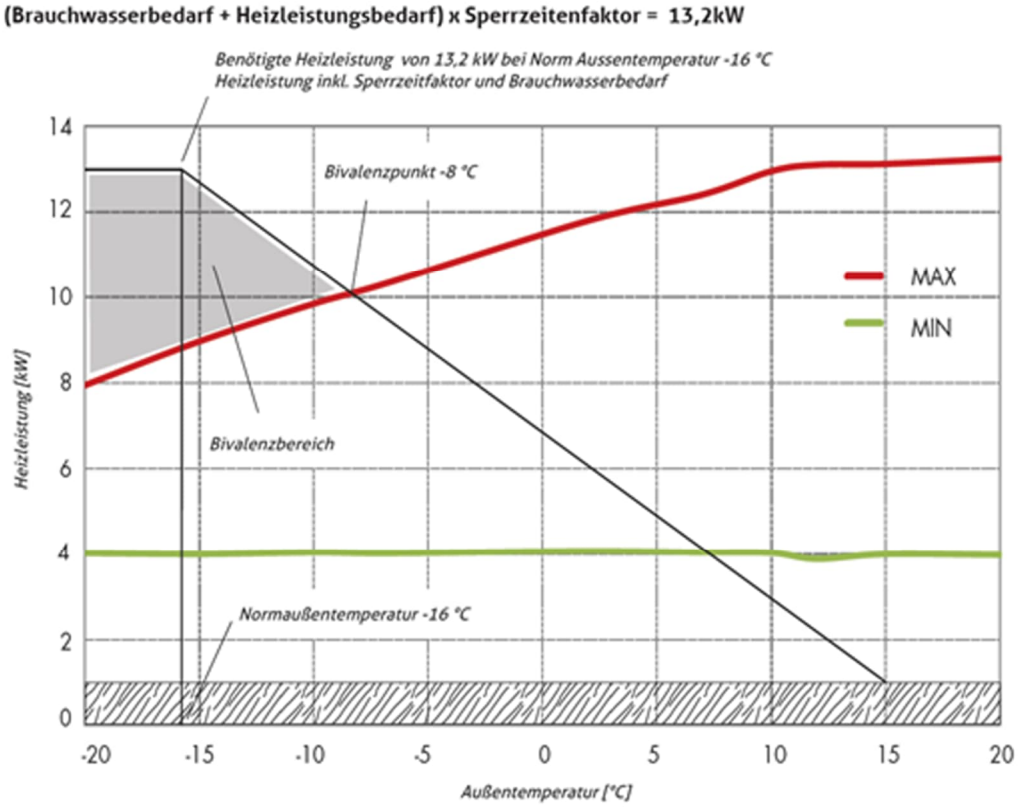


Abbildung 8: Beispiel für die Dimensionierung der Wärmepumpe

Genauigkeit der internen Energieerfassung

Das Forschungsprojekt zur Sanierung der Südtiroler Siedlung in Bludenz wurde vom Energieinstitut Vorarlberg als wissenschaftlicher Partner begleitet. Bei diesem Projekt wurden die bestehenden Einzelöfen mit Wärmepumpen der Firma IDM (Typ: AERO ALM 10-24) ersetzt. Bei diesem Forschungsprojekt wurden Parallelmessungen der Energiemengen (Strom und Wärme) durchgeführt. Mit einem Wärmemengenzähler der Firma Siemens wurde die Wärmemenge erfasst und die Strommenge wurde von der Wärmepumpe inkl. des Hydraulikmodul gemessen. Die Systemgrenze der IDM -Wärmepumpe besteht aus dem Verbrauch der Wärmepumpe ohne Heizkreispumpe, Zirkulationspumpe oder Ventile. Die Wärmemenge wird mittels eines Durchflusssensor und zwei Temperaturfühler erfasst. Die Temperaturfühler werden im Werk kalibriert und bei der Inbetriebnahme nochmal geprüft. Der Durchflusssensor weist im Teillastbereich höhere Abweichungen als im Volllastbetrieb auf. Die Abtauenergie wird nicht gegengerechnet, da diese auch bei den wesentlichen Normmessungspunkten nicht einfließt und sehr vom Standort abhängt. Über denselben Zeitraum von einem Betriebsjahr ergibt die IDM-Messung eine Jahresarbeitszahl von 3,08 und die externe Messung ein Ergebnis von 2,8. Das ergibt eine Abweichung von ca. 8%. Es ist nochmal zu betonen, dass die Systemgrenzen nicht ident sind und bei der externen Messung der Stromverbrauch der Umwälzpumpe miterfasst wird. Nach Aussage des Herstellers gibt es keine Vergleichsmessungen am Prüfstand und es wird auch sehr selten die Genauigkeit der internen Energiemessung nachgefragt.

4.3.2 Auswertung Betriebsdaten

Haustyp		MFH	öffentl. Gebäude	EFH	EFH
Adresse		6952 Sibratsgfäll	6722 St. Gerold	6850 Dornbirn	6861 Alberschwende
Seehöhe	[m]	929	920	437	721
Daten WP lt Datenblatt					
WP Typ		iDM AERO ALM 10-24	DM AERO ALM 10-50 MA	iDM AERO ALM 2-8	iDM AERO ALM 2-8
Leistung		24kW	50kW	8kW	8kW
WP-Variante		Monoblock Außen	Monoblock Außen	Monoblock Außen	Monoblock Außen
WW Erwärmung in WP integriert		nein	nein	nein	ja
Pufferspeicher in WP integriert		nein	nein	nein	ja
Schallleistungspegel max. im F	[dBA]	56	68	55	55
Daten aus Betrieb		01.01.2024 - 31.12.2024	1.7.2024 - 30.6.2025	01.01.2024 - 31.12.2024	01.09.2024 - 31.08.2025
Herstellungsjahr		2023	2024	2023	2024
IBN		05.10.2023	29.04.2024	13.12.2023	27.08.2024
WP heizt WW Speicher		ja	nein	ja	ja
Größe WW Speicher	[Liter]	Kombispreicher 1750 Liter	-	Kombispreicher 500 Liter	270
Größe Pufferspeicher	[Liter]		1000		100
Betriebsstunden	[h]	2562	2554	2832	2673
Anzahl Starts		3409	1145	3008	4081
Betriebszeit pro Start	min	45	134	56	39
erzeugte Wärme	[kWh]	39955	39808	8109	10581
davon Heizen	*[kWh]*	*31407*	39808	6341	6769
davon Warmwasser	*[kWh]*	*8549*	0	1277	3057
davon Kühlung	*[kWh]*	*0*	0	491	755
verbrauchter Strom	[kWh]	8937	8531	1880	3050,3
Jahresarbeitszahl (JAZ)		4,47	4,67	4,31	3,47
Betriebszeit Heizstab	[h]	6,1	0	0	0,3
Stromverbrauch Heizstab	[kWh]	36,6	0		1,8
VL-Temperaturen heizen	[°C]	max. 43	max. 48	max. 35	max. 43
VL-Temperaturen WW	[°C]	max. 55	-	max. 65	max. 64
minimale Außenlufttemp.	[°C]	-9,2°C	-8,5°C	-10,2°C	-6,8°C
Anzahl der Abtauung	[n]	299	293	195	323
Sperrzeit		nein	nein	nein	nein
Kühlung aktiviert		nein	nein	ja	ja
Absenkmodus Nacht aktiviert		nein		nein	nein
Schallschutzhaube		nein	nein	nein	nein
externer WMZ		nein	nein	nein	nein
externer Stromzähler		nein	nein	nein	nein
Heizstab WP		nein	nein	ja	ja
Heizstab Speicher		nein	nein	nein	nein
Haustechnik					
Solaranlage		nein	nein	nein	nein
PV-Anlage		ja	ja	ja	ja
zusätzl. Heizgeräte		nein	nein	nein	nein
WP-Boiler		nein	nein	nein	nein
Wärmeverteilsystem		lischung FBH und Radiatoren im	Heizkörper/Lüftung	FBH	FBH
Gebäude					
Neubau/Sanierung		Sanierung	Sanierung	Sanierung	Neubau
Gebäudeart		MFH	öffentliches Gebäude	EFH	EFH
Anzahl Personen		6	staltungssaal, max. 200 Pe	2	5
Wohnnutzfläche (beheizt)		450m²	ca. 490m²	130m²	138m²

Die Tabelle zeigt Betriebsdaten der Luft-Wasser Wärmepumpen von IDM.

Die 4 Anlagenbeispiele befinden sich im EFH, MWH und einem öffentlichen Gebäude. Die durchschnittliche Jahresarbeitszahl der 4 Wärmepumpen beträgt 4,2 das entspricht einem guten Effizienzwert für Luft/Wasser Wärmepumpen. Alle Wärmepumpen werden modulierend betrieben und verwenden Propan als Kältemittel. In 3 Gebäuden wird auch die Warmwassererwärmung von der Wärmepumpe durchgeführt. Beim öffentlichen Gebäude ohne Warmwassererwärmung ist die JAZ geringfügig höher. Ein Pufferspeicher ist bei allen Anlagen

integriert. Die Betriebszeit pro Start beträgt zwischen 39 und 134 Minuten, empfehlenswert sind Betriebszeiten > 30 Minuten pro Start. Dadurch wird erkennbar, ob die Anlage richtig dimensioniert ist.

Der Warmwasseranteil an der gesamten erzeugten Wärme beträgt zwischen 16 und 29%. Anlage 4 hat einen den größten Anteil an Warmwasser bei einer Temperaturanforderung von max. 64°C. Das kann die Ursache sein, dass die JAZ bei dieser Wärmepumpe mit 3,5 am geringsten ausfällt.

Die Kühlfunktion wird in 2 Gebäuden in Anspruch genommen.

Der Heizstab ist bei der Anlage 1 geringfügig mit ca. 36 kWh in der Heizsaison in Betrieb.

Sole/Wasser WP

Haustyp		MFH
Adresse		6858 Bildstein
Seehöhe	[m]	659
Daten WP lt Datenblatt		
WP Typ		iDM TERRA SWM 6-17
Leistung		17kW
Kältemittel / GWP		R410a / 2088
WP-Variante		Sole Innen
Betriebsart modulierend		ja
WW Erwärmung in WP integriert		nein
Pufferspeicher in WP integriert		nein
Schallleistungspegel max. im Fre	[dBA]	
Daten aus Betrieb		01.01.2024 - 31.12.2024
Herstellungsjahr		2023
IBN		04.04.2023
WP heizt WW Speicher		ja
Größe WW Speicher	[Liter]	1000
Größe Pufferspeicher	[Liter]	300
Betriebsstunden	[h]	3222
Anzahl Starts		4128
Betriebszeit pro Start	min	47
erzeugte Wärme	[kWh]	39670
davon Heizen	*[kWh]*	26935
davon Warmwasser	*[kWh]*	12735
davon Kühlung	*[kWh]*	Passivkühlung 1064h
verbrauchter Strom	[kWh]	6152

Jahresarbeitszahl (JAZ)		6,45
Betriebszeit Heizstab	[h]	0
Stromverbrauch Heizstab	[kWh]	0
VL-Temperaturen heizen	[°C]	max. 31
VL-Temperaturen WW	[°C]	max. 62
minimale Außenlufttemp.	[°C]	-9,5°C
Anzahl der Abtauung	[n]	
Sperrzeit		
Kühlung aktiviert		ja, Passivkühlung
Absenkmodus Nacht aktiviert		nein
Schallschutzhaube		nein
externer WMZ		nein
externer Stromzähler		nein
Heizstab WP		nein
Heizstab Speicher		nein
Haustechnik		
Solaranlage		nein
PV-Anlage		nein
zusätzl. Heizgeräte		nein
WP-Boiler		nein
Wärmeverteilsystem		FBH
Gebäude		
Neubau/Sanierung		Neubau
Gebäudeart		MFH
Anzahl Personen		unbekannt
Wohnnutzfläche (beheizt)		unbekannt
Zusatzwerte		
Wärmeerzeuger vor Sanierung		Neubau

Die Tabelle zeigt Betriebsdaten der Sonde-Wasser Wärmepumpen von IDM.

Die Sole/Wasser Wärmepumpe zeichnet sich durch eine sehr hohe Jahresarbeitszahl aus (6,45), bei einer sehr tiefen max. Vorlauftemperatur von 31°C. Der Warmwasseranteil beträgt ca. 32% der erzeugten Energiemenge bei max. 62°C.

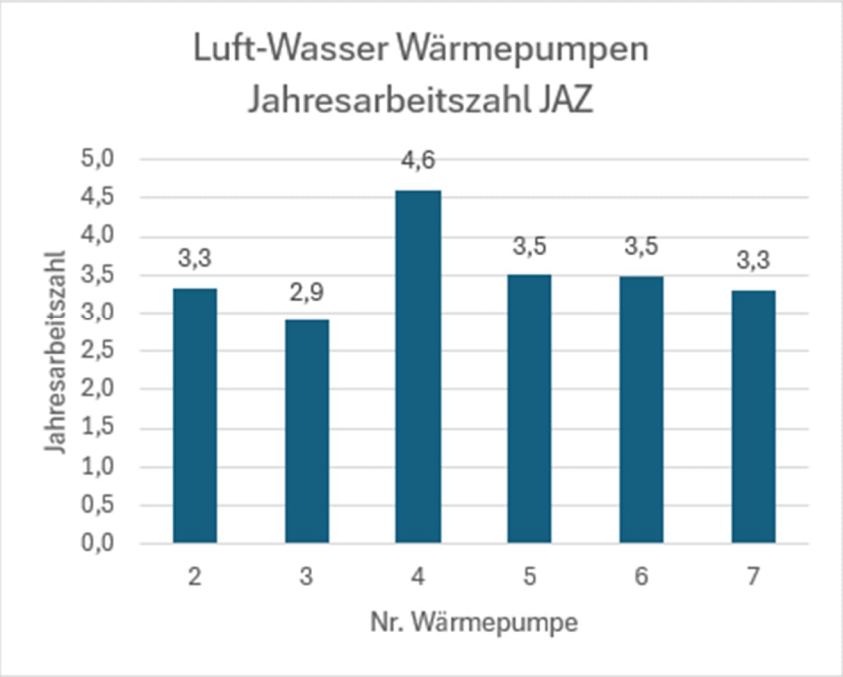
4.3.3 Zusammenfassung IDM

1. Die Jahresarbeitszahlen der 4 genannten Luft-Wasser Wärmepumpen befinden sich in einem guten Effizienzbereich von 3,5 bis 4,7. Die Sole-Wasser Wärmepumpe erreicht eine sehr gute JAZ von 6,5.
2. Empfehlung für Bivalenzpunkt für Dimensionierung bei ca. -7°C
3. Erfahrungswert Betriebsstunden pro Jahr für gut dimensionierte und modulierende Wärmepumpe für Warmwasser und Heizung: ca. 3.500 bis 4.000 Stunden.
4. Parallelmessung der Energiemengen bei einer Luft-Wasser Wärmepumpe (Wärme und Strom) ergibt gute Übereinstimmung.
5. Die Betriebszeit pro Start beträgt bei den 5 genannten Anlagen: 39 bis 134 Minuten.
6. Bei 3 Anlagen wird auch der Kühlbetrieb durchgeführt.
7. Die Anlagen sind in sanierten Gebäuden bzw. Neubau eingebaut und werden mit Vorlauftemperaturen von max. 31 bis 48°C betrieben. Das Warmwasser wird auf max. 65°C erwärmt.
8. Der Heizstab ist nur bei einer Anlage mit geringen 6 Stunden pro Heizsaison in Betrieb.
9. Bei keiner Anlage ist die Nachtabsekung aktiviert.

5. Ergebnisse Durchführung Heizungs-Checks

Bei 16 Wärmepumpen wurde ein Heizungs-Check durchgeführt. Der Energieberater ist vor Ort und nimmt Daten zum Gebäude, Betriebsdaten der Wärmepumpe und zur restlichen Haustechnik (Wärmeverteilsystem, Warmwasser, Heizkurve, Hydraulischer Abgleich, Regelung, Wärmedämmung) auf. Aus den Betriebsdaten der Wärmepumpe werden die Effizienzwerte berechnet. Als Abschluss der Beratung werden mit dem Kunden die Ergebnisse in verständlicher Weise besprochen und Maßnahmen empfohlen.

5.1 Auswertung Luft/Wasser-Wärmepumpe



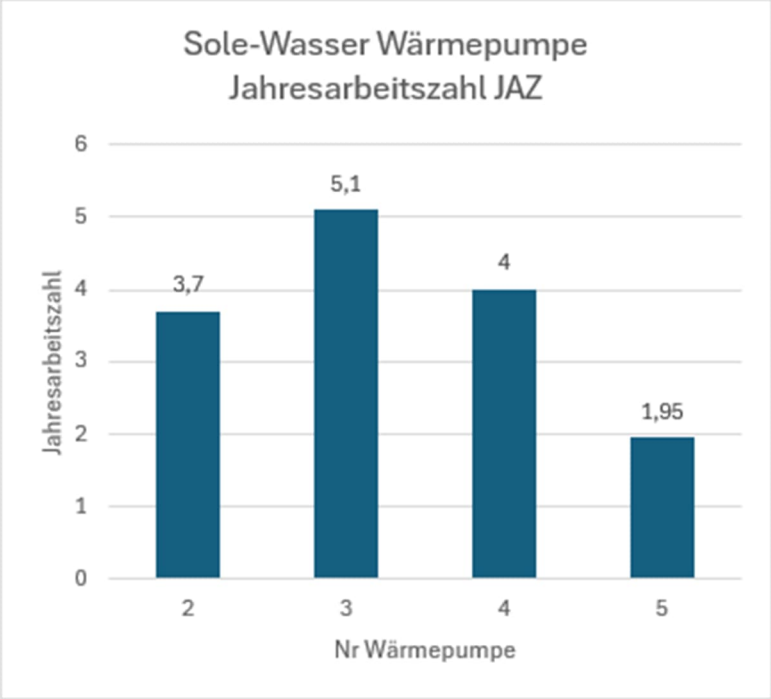
Nr	Ort	Seehöhe	Haustyp	Typ	Heizleistung WP	Heizlast Haus	Bh / Jahr	Starts / Jahr	Betriebszeit/St	JAZ	Boiler WW	Puffer	FBH	HK
1	Götzis	448	EFH	Ochsner, AIR 11 C11A	6,8 kW (-7/35)	6,8 kW	Nein	Nein	nicht bek.	nicht bek.	extra WP-Boiler	300 L	20%	80%
2	Altach	412	EFH	Stiebel Eltron	13,45 (-7/35)	8,4	1763	2038	0,86	3,3	nein	1000 L	0%	100%
3	Götzis	448	EFH	IDM, AERO ALM	4kW (-7/35)	2	1337	nicht bek.	nicht bek.	2,9	Ja	Nein	100%	
4	Koblach	420	EFH	IDM, AERO ALM	8 kW (35°C)	6	2254	2193	1	4,6	FW-Station	500	50	50
5	Koblach	420	EFH	Viessmann, Vitocal 252.A06	6 kW	6	3500	700	5	3,5	500	200	0	100
6	Ludesch	555	ZFH	Lambda, EU 13	13 kW	22	nicht bek.	nicht bek.	nicht bek.	3,5	2x500L	3200 L	100%	0%
7	Mäder	414	EFH	Hoval, Belaria 8	8 kW	5	1980	1679	1,2	3,3	integriert	560 Forstnerspeicher	85%	15%

Die Tabelle zeigt Betriebsdaten der Luft-Wasser Wärmepumpen von den Heizungs-Checks.

Erläuterungen zu den Wärmepumpen

Die mittlere Jahresarbeitszahl der Luft/Wasser-Wärmepumpen beträgt 3,5. Bei der Anlage Nr. 1 konnten keine Energiedaten zur JAZ-Bildung ausgelesen werden. Die Jahresarbeitszahlen der Luft-Wasser-Wärmepumpen befinden sich in einem guten Bereich von 2,9 bis 4,6. Bei der Wärmepumpe Nr. 3 kann die Effizienz durch einfaches Optimieren verbessert werden, z Bsp. Einschaltdifferenz für das Warmwasser vergrößern. Beim Heizungs-Check ist aufgefallen, dass teilweise wichtige Betriebsdaten wie z Bsp. Jahresarbeitszahl (Anlage Nr. 1), Betriebsstunden, Anzahl Starts nicht abrufbar sind. Für den Kunden sind Betriebsdaten, oft nicht verständlich dargestellt. Es ist nicht ersichtlich, ob Optimierungsbedarf vorliegt. Die Betriebszeit pro Start ist ebenfalls ein wichtiger Hinweis für die korrekte Einjustierung der Wärmepumpe. Zu geringe Betriebszeiten (kleiner 30 Minuten) führen zu einem hohen Verschleiß des Kompressors und dadurch zu geringen Lebenszeiten. Bei den untersuchten Luft-Wasser-Wärmepumpen, bei denen die Betriebszeit pro Start bestimmt werden konnte, sind die Einschaltzyklen in Ordnung. Bei einem Bestandsgebäude mit Einrohrsystem führte der Umbau von der Gastherme auf die Wärmepumpe zu Geräuschproblemen. Der Einbau eines 200 Liter Pufferspeicher löste die Geräuschprobleme. Bei der Außenaufstellung der Propan-Wärmepumpe wurde bei 2 Kunden die Sicherheitsabstände nicht beachtet und es musste nachgebessert werden (Abstand zum bestehenden Kellerfenster bzw. zum Nachbar-Kellerfenster.

5.2 Auswertung Sole/Wasser-Wärmepumpe



Nr	Ort	Seehöhe	Typ	Typ2	Heizleistung WP	Heizlast Haus	Bh / Jahr	Starts / Jahr	Betriebszeit /Start	JAZ	Boiler WW	Puffer	FBH	HK
1	Altach	412	EFH	Waterkotte	8	8,5	1700	3600	0,47	nicht bek.	500	1000	ja	ja
2	Altach	412	EFH	Weider, SW 70	7,7 (10/35)	6,4	1487	nicht bek.	n. bek	3,7	500	nein	ja	nein
3	Langenegg	600	EFH	Bösch COP 4,61 SCOP: 5,23	4,5 - 9,0 kW (B0/W35)	10 kW Berechnung	1703	n. bek	n. bek	5,1	integriert	950 Forstner	100%	nein
4	Hohenems	432	EFH	Stiebel, WPF 07	7,5 kW	6,7 kW	1600	2000	0,8	4	400	200	ja	nein
5	Lustenau	405	WA	Stiebel Eltron, WP-I 33 H Premium	10 -33 (B0/W35)	26 kW	nicht bek.	nicht bek.	n. bek	1,95	Whg Station	1500	ja	nein

Die Tabelle zeigt Betriebsdaten der Sole-Wasser Wärmepumpen von den Heizungs-Checks.

Die mittlere Jahresarbeitszahl der Sole/Wasser-Wärmepumpen beträgt 3,7. Die Jahresarbeitszahlen bei den besuchten Sonden-Wärmepumpen liegen im Bereich von 1,9 bis 5,1.

Erwartungsgemäß sollte eine Sondenwärmepumpe eine Jahresarbeitszahl größer 4 aufweisen, sonst besteht Optimierungsbedarf. Bei der Anlage Nr. 1 konnte der Endkunde die JAZ nicht auslesen. Bei der Wärmepumpe Nr. 2 wurde der Wärmeverbrauch abgeschätzt, da nur der Stromverbrauch erfasst wurde. Bei der Wärmepumpe Nr. 5 führt die ständige Anforderung von 60°C Wasser (Warmwasser) zu geringen JAZ von 1,95, obwohl die Voraussetzungen für eine geringe Vorlauftemperatur mit Fußbodenheizung vorhanden wären. Hier ist ein Optimieren von Parametern nicht möglich, sondern es muss bei dieser Wohnanlage die Warmwassererwärmung neu überdacht werden. Es sind von den 5

untersuchten Wärmepumpen nur bei 2 Wärmepumpen die Anzahl der Starts pro Jahr bekannt. Die Betriebszeiten von diesen beiden Wärmepumpen sind in Ordnung, bei den restlichen 3 Wärmepumpen kann keine Aussage über zu häufiges Takten gemacht werden.

5.3 Auswertung Wasser/Wasser-Wärmepumpe

Nr	Ort	Seeh.	Haus typ	Typ	Heizleistung WP	Heizlast Haus	Bh / Jahr	Starts / Jahr	Betriebszeit/ Start	Boiler WW	Puffer	FBH	HK
1	Koblach	420	EFH	Weider, SW 120	13,1	12	1400	5226	0,27	300 mit E-Patrone	27	nur Bad	ja
2	Altach	412	ZFH	Weider /Hoval BT 120	12	7,6	635	3632	0,17	750	nein	90%	10%
3	Altach	412	EFH	Weider, SW 120	13,3	unbek.	1600	nicht bek.	nicht bek.	200	nein	0%	100%
4	Hohenems	432	EFH	Weider, SW 120	13,3	7,5	1110	nicht bek.	nicht bek.	nein	nein	nein	100%

Die Tabelle zeigt Betriebsdaten der Wasser-Wasser Wärmepumpen von den Heizungs-Checks.

Bei den untersuchten vier Wasser – Wasser - Wärmepumpen konnte nur bei einer Anlage (Nr. 2) eine Aussage zur Jahresarbeitszahl und damit zur Effizienz gemacht werden. Bei dieser Wärmepumpe hatte der Betreiber Energiezähler für Wärme und Strom montiert. Die Jahresarbeitszahl beträgt 3,1. Dieser Wert ist für eine Wasser-Wasser- Wärmepumpe zu gering. Ursache ist hier die kurzen Betriebszeiten mit 0,17 h pro Start. Alle teilnehmenden Wärmepumpen Modelle hatten Kompressoren ohne modulierende Betriebsweise. Auch bei der Wärmepumpe Nr. 1 ist die durchschnittliche Betriebszeit von 0,27 Stunden pro Start zu kurz. Bei der Wärmepumpe Nr. 3 waren störende Vibrationen im Heizungsraum zu bemängeln.

5.4 Weitere Erkenntnisse beim Heizungs-Check

Es werden oft jährliche Serviceverträge angeboten, und der Kunde ist überfordert mit der Entscheidung, ob dies unbedingt erforderlich ist. Es fehlen klare Protokolle was warum kontrolliert werden sollte. Es ist von Vorteil, dass die Tendenz eindeutig in Richtung online-Anbindung geht und Erstkontrolle der Betriebsdaten KI unterstützt analysiert werden. Bei Abweichungen außerhalb von Hersteller-Toleranzen informiert die Serviceabteilung über einen erforderlichen Wartungsbesuch. Die Inbetriebnahme der Wärmepumpe wurde von vielen Kunden bemängelt. So werden z. Bsp. die Einstellungsmöglichkeiten oder das Optimieren von Heizkurven nicht bei allen Herstellern erklärt. Ein Optimierungsangebot nach dem ersten Betriebsjahr fehlt oft. Für alle drei

Wärmepumpenvarianten kann festgestellt werden, dass Betriebsdaten zur Effizienzbestimmung mangelhaft oder nicht verständlich dargestellt werden. Es wurde aber auch aus den Gesprächen mit den Kunden klar, dass das Interesse an einer effizienten Wärmepumpe nicht vorrangig ist. Verlässlicher Heizbetrieb mit ausreichend hohen Vorlauftemperaturen und geräuscharmer Betrieb wurden als wichtige Eigenschaften oft genannt.

Zum Thema Betriebszeit / Energieverbrauch Heizstab kann keine Aussage gemacht werden, da in den seltensten Fällen Betriebsdaten dazu in der Wärmepumpe angezeigt werden.

6. Zusammenfassung Umfrage „Wärmepumpe Betriebsdaten“

Insgesamt 53 BürgerInnen beteiligten sich an der EIV – Umfrage zum Thema „Wärmepumpe Betriebsdaten“. Eingeteilt wurden die Auswertungen in die Varianten Luft/Wasser-, Sole/Wasser-, und Wasser/Wasser Wärmepumpen.

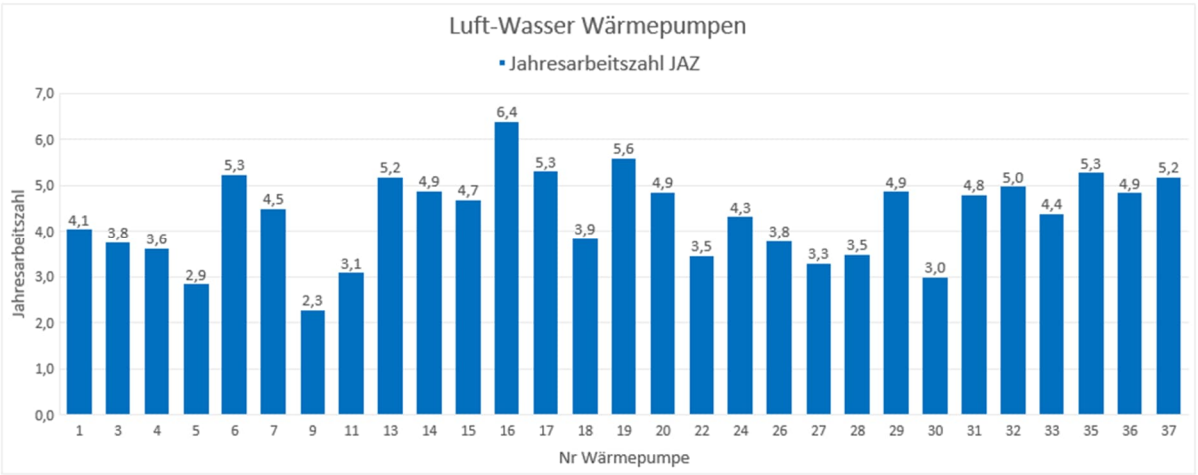
Die Aufteilung der Teilnahme sieht wie folgt aus:

37 Luft/Wasser-Wärmepumpen

14 Sole/Wasser-Wärmepumpen

2 Wasser/Wasser-Wärmepumpen

6.1 Ergebnisse der Luft/Wasser-Wärmepumpen



Der Mittelwert der Jahresarbeitszahl der Luft/Wasser-Wärmepumpen beträgt 4,3, das entspricht einer guten Effizienz. Die Jahresarbeitszahlen weisen aber eine große Bandbreite auf, im Bereich von 2,3 bis 6,4. Ab einer JAZ von ca. 3,5 kann von einem effizienten Betrieb gesprochen werden.

Bei 8 Anlagen, das entspricht ca. 22%, konnte keine Aussage zur Jahresarbeitszahl gemacht werden, entweder war die Information für den Endkunden nicht sichtbar oder die Energiemengen wurden vom Hersteller nicht erfasst. Dies ist bei älteren Anlagen oft üblich (> 8 Jahre).

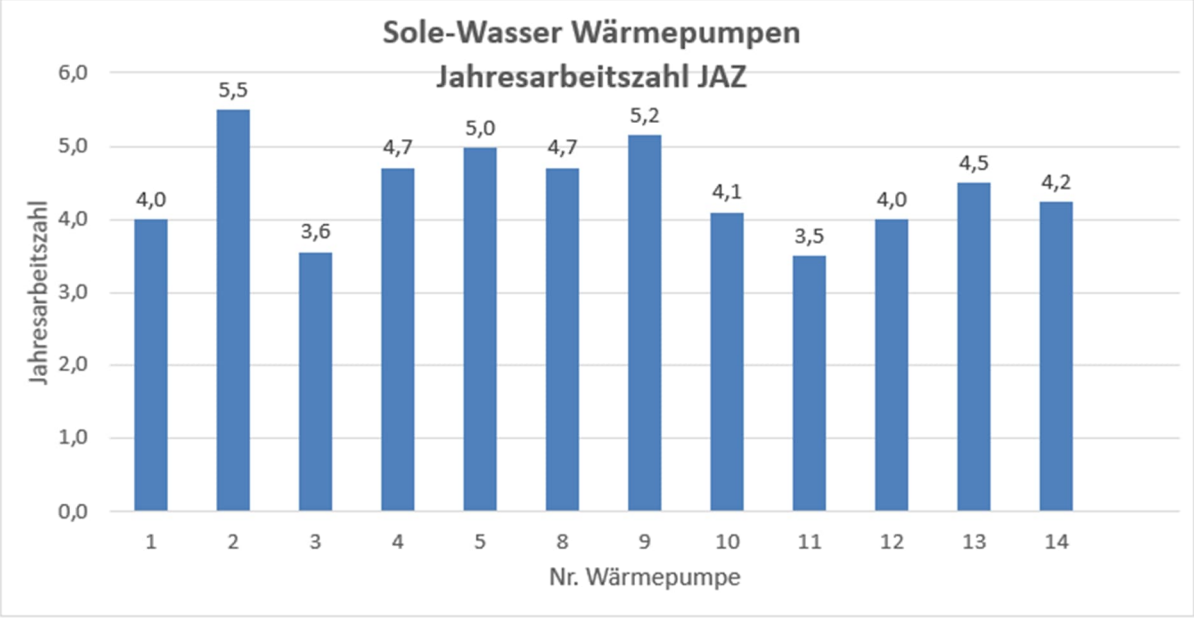
Ursachen für geringe Jahresarbeitszahlen können sein:

Häufiges Ein- und Ausschalten (Takten) wie z. Bsp. bei der Wärmepumpe Nr. 9 mit einer JAZ von nur von 2,3. Bei dieser Wärmepumpe ist auffallend die geringe Betriebszeit pro Start mit 0,5 Stunden.

Unsanierte Gebäude mit erhöhten Vorlauftemperaturbedarf (Heizkörper) wie z. Bsp. Nr. 5, 11 und 30.

Auffallend bei den Ergebnissen der Luft/Wasser Wärmepumpen sind sehr hohe Effizienzzahlen von größer 4,5 bei 14 von 37 Anlagen (ca. 38%). Ursachen dafür sind lange Betriebszeiten pro Start, z Bsp. 6,4 Sunden bei Anlage Nr. 19.

6.2 Ergebnisse der Sole/Wasser-Wärmepumpen



Bei den 14 Sole/Wasser-Wärmepumpen beträgt die mittlere Jahresarbeitszahl 4,3. Exakt dieselbe mittlere JAZ wie bei den Luft/Wasser Wärmepumpen. Die Bandbreite der Energieeffizienz (JAZ) ist allerding geringer und beträgt zwischen 3,5 bis 5,5. Bei 2 Anlagen konnte der Endkunde keine Aussage zur JAZ auslesen. Auffallend ist, dass die Luftwärmepumpen zum Teil höhere JAZ

aufweisen als die Sole/Wasser Wärmepumpen. Das bedeutet, dass bei den Sole/Wasser-Wärmepumpen noch Optimierungspotential vorliegt bzw. dass in den letzten Jahren die Effizienz bei Luft/Wasser sich sehr gesteigert hat. Die Ursachen für die geringsten JAZ bei den Analgen Nr. 3 und 11 lassen sich aus den vorhandenen Daten nicht beurteilen.

6.3 Ergebnisse der Wasser/Wasser-Wärmepumpen:

Bei der Variante Wasser/Wasser-Wärmepumpen gab es 2 Teilnehmer, die Jahresarbeitszahl beträgt hier 3,1 bzw. 2,5. Beide Jahreszahlen sind für Wasser/Wasser-Wärmepumpe als zu gering zu bezeichnen.

Bei Anlagen mit JAZ kleiner 3 sind Überprüfungen durch den Hersteller sehr zu empfehlen, Ursachen für geringe Jahresarbeitszahlen können sein: hohe erforderliche Vorlauftemperaturen (> 50°C), hoher Warmwasseranteil mit hohen Temperatursollwerten (> 50°C). Neben den technischen / planerischen Randbedingungen (z Bsp. Hersteller-Effizienzwerte der Anlage, korrekte Dimensionierung aufgrund der Heizlast des Gebäudes, hydraulische Einbindung) ist für eine hohe Effizienz auch die Parametrierung der Regelung von großer Bedeutung. Heizkurven können häufig abgesenkt werden, eine Warmwasserbereitung durch korrekt eingestellte Zeitfenster angepassten Solltemperaturen begrenzt werden. Eine wichtige Erfahrung aus dem Monitoring war, dass die Effizienzanzeige der Wärmepumpen leichter zugänglich gemacht werden sollten für den Nutzer. Wünschenswert ist eine Anzeige in der obersten Menüebene mit einer verständlichen Einordnung der angezeigten Werte, z Bsp. „im erwarteten Bereich“ und möglichst Optimierungen vorgeschlagen werden. Viele Hersteller bieten den Service einer Fern-Überwachung an. Wünschenswert ist, dass die übermittelten Daten auch vom Fachpersonal analysiert werden. Da dies sehr aufwendig ist und dem Kunden oft nicht verrechnet werden kann, wird bei einigen Herstellern mittels KI-Unterstützung die erfassten Betriebsdaten auf Optimierungspotential untersucht und erst ab bestimmten Abweichungen meldet sich die Serviceabteilung für einen Einsatz vor Ort. Außerdem sollten die Systemgrenzen für die Erfassung der Verbraucher einheitlich für alle Anlagen und Hersteller vorgegeben werden.

Neben der Jahresarbeitszahl ist die Laufzeit pro Start wesentlich für die Lebensdauer der Wärmepumpe: Erfahrungswerte empfehlen Mindestlaufzeiten pro Start von größer 30 Minuten. Ursachen für sogenanntes Takten (kurze Laufzeit) kann eine überdimensionierte Wärmepumpe sein.

7. Hinweise für die Auswahl von Wärmepumpen

Nr.	Eigenschaft	Beispiele / Infos
1	Ist die Wärmepumpe in der GET Datenbank gelistet, Voraussetzung für eine mögliche Bundesförderung	www.produktdatenbank-get.at
2	Bei Luft/Wasser-Wärmepumpen: Max. Schallleistungspegel bei max. Last und im Nachtbetrieb in dB (A)	Gute Werte: 56 dB bzw. 51 dB
3	Heizleistung der Wärmepumpe mit Angbe der Temperaturen A: steht für Luft Temperatur Außen, W35: bedeutet Vorlauftemperatur der Heizung	Pn_A7/W35
4	Leistungszahl COP (Coefficient of Performance) mit Angabe der Temperaturen (gemessen am Prüfstand) Guter Wert für Luft-Wasser-WP Guter Wert Für Sonden- und Wasser-WP	COP A7/W35 > 3 > 4
5	SCOP: jahreszeitbedingte Leistungszahl einer Wärmepumpe „Seasonal Coefficient of Perfomance“ Mittelwert verschiedener Betriebspunkte und Faktor Klima am Standort werden berücksichtigt	Guter SCOP bei 35°C: 5
6	Jahreszeitbedingte Raumheizungs-Energieeffizienz (ηs) Der ηs – Wert ist eine normierte Größe, die den Systemnutzungsgrad einer Wärmepumpe bezogen auf die eingesetzte Primärenergiemenge beschreibt. Er wird im Rahmen der Ökodesign-Verordnung (EU) 813/2013 angegeben.	Guter ηs: 200%
7	JAZ „Jahresarbeitszahl“ Gebildet aus Betriebsdaten: Stromverbrauch und erzeugte Wärme	Empfehlung:

	Guter Wert für Luft-Wasser-WP Guter Wert Für Sonden- und Wasser-WP	>3 >4
8	Effizienzklasse	Empfehlung: A+++
9	EHPA Gütesiegel Legt gemeinsame Qualitätsstandards für Wärmepumpen fest, um hohe Energieeffizienz und Betriebssicherheit zu garantieren	Empfehlenswerter Label, Standard in Österreich
10	Integrierte Energiedatenerfassung und Betriebsdaten	JAZ, Betriebsstunden, Anzahl Starts
11	Verwendetes Kältemittel und GWP	Entwicklung geht in Richtung natürliche Kältemittel, Propan mit GWP von 0
12	Kommunikationsmöglichkeiten mit anderen Geräten (PV, Speicher, ...)	Mindeststandard ist LG Label
13	Max. erreichbare Vorlauftemperatur	Üblicher Wert: Ca. 70°C
14	Art der Leistungsregelung	Üblich: modulierend
15	Ist Fernwartung möglich	Empfehlenswert, reduziert Servicekosten
16	Kühlung möglich?	Sehr empfehlenswert
17	Ist eine E-Patrone vorhanden?	Als Not-Reserve sinnvoll
18	Aufstellungsort	Innen bzw. Außen oder Split

Bei der Umfrage und beim Heizungs-Check war öfters die Rückmeldung, dass sich KonsumentInnen mit den Angeboten überfordert fühlen. Daher einige Hinweise welche Inhalte das Angebot enthalten sollte, am Beispiel einer Luft-Wasser Wärmepumpe:

Beim Heizungstausch ist die Abklärung der tatsächlichen Heizleistung für die Wärmepumpe besonders wichtig, wie die Ergebnisse des Monitorings ergeben haben.

Das Angebot sollte klar strukturiert sein, verständlich. und alle Kosten enthalten:

- Wärmepumpe inkl. Inbetriebnahme (IBN)
- Pufferspeicher und bei Bedarf Warmwasserspeicher
- Heizkreis inkl. Zubehör (bei Erneuerung)
- Zubehör wie Ausdehnungsgefäß, Sicherheitsgruppe, Manometer, …
- Rohrleitungen inkl. Dämmung
- Montage der Anlage, inkl. Demontage, Entsorgung der Altanlage
- Befüllung mit Heizungswasser laut Norm
- Abgleich der Heizkreise
- Elektrische Arbeiten
- Zusätzliche bauliche Maßnahmen: Durchbruch, Sockel
- Anlagenschema
- Hilfestellung bei Bauanzeige (Schall)
- Angebot für Optimierung nach ersten Betriebsjahr
- Wartungsvertrag mit genauen Angaben was gemacht wird bzw. Intervall, Kosten