

## **Luft/Wasser-Wärmepumpe zur Gebäudeheizung**

**Stichwörter:** Luft/Wasser-Wärmepumpe; mangelhafte Leistung

**Streitpunkt:** mangelhafte Leistung einer Hauswärmepumpe

### **GUTACHTEN (Kurzfassung)**

**Gegenstand der Untersuchung** ist eine Luft/Wasser-Wärmepumpe zur Gebäudeheizung.

**Anlass der Untersuchung** ist die mangelhafte Leistung der Wärmepumpe.

**Fazit des Gutachtens:**

Wenn der Betreiber der Wärmepumpe davon ausgegangen ist, die Gesamtheizleistung der vorhandenen Warmwasserzentralheizung durch die Wärmepumpe bis zu einer min. Außentemperatur von +3 °C zu erreichen, dann ist die vorhandene Heizleistung der Wärmepumpe viel zu gering, was sich durch die Messungen deutlich gezeigt hat.

**Die gelieferte Wärmepumpe leistet nur 1/10 ihrer erforderlichen Heizleistung!**

Die Leistung der eingebauten Wärmepumpe entspricht somit nicht der in der Auftragsbestätigung genannten Wärmepumpenleistung.

Dem Lieferer der Wärmepumpe ist ein Irrtum unterlaufen, indem er dem Betreiber eine höhere Heizleistung bestätigt hat, mit welcher bis zu +3 °C geheizt werden könnte.

Das ausführliche Gutachten finden Sie umseitig.

# Luft/Wasser-Wärmepumpe zur Gebäudeheizung

**Stichwörter:** Luft/Wasser-Wärmepumpe; mangelhafte Leistung

**Streitpunkt:** mangelhafte Leistung einer Hauswärmepumpe

## GUTACHTEN

**In Sachen:** leistungstechnische Mängel an einer Haus-Wärmepumpe

**A Auftrag:** Zur Erstattung des Gutachtens beauftragt mit Schreiben .....

Inhalt des Auftrages: Gutachten über das Leistungsvermögen der  
gelieferten Wärmepumpe

### B Vorbereitende Maßnahmen:

1 Besichtigungstermin festgesetzt auf: .....

2 Ladung der Beteiligten am: .....

3 Besichtigung durchgeführt am: .....

Anwesend waren: Lieferer der Wärmepumpe

Hersteller der Wärmepumpe    Betreiber    der    Wärmepumpe  
Sachverständiger

## Inhaltsverzeichnis

Kapitel	Thema	Seite
1	Zweck des Gutachtens	2
2	Feststellungen und Ermittlungen	2
2.1	Wärmepumpe	2
2.2	Planung und Ausführung der Wärmepumpe	4
2.3	Abmessungen	5
2.4	Messungen der Arbeitswerte und Temperaturen	5
2.4.1	Temperaturmessungen und eff. Luftvolumenbestimmung am Luftkühler	6
2.4.2	Leistungsprüfung am Luftkühler	7
2.4.3	Leistungsprüfung am Verflüssiger (Wärmeerzeuger)	7
2.4.4	Messungen	7
2.5	Heizleistung der Heizungsanlage bei -15 °C Außentemperatur	8
3	Zusammenfassung der Ergebnisse und Bewertung	8
3.1	Beurteilung der vorhandenen Wärmepumpe	8
3.2	Bewertung	10

# 1 Zweck des Gutachtens

Gutachten über das Leistungsvermögen der kältetechnischen Einrichtung einer Wärmepumpe für eine Zentralheizung.

Dem Auftraggeber kam es in erster Linie darauf an, festgestellt zu wissen, ob die Heizleistung der installierten Wärmepumpe mit der Heizleistung der im Angebot bzw. in Auftragsbestätigung angegebenen Heizleistung übereinstimmt und damit auch die erforderliche Heizungsvorlauftemperatur erzielt werden kann.

## 2 Feststellungen und Ermittlungen

### 2.1 Wärmepumpe

Die neu gelieferte Wärmepumpe ist seit ca. 2 Wochen in Betrieb und besteht im Einzelnen aus folgenden kältetechnischen Geräten und Teilen:

hermetischer Kältemittelverdichter (im Weiteren Kapsel genannt)	1
Fabrikat	.....
Typ (neue Typenbezeichnung)	.....
Kältemittel	R-22
Fabr. Nr.	.....
geo. Hubvolumenstrom	7,67 m <sup>3</sup> /h
Klemmenleistung	2,2 kW
Spannung/Stromart	380 V-420 V/3 Ph/50 Hz
Drehfrequenz	2900 min <sup>-1</sup>
Kälteleistung	6,02 kW
Verdampfungstemperatur	+7,5 °C
Verflüssigungstemperatur	+54,4 °C
Saugstutztemperatur	+35 °C
Umgebungstemperatur	+35 °C
Flüssigkeitsunterkühlung	8,3 K
Luftkühler (Hochleistungsverdampfer)	1
Fabrikat	.....
Typ	.....3
Nominalleistung	6,2 kW
mittl. lg. Temperaturdifferenz	12 K
Verdampfungstemperatur	-10 °C
Lamellenabstand	5 mm

Kühlerfläche	20 m <sup>2</sup>
Luftvolumenstrom	2.400 m <sup>3</sup> /h
Kältemiteleinstritzung	2-fach / Venturiverteiler
Axiallüfter	1
Typ	.....
Fabr. Nr.	.....
Flügeldurchmesser	400 mm
Klemmenleistung	100 W
Spannung/Stromart	380 V/3 PH750 Hz

Thermostatisches Expansionsventil	1
Fabrikat	.....
Typ	.....
Kältemittel	R-22
Druckausgleich	außen
MOP	4,6 bar

wassergekühlter Truco Koaxial Verflüssiger	1
Fabrikat	.....
Typ	.....
Katalog-Leistungsbereich	6,5 kW bis 14 kW
Fabr. Nr.	.....
Baujahr	1979

Die Katalogleistung basiert auf folgenden Betriebsbedingungen:

Verflüssigungstemperatur	+45 °C
Kältemittel	R-22
Kühlmittel	Wasser
Wassereintrittstemperatur	+35 °C
Wassergeschwindigkeit zwischen	0,5 m/s und 1,8 m/s

Kältemittelbehälter	1
Stahl geschweißt	
Höhe ca.	220 mm
Durchmesser ca.	95 mm
Volumen	1,2 dm <sup>3</sup>

Flüssigkeitsabscheider	1
Fabrikat	.....
Type	.....
Behältervolumen	2 dm <sup>3</sup>

ist in der Saugleitung vor der Kapsel eingebaut.

Kältemittelfilter/Trockner	1
Fabrikat	.....
Typ	.....X

Magnetventile	3
Fabrikat	.....
Typ	.....
Anschlüsse	Löt

als Heißdampf- und Flüssigkeitsventile arbeitend

Kombi-Druckwächter	1
--------------------	---

bestehend aus:  
bauteilgeprüftem Druckwächter und Niederdruckschalter

Fabrikat	.....
Typ	.....

Druckschalter	1
---------------	---

für die Verdampferlüftersteuerung

Elektroschaltkasten	1
---------------------	---

mit allen erforderlichen el. Einrichtungen für die Steuerung der Wärmepumpe.

Die erforderliche Regelung - für das Einbinden der Wärmepumpe in das vorhandene Heizsystem - wurde von der Fachfirma gesondert durchgeführt.

## **2.2 Planung und Ausführung der Wärmepumpe**

Die installierte Wärmepumpe wurde nach den Regeln der Technik geplant, geliefert und montiert.

Weil die passende Regeleinrichtung fehlte, konnte die Wärmepumpe nicht zufrieden stellend in Betrieb genommen werden.

Die Kältemittelfüllung musste angepasst und ein Schauglas in der Flüssigkeitsleitung montiert werden, was am ersten Besichtigungstag durch den Hersteller der Wärmepumpe durchgeführt wurde.

Danach arbeitete die Wärmepumpe, bezogen auf das innere Verhalten des Kältemittelkreislaufes, zufrieden stellend.

## 2.3 Abmessungen

Die Abmessungen der Wärmepumpe sind ca.:

Länge	1,02m
Breite	0,61 m
Höhe	1,35m.

Der Luftkühler ist im oberen Bereich der Wärmepumpe, der Verflüssiger und Maschinenteil im unteren Bereich angeordnet.

Der zur Heizung erforderliche Luftvolumenstrom strömt durch ein mit Gitter versehenes Kellerfenster mit den Maßen 0,95 m x 0,90 m in den Heizungskeller, was den Zweck hat, die rel. kalte Außenluft im Keller etwas zu erwärmen, bevor sie durch den Luftkühler strömt.

Nach dem Luftkühler strömt der Luftvolumenstrom durch einen ca. 2 m langen Lüftungskanal. Außen besteht der Lüftungskanal aus Gipsplatten und innen aus einer einseitigen Styropor-Wärmedämmung.

Die Innenmaße dieses Lüftungskanals sind ca.:

Breite	1,02m
Höhe	0,22m.

Der Fortluftvolumenstrom erfolgt durch zweites Kellerfenster mit den Maßen 0,38 m x 0,48 m. Außen ist ein Drahtgitter vorhanden.

## 2.4 Messungen der Arbeitswerte und Temperaturen

Nach diesen durchgeführten Maßnahmen wurden die erforderlichen Messungen an der Wärmepumpe durchgeführt.

Die Voraussetzungen für die Messungen waren deshalb günstig, weil der vom Lüfter des Luftkühlers angesaugte Luftvolumenstrom eine Temperatur von +4 °C am Eintritt in den Luftkühler hatte.

Die Wärmepumpe war anschließend in Betrieb und wurde nur einmal, durch Netzabschaltung des EVU, ausgeschaltet.

#### **2.4.1 Temperaturmessungen und eff. Luftvolumenbestimmung am Luftkühler**

In der Auftragsbestätigung ist der verbaute Typ der Wärmepumpe nicht genannt.

Wie ist die Identität festzustellen, wenn kein Typenschild vorhanden ist und auch aus der Auftragsbestätigung keine Kennzeichnung hervorgeht?

Die folgenden Daten wurden mit dem Prospekt vom Hersteller verglichen, sodass auf einen Wärmepumpentyp mit den folgenden Daten geschlossen werden konnte:

Außentemperatur	+3 °C
Vorlauftemperatur	+42 °C
Heizleistung	11,8 kW
Leistungsaufnahme der Pumpe	4,17 kW
Außentemperatur	-15 °C
Vorlauftemperatur	+55 °C
Heizleistung	4,9 kW
Leistungsaufnahme der Pumpe	2,29 kW.

Luftgeschwindigkeit am Ausblaskanalaustritt im Mittel (aus 5 Einzelmessungen) beträgt 2 m/s.

Dies entspricht bei einer Ist-Ausblasfläche von 0,18 m<sup>2</sup> einem realen Luftvolumenstrom durch den Luftkühler von:

$$\dot{V}_L = A * w = 0,18 \text{ m}^2 * 2 \text{ m/s} * 3600 = 1.390 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

**2.4.2 Leistungsprüfung am Luftkühler** Gemessen wurden folgende Werte:

Luft Eintrittstemperatur Luftkühler	+4 °C
Luft Austrittstemperatur Luftkühler	-2 °C
Verdampfungstemperatur	-8 °C.

Aus dem h, x-Diagramm ergibt sich somit die Luftkühlerleistung von:

$$\dot{Q}_0 = \dot{V}_L * \rho_L * \Delta h = 0,36 \frac{m^3}{s} * 1,3 \frac{kg}{m^3} * 6 = 2,8 kW .$$

Dieser Wert ist auch mit dem Katalogwert der Herstellerfirma bei der mittleren lg. Temperaturdifferenz von 8,6 K identisch.

### 2.4.3 Leistungsprüfung am Verflüssiger (Wärmeerzeuger)

Nachdem die Temperaturen am Wasserein- und austritt gemessen waren, musste noch der Wasservolumenstrom bestimmt werden.

Da ein geeignetes Messgerät für diese Messung nicht vorhanden war, wurde die Lieferfirma beauftragt, ein geeignetes Messgerät zu installieren.

Nach erfolgter fachgerechter Montage des Wassermessers in der Vorlaufleitung zum Verflüssiger (Wärmeerzeuger), konnte der Wasservolumenstrom bestimmt werden.

Die Daten des Wassermessers, welcher geeicht, beglaubigt und plombiert war, sind:

Fabrikat	W M S
Fabr. Nr.	80-770251
Beglaubigt	WM 5 1980
max. Volumenstrom	5 m <sup>3</sup> /h bei +30 °C
zul. Betriebsdruck	10 bar.

### 2.4.4 Messungen

Zählerstand Beginn der Messung	0,345 m <sup>3</sup>
Zählerstand nach 30 min. (Messzeit)	0,868 m <sup>3</sup>



Folglich sind in 30 Minuten  $0,868 \text{ m}^3 - 0,345 \text{ m}^3 = 0,523 \text{ m}^3$

Wasser durch den Verflüssiger geströmt.

Damit beträgt der eff. Wasservolumenstrom durch den Verflüssiger (Wärmeerzeuger):

$$\dot{V}_W = \frac{V}{\tau} = \frac{523 \text{ dm}^3}{1800 \text{ s}} = 0,29 \text{ dm}^3 / \text{s} .$$

Damit wird die Heizleistung:

$$\dot{Q}_0 = \dot{V}_W * \rho_W * c_W * \Delta T = 0,29 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}} * 1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} * 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} * \text{K}} * 3 \text{ K} = 3,65 \text{ kW} .$$

\*

## 2.5 Heizleistung der Heizungsanlage bei -15 °C Außentemperatur

Nach der vorgelegten Heizleistungsberechnung, auf Grund der im Wohnhaus vorhandenen Heizkörperflächen, ergab sich eine Heizleistung von 72 kW, bei einer Heizvorlauftemperatur von +90 °C und einer Heizrücklauftemperatur von +70 °C, also einer durchaus üblichen Temperaturdifferenz.

Der Betreiber der Wärmepumpe aber ging bei der damaligen Bestellung immer davon aus, die Gesamtheizleistung bis zu einer min. Außentemperatur von +3 °C mit der Wärmepumpe zu erreichen.

## 3 Zusammenfassung der Ergebnisse und Bewertung

### 3.1 Beurteilung der vorhandenen Wärmepumpe

Wenn der Betreiber der Wärmepumpe davon ausgegangen ist, die Gesamtheizleistung der vorhandenen Warmwasserzentralheizung durch Wärmepumpe bis zu einer min. Außentemperatur von +3 °C zu erreichen, dann ist die vorhandene Heizleistung der Wärmepumpe viel zu gering, was sich durch die Messungen deutlich gezeigt hat.

Die Heizleistung der verbauten Wärmepumpe reicht gerade noch (ausgehend von einer Gesamtheizlast von 72 kW) aus, um die Gesamtheizleistung bis zu einer min. Außentemperatur von +17 °C erreichen.

Da die Heizleistung der Wärmepumpe aber die Gesamtheizleistung bis zu +3 °C Außentemperatur erbringen soll, muss die Wärmepumpenheizleistung:

$$\dot{Q}_{WP} = \dot{Q}_H * f_a$$

Es bedeuten:

$\dot{Q}_H$  = Wärmeleistung der Heizungsanlage bei tiefster Außentemperatur

$f_a$  = Wärmeleistungsminderungsfaktor bei der Wärmepumpen-Außentemperatureinsatzgrenze, hier = 0,5,

$$\dot{Q}_{WP} = 72 \text{ kW} * 0,5 = 36 \text{ kW}$$

sein.

Die Auswahl der Wärmepumpe aus dem Herstellerprospekt ergibt das Model ....., mit einer Heizleistung von 34,98 kW bei einer Vorlauftemperatur von +42 °C und einer min. Außentemperatur von +3 °C.

Durch Rückrechnung der Wärmepumpe ..... mit ihrer Heizleistung ergibt sich eine min. Außentemperatur von +4 °C.

Die Auswahl einer größeren Wärmepumpe, mit mehr als 36 kW, ist nicht sinnvoll, da eventuell eine zu große Takthäufigkeit erwartet werden kann, welche zu Lasten der Standzeit der Wärmepumpe geht.

Nach den geprüften Gegebenheiten dürfte es sich bei der verbauten Wärmepumpe nicht um den Typ ..., sondern um den Typ ...handeln.

Die Nachprüfung der in dieser Wärmepumpe eingebauten Kapsel ergibt nach dem Leistungsdiagramm eine max. Heizleistung von 6,4 kW bei den folgenden Bedingungen:

Verdampfungstemperatur 0 °C

Verflüssigungstemperatur +50 °C.

Diese Werte dürften dann mit einer min. Außentemperatur von +3 °C und einer max. Vorlauftemperatur von +42 °C übereinstimmen.

Höhere bzw. tiefere Werte anzustreben ist mit dieser Kapsel nicht zu empfehlen.

Die minimale Heizleistung von 3,2 kW bezieht sich auf die folgenden Bedingungen:

Verdampfungstemperatur -15 °C  
Verflüssigungstemperatur +50 °C.

Diese Werte dürften einer min. Außentemperatur von -12 °C und einer Vorlauftemperatur von +42 °C entsprechen.

Die im Herstellerprospekt genannte min. Außenlufttemperatur -15 °C kann nicht erreicht werden, da gleichzeitig auch die Einsatzgrenze (min. Verdampfungstemperatur) der Kapsel bei -15 °C endet, und die Verdampfungstemperatur unter der min. Außentemperatur liegen muss.

Wenn man bedenkt, dass die Heizleistung am Besichtigungstermin 3,65 kW betrug, kann man davon ausgehen, dass die Wärmepumpe gut arbeitet und ihre mögliche Leistung bringt.

Allerdings müsste gemäß der berechneten Heizleistung die erforderliche Wärmepumpe eine ca. 10-mal größere Heizleistung haben.

### **3.2 Bewertung**

Bei der Bestellung der Wärmepumpe ging der Betreiber davon aus, dass die Wärmepumpe bis zu einer min. Außentemperatur von +3 °C die Heizleistung von ca. 36 kW erreichen konnte.

Die verbaute Wärmepumpe war bereits in Betrieb und deshalb musste bei der Nachrechnung der Wärmepumpenleistung nachträglich mit den festgestellten Werten gerechnet werden. Nach dem h, x-Diagramm war am Besichtigungstermin die Leistung des Luftkühlers der Wärmepumpe ....., ca. 2,8 kW und die Verflüssigerleistung (Heizleistung) ca. 3,65 kW.

Nach DIN 4701 muss allerdings die erforderliche Wärmepumpen-Heizleistung 36 kW betragen, sollen die Bedingungen des Betreibers erfüllt werden.

**Die gelieferte Wärmepumpe leistet aber nur 1/10 ihrer erforderlichen Heizleistung!**

Deshalb kann auch die gewünschte und vereinbarte Heizleistung bis zu einer min. Außentemperatur von +3 °C nicht erreicht werden; vielmehr könnte die Wärmepumpe diese Leistung bis zu +17 °C erbringen.

Dem Lieferer der Wärmepumpe ist also ein Irrtum unterlaufen, indem er dem Betreiber eine höhere Heizleistung bestätigt hat, mit welcher bis zu +3 °C geheizt werden könnte.

An der Wärmepumpe ist auch das vorschriftsmäßige Typenschild nicht vorhanden, was einen groben Verstoß bedeutet.

Die Leistung der eingebauten Wärmepumpe entspricht somit nicht der in der Auftragsbestätigung genannten Wärmepumpenleistung.

Dem Anlagenbauer ist anzuraten, die Wärmepumpe .....auszubauen, und den Typ .....einzubauen, wobei er dem Betreiber den Mehrpreis zwischen dem Typ .....und .....anrechnen kann.