

## Luft-Wasser-Wärmepumpe zur Gebäudeheizung

**Stichwörter:** Wärmepumpe; Gebäudeheizung; Lamellenverdampfer-Aufstellung; ungenügende Heizleistung

**Streitpunkt:** Ungenügende Heizleistung (Normtemperaturen werden nicht erreicht); höhere Heizkosten als mit Ölheizung

### GUTACHTEN (Kurzfassung)

#### 1. ZWECK DES GUTACHTENS

**Gemäß dem Beschluss vom Landgericht .... soll ein schriftliches Sachverständigengutachten zu folgenden Behauptungen des Antragstellers eingeholt werden:**

*I. Die im Haus des Antragstellers von dem Antragsgegner installierte Heizung bringt ihre Leistung nicht. Es treten laufend Störungen auf. Die Wärmepumpe, die der Antragsgegner neu installiert hat, funktioniert nicht, sämtliche Nachbesserungen sind fehlgeschlagen. Die Heizung schaltet sich zum Teil von selbst ab. Starke Vibrationsgeräusche sind zu verzeichnen. Die Heizungsanlage stimmt mit der Wärmepumpe nicht überein. Der Verdampfer (-tisch) verursacht sehr starke Geräusche. Der Stromverbrauch ist wesentlich zu hoch; er ist in drei Monaten so hoch wie früher im ganzen Jahr. Die Wirtschaftlichkeit der Anlage ist nicht gegeben.*

*II. Der Sachverständige soll sich zudem zu den geeigneten Sanierungsmöglichkeiten äußern und den erforderlichen Kostenaufwand sachverständig schätzen; er soll dabei auch die Sowieso-Kosten berücksichtigen.*

#### **Fazit des Gutachtens:**

Zu I. Die Beweisfrage ist zutreffend. Die Wärmepumpe ist in der Leistung zu gering ausgelegt. Zudem bringt sie ihre volle Leistung nicht, da der Verdampfer durch falsche Anordnung in seiner Wirkung stark reduziert ist. Außerdem kann die Wärmepumpe die hohen Temperaturen, welche die Heizflächen im Gebäude benötigen um das Gebäude normgemäß zu beheizen, nicht erzeugen.

Es konnten am Ortstermin keine außergewöhnlich starken Geräusche am Verdampfer fest festgestellt werden.

Die Wärmepumpe arbeitet in einem ungünstigen Betriebszustand mit der Folge, dass sich die Energiekosten gegenüber der Ölheizung um rund 35 % bis 40 % erhöht haben.

Zu II. Es gibt mehrere Sanierungsmöglichkeiten zur Herstellung einer wirtschaftlichen und funktionierenden Heizungsanlage. Wir haben zwei Vorschläge unterbreitet, deren Ausführungsmöglichkeiten in finanzieller Hinsicht und Zumutbarkeit, im Hinblick auf gestalterische Veränderungen und Standortänderungen, vereinbart werden müssen.

Das ausführliche Gutachten finden Sie umseitig.

# Luft-Wasser-Wärmepumpe zur Gebäudeheizung

**Stichwörter:** Wärmepumpe; Gebäudeheizung; Lamellenverdampfer-Aufstellung; ungenügende Heizleistung

**Streitpunkt:** Ungenügende Heizleistung (Normtemperaturen werden nicht erreicht); höhere Heizkosten als mit Ölheizung

## GUTACHTEN 022 (gekürzt, ohne Anlagen)

### 1. ZWECK DES GUTACHTENS

**Gemäß dem Beschluss vom Landgericht .... soll ein schriftliches Sachverständigengutachten zu folgenden Behauptungen des Antragstellers eingeholt werden:**

*I. Die im Haus des Antragstellers von dem Antragsgegner installierte Heizung bringt ihre Leistung nicht. Es treten laufend Störungen auf. Die Wärmepumpe, die der Antragsgegner neu installiert hat, funktioniert nicht, sämtliche Nachbesserungen sind fehlgeschlagen. Die Heizung schaltet sich zum Teil von selbst ab. Starke Vibrationsgeräusche sind zu verzeichnen. Die Heizungsanlage stimmt mit der Wärmepumpe nicht überein. Der Verdampfer (-tisch) verursacht sehr starke Geräusche. Der Stromverbrauch ist wesentlich zu hoch; er ist in drei Monaten so hoch wie früher im ganzen Jahr. Die Wirtschaftlichkeit der Anlage ist nicht gegeben.*

*II. Der Sachverständige soll sich zudem zu den geeigneten Sanierungsmöglichkeiten äußern und den erforderlichen Kostenaufwand sachverständig schätzen; er soll dabei auch die Sowieso-Kosten berücksichtigen.*

**Gemäß dem Beschluss vom Landgericht ... wird der Beweisbeschluss... wie folgt ergänzt:**

I. Der Sachverständige soll die Beweisbehauptung „Die Heizungsanlage stimmt nicht mit der Wärmepumpe überein“ so verstehen, dass er sich dazu äußern soll, ob das Heizungssystem für die Versorgung durch eine Wärmepumpe geeignet ist oder nicht.

II. Der Sachverständige soll im Rahmen des schriftlichen Gutachtens zu den Behauptungen der Streitverkündeten im Schriftsatz ... Stellung nehmen:

1. Die von der Streitverkündeten gelieferte Split-Heizungswärmepumpe ....sowie die Warmwasserwärmepumpe mit E-Heizstab...sind technisch einwandfrei und nicht mangelhaft.
2. Sollte die "Heizung ihre Leistung nicht erbringen", ist dies nicht auf einen Mangel an den oben genannten Teilen zurückzuführen, sondern auf eine nicht ausreichende Dimensionierung der Wärmepumpe bzw. der Anlage.
3. Eventuell festgestellte Vibrationsgeräusche sind nicht auf einen Mangel an den oben genannten Teilen zurückzuführen.
4. Eventuell festgestellte starke Geräusche am Verdampfer sind nicht auf einen Mangel an den oben genannten Teilen, insbesondere nicht auf einen Mangel am Verdampfer, sondern auf den Aufstellungsort zurückzuführen.

## **2. GRUNDLAGEN**

- Gerichtsakte
- Feststellungen am Ortstermin und die dort übergebenen Unterlagen
- DIN EN 378: Kälteanlagen und Wärmepumpen - Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen.
- DIN EN 12831: Heizungsanlagen in Gebäuden, Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast, Ausgabe August 2003 sowie Beiblatt 1: Nationaler Anhang Ausgabe September 2006/Juli 2008
- DIN 18380: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (VOB Teil C): Heizungsanlagen und zentrale Wassererwärmungsanlagen.
- Technische Unterlagen Heizkörper
- Angebote und Preisauskünfte von Lieferanten und Handwerkern.
- Parameterlisten und Zählerablesungen
- Betriebsanleitung - Benutzerhandbuch, Prüfbuch für Wärmepumpenanlage,
- Angaben der Kundendienststelle der Streitverkündeten ...
- Wetterdaten vom Deutschen Wetterdienst

## **3. ORTSTERMIN**

Nach ordnungsgemäßer Einladung an alle Parteien fand am ... ein Ortstermin statt. Die Feststellungen am Ortstermin wurden als Tonbandprotokoll dokumentiert. Die Niederschrift des Protokolls wurde nach dem Ortstermin zusammen mit den am Ortstermin übergebenen Unterlagen an die Parteien und das Gericht verteilt.

Die protokollierten Feststellungen am Ortstermin sind in ... niedergeschrieben und gehören vollinhaltlich zu diesem Gutachten. Diese sind ergänzt durch Angaben der Parteien und Feststellungen von uns. Wichtige Auszüge daraus werden, soweit erforderlich, im Gutachten wiederholt. Die Bilder vom Ortstermin haben wir, soweit als Beweis oder zum Verständnis der Technik erforderlich, beigelegt.

## **4. FESTSTELLUNGEN**

### **4.1 Grundsätzliche Funktionsweise der Luft-Wasser-Wärmepumpe**

*Es folgt eine allgemeinverständliche Erklärung der Funktionsweise einer Luft-Wasser-Wärmepumpe und der Voraussetzungen für einen optimalen Betrieb derselben.*

### **4.2 Historie und Angaben der Parteien am Ortstermin**

Nach dem mündlichen Bericht von ... sei das Gebäude am... errichtet worden. Ein auch zu dieser Zeit erforderlicher Nachweis zur damals gültigen Wärmeschutzverordnung läge ihm aber nicht vor. Die ursprüngliche Heizung sei im Jahr .. eingebaut worden. Dies war eine Pumpenwarmwasserheizung mit Rohrsystem, Umwälzpumpe, statischen Heizflächen (Heizkörper - Radiatoren), mit einem Heizkessel, der durch einen Ölbrenner mit Heizöl befeuert wurde. Im Jahr ... sei am Gebäude angebaut

und die frühere Garage als Büro umgestaltet worden, mit Wänden aus Porotonsteinen. Bei der Garage sei die 24cm-Hohlblocksteinwand mit 10 cm Wärmedämmung versehen worden. Dabei seien auch die Heizung erweitert und bestehenden Heizflächen durch größer dimensionierte Plattenheizkörper ersetzt worden. Die Wärmepumpenanlage sei am ... in Betrieb genommen worden. Hierbei wurden zwei Luft-Wasser-Wärmepumpen installiert. Das Gerät 1...wird zur Gebäudebeheizung eingesetzt, das Gerät 2...wird zur Trinkwassererwärmung eingesetzt. In diesem Gutachten wird ursachenbedingt überwiegend das Gerät 1. behandelt. Das Gerät 1.. ist ein Kompaktgerät, welches lediglich im Bereich der Anschlüsse zu bewerten ist. In den Bestandsunterlagen gab es kein Rohr- und Regelschema, wie dieses nach DIN 18380 (VOB Teil C) verlangt wird.

Bestandsunterlagen oder Zeichnungen konnten uns nicht vorgelegt werden, sondern nur die Bedienungsanleitung der Firma .. Ein Kältefließbild, wie dieses nach DIN EN 378 verlangt wird, war weder an der Wand angebracht noch in den Bestandsunterlagen und in der Betriebsanleitung enthalten. Unserer Aufforderung an den Hersteller, uns ein solches zur Verfügung zu stellen, ... wurde nicht entsprochen. Die Firma teilte mit, dieses sei in den übergebenen Unterlagen enthalten gewesen.

Ein bei Inbetriebnahme gefordertes Inbetriebnahmeprotokoll mit allen Einstellwerten wurde uns ebenfalls nicht vorgelegt. Der „Inbetriebnahme“-Servicebericht, ... ist als „Inbetriebnahmeprotokoll“ nicht tauglich, da kein einziger Messwert eingetragen wurde. Im Internet auf der „Homepage“ der Firma ...konnten wir für diese Wärmepumpe ein „Prüfbuch“ herunterladen. Da dieses Prüfbuch für einen ordentlichen Betrieb erforderlich ist und die Wärmepumpe von ... unstrittig in Betrieb genommen wurde, ist zu vermuten, dass das Prüfbuch mit den eingetragenen Daten verlegt und nicht mehr gefunden wurde. In dem von uns beschafften neutralen Prüfbuch fanden wir auch ein Kälte-Fließschema.

### 4.3 Verdampferereinheit

Die Verdampferereinheit im Freien wurde in einer Senke installiert und ist an 3 Seiten in geringem Abstand mit Wänden umgeben. Dies entspricht eindeutig nicht den Einbauvorschriften des Herstellers.

Es heißt dort: **„Die Aufstellung des Verdampfers ist nur im Freien zulässig und hat so zu erfolgen, dass der Luftstrom an keiner Seite behindert wird. Es darf maximal an einer Seite eine Mauer sein. Ein Mindestabstand von 1 m muss eingehalten werden. Nach oben hin müssen mindestens 3m frei sein. Die Aufstellung in einer Senke ist nicht zulässig.“**

Laut Kundendienst sei dieser Abstand mit mindestens 0,5 m verlangt worden. Die am Ortstermin gemessenen Abstände zu Wänden betragen an beiden Längsseiten 0,15 m und 0,19 m, und an einer Schmalseite 0,4 m. Selbst wenn der Bauherr diesen Einbau so verlangt, hätte der Installateur Bedenken anmelden müssen. Selbst wenn der Bau der dritten Wand, entlang der Treppe, während der Montage des Verdampfers noch nicht erfolgt war, war dieser Aufstellplatz bereits grob regelwidrig. Bei der Inbetriebnahme wurde im Servicebericht vom Monteur auf den Umstand hingewiesen, mit der Bemerkung **„IBN erfolgt unter Garantieausschluss, Wandabstand nicht eingehalten“**.

Am Ortstermin übergab der Bauherr eine Skizze über den geplanten Einbau des Verdampfers. Danach war bekannt, dass der Verdampfer in einer Senke, umgeben von 3 Mauern, stehen soll. Der Grund des Bauherrenwunsches war, den Verdampfer so abzuschotten, dass der Nachbar nicht durch Geräusche gestört wird. Die Aufstellung in dieser Form war aber bereits regelwidrig, denn der Abstand zu den Wänden war zu gering, ganz erheblich unter den damaligen Abstandsorderungen von 0,5 m und der heutigen Abstandsorderung von 1 Meter. Die installierende Firma hätte Bedenken anmelden müssen, denn der Bauherr konnte als Laie dies nicht wissen. Die tatsächliche Aufstellung erfolgte abweichend von dieser Skizze, entlang der Hauswand zwischen Gebäude und Außentreppe. Dies ist, bei gleichen Maßen, genauso regelwidrig und ungünstig, siehe Bild:



Auch die Aufstellung in einer Senke, d.h. einer Gebäudevertiefung ist nach diesen Regeln des Herstellers nicht zulässig. Bei genügend großer und nicht sehr tiefer Senke, rundherum mit Abstand von mehr als 1 m wäre das die einzige Aufstellform, bei der man diese Abweichungen akzeptieren könnte. Durch den beengten Einbau wird eine freie Luftanströmung behindert, mit diesen Folgen: Die Abführung der Kälte aus dem Register an die Außenluft verringert sich durch den behinderten und dadurch reduzierten Luftstrom. Dadurch sinkt auch die Verdampfungstemperatur im Register, weil weniger Luft auch weniger Energie zuführt, mit der Folge verstärkter Reifbildung und Bildung von Eiszapfen, siehe Bild:



Diese Verstopfung des Registers verringert zusätzlich den durch das Register gesaugten Luftstrom, die Verdampfungstemperatur sinkt weiter, die Leistungszahl der Wärmepumpe wird ungünstiger, die Störanfälligkeit steigt durch schnelleres Erreichen des zulässigen Unterdrucks. Aufgrund der niedrigen Verdampfungstemperatur steigt der Stromverbrauch der Wärmepumpe. Bei tieferen Außentemperaturen steigt dadurch der Bedarf an elektrischer Zusatzheizung über den Heizstab und andere

eventuell erforderlichen Zusatz-Heizgeräte übermäßig an, oder das Gebäude wird nur unbefriedigend warm.

Nicht oder zumindest nicht ausreichend ist berücksichtigt, dass das bei der Abtauung ablaufende Wasser auch abgeführt werden muss. In der Betriebsanleitung heißt es:

**„Für den Ablauf des anfallenden Kondenswassers ist ein frostsicherer Abfluss vorzusehen. ....“**

Einen solchen Ablauf haben wir am Ortstermin, wegen Schnee und Eis, nicht gesehen. Auf jeden Fall funktionierte dieser, sofern vorhanden, nicht, dazu wuchs das Eis zu sehr empor, wie auf den Bildern zu sehen ist. Die Realisierung der weiteren Vorschläge dazu, wie Kiesbett und Streifenfundament, haben wir nicht gesehen. Wenn vorhanden, so war dieser zugefroren.

Anfallende Tauwassermenge: Läuft die Wärmepumpe mit Vollast wird z.B. bei Außenluft mit 2°C, Verdampferleistung 12,5 kW, der Luftstrom von 8.000 m<sup>3</sup>/h (= 2,22 m<sup>3</sup>/s), Dichte 1,3 kg/m<sup>3</sup>, um 4,33 kJ/kg abgekühlt und damit um etwa 1 g/kg entfeuchtet, d.h. die Abtaumenge beträgt 10.400 g/h = mindestens 10,5 Liter.

Im Winter während einer Kälteperiode, vermutlich mit 80% Laufzeit, sind dies täglich 200 l/d (Liter pro Tag) und in der Woche 1.411 Liter pro Woche. Wenn in dieser Woche, wegen großer Kälte, alles Wasser am Boden friert und nichts abläuft, sind dies 1,5 m<sup>3</sup> Eis. Auf einer Bodenfläche von 2,5 m<sup>2</sup> entstünde ein Eisblock von etwa 60 cm Höhe. Länger als eine Woche Frost sind auch denkbar.

Eine frostfrei gehaltene Wanne mit frostfreier Ablaufleitung unter dem Verdampfer ist nicht vorhanden. Bei tiefen Außentemperaturen tropft das Wasser auf den Boden und wird zu Eis, bevor es einen eventuell vorhandenen Ablauf erreicht. Da das Verdampferpaket waagrecht aufgestellt ist, wäre eine Wannfläche sehr groß und die Abführung des abtauenden Wassers bei Frost auch nicht möglich.

Bei längeren Kälteperioden kann der Ansaug des Verdampfers mit Eis zuwachsen. Das vorhandene Eis taut dann als Eisblock, wenn tagsüber einige Stunden die Luft über 0°C ist, nicht so schnell auf. Auch neu abgetautes Wasser taut das Eis kaum auf und gefriert zusätzlich auch bei Lufttemperaturen über dem Frostpunkt.

Eine ordnungsgemäße Ableitung des Wassers haben wir nicht festgestellt. Der Ersteller dieser Anlage geht davon aus, dass solche Kälteperioden in unseren Breitengraden nicht so lange dauern, bis der entstehende Eisblock unter dem Verdampfer den Luftansaug des Verdampfers behindert. Bei längeren Kälteperioden, die nicht jedes Jahr zu erwarten sind, muss hier mit Werkzeug manuell Eis entfernt werden. Eine Beheizung der Wanne bedeutet bei der großen Fläche des waagerechten „Verdampfertischs“, einen hohen weiteren Energieverbrauch, sei es durch Beheizung mit Heißgas der Wärmepumpe oder durch elektrische Flächenbeheizung und Begleitheizung des Ablaufrohres.

Deshalb werden im Freien stehende Verdampfer meist nicht als „Verdampfertisch“ sondern als „Verdampferschrank“ ausgewählt, bei dem der Wärmeaustauscher senkrecht steht und die Luft waagrecht durchströmt, sodass die Kondensatwanne unter dem Verdampfer klein ist und beim Abtauvorgang durch eine Begleitheizung, mit selbstregulierenden Heizbändern, oder einer Heißgasleitung, unter der Wanne und am Ablaufrohr, frostfrei gehalten werden kann.

Es ist richtig, die meiste Zeit während der Heizsaison sind die Außentemperaturen erheblich über dem Frostpunkt, wenn aber doch einmal mehr, als eine Woche, durchgehend Frost ist und danach die Temperaturen nicht wesentlich über dem Frost

liegen, wird es hier Probleme mit Eis geben. Und in dieser Zeit ist, wenn das Eis nicht entfernt wird, mit Minderleistungen der Wärmepumpe zu rechnen. Solche Wetterzustände sind zwar selten, sollten aber bei einer technischen Anlage bedacht werden. Der sichere Ablauf des Kondensates ist zu prüfen und gegebenenfalls noch anzubringen, z.B. frostsichere Entwässerung zu einem Regenrohranschluss.

*Starke Geräusche und Vibrationen am Verdampfer konnten wir am Ortstermin nicht feststellen.*

#### **4.4 Einstell-Parameter der Wärmepumpen-Regelung**

Die Regelanlage der Wärmepumpe bietet die Möglichkeit, Daten auszulesen. Am Ortstermin konnten durch die Mitwirkung des Kundendienstmonteurs umfangreiche Datenmengen ausgelesen werden. Diese wurden ausgewertet.

Die Ergebnisse werden hier verkürzt wiedergegeben:

*Der Raumtemperatur-Sollwert für den Bereich der Fußbodenheizung ist mit 30 °C zu hoch eingestellt. Offenbar wurde durch diese Einstellung fälschlicherweise eine höhere Heizleistung erwartet.*

Alle Einstellwerte der Regelanlage sind in der Parameterliste in ... enthalten.

Nachfolgend bewerten wir alle auffälligen Einstellungen:

##### **Zone 2 (Heizkreis Fußbodenheizung) Parameter 3: Raumsollwert „normal“ 30°C**

Der überhöhte Raumtemperatur-Sollwert der Zone 2 = Fußbodenheizung ist ein Hinweis darauf, dass die gewünschten Raumtemperaturen nicht erreicht werden. Der unerfahrene Fachmann und auch der Laie überhöhen oft als vermeintlich letztes Hilfsmittel diesen Wert in der Hoffnung auf mehr Heizleistung.

Da kein Raumtemperaturfühler vorhanden ist, wird eine Solltemperatur vom Regler errechnet. Diese errechnete Solltemperatur von 26 °C und sogar 30 °C ist für eine Wohnraumbeheizung sehr hoch und weist, wie zuvor, darauf hin, dass eine Korrektur der Heizkurve erforderlich ist oder nicht genügend Heizleistung zur Verfügung steht.

##### Verdampferabtauung:

*Die Meinungsunterschiede zur Einstellung der Abtauparameter sind bei dem gegenwärtigen Einbau des Verdampfers gleichgültig, da dieser so stark einfriert, dass alle Abtauversuche ergebnislos bleiben müssen.*

##### Vorlauftemperatur

*Die Auslegung für eine Außentemperatur von -12 °C ist korrekt. Allerdings ist die eingestellte Vorlauftemperatur von 55 °C für die Heizkörper der Zone 1 bei tiefster Außentemperatur nicht ausreichend, sie müsste 65 °C betragen. Für die Fußbodenheizung wären 40 °C bei korrekter Auslegung der Wärmepumpe ausreichend.*

Einige wenige Parameter der Regelanlage sind nicht korrekt eingestellt. Hierbei wurde überwiegend versucht, die mangelhafte Heizleistung durch Überhöhungen von Sollwerten auszugleichen, was nicht möglich ist. Wer die falschen Werte eingestellt hat, konnte nicht festgestellt werden

## 4.5 Auswertung der Ablesedaten

Nach Absprache am Ortstermin wurde vom Antragsgegner ein Wärmezähler in den Kreislauf „Wärmepumpe - Pufferspeicher“ eingebaut und eine tägliche Auslesung von Daten aus der Regelungsanlage über einen PC programmiert. Diese Geräte wurden ... ausgelesen...und ausgewertet.

*Die Wärmepumpe lief bei einer Schaltung durchschnittlich 11 Minuten. Im Ablesezeitraum lag die Laufzeit der Wärmepumpe bei ca. 39 %. Der Elektroenergieverbrauch betrug in diesem Zeitraum ca. 5900 kWh bei einer erzeugten Wärmemenge von ca. 12900 kWh. Daraus wurde eine Leistungszahl von 2,2 errechnet.*

*Dabei konnten unterschiedliche Außen- und Raumtemperaturen sowie das Lüftungsverhalten nicht berücksichtigt werden.*

*Ein Vergleich der gemessenen Leistung mit der Leistungsangabe im Datenblatt zeigt, dass die tatsächliche Leistung um mindestens 20%, vermutlich aber noch niedriger als die mögliche Leistung lt. Datenblatt ist. Hauptursache für diese Minderleistung ist die regelwidrige Anordnung des Verdampfers.*

## 4.6 Auswertung der Datenpunkt-Exporte

Aus der Wärmepumpenregelung wurden im Rahmen der Ablesungen alle verfügbaren Datenpunkte automatisch erfasst und abgespeichert. Es liegen Minuten-Werte von 10 verschiedenen Messpunkten aus diesen Zeiträumen vor:

Die mehr als 300.000 Einzelwerte wurden gesichtet und daraus ein typischer Tag mit möglichst niedrigen Außentemperaturen ausgewählt.

*Bei richtiger Dimensionierung des Verdampfers sollte die Temperaturdifferenz zwischen Außen- und Verdampfungstemperatur zwischen 6 und 10 K liegen. Eine Überschreitung von 10 K ist ein Zeichen für zu starke Vereisung des Verdampfers. Bei Überschreitung einer Temperaturdifferenz von 12 K wird ein Abtauvorgang eingeleitet. Bei der angewandten Heißgasabtauung wird durch Umkehrung des Kreislaufes der Verdampfer zum Verflüssiger und der Verflüssiger zum Verdampfer. Die dem Pufferspeicher entzogene Wärme plus Antriebsenergie des Verdichters wird zur Abtauung des Verdampfers genutzt.*

*Ein weiterer wichtiger Wert ist die Sauggasüberhitzung, das ist die Temperaturdifferenz zwischen Ansaugtemperatur des Verdichters und der Verdampfungstemperatur. Optimal ist ein Wert zwischen 6 und 8 K. Eine niedrigere Sauggasüberhitzung kann zum Ansaugen von Flüssigkeit und in der Folge zum Verdichterschaden führen. Die Auswertung zeigt, dass die Sauggasüberhitzung meistens nur 5 K oder weniger betrug. Diese geringe Überhitzung, verursacht durch die Vereisung des Verdampfers, ist betriebsgefährdend.*

*Um eine effektive Abtauung des Verdampfers zu erreichen, müsste seine Temperatur während des Abtauvorganges über 0 °C ansteigen. Das war nur bei wenigen Abtauungen der Fall.*

Zusammenfassend zeigt die Auswertung der gemessenen Datenpunkte, dass die Wärmepumpenanlage ... nicht eine Minute im normalen Heizbetrieb war, sondern stetig zwischen den Betriebszuständen Überwachen, Verzögern und Abtauen wechselte. .... Ursache ist die Dimensionierung der Wärmepumpenanlage im Zusammen-

hang mit dem regelwidrigen Einbau des Verdampfers. Eine erfolgreiche Abtauung gelingt nur selten, die Anlage läuft fast stetig in einem betriebstechnisch und wirtschaftlich ungünstigen Zustand.

#### **4.7 Auswertung des Energieverbrauches**

Am Ortstermin haben wir von der Partei des Antragstellers Rechnungskopien über den Bezug von Heizöl sowie eine Tabelle mit notierten Stromzählerständen erhalten. Diese Dokumente sind diesem Gutachten als Anlage ...beigefügt.

*Anhand dieser Unterlagen wurde ein durchschnittlicher Heizölverbrauch von 5567 Liter/Jahr errechnet. Für die Wärmepumpe ergab sich ein durchschnittlicher Stromverbrauch von 24955 kWh/Jahr. Aus der Multiplikation dieser Verbrauchswerte mit den jeweiligen Bezugspreisen für Heizöl bzw. Elektroenergie ergaben sich jährliche Energiekosten von 3080 €/Jahr für die Ölheizung gegenüber 4255 €/Jahr für den Wärmepumpenbetrieb.*

Daraus ist eindeutig zu erkennen, dass dieser Wärmepumpenbetrieb deutlich unwirtschaftlicher ist als die Ölheizung. Es entstanden in den beiden Jahren durch den Wärmepumpenbetrieb Mehrkosten von jährlich rund 1.150 €/a, entsprechend rund 37 % mehr gegenüber Heizölbetrieb.

In den Stromkosten ist die Warmwasserwärmepumpe berücksichtigt. Da der Ölkessel ebenso Warmwasser mit erzeugt hat, sind diese beiden Werte somit direkt vergleichbar. Ein fehlender Abschlag der Differenz für Stromverbrauch der heizölbefeuerten Heizungsanlage ist hierbei vernachlässigbar.

#### **4.8 Historie der dokumentierten Störungen**

Die uns vorgelegten Dokumentationen zu den Störungen an der Wärmepumpenanlage erstrecken sich zum Einen auf die Notizen des Antragstellers ..., und zum Anderen auf die uns vorgelegten Serviceberichte der Firma ..., insgesamt 7 Stück, einschließlich des Inbetriebnahme-Serviceberichtes. ... In 2 Serviceberichten waren Kundendienstesätze aufgrund von Störungen der Heizungswärmepumpe erforderlich, jeweils zur Behebung von Betriebsstörungen durch den vereisten Verdampfer. In weiteren 3 Serviceberichten wurden Störungen an der Brauchwasser-Wärmepumpe behandelt.

Der in den Service-Berichten codierte Einsatzgrund bedeutet: Kunde wünscht Technikereinsatz aufgrund durch den Kunden angenommener Minderleistung bzw. Kunde wünscht Technikereinsatz aufgrund einer vom Kunden angenommenen Störung/Funktionsausfall

Bei den Störnotizen des Antragstellers ... wird durch die Seite des Antragstellers betont, dass im Rahmen der Störungsbeseitigungen ... es immer wieder zu gegenseitigen Korrekturen der Regelungseinstellungen gekommen sei. Die Einstellwerte des Kundendienstmonteurs der Firma ... seien von ... nach eigenem Ermessen verändert und nach erneuter Überprüfung durch den Kundendienstmonteur wieder zurückgestellt worden, und das mehrmals hintereinander. Es gab hier offensichtlich unterschiedliche Erfahrungen oder Ansichten zu verschiedenen Einstellwerten an der Wärmepumpe. Solche ständigen Veränderungen können natürlich nicht zu einer Betriebsoptimierung beitragen.

## 4.9 Dimensionierung der Wärmepumpe

Basis für die Auslegung der Wärmepumpe ist die Berechnung der Heizlast des Gebäudes und die Berücksichtigung eventueller sonstiger Verbraucher oder negativer Einflüsse. Eine solche Berechnung konnte nicht vorgelegt werden. ..

*Die Heizlast wurde ermittelt aus dem bisherigen Verbrauch an Heizöl zu 20,4 kW bei einer Vorlauftemperatur von 65 °C für die statischen Heizflächen und einer herunter geregelten Vorlauftemperatur für die Fußbodenheizung.*

Da die Heizlast des Gebäudes bei Absinken der Außentemperaturen zunimmt, die Leistung der Wärmepumpe jedoch durch den schlechteren Wirkungsgrad absinkt, gibt es einen Punkt, bei dem die Leistung der Wärmepumpe nicht mehr ausreicht, um die Heizlast des Gebäudes zu decken. Diese Außentemperaturpunkt nennt man „Bivalenzpunkt“. Dieser sollte bei etwa -5 °C liegen. Unterhalb dieser Temperatur wird eine zweite Heizquelle, in diesem Fall ein Elektroheizstab, benötigt, welcher bis - 12 °C mit steigender Leistung die fehlende Leistung der Wärmepumpe ersetzen muss. Die installierte Wärmepumpe würde nach Herstellerangaben und mit frei eingebautem Verdampfer bei -12°C etwa 13 kW leisten. Mit dem 9 kW-Elektro-Heizstab im Pufferspeicher zusammen 22 kW. Diese Leistung deckt gerade so die von uns berechnete Heizlast von rund 22,1 kW, berücksichtigt aber weder Abschaltzeiten vom EVU noch Ausfallzeiten durch Abtauvorgänge. Somit ist die Wärmepumpe zu gering dimensioniert. Das nächst größere Gerät ... hat die passende Größe. Dieses leistet bei -12°C etwa 17 kW. Mit 12 kW-Elektro-Heizstabileistung im Pufferspeicher zusammen dann die erforderlichen 29 kW.

Bei der Auslegung der Wärmepumpenanlage ist, wie zuvor bereits erwähnt, nicht erkennbar berücksichtigt, dass die Stromzufuhr der Wärmepumpenanlage durch den Energieversorger .. bei Netzüberlastung im Versorgungsbereich ohne Ankündigung bis zu 3 mal täglich über einen Zeitraum von maximal 2 Stunden, also insgesamt bis zu 6 Stunden jederzeit abgeschaltet werden kann. Dies ist Bedingung bei Abschluss eines für Wärmepumpen günstigeren Stromlieferungsvertrages. Die bei abgeschalteter Wärmepumpe nicht erzeugbare, aber verbrauchte Energiemenge muss mit entsprechender höherer Leistung der Wärmepumpe nach der Wiederkehr der Stromversorgung nachgeheizt werden. Der Leistungsfaktor f zur Berücksichtigung dieser Mehrleistung bei der Dimensionierung der Wärmepumpe errechnet sich nach der Formel:

$$f = 24 \text{ Stunden/Tag} / 18 \text{ Stunden/Tag} = \text{rund } 1,3$$

$$\text{Freigabedauer } 24 \text{ Stunden} - \text{Sperrdauer } 6 \text{ Stunden} = 18 \text{ Stunden/Tag}$$

Demnach ist bei der Dimensionierung der Wärmepumpe auf das Ergebnis der Heizlastberechnung ein Aufschlag von 30 % (Faktor f = 1,3) zu berücksichtigen:

$$\text{Norm-Heizlast } 22.126 \text{ Watt} \times 1,3 = 28.764 \text{ Watt} = 28,8 \text{ kW.}$$

Diese Mehrleistung wird nicht stetig benötigt, weil das EVU nach eigener Auskunft zurzeit keine Abschaltungen vornimmt, da keine Netzüberlastungen vorliegen. Sie wirkt sich jedoch auch positiv auf das Betriebsverhalten bei Abtaunungen aus, denn während der Abtauzeit des Verdampfers erzeugt und liefert die Wärmepumpe ebenfalls keine Wärme. Im Gegenteil wird bei dem Abtauvorgang zeitweise sogar erzeugte Wärmeenergie aus dem Pufferspeicher als Wärmequelle zur Abtauung verbraucht. Die dadurch nicht erzeugte und zusätzlich verbrauchte Wärmeenergie muss in der restlichen Laufzeit der Wärmepumpe zusätzlich erzeugt werden. Die Auswertung der

dokumentierten Abtauvorgänge ... ergab eine summierte Abtauzeit von 3,5 Stunden mit einer durchschnittlichen Einzeldauer von 8,5 Minuten je Abtauzyklus. Somit müsste die Wärmepumpe nach der vorstehenden Formel ( $24 / 21 = 1,14$ ) rund 15% Mehrleistung in den verbleibenden 21 Stunden des Tages erzeugen.

*Hieraus wird ersichtlich, dass eine Luft-Wasser-Wärmepumpe nicht zu knapp ausgelegt werden sollte.*

#### **4.10 Dimensionierung von Fußbodenheizung und Heizkörper**

Die Prüfung der Heizkörperdimensionierung lässt erkennen, dass bei einer vernünftig festgelegten, an die Wärmepumpe angepassten Vorlauftemperatur von 55 °C für Heizkörper und 45 °C für Fußbodenbeheizung, 63 % der Räume mit Heizkörper und Fußbodenheizflächen unterdimensioniert sind. Bei Einsatz von Luft-Wasser-Wärmepumpen empfiehlt sich eine Auslegungs-Vorlauftemperatur von maximal 55 °C.

Werden die am Ortstermin vorhandenen Heizkörper und Fußbodenheizungsflächen mit dieser Temperatur bei -12 °C Außentemperatur beheizt, werden 14 von 22 der beheizten Räume nicht ausreichend warm. Zur Mängelbeseitigung sind die betroffenen Heizkörper zu vergrößern und bei Räumen mit Fußbodenheizung sind zusätzliche Heizkörper zu installieren

Nach Angabe von ... sei die Anlage bei tiefster Außentemperatur für eine Vorlauftemperatur von 65°C ausgelegt. Jedoch selbst bei einer Vorlauftemperatur von 70 °C werden 5 von 22 Räumen nicht ausreichend warm ...

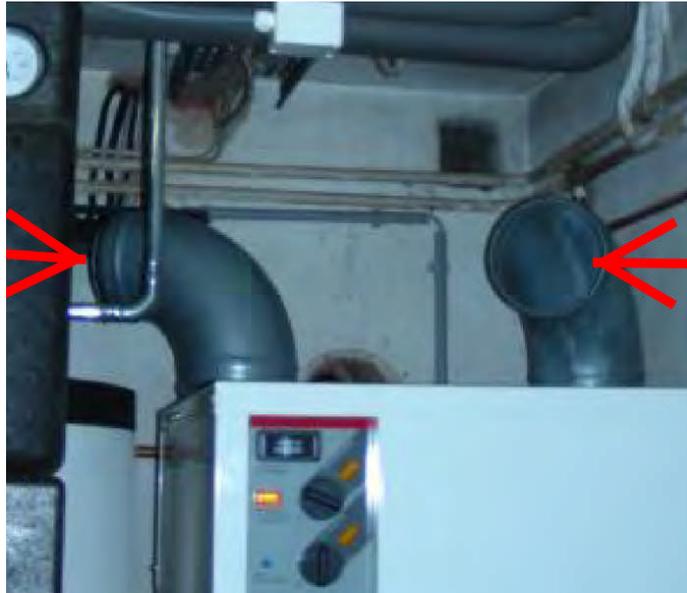
Maßnahmen zur Verbesserung der Wärmedämmung der Decke zum ungedämmten Dachraum und an der Klappe mit Treppenaufstieg zum Dachboden bringen geringe Verbesserungen bei der Heizflächendimensionierung. Büro und Diele im Erdgeschoss benötigen dann keine zusätzlichen Heizflächen und die erforderlichen zusätzlichen Heizflächen in den anderen Räumen des Erdgeschosses verringern sich um durchschnittlich 30 %. Auf den Umfang der Unterdimensionierungen im Untergeschoss hat die Dachdämmung keinen Einfluss. Der Einfluss der Deckendämmung auf die Dimensionierung der Heizkörper im Erdgeschoss ist gering, da die Außenwände ebenfalls keine gute Wärmedämmeigenschaft haben.

#### **4.11 Warmwasser-Wärmepumpe ...**

Neben der Wärmepumpe ... die rein zu Heizungszwecken eingesetzt ist, gibt es noch eine Luft-Wasser-Wärmepumpe. Diese autark arbeitende Wärmepumpe ist für die Erwärmung des Trinkwassers vorgesehen. Sie ist ein Kompaktgerät, der Verdampfer ist in dem Gehäuse der Wärmepumpe eingebaut. Sie saugt an einem Stutzen auf dem Gehäuse Luft an und bläst die Luft nach Wärmeentzug und damit Auskühlung aus einem zweiten Stutzen auf dem Gehäuse wieder aus. An diese beiden Luftstutzen wird üblicherweise jeweils eine Rohrleitung angeschlossen, die gezielt Luft aus einem bestimmten Bereich, sei es ein Keller oder die Außenluft, ansaugt und zur Wärmepumpe hin führt. Dort wird der Luft Energie entzogen und die ausgekühlte Luft wird über eine am zweiten Stutzen angeschlossene Abluft-Rohrleitung nach außen oder in einen zu kühlenden Keller abgeleitet. Je nach angesaugter Lufttemperatur arbeitet diese Wärmepumpe, nach gleichem Prinzip wie die Heizungswärmepumpe, mehr oder weniger effektiv.

Bei dem am Ortstermin vorgefundenen Zustand waren an beiden Luftstutzen auf der

Wärmepumpe lediglich zwei Bögen aufgesetzt, so dass die Wärmepumpe aus dem Heizraum die Luft angesaugt und nach Wärmeentzug wieder in den Heizraum eingeblasen hat. Die Folgen dieser internen Umwälzung ist eine erhebliche Auskühlung der Raumluft im Heizraum und dadurch eine verstärkter Wärmeverlust der im Heizraum befindlichen und schlecht gedämmten warmen und heißen Heizungsleitungen und Armaturen. Bei Betrieb der Warmwasser-Wärmepumpe kühlt der Heizraum aufgrund seines geringen Luftvolumens relativ rasch aus und der Wirkungsgrad der Wärmepumpe wird ebenso rasch ungünstiger. Dieser Zustand entspricht nicht den anerkannten Regeln der Technik und ist energetisch unsinnig, da der Heizungsanlage die über die Heizungswärmepumpe erzeugte Wärmeenergie entzogen wird, mit kalter Luft vermischt wird und danach ein zweites Mal, diesmal von der Trinkwasserwärmepumpe hochgeheizt wird.



Die in den drei Serviceberichten ... notierten Störursachen waren jeweils Hochdruckstörungen. Eine Hochdruckstörung ist ein Hinweis darauf, dass die Wärmepumpe die von ihr erzeugte Wärme nicht ableiten kann. Dies ist für diese Kompakt-Bauart ungewöhnlich und weist auf ein internes Anlagenproblem hin. Wir haben jedenfalls keine externen Mängel zu den aufgetretenen Hochdruckstörungen festgestellt. Nach den Serviceberichten wurden mehrfach bereits Bauteile der Wärmepumpe ausgetauscht. Sollten weiterhin Hochdruckstörungen auftreten, so halten wir einen Austausch der Wärmepumpe für erforderlich. Wir sehen hier die Ursache für die Ausfälle innerhalb der Kompakt-Wärmepumpe des Herstellers ....

## 5. SANIERUNGSMÖGLICHKEITEN UND KOSTEN

Maßnahmen zur Herstellung eines optimalen Betriebes des Verdampfers und damit der Wärmepumpe tragen zu einem wirtschaftlichen Wärmepumpenbetrieb bei, die Unterdimensionierung der Wärmepumpe bleibt jedoch bestehen. Diese ist nicht durch den vorhandenen Heizstab zu erbringen. Es muss darum entweder eine größere Wärmepumpe installiert werden oder der Heizstab durch eine leistungsfähigere

zweite Wärmequelle ersetzt werden. Nachfolgend unterbreiten wir verschiedene Lösungen zur Optimierung des Verdampferbetriebes und danach Lösungen zur Leistungssteigerung beziehungsweise Leistungseinsparung durch Wärmedämmmaßnahmen.

### 5.1 Umgestaltung des Verdampfer-Standortes

Eine einfache Möglichkeit ist, den Verdampfer in dieser Senke zu lassen, aber die Anströmverhältnisse zu verbessern. Der Verdampfer wird, ... quer, mit genügend Abstand an den Längsseiten, aufgestellt, der Abstand an den Schmalseiten ent-

spricht etwa der alten Abstandsvorschrift. Die Kälteleitungen sind dann so zu führen, dass man noch an dem Verdampfer vorbeigehen kann. Auch ein Einbau längs ist denkbar, wenn der Verdampfer in der Mitte der Senke eingebaut wird. Man könnte dann besser an diesem vorbei gehen. Als Ersatz für die Steintreppe könnte ein Steg aus verzinkten Stahl-Gitterrosten über den Verdampfer geführt werden, mit Abstieg hinter dem Verdampfer über eine Gitterrosttreppe. Der Verdampfer steht dann frei, nach oben lediglich minimal behindert durch offene Gitterroste. Ein Vorteil wäre es dabei den „Verdampfertisch“ so hoch zu stellen, wie möglich, um Raum für Eisbildung zu schaffen.

**Kostenschätzung** (Stand 2010 - ohne Mehrwertsteuer):

Garten- und Landschaftsbau:

Rückbau Steintreppe, Stützwand gegebenenfalls ergänzen, vorhandene Sichtschutzwand neben der Treppe zum Nachbarn hin versetzen	2.000 €
Bodenablauf, Gitterrost, frostfreier Graben bis zum Regenabfallrohr	1.000 €
12m <sup>2</sup> Schalldämm-Wandverkleidung am Gebäude in diesem Bereich	1.800 €
Umsetzen des Verdampfers quer und frei vor die Stützwand	600 €
<u>Lieferung und Montage eines Gitterrost-Steges mit Treppe</u>	<u>3.000 €</u>
Summe Umgestalten Verdampfer-Standort	8.400 €

Da die Treppe und die Sichtschutzwand an der Treppe zum Zeitpunkt der Aufstellung des Verdampfers noch nicht vorhanden waren, entstehen keine Sowiesokosten.

## 5.2 Umsetzen des Verdampfers auf die Westseite

Eine weitere Möglichkeit ist die Umsetzung des Verdampfers auf die westliche Grundstücksseite. Dort ist ausreichend freie Fläche zwischen Terrasse, Schlafzimmer und Grenzzaun. Hier würde der Verdampfer in keiner „Senke“ stehen. Wir haben hierzu einen Lagevorschlag beigefügt. Zu den Schlafzimmern kann ein größerer Abstand hergestellt werden als in der jetzigen Situation zum Nachbarhaus. Da die Terrasse im Winter sicher selten genutzt wird, erwarten wir diesbezüglich auch kein Geräuschproblem. Die Zuleitungsführung und -länge von der Wärmepumpe zum Verdampfer ist zwar technisch begrenzt, aber hier noch unproblematisch.

Durch die Umsetzung kann die gartenbauliche Situation am alten Aufstellort belassen werden. Der Aufwand für eine Fundamentplatte unter dem Verdampfer ist relativ gering. Dazu gehören auch bauliche Nebenarbeiten wie Wanddurchbrüche, Verschließen dieser, Gebäudeabdichtung, Graben, Leerrohr oder Schutz für die Kältemittelleitungen und Schließen des Grabens und Neueinsaat Rasen.

**Kostenschätzung** (Stand 2010 - ohne Mehrwertsteuer):

Fundament aus Betonplatten 1 x 2m	400 €
Bodengrube mit Kiesbett und Bodenablauf, Ablaufleitung	1.500 €
Umsetzen des Verdampfers hinter den Kfz-Unterstellplatz, <u>mit neuer Rohranbindung zur Wärmepumpe</u>	<u>4.900 €</u>
Summe Umsetzen Verdampfer auf die Westseite	6.800 €

## 5.3 Ersatz durch nächst größere Wärmepumpe ...

Soll die zurzeit installierte Konfiguration bestehen bleiben, ist die nächst größere Wärmepumpe der installierten Serie ... zu wählen und ein 12 kW-Elektroheizstab

oder ein zusätzlicher 3 kW-Heizstab, sofern zusätzliche Einbaumöglichkeit vorhanden ist. Die Peripherie kann bestehen bleiben. Der neue Verdampfer ist entsprechend Vorschlag, aber in vertikaler Bauform mit Entwässerung, aufzustellen.

**Kostenschätzung** (Stand 2010 - ohne Mehrwertsteuer):

Wärmepumpe ...	12.000 €
Split-Verdampfer-Außenteil mit Drehzahlregelung, vertikal	4.000 €
Entwässerung, Tropfwanne mit Begleitheizung, Erdarbeiten, Ablaufrohr, Anschluss an Regenrohr	1.500 €
<u>Demontage und Montage der neuen Wärmepumpe</u>	<u>2.000 €</u>
Summe Anlagenvergrößerung Stand 2010/11	19.500 €

Davon sind Sowiesokosten:

Mehrpreis ... -	- 2.500 €
<u>Entwässerung Tropfwanne</u>	<u>- 1.500 €</u>
Umbaukosten - anteilige Sowiesokosten	15.500 €

Gegebenenfalls ist ein Restwert der ausgebauten Anlage zu berücksichtigen!

## 5.4 Ersatz durch Geothermie-Wärmepumpe

Eine hochwertige und effektive Ersatz-Lösung wäre, die vorhandene Wärmepumpe mit ihrem Verdampfer durch eine Geothermie-Wärmepumpe zu ersetzen. Der Verdampfer entfällt, die neue Wärmepumpe wird für Erdwärme neu ausgelegt. Es braucht dazu etwa 6 Erdsonden mit einer Tiefe von jeweils etwa 100 Metern, welche auf der Rasenfläche im Nord-West-Bereich des Grundstückes platziert werden können. Diese Maßnahme muss vor der Ausführung durch eine sachkundige Prüfung eines Geologen oder gleich eines anerkannten Erdbohrunternehmens abgesichert werden. Dazu ist auch eine Genehmigung beim Bergamt einzuholen.

**Kostenschätzung** (Stand 2010 - ohne Mehrwertsteuer):

Demontage vorhandene Wärmepumpe	500 €
Wärmepumpe für Geothermie 24 kW mit Zubehör	14.000 €
<u>6 Erdsonden mit Anschluss an Wärmepumpe</u>	<u>27.000 €</u>
Summe Geothermie-Wärmepumpenanlage	41.500 €
abzüglich bisher investierte	
<u>Material-Kosten für die Luft-Wasser-Wärmepumpe</u>	<u>ca. - 12.000 €</u>
Umbaukosten Anteilige Geothermie - Sowiesokosten	29.500 €

## 5.5 Heizflächenvergrößerung

Die installierten Heizflächen sind in 14 von 22 Räumen zu klein dimensioniert. Die Heizflächen sind darum zu vergrößern beziehungsweise zu ergänzen, so dass eine angemessene Vorlauftemperatur von 55 °C ausreicht, um die Heizlasten zu decken. Nach Auswertung der Thermografie sind zusätzliche Wärmedämmmaßnahmen sinnvoll. Insbesondere sollte der ungenutzte Dachgiebelraum über dem Erdgeschoss mit Wärmedämmung - z.B. 15 cm dick und begehbare - versehen werden. Die Dachlukentreppe ist ebenfalls zu dämmen und mit Dichtprofilen zu dichten. Neben der dauerhaft zu erwartenden Energieeinsparung dieser Maßnahme verursacht diese auch eine Einsparung bei der notwendigen Vergrößerung der Heizflächen. Die Ein-

sparung bei der Heizflächenvergrößerung ist jedoch relativ gering, da durch die ebenfalls schlecht gedämmten Außenwände weiterhin hohe Verluste entstehen.

**Kostenschätzung** (Stand 2010 - ohne Mehrwertsteuer):

Heizflächenvergrößerung	7.000 €
-------------------------	---------

Diese Kosten sind alles Sowiesokosten, sofern keine Heizkörper im Rahmen des Wärmepumpeneinbaues erneuert wurden.

## 5.6 Spitzenlast durch Gaskessel anstelle Heizstab

Eine Möglichkeit, den elektrischen Heizstab zu ersetzen, die Vergrößerung der Heizflächen zu vermeiden und die vorhandene Wärmepumpe so zu unterstützen, dass diese weiterhin benutzt werden kann, ist die Installation und Einbindung eines Gas-Brennwertheizkessels. Da Erdgas nicht verfügbar ist, empfehlen wir einen Flüssiggas-Brennwertkessel mit Erdtank. Zur Flüssiggasversorgung bietet sich ein spezieller Vertrag an, bei dem die Tankanlage mit Anschluss, Wartungen und Reparaturen sowie die Betankung durch den Versorger kostenfrei gestellt werden. Abgerechnet wird eine einmalige Anschlussgebühr, das verbrauchte Gas über einen Gaszähler und eine jährliche Grundgebühr.

Da dieser Gaskessel nur an Heiztagen bei Außentemperaturen unter etwa -2 °C betrieben werden müsste, ist diese Lösung vertretbar und von den Energiekosten her günstiger als ein Elektroheizstab. Zudem kann der Heizkessel problemlos eine höhere Vorlauftemperatur erzeugen. So kann auch die Vergrößerung und Ergänzung der Heizflächen nach Abschnitt 5.5 entfallen. Hierzu sollte der Aufstellbereich des Verdampfers nach Abschnitt 5.1 umgestaltet werden, so dass der Verdampfer seine vorgesehene Leistung bringen kann.

**Kostenschätzung** (Stand 2010 - ohne Mehrwertsteuer):

Brennwertkessel 15 kW mit Abgasrohr und Anschlüssen	5.000 €
Mehrkosten Flüssiggas zu Wärmepumpenstrom im Winter innerhalb 20 Jahre Betriebsdauer (überschlägig berechnet, einschließlich Gebühren für Erdtank)	6.000 €* <hr/>
Summe Kosten für Spitzenlast-Gasbrennwertkessel	11.000 €

Abzüglich der Sowiesokosten:

größere Luft-Wasser-Wärmepumpe	- 2.500 €
<u>Kosten für Heizflächenvergrößerung</u>	<u>- 7.000 €</u>
Summe Sowiesokosten	9.500 €

\* - Dieser Betrag ist auf 20 Jahre Lebensdauer hochgerechnet. Hier wurde keine Energiepreissteigerung berücksichtigt. Diese wird in Etwa eliminiert durch voraussichtlich ähnliche Preissteigerungen bei Flüssiggas und Wärmepumpenstrom.

## 5.7 Geräuscheminderungsmaßnahmen

Ungewöhnliche Betriebsgeräusche, insbesondere am Verdampfer, konnten wir am Ortstermin nicht feststellen. Beschwerden über normale Betriebsgeräusche entstehen meist bei mildereren Außentemperaturen, da dann eher Fenster und Türen geöffnet sind als im Winter. Um die Betriebsgeräusche bei Außentemperaturen über 5 °C ohne bauliche Schalldämmmaßnahmen zu reduzieren, könnte über eine zusätzliche

spezielle Steuerung die Drehzahl der Ventilatoren und damit die Luftmenge reduziert werden. Diese Steuerung gab es für das installierte Gerät optional, heute ist sie werksseitig enthalten. Eine Umrüstung des vorhandenen Verdampfers sei jedoch, laut Firma ..., nicht möglich. Hierfür seien die Steuerung und die Ventilatoren nicht geeignet. Für die Dämpfung der Schallreflexion an der Hauswand in Richtung Nachbar schlagen wir die Aufstellung von geeigneten Pflanzsteinen mit entsprechender Bepflanzung vor.

**Kostenschätzung** (Stand 2010 - ohne Mehrwertsteuer):

12 m<sup>2</sup> Wandfläche mit Pflanzsteinen und Bepflanzung geschätzt 1.800 €  
Das sind Sowiesokosten.

## 5.8 Dämmmaßnahmen der Rohrleitungen

Entsprechend unseren Notizen im Protokoll vom Ortstermin, ist die Wärmedämmung der Rohrleitungen von Heizung und Trinkwasser ungenügend. Durch die fehlende oder zu geringe Wärmedämmung verlieren die Rohrleitungen Wärmeenergie im Keller, welche zur Beheizung in den Räumen fehlt. Die Energieeinsparverordnung schreibt gesetzlich vor, dass neu gebaute Rohrleitungen zu dämmen sind und, dass im Rahmen einer Anlagenveränderung, auch bestehende Rohrleitungsnetze nachzudämmen sind. Die Dämmdicken sind in der Energieeinsparverordnung vorgegeben, so ist die Dämmdicke gleich Rohraußendurchmesser zu wählen, d.h. ein Rohr mit 30 mm Durchmesser, hat dann gedämmt einen Durchmesser von 90 mm.

**Kostenschätzung** (Stand 2010 - ohne Mehrwertsteuer):

Dämmung von rund 30 m Rohrleitungen auf 100 % Dicke 450 €  
Das sind Sowiesokosten.

## 5.9 Zusätzliche Dämmmaßnahmen an der Gebäudeaußenhülle

Die zu geringe Dimensionierung der Heizflächen kann durch das Anbringen von Dämmung an Außenwand und Dach je nach Umfang der Dämmung verbessert werden. Es handelt sich hierbei jedoch nicht um vom Antragsgegner geschuldete Maßnahmen, sondern um Empfehlungen des Sachverständigen.

Da das Dämmen der Erdgeschoss-Decke mit begehbaren Platten relativ preisgünstig sein kann, sollte dies die erste Maßnahme sein. Der ungedämmte Deckel der Klapp-treppe bedeutet zwar eine kleine Fläche, ein solcher Schwachpunkt im Dach sollte jedoch vermieden werden, damit an dieser Stelle nicht durch Feuchtigkeitsbildung Schäden eintreten. Das ist eine reine „Sowieso-Maßnahme“.

**Kostenschätzung** (Stand 2010 - ohne Mehrwertsteuer):

Dämmung der Erdgeschossdecke 240m <sup>2</sup> im Dachraum, begehbar:	7.200 €
<u>dabei mögliche Einsparung an Heizflächenvergrößerung:</u>	<u>-1.600 €</u>
tatsächliche Mehrkosten = Sowiesokosten:	5.600 €

Weitere Maßnahmen zur Dämmung der Außenwände haben wir hier nicht durchgerechnet. Eine weitere Einsparung von Heizflächenvergrößerungen wäre dann sicher auch möglich.

## 5.10 Zusätzliches Ausdehnungsgefäß nach Berechnung

Dies ist eine sicherheitstechnische Maßnahme, die unabhängig von den Themen der Beweisfragen zu beachten ist. Das vorhandene Druckausdehnungsgefäß und dessen Einstellung sind unterdimensioniert. Für einen normgerechten, störungsfreien und sicheren Anlagenbetrieb ist ein Ausdehnungsgefäß mit einem Inhalt von 140 Litern erforderlich. Am Ortstermin sichtbar installiert war ein Gefäß mit 35 Litern Inhalt. Somit muss aus sicherheitstechnischen Gründen ein weiteres Gefäß mit 100 Litern Inhalt nachgerüstet werden.

Nachrüstung Membrandruckausdehnungsgefäß ...netto 300 €

## 5.11 Nachspeisung nach Trinkwasserverordnung und DIN EN 1717

Dies ist eine sicherheitstechnische Maßnahme, die unabhängig von den Themen der Beweisfragen zu beachten ist. Entsprechend den Trinkwasser-Hygienevorschriften ist die bereits gelieferte und diesbezüglich zugelassene Füllarmatur Bild 5, nicht betriebsbereit montiert. Die Befüllung erfolgte am Ortstermin über einen dauerhaft installierten Schlauchanschluss. Dies ist gesundheitsgefährdend und nicht zulässig.

Vollenden der Installation der zulässigen Füllarmatur 60 €

## 6. BEANTWORTUNG DER BEWEISFRAGEN

Der besseren Zuordnung wegen, wiederholen wir hier die Beweisfragen.

### I. Die im Haus des Antragstellers von dem Antragsgegner installierte Heizung bringt ihre Leistung nicht.

Die Beweisfrage ist zutreffend. Die Wärmepumpe ist in der Leistung zu gering ausgelegt. Zudem bringt sie ihre volle Leistung nicht, da der Verdampfer durch falsche Anordnung in seiner Wirkung stark reduziert ist.

### Es treten laufend Störungen auf. Die Wärmepumpe, die der Antragsgegner neu installiert hat, funktioniert nicht, sämtliche Nachbesserungen sind fehlgeschlagen. Die Heizung schaltet sich zum Teil von selbst ab.

Hier ist zu unterscheiden zwischen der Heizungswärmepumpe und der Warmwasser-Wärmepumpe. Bei beiden Anlagen sind Störungen aufgetreten. Beide Wärmepumpen funktionieren aufgrund von Montagemängeln nicht optimal. Die Auswirkungen der Kundendienst-Nachbesserungen an der Warmwasser-Wärmepumpe zeigten insofern Erfolg, als dass uns keine neuen Störungen seit dem letzten Kundendienst-einsatz bekannt sind. Im Rahmen der Nachbesserungen durch den Antragsgegner wurden jedoch die mangelhaft installierten Zu- und Abluftleitungen nicht korrigiert, der Wirkungsgrad ist dadurch nicht optimal. Die Auswirkungen der Nachbesserungen bei den Kundendiensteinsätzen an der Heizungswärmepumpe zeigten insofern Erfolg, als dass uns keine neuen Störungen seit dem letzten Kundendiensteinsatz vom bekannt sind.

Defekte Bauteile wurden erfolgreich ausgetauscht. Im Rahmen der Nachbesserungen durch den Antragsgegner wurde jedoch der eigentliche Mangel nicht beseitigt, da der am falschen Ort installierte Verdampfer dabei nicht verändert wurde.

Bei massiven Störereignissen haben sich die Anlagen nach den uns vorliegenden Unterlagen in richtiger Weise selbst abgeschaltet, um weitere Schäden zu vermeiden.

### **Starke Vibrationsgeräusche sind zu verzeichnen.**

Wir konnten am Ortstermin keine außergewöhnlichen Vibrationsgeräusche feststellen. Es ist zu vermuten, dass in der Nacht zum ... nach den Angaben des Antragstellers solche Geräusche auftreten konnten, da offensichtlich Kältemittelverlust durch ein defektes Ventil stattgefunden hat. Mit den Reparaturen ... wurde dieser Mangel jedoch behoben.

### **Die Heizungsanlage stimmt mit der Wärmepumpe nicht überein, beziehungsweise: ist das Heizungssystem für die Versorgung durch eine Wärmepumpe geeignet oder nicht.**

Die Beweisfrage trifft zu. Die Wärmepumpe kann die hohen Temperaturen, welche die Heizflächen im Gebäude benötigen, um das Gebäude normgemäß zu beheizen, nicht erzeugen. Oder umgekehrt: Es sind 14 von 22 Heizflächen (Heizkörper und Fußbodenheizungsflächen) für die maximale Dauer-Heiztemperatur der Wärmepumpe zu schwach dimensioniert.

### **Der Verdampfer (-tisch) verursacht sehr starke Geräusche.**

Wir konnten am Ortstermin keine außergewöhnlich starken Geräusche am Verdampfer feststellen. Es ist nicht auszuschließen, dass in der Nacht zum .. nach den Angaben des Antragstellers solche Geräusche auftreten konnten, da offensichtlich Kältemittelverlust durch ein defektes Ventil stattgefunden hat. Durch die Reparaturen ... wurde dieser Mangel jedoch behoben. Es bleiben natürlich die Strömungsgeräusche der Ventilatoren selbst.

### **Der Stromverbrauch ist wesentlich zu hoch; er ist in drei Monaten so hoch wie früher im ganzen Jahr. Die Wirtschaftlichkeit der Anlage ist nicht gegeben.**

Die Beweisfrage trifft zum Teil zu. Die Wärmepumpe arbeitet in einem ungünstigen Betriebszustand mit der Folge, dass sich die Energiekosten gegenüber der Ölheizung um rund 35 % bis 40 % erhöht haben. Eine Wirtschaftlichkeit der Anlage ist nicht gegeben. Ein detaillierter Vergleich der Stromverbrauchsdaten vor und nach Installation der Wärmepumpe ist jedoch nicht möglich, weil der Zähler für die Wärmepumpe erst mit dieser installiert wurde.

## **II. Der Sachverständige soll sich zudem zu den geeigneten Sanierungsmöglichkeiten äußern und den erforderlichen Kostenaufwand sachverständig schätzen; er soll dabei auch die Sowieso-Kosten berücksichtigen.**

Es gibt mehrere Sanierungsmöglichkeiten zur Herstellung einer wirtschaftlichen und funktionierenden Heizungsanlage. Wir haben zwei Vorschläge unterbreitet, deren Ausführungsmöglichkeiten in finanzieller Hinsicht und Zumutbarkeit, im Hinblick auf gestalterische Veränderungen und Standortänderungen, vereinbart werden müssen. Aus den im Abschnitt 5 von uns aufgezeigten Sanierungsmöglichkeiten, schlagen wir nachfolgend zwei in sich geschlossene, sinnvolle Konzepte zur Auswahl vor:

**Vorschlag 1**, (Stand 2010 - ohne Mehrwertsteuer):

Umgestaltung des Verdampfer-Standortes	7.400 €
<u>Spitzenlast-Heiztherme für die fehlende Restleistung</u>	<u>11.000 €</u>
Summe	18.400 €
davon Sowiesokosten	9.500 €

**Vorschlag 2**, (Stand 2010 - ohne Mehrwertsteuer):

Neue, größere Wärmepumpe ...	18.000 €
Umgestaltung des Verdampfer-Standortes	7.400 €
<u>Vergrößerung der Heizflächen</u>	<u>7.000 €</u>
Summe	32.400 €
davon Sowiesokosten	9.500 €

Selbstverständlich kann anstelle der Umgestaltung des Verdampferstandortes auch die Umsetzung des Verdampfers auf die Westseite ... eingesetzt und ausgeführt werden.

Neben den Kosten für Beseitigung von Mängeln entsteht auch Aufwand für Planung, Formulierung der Anfrage (Beschreibung Leistungsumfang), Beaufsichtigung, Abnahme und Abrechnung der Maßnahmen. Dieser Aufwand wird meist mit etwa 15% angenommen.

In diesem Fall, als Umbau an einem kleinen Altbau, dürften aber eher 20% angemessen sein. Und dann ist die gesetzliche Mehrwertsteuer hinzuzurechnen!

Das heißt jeder Preis ist, bei der heutigen Mehrwertsteuer von 19%, um den Brutto-Endpreis zu erhalten, mit dem Faktor 1,428 zu multiplizieren.

**II. Ergänzung: Der Sachverständige soll im Rahmen des schriftlichen Gutachtens zu den Behauptungen der Streitverkündeten im Schriftsatz vom ... Stellung nehmen:**

**1. Die von der Streitverkündeten gelieferte Split Heizungswärmepumpe ..., sowie die ... mit E-Heizstab sind technisch einwandfrei und nicht mangelhaft.**

Vorstehend genannte Teile gehören zu der hier installierten Wärmepumpenanlage. Sie sind vorhanden, nach dem äußeren Eindruck technisch einwandfrei und am Orts-termin nicht mangelhaft. Aufgetretene Mängel wurden durch den Werkskundendienst beseitigt. Es sind Produkte hergestellt oder als Produkt gekauft von der Firma .... Ob diese in allen Einzelheiten den Herstellbedingungen der Firma ... und den zugehörigen Normen und Richtlinien entsprechen, können wir ohne Vorlage der Herstellvorschriften nicht aufklären. Nachdem wir mehrere Ursachen für die Mängel festgestellt haben, halten wir es für nicht notwendig, an diesen Bauteilen Einzelheiten zu prüfen. Wir haben aber keinen Anlass an der Richtigkeit dieser Komponenten zu zweifeln.

**2. Sollte die „Heizung ihre Leistung nicht erbringen“, ist dies nicht auf einen Mangel an den oben genannten Teilen zurückzuführen, sondern auf eine nicht ausreichende Dimensionierung der Wärmepumpe bzw. der Anlage.**

Die Beweisfrage ist überwiegend zutreffend, bis auf die inzwischen durch den Kundendienst behobenen Mängel. Hinzu kommt die falsche Aufstellung des Verdampfers.

Ferner halten wir den Verdampfer mit den waagerechten Verdampferpaketen, „Verdampfertisch“ genannt, bei längeren Kälteperioden für nachteilig, da es immer wieder vorkommen wird, wenn nicht mechanisch Eis entfernt wird, das das Eis die Funktion behindert. Die Verwendung von stehenden Verdampferpaketen, bei denen das Tauwasser in kleine, frostfrei gehaltene, Abtauwannen läuft und über einen frostfreien Ablauf abgeführt wird, ist sehr zu empfehlen.

### **3. Eventuell festgestellte Vibrationsgeräusche sind nicht auf einen Mangel an den oben genannten Teilen zurückzuführen.**

Die Beweisfrage ist nicht zutreffend, denn der Defekt des Schraderventils mit Kältemittelverlust war die Ursache der vom Antragsteller bemängelten, übermäßigen Geräusch- und Vibrationsbildung. Der Mangel wurde durch den Werkskundendienst im Rahmen der Gewährleistung beseitigt.

### **4. Eventuell festgestellte starke Geräusche am Verdampfer sind nicht auf einen Mangel an den oben genannten Teilen, insbesondere nicht auf einen Mangel am Verdampfer, sondern auf den Aufstellungsort zurückzuführen.**

Bezüglich Bauteile nach Beweisfrage 1, ist diese Frage zutreffend.

Siehe Beantwortung der vorstehenden Beweisfrage 4. Die Strömungsgeräusche der Ventilatoren sind auf den falschen Aufstellungsort zurückzuführen. Auf besondere geräuscharme Ausführung wurde seinerzeit nicht geachtet, sonst hätte man damals schon regelbare Ventilatoren vorgesehen, die damals schon angeboten wurden.

## **7 ZUSAMMENFASSUNG**

Das eigentlich wirtschaftliche und umweltfreundliche Vorhaben, das Gebäude künftig mit einer Wärmepumpe zu beheizen, ist hier durch ungenügende Vorbereitung, d.h. fehlende Berechnung der wirklichen Heizlast, keine Abstimmung der möglichen Vorlauftemperatur auf die vorhandenen Heizflächen bzw. daraus sich ergebende Vergrößerung der Heizflächen, begleitende Wärmedämmmaßnahmen, zumindestens am Dachboden und die falsche Aufstellung des Verdampfers, an dem die anzusaugende Luft nicht richtig nachströmen kann, mangelhaft ausgeführt worden.

Das Gebäude wurde außerhalb dieses Gutachtens, auf Veranlassung des Antragstellers, thermografisch untersucht. Um auszuschließen, dass die ungenügende Wärmeleistung vorwiegend durch thermische Mängel verursacht wird, haben wir uns diese zusenden lassen. Die Schlussfolgerungen, die sich aus der thermografischen Untersuchung ergeben, kamen allerdings für das Projekt „Einbau einer Wärmepumpe“ zu spät, die thermografische Untersuchung hätte besser vor Einbau der Wärmepumpe erfolgen sollen und der Bauherr hätte die vorgeschlagenen Wärmedämm-Sanierungsmaßnahmen durchführen können, um die Wärmepumpe wirtschaftlicher zu dimensionieren. Auch in dem thermografischen Bericht ist die Wärmedämmung der Dachfläche vorgeschlagen. Es ist zu empfehlen, dass die Thermografie, die allen Beteiligten vorliegt, bei der Sanierung berücksichtigt wird. Ein Teil der jetzt fehlenden Heizleistung könnte so ausgeglichen werden, dabei gilt: „Eine nicht gebrauchte Heizleistung ist die beste Sparmaßnahme“.

Die Kosten für die Sanierungsmöglichkeiten haben wir geschätzt. Die jeweiligen Sowiesokosten haben wir ebenfalls ermittelt. Die Sowiesokosten sind die Kosten, die entstanden wären, wenn man diese Maßnahme seinerzeit gleich ausgeführt hätte, ob dann allerdings dann auch die Entscheidung für die hier eingebaute Konzeption so gefallen wäre, können wir nicht darlegen. In jedem Fall ist die Abfuhr des Kondensatwassers sicher zu stellen, das sind Sowiesokosten, eine frostsicher verlegte Ablaufleitung zu nächsten Regenrohranschluss sollte möglich sein.