

|                                  |                                                                                                                                                               |                                                        |                                  |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Vorlage der Verwaltung           | Fachbereich:<br><b>Gebäudewirtschaft</b>                                                                                                                      | Datum:<br><b>18.08.2017</b>                            | Genehmigungsvermerk              |
| Tagesordnungspunkt<br><b>1.6</b> | Bezeichnung der Vorlage:<br><br><b>Erneuerung der Wärmeversorgungs- und Lüftungstechnischen Anlagen des Baubetriebshofes der Stadt Wegberg: Wiedervorlage</b> |                                                        | Datum: 30.08.2017                |
| Vorlage-Nr:<br>VO/4010/17        |                                                                                                                                                               |                                                        | Bürgermeister:<br><br>Gez. Stock |
| Zu beraten im:                   |                                                                                                                                                               |                                                        |                                  |
| Ö/N                              | Datum                                                                                                                                                         | Gremium                                                |                                  |
| Ö                                | 19.09.2017                                                                                                                                                    | Ausschuss für Wohnen, Bauen, Umwelt und Vergabe (2017) |                                  |

Der Ausschuss für Bauen, Umwelt und Vergaben hatte die Vorlage der Verwaltung zur „Erneuerung der Wärmeversorgungs- und Lüftungstechnischen Anlagen des Baubetriebshofes der Stadt Wegberg“ (TOP 1.9) in seiner Sitzung am **08.11.2016** an die Verwaltung zurückgegeben. Der Tagesordnungspunkt solle nach Vorlage eines Gesamtkonzeptes für den Baubetriebshof erneut beraten werden.

Nach Vorlage des Gesamtkonzeptes für den Baubetriebshof (WBUV am 28.03.2017, TOP 4.1), der Beantwortung von Fragen (WBUV am 20.06.2017, TOP 3.1.1) und der Aufhebung eines Teils der Sperrvermerke (Rat am 11.07.2017, TOP 8.2.1) wird die Vorlage zur *Erneuerung der Wärmeversorgungs- und Lüftungstechnischen Anlagen des Baubetriebshofes* hiermit erneut eingebracht.

Der Text aus der Ursprungsvorlage wurde weitestgehend übernommen. Ergänzt wurde er um die Beantwortung von technischen Fragen aus der Sitzung vom 09.11.2016, sowie um Informationen zur Finanzierung und zur Förderung durch Mittel aus dem Kommunalinvestitionsförderungsgesetz (KInvFöG).

Geändert wurde der Ursprungstext zudem hinsichtlich des terminlichen Ablaufs der Maßnahme (s. Abschnitt *Vorschlag der Verwaltung*).

### Sachverhalt:

Das Gebäude des Baubetriebshofes der Stadt Wegberg wurde im Jahr 1977 errichtet. Es besteht aus einem Verwaltungsteil mit Büroräumen, Sanitär- und Aufenthaltsbereichen sowie aus einem baulich höheren Gebäudeteil mit Fahrzeughalle und Werkstattbereichen. Die Bruttogrundfläche des Gesamtgebäudes beträgt 2.827 m².

Die Wärmeversorgung (Heizung und Warmwasser) für den Baubetriebshof erfolgt über eine Niedertemperatur-Heizkessel (291 – 349 kW) mit Öl-Gebläse-Brenner. Der Heizöltank liegt im Außenbereich.

Die Fahrzeughalle wird über sogenannte Umluftheizer beheizt. Weiterhin ist die Fahrzeughalle mit einer Lüftungsanlage (Zu- und Abluft) ausgestattet, die über eine CO<sup>2</sup>-Warnanlage gesteuert wird.

Weitere Lüftungsanlagen (für z.B. Sanitärbereiche oder Lagerräume) sind nicht vorhanden.

Die haustechnischen Anlagen der Wärmeversorgung und der Lüftungstechnik haben wie das Gebäude selber ein Alter von 39 Jahren, sind zum Teil nicht mehr funktionstüchtig und insgesamt sanierungsbedürftig. Um festzustellen, in welchem Umfang eine Erneuerung erforderlich ist, und welche möglichen Varianten es hierzu gibt, wurde das Ing.-Büro Bösl aus Aachen/Geilenkirchen mit einer Konzeptstudie beauftragt.

Ziel der Studie war die Bestandserfassung der Wärmeversorgungs- und Lüftungstechnischen Anlagen sowie die Beurteilung deren Zustands und deren Sanierungsbedürftigkeit. Weiterhin sollte Inhalt der Studie die Untersuchung und Darstellung der unterschiedlichen Möglichkeiten der Erneuerung der Anlagen sein, deren Kosten und Wirtschaftlichkeit, und dies insbesondere auch unter dem Blickwinkel der Einsatzmöglichkeiten regenerativer Energien. Dabei sollte speziell auch die Wärmeversorgung durch eine Hackschnitzel-Heizungsanlage untersucht werden.

Bei der Sanierung der Anlagen des Baubetriebshofes besteht kein gesetzlicher Zwang (Erneuerbare Energien Wärme Gesetz – EEWärmeG, EnEV) zum Einsatz regenerativer Energien. Aufgrund der Vorbildfunktion der öffentlichen Hand sollte jedoch die Möglichkeit des Einsatzes regenerativer Energien überprüft werden, und abgewogen werden, ob diese nicht trotz fehlender gesetzlicher Verpflichtung zum Einsatz kommen sollten.

Die Beauftragung des Ing.-Büro Bösl mit der Konzeptstudie erfolgte am [11.07.2016](#), die fertige Studie wurde der Verwaltung am [07.10.2016](#) vorgelegt. Sie ist dieser Vorlage beigelegt.

## **Ergebnisse der Konzeptstudie**

Nach Erfassung und Beurteilung des technischen Zustands der Anlagen der Wärmeversorgungstechnik und der Lüftungstechnik kommt die Studie zu dem Ergebnis, dass eine umfassende Erneuerung dieser Anlagen zwingend erforderlich ist. In der Schlussbetrachtung der Studie heißt es hierzu:

### 7. Schlussbetrachtung

*Eine energetische Sanierung/Modernisierung der Wärmeversorgungs- und Lüftungstechnischen Anlagen ist baurechtlich (Nachrüstpflicht gemäß EnEV, Trinkwasserverordnung, Garagenverordnung) und wirtschaftlich unumgänglich.*

*Im Klartext ist unter dem Begriff energetische Sanierung/Modernisierung eine Anpassung an die baurechtlichen Vorgaben, DIN-Vorschriften sowie den VDI/VDE-Richtlinien zu verstehen. Kernpunkte für die Sanierung sind:*

#### *Wärmeversorgungstechnik*

- 39 Jahre alter Ölkessel, in einem technisch bedenklichen Zustand, abgängig und mit zeitnaher Ausfallgefahr
- veraltete Wärmeverteilung und Umwälzpumpen
- fehlender hydraulischer Abgleich
- unvollständige Wärmedämmung des Wärmeverteilnetzes (Nachrüstpflicht gemäß EnEV)
- Trinkwasserhygiene aufgrund der technisch abhängigen Warmwasserbereitung mit Zentralthermostat nicht sichergestellt (Trinkwasserverordnung TrinkwV)
- veraltete, technisch abgängige regelungstechnische Anlagen

### *Lüftungstechnik*

- *veraltete und nicht funktionierende Be- und Entlüftung der Fahrzeughalle, Austausch nach Garagenverordnung zwingend vorzunehmen*
- *fehlende lüftungstechnische Anlagen in Gefahrenlagern (Batterieraum, Lager mit Gefahrgut, z.B. Öle, Lacke, Farben)*
- *veraltete, technisch abgängige regelungstechnische Anlagen*

Die Konzeptstudie ist dieser Vorlage in Gänze beigelegt, so dass die Details zu den einzelnen Punkten in den schriftlichen Ausführungen nachvollzogen werden können.

### **Anmerkung zur Fahrzeughalle und deren Ab- und Zuluftanlage**

In der Fahrzeughalle des Baubetriebshofes werden insgesamt rund 30 Fahrzeuge und selbstfahrende Geräte abgestellt:

- 8 Fahrzeuge > 3,5t
- 11 Fahrzeuge < 3,5t
- 11 selbstfahrende Arbeitsmaschinen (Walze, Straßenfertiger, Radlader, Bagger, Schlepper, Geräteträger, Kehrmaschine)

Insbesondere die schwereren Fahrzeuge müssen zum Teil aufgrund ihres hohen Alters vor der Abfahrt „warmlaufen“. Aufgrund der nicht ordnungsgemäß funktionierenden Abluft- und Zuluftanlage darf die Fahrzeughalle gemäß Garagenverordnung derzeit nur unter der Voraussetzung betrieben werden, dass in Zeiten, in denen Fahrzeuge betrieben werden (also über den ganzen Tag hinweg) mindestens ein Rolltor geöffnet bleiben muss.

Da im Werkstattbereich der Halle jedoch gleichzeitig gearbeitet werden muss, stellen eine nicht funktionierende Lüftungsanlage und stellen geöffnete Rolltore sowohl im Hinblick auf den Arbeits- und Gesundheitsschutz als auch aus gebäudeenergetischer Sicht einen völlig inakzeptablen Zustand dar. Lüftungsanlage und CO<sup>2</sup>-Warnanlage sind aus diesen Gründen zwingend zu erneuern.

### **Varianten zur Erneuerung der Wärmezeugung**

Hinsichtlich der unterschiedlichen Möglichkeiten zur Erneuerung der Wärmezeugung werden in der Konzeptstudie die folgenden Varianten untersucht und dargestellt:

- Variante 1 - Konventionelle Gas-Brennwertheizung
- Variante 2 - Heizungsanlage mit Biomasse (Hackschnitzelheizung)
- Variante 3 - KWK (Kraft-Wärme-Kopplung BHKW), mit Spitzenlast Gas-Brennwertheizung
- Variante 4 - Erdgasbetriebene Geothermie-Wärmepumpe, mit Spitzenlast Gas-Brennwertheizung
- Variante 5 - Erdgasbetriebene Luft/Wasser-Wärmepumpe, mit Spitzenlast Gas-Brennwertheizung

Ein Kostenvergleich zu den fünf Varianten wird ausführlich in dem der Studie angehängten Tabellenblatt vorgenommen. Die geringsten Erstellungskosten sind demzufolge mit der Variante 1 – Gas-Brennwert in Höhe von 53.000,- € netto verbunden.

In der folgenden Übersicht (alle Angaben in netto €) sind für die übrigen Varianten 2 – 5 jeweils die Mehrkosten, die jährlichen zusätzlichen Nebenkosten (inkl. Wartungs- und

Personalkosten), und die jährlichen Energieeinsparungen aufgelistet. Daraus errechnet sich die Amortisationsdauer für die Mehrkosten der jeweiligen Variante.

|          | <b>Variante</b>                                                  | <b>Mehrkosten<br/>für Wärme-<br/>erzeugung</b><br>(im Vergleich<br>zu Variante<br>1) | <b>Zusätzliche<br/>jährliche<br/>Nebenkosten</b><br>(im Vergleich zu<br>Variante 1) | <b>Einsparung<br/>Heizkosten<br/>jährlich</b><br>(im Vergleich<br>zu Variante 1) | <b>Amortisation</b><br>der Mehr-<br>kosten für die<br>Wärme-<br>erzeugung |
|----------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| <b>1</b> | Gas-Brennwert-Heisanlage                                         | -                                                                                    | -                                                                                   | -                                                                                | -                                                                         |
| <b>2</b> | Hackschnitzel-Heisanlage                                         | 59.000,- €                                                                           | 4.600,- €<br><b>*1)</b>                                                             | 6.863,- €                                                                        | <b>*1)</b>                                                                |
| <b>3</b> | KWK (BHKW) mit Spitzenlast Gas-Brennwert                         | 52.000,- €                                                                           | 3.400,- €<br><b>*1)</b>                                                             | 3.763,- €                                                                        | <b>*1)</b>                                                                |
| <b>4</b> | Wärmepumpe Geothermie, mit Spitzenlast Gas-Brennwertheizung      | 49.500,- €                                                                           | 250,- €                                                                             | 3.288,- €                                                                        | 16,3 Jahre                                                                |
| <b>5</b> | Wärmepumpe Gas-Luft-Wasser, mit Spitzenlast Gas-Brennwertheizung | 32.000,- €                                                                           | 250,- €                                                                             | 2.678,- €<br>(zusätzlich zu 1.)                                                  | 13,1 Jahre                                                                |

**\*1)** - Für die Variante 2 (Biomasse – Hackschnitzel) und die Variante 3 (KWK) ist mit hohen Nebenkosten für die Wartung der Anlage und für die Bedienung der Anlage (eigene Personalkosten) zu rechnen.  
Unter Berücksichtigung dieser hohen jährlichen Nebenkosten ist eine Amortisation der Mehrkosten für die Wärmeerzeugung nicht darstellbar.

Unter Berücksichtigung aller Kosten stellt für die Erneuerung der Wärmeerzeugung die Kombination einer Erdgas-betriebenen Luft-Wasser-Wärmepumpe mit einer Spitzenlast-Gasbrennwertheizung die wirtschaftlichste Lösung dar.  
Die Verwaltung empfiehlt demzufolge die Variante 5 zur Realisierung.

#### Ergänzende Anmerkung zur Variante 2 - Hackschnitzelheizung

Aufgrund der Möglichkeit, das aus städtischer Baumpflege und Forstbewirtschaftung anfallende Holz als Brennstoff zu nutzen, wurde die Variante 2 hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit und Wirtschaftlichkeit besonders gründlich untersucht und dargestellt. Folgende Voraussetzungen sind für eine Hackschnitzel-Heizungsanlage unabdingbar:

1. Räume bzw. Flächen für die Brennstofflagerung und den Heizraum wären im Gebäude (ca. 150m<sup>2</sup>) herzustellen und im Außengelände (ca. 200 m<sup>2</sup>) zur Verfügung zu stellen, und stünden für Nutzungen des Baubetriebshofes nicht mehr zur Verfügung.
2. Hoher zeitlicher Einsatz eigenen Personals zur Bedienung und Wartung der Anlage, sowie zur Überwachung bzw. Koordination der Brennstoff-

Bevorratung (der hierfür in den „Nebenkosten“ enthaltene Kostenanteil ist dabei sogar im unteren Bereich angesetzt).

Da sowohl die erforderlichen Flächen im Baubetriebshof nicht zur Verfügung stehen, als auch der hohe Zeitaufwand Bauhof-eigenen Personals für den Betrieb der Heizungsanlage kritisch gesehen wird, wird die Hackschnitzel-Heizanlage nicht zur Realisierung vorgeschlagen.

### Übersicht über die Gesamtsanierungsmaßnahme

Die erforderliche Erneuerung der Wärmeversorgungs- und Lüftungstechnischen Anlagen beinhaltet gemäß Konzeptstudie die folgenden Anlagenteile mit genannter Schätzung der Kosten (netto):

|                                                        |                    |
|--------------------------------------------------------|--------------------|
| Wärmeerzeugung (Variante 5 – Luft/Wasser-Wärmepumpe)   | 85.000,- €         |
| Wärmeverteilung Büro + Werkstatt                       | 60.000,- €         |
| Heizung Fahrzeughalle mit Umluftheizern                | 45.000,- €         |
| Warmwasserbereitung                                    | 25.000,- €         |
| Mess-, Steuer- und Regeltechnik (MSR-Technik)          | 25.000,- €         |
| <b>Summe Wärmeerzeugung und Warmwasserbereitung</b>    | <b>240.000,- €</b> |
| <br>                                                   |                    |
| Zu- und Abluftanlage Fahrzeughalle                     | 77.000,- €         |
| Lüftungsanlagen Sanitärbereich und Lagerräume          | 36.000,- €         |
| Brandschutz, Sonstiges                                 | 15.000,- €         |
| MSR-Technik Lüftung                                    | 35.000,- €         |
| <b>Summe Lüftungstechnik</b>                           | <b>163.000,- €</b> |
| <br>                                                   |                    |
| Photovoltaik zur Stromversorgung der Anlagen (9,5 kWp) | 15.000,- €         |
| <br>                                                   |                    |
| Honorarkosten (ca. 22%)                                | 95.000,- €         |
| <br>                                                   |                    |
| Bauliche Nebenkosten, Sonstiges                        | 50.000,- €         |
| <br>                                                   |                    |
| <b>Gesamtinvestitionskosten netto</b>                  | <b>563.000,- €</b> |
| <br>                                                   |                    |
| <b>Gesamtsanierungskosten brutto:</b>                  | <b>669.970,- €</b> |

### Beantwortung technischer Fragen aus der Ausschuss-Sitzung am 09.11.2016:

- 1. Nutzung von Kollektorflächen für die Warmwasseraufbereitung**  
Die Errichtung von Solar-Kollektorflächen zur Unterstützung der Warmwasserbereitung ist nach Überprüfung des Fachingenieurs nicht wirtschaftlich.

Zudem würde bei der Errichtung von Kollektorflächen die eine regenerative Energie (Solar-Kollektor) die andere regenerative Energie (Wärmepumpe) ersetzen, was nicht sinnvoll ist und nicht empfohlen werden kann. Weiter würde die Aufstellung der Kollektoren auf der Dachfläche die geplante mögliche Fläche zur Aufstellung der Photovoltaikmodule (ebenfalls regenerativ) reduzieren.

## **2. Prüfung baulicher Veränderungen in der Fahrzeughalle**

Im Zuge der weiteren Planung wird überprüft, ob durch bauliche Veränderungen (z.B. Wandabtrennungen in der Halle) Bereiche voneinander getrennt werden können, die einer unterschiedlichen Beheizung oder Belüftung bedürfen. So könnte gegebenenfalls der Heizenergieverbrauch weiter optimiert werden.

### **Vorschlag der Verwaltung**

Eine Erneuerung der Wärmeversorgungs- und Lüftungstechnischen Anlagen ist zwingend erforderlich. Die Sanierung soll die vorstehend aufgelisteten Anlagenteile gemäß der Ergebnisse der Konzeptstudie umfassen.

Zur Wärmeerzeugung wird die Realisierung der Variante 5 vorgeschlagen, eine erdgas-betriebene Luft/Wasser-Wärmepumpe in Kombination mit einer Spitzenlast Gas-Brennwertheizung. Durch die Wärmepumpentechnik wird ein Teil der Gesamtheizleistung durch regenerative Energien erzeugt. Im Vergleich mit den anderen Varianten 2 - 4 bietet sie die größere Wirtschaftlichkeit.

Die Mehrkosten im Vergleich zur Variante 1, die ausschließlich auf Gasbrennwerttechnik basiert, amortisieren sich innerhalb von 13 Jahren. Bei einer möglichen 90%-igen Förderung der Maßnahme über das Kommunalinvestitionsförderungsgesetz (s. Abschnitt *Kosten und Finanzierung*) amortisieren sich die Mehrkosten bereits nach 1 - 2 Jahren.

Die auf dem Flachdach des Verwaltungstraktes vorgeschlagene Photovoltaikanlage ist so dimensioniert, dass ein möglichst hoher Anteil des erzeugten Stromes für den Betrieb der Wärmeversorgungs- und Lüftungsanlagen eigenverbraucht wird. Dies gewährleistet die grundsätzliche Wirtschaftlichkeit der PV-Anlage und erhöht nochmals den Anteil regenerativer Energien am Gesamtenergiebedarf.

Nach entsprechendem Beschluss durch den Ausschuss würde die Realisierung der Gesamtmaßnahme in den Jahren 2018 und 2019 erfolgen können.

Im ersten Schritt würde die Verwaltung kurzfristig Honorarangebote von Ingenieurbüros einholen, die für die Planung und Durchführung der Maßnahme geeignet sind. Voraussichtlich für die nächste Sitzung des Ausschusses würde dann eine entsprechende Vorlage zur Vergabe eines Planungsauftrages vorgelegt.

### **Beschlussvorschlag:**

Der Ausschuss für Wohnen, Bauen, Umwelt und Vergabe beschließt die Erneuerung der Wärmeversorgungs- und Lüftungstechnischen Anlagen in Art und Umfang wie textlich beschrieben. Für die Wärmeerzeugung soll die beschriebene Variante 5 zur Ausführung kommen, eine Erdgas-betriebene Luft/Wasser-Wärmepumpe in Kombination mit einer Spitzenlast Gas-Brennwertheizung.

### Kosten und Finanzierung:

Gemäß Schätzung betragen die Kosten für die Gesamtmaßnahme rund 670.000,- €. Die erforderlichen Mittel sind im Haushaltsplanentwurf 2017 enthalten, konsumtiv im Produktsachkonto 011800 – 521100 *Instandhaltung Baubetriebshof*, sowie als Instandhaltungsrückstellung in einer Höhe von 98.000,- €.

Die Gesamtmaßnahme ist förderfähig im Sinne des Gesetzes zur Förderung von Investitionen finanzschwacher Kommunen (Kommunalinvestitionsförderungsgesetz KInvFG). Die Förderung kann maximal 90% der Gesamtkosten betragen, was 603.000,- € entspricht. Die Kommune hat sich mit einem Anteil von mindestens 10% zu beteiligen.

Aus dem KInvFG stehen der Stadt Wegberg Gesamtmittel in einer Höhe von 932.485,90 € zur Verfügung. Hiervon wurden durch bereits abgeschlossene und abgerechnete Maßnahmen bisher Fördermittel in folgender Höhe in Anspruch genommen:

|                                                       |                     |
|-------------------------------------------------------|---------------------|
| Erneuerung der Heizung der Erich Kästner Grundschule: | 215.130,50 €        |
| Photovoltaikanlage Grenzlandringbad:                  | 47.134,00 €         |
| <b>Summe der bisherigen Förderungen:</b>              | <b>262.264,50 €</b> |

Es stehen somit noch rund 670.200,- € aus dem KInvFG zur Verfügung. Damit ist die Förderung der Sanierung der Wärmeversorgungs- und Lüftungstechnischen Anlagen des Baubetriebshofes in maximaler Höhe von 90% der Gesamtkosten (603.000,- €) möglich.

Die Verwaltung wird die Maßnahme zur Förderung nach dem KInvFöG anmelden.

### Alternativen:

Kein Vorschlag der Verwaltung.

### Anlagen:

- Konzeptstudie über die Erneuerung der Wärmeversorgungs- und Lüftungstechnischen Anlagen des Baubetriebshofes der Stadt Wegberg, Stand vom [07.10.2016](#)
- Anlage zur Konzeptstudie: Tabelle „Heizkostenvergleich“

|                                                               |               |                                                              |         |
|---------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------------------------|---------|
| Unterschrift d. federführenden Fachbereichleiters/Dezernenten |               | Gegenzeichnung d. beteiligten Fachbereichsleiter/Dezernenten |         |
| Gez. Stock                                                    | Bürgermeister | Gez. Pape                                                    | FBL 304 |
| Gez. Schreurs                                                 | FBL 303       | Gez. Vieth                                                   | FB 401  |
|                                                               |               | Gez. Wilkens-Mathar                                          | RPA     |

Stadtverwaltung Wegberg

26. Okt. 2016

FB 303 - Gebäudewirtschaft



Geilenkirchen, den 07.10.2016  
Konzeptstudie.doc

**Konzeptstudie**  
über die  
Erneuerung der Wärmeversorgungs- und Lüftungstechnischen  
Anlagen des Baubetriebshofes der Stadt Wegberg



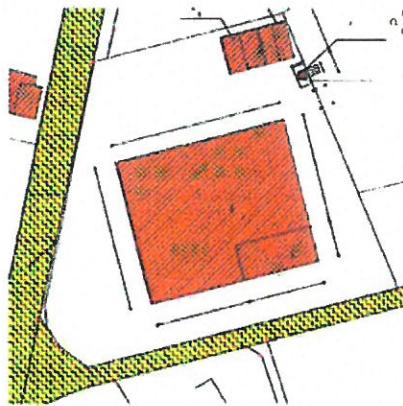
**Bauvorhaben:** Baubetriebshof  
Hospitalstraße 1  
41844 Wegberg

**Auftraggeber:** Stadt Wegberg  
Fachbereich 303  
Rathausplatz 25  
41844 Wegberg

**Verfasser:** Ingenieurbüro Dipl.- Ing. Frank-Hubert Bösl VDI  
Beratender Ingenieur für Technische  
Gebäudeausrüstung  
Eburonenstrasse 10  
52511 Geilenkirchen

## 1. Objektbeschreibung

Der Baubetriebshof als Fachbereich der Stadtverwaltung übernimmt einen Großteil der Pflege- und Unterhaltungsleistungen des städtischen Anlagevermögens mit ca. 30 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Außerdem werden Kontrollaufgaben wahrgenommen, die zur Sicherheit der Bürger beitragen sollen. Nachfolgende Dienstleistungen werden unter anderem vom Baubetriebshof erbracht: Friedhofspflege, Grünpflege, Papierkorbentleerung, Beseitigung von Abfällen, Pflege und Unterhaltung des städtischen Baumbestandes, Baumkontrollen, Straßenbauarbeiten, Spielplatzkontrolle, Sportplatz-, Straßenkontrolle, Überwachung Aufbruchwesen und Sondernutzungen, Winterdienst, Bühnenaufbau, Möbeltransporte und Brennholzverkäufe.



Die Liegenschaft befindet sich an der Ecke Hospitalstraße/ In Berg in Wegberg.

Das zu untersuchende Gebäude des Baubetriebshofs gliedert sich in nachfolgende Bereiche:

- **Büro- Sozialtrakt**
- **Fahrzeug- und Maschinenhalle**
- **Werkstattbereiche**

Folgende Flächen/ Raumnutzung wurden ermittelt:

### **Flächen/ Raumnutzung**

|                  |                        |
|------------------|------------------------|
| Batterien        | 3,6 m <sup>2</sup>     |
| Bauwart          | 20,4 m <sup>2</sup>    |
| Elektrowerkstatt | 67,2 m <sup>2</sup>    |
| Flur             | 29,0 m <sup>2</sup>    |
| Haupt Halle      | 1.158,6 m <sup>2</sup> |
| Heizung          | 13,4 m <sup>2</sup>    |
| KFZ-Lager        | 40,2 m <sup>2</sup>    |
| KFZ-Werkstatt    | 149,2 m <sup>2</sup>   |

|                      |                               |
|----------------------|-------------------------------|
| Kanal- u. Wasserbau  | 136,2 m <sup>2</sup>          |
| Lacke u. Farben      | 4,5 m <sup>2</sup>            |
| Magazin              | 67,7 m <sup>2</sup>           |
| Personalraum         | 65,6 m <sup>2</sup>           |
| Schilderwerkstatt    | 66,7 m <sup>2</sup>           |
| Schlosserei          | 140,3 m <sup>2</sup>          |
| Straßenbau           | 140,7 m <sup>2</sup>          |
| Techn. Leiter        | 19,8 m <sup>2</sup>           |
| Trockenraum          | 16,6 m <sup>2</sup>           |
| Umkleiden            | 23,6 m <sup>2</sup>           |
| Verwaltung           | 18,4 m <sup>2</sup>           |
| WC                   | 2,4 m <sup>2</sup>            |
| WC Gast              | 2,6 m <sup>2</sup>            |
| WC Personal          | 7,9 m <sup>2</sup>            |
| Wasch u. Lackierraum | 60,6 m <sup>2</sup>           |
| Waschraum            | 27,6 m <sup>2</sup>           |
| Öle Fette            | 5,3 m <sup>2</sup>            |
| <b>Gesamt:</b>       | <b>2.288,10 m<sup>2</sup></b> |

#### **Nutzung des Betriebshofes:**

Die Nutzung pro Woche ist mit 5 Tagen zwischen 8 und 9 Stunden/d zu berücksichtigen. Der Betriebshof wird ganzjährig genutzt.

## **2. Bestandsaufnahme Wärmeversorgungs- und Lüftungstechnik**

### **2.1 Wärmeversorgungstechnik**

#### **2.1.1 Zentrale**

Die Wärme wird über einen Niedertemperatur- Heizkessel Vissmann Paromat mit einem Warmwasser- Speicher-ET Typ 13057-51, Leistung 291 – 349 kW, Baujahr 1977 sichergestellt. Der Warmwasserspeicher, unten liegend, hat ein Volumen von 640 Liter, Werkstoff Edelstahl. Befeuert wird der Kessel über ein Öl- Gebläse- Brenner. Eine Druckhaltung ist installiert in Form eines Ausdehnungsgefäßes Reflex N 300. Der Abgasdurchmesser beträgt ca. 250 mm. Neben dem Abgasleitungsschacht ist ein Abluftschacht für den Heizraum vorhanden. Der freie Querschnitt der Verbrennungsluftversorgung ist zu klein bemessen und müsste bei der jetzigen Ölheizung mindestens 300 x 300 mm betragen.

Folgende statischen Heizkreise sind in der Energiezentrale vorhanden:

Heizkreis 1: Lufterhitzer,  
Nennweite DN 80, 3-Wege- Ventil DN 50, Umwälzpumpe Wilo/ P65125 R

Heizkreis 2: Lüftung I,  
Nennweite DN 50, kein 3-Wege-Ventil, Umwälzpumpe Grundfos/ UPS 50-60

Heizkreis 3: Radiatoren  
Nennweite DN 32, 3-Wege-Ventil, Ventil Landis & Stefa DN 32, Umwälzpumpe  
Grundfos/ UPS 25-60

Heizkreis 4 Fußbodenheizung:  
Nennweite DN 25, 3-Wege-Ventil Landis & Stefa DN 25, Umwälzpumpe  
Grundfos /UP 50-75R

Verteilereinspeisung Kessel DN 80, Zubringerpumpe UPS 80-30F

#### **2.1.2 Öltank ( Außenbereich)**

Der Öltank befindet sich im Außenbereich als Erdtankanlage. Es steht eine Öltanküberprüfung an.

#### **2.1.3 Büro- Sozialtrakt**

Die statischen Heizflächen im Büro- und Sozialtrakt haben neue Wärmeverteilungen. Sämtliche Radiatoren und Gliederheizkörper haben Thermostatventile. Möglichkeiten zum hydraulischen Abgleich sind nicht vorhanden.

Der Wärmeverteiler der Fußbodenheizung im Sozialtrakt ist älterer Bauart. Die Fußbodenheizungsleitungen sind vermutlich nicht dampfdiffusionsdicht. Die Fußbodenheizung wurde zwischenzeitlich außer Betrieb genommen wurde.

#### **2.1.4 Fahrzeug- und Maschinenhalle**

Die Halle wird über Umluftheizer, Fabrikat GA Happel, insgesamt 5 Stück, beheizt.

#### **2.1.5 Werkstattbereiche**

Die Werkstattbereiche werden über statische Heizflächen beheizt. An den Heizkörpern fehlen Thermostatventile und Möglichkeiten zum hydraulischen Abgleich.

## **2.2 Lüftungstechnik**

### **2.2.1 Büro- Sozialtrakt**

Eine Lüftungstechnische Anlage für die Dusch- und Umkleidebereiche existiert nicht. Die Be- und Entlüftung der Nassräume, sowie der Büroräume erfolgt über Fensterlüftung

### **2.2.2 Fahrzeug- und Maschinenhalle**

Für die geschlossene Fahrzeug- und Maschinenhalle ist eine Lüftungstechnische Anlage gemäß Garagen-VO installiert. Das Typenschild am Lüftungsgerät ist nicht erkennbar. Für Volumenstrombestimmung des Gerätes wurde zuluftseitig eine Kanalabmessung 570 x 570 mm aufgenommen. Das 3-Wege-Ventil des Lüftungsgerätes ist als Verteilventil in der Nenngröße DN 40 ausgeführt.

Zu- und Abluftventilator sind mit zwei Leistungsstufen ausgestattet. Die Lüftungsanlage selbst wird über eine Gaswarnanlage CO gesteuert. Die CO-Warnanlage muss so beschaffen sein, dass ein CO-Gehalt von weniger als 250 ppm eingehalten werden kann.

Die CO- Warnanlage ist Fabrikat Drägerwerk AG Lübeck, CO-Messer AK 2 sowie Gas-Selektor SV. Weiterhin ist eine entsprechende Regelung der Zu- und Abluftanlage über Raumtemperatur verbaut.

Die Zuluftanlage und die Abluftanlage der Halle sind über ein KVS-System (Kreislauf- Verbund- System) verbunden, sodass eine Wärmerückgewinnung im geringen Umfang zurzeit schon stattfindet.

### **2.2.3 Werkstattbereiche**

Im Batterielageraum fehlt eine ordnungsgemäße Be- und Entlüftung. Gleiches gilt für das Öl-/ Benzinlager.

Im Kfz-Werkstattbereich sind ein Urinal, sowie ein Waschbecken installiert mit einer natürlichen Einzelraumtluftung über eine Kernbohrung.

## **2.3 Energiebedarf**

Der nachfolgende Energiebedarf des Baubetriebshofs wurde für die Jahre 2013 bis 2015 ermittelt:

#### Heizöllieferungen 2013-2015

| Liefermenge (Liter) | Verbrauch (Liter)                  | Jahr |
|---------------------|------------------------------------|------|
|                     | durch Messung Tankinhalt U. Kauven |      |
| 42.537              | 39.337                             | 2013 |
| 32.341              | 28.741                             | 2014 |
| 36.654              | 34.654                             | 2015 |

#### Stromverbrauch 2013-2015

|                        |      | Vorh. PV-Anlage        |
|------------------------|------|------------------------|
| Verbrauch (Kwh)        | Jahr | Einspeisung (kwh)      |
| durch interne Ablesung |      | durch interne Ablesung |
| 36.413                 | 2013 | 29.414                 |
| 35.118                 | 2014 | 31.595                 |
| 37.304                 | 2015 | 33.062                 |

#### 2.4 Biomasse- städtisches Holz

Im Bauhofbetrieb fällt aus eigenen Tätigkeiten Biomasse in Form von Holz an. Dieses wird zurzeit verkauft. Weiterer Verkauf von Holz aus städtischen Wäldern wird durch die Forstbetriebsgemeinschaft durchgeführt. Aus den Unterlagen sind folgende Holzerträge, welche ggf. zur Beheizung des Gebäudes zur Verfügung stehen, zu berücksichtigen:

- in 2012: 289 Festmeter Brennholz, sowie Fichte/Kiefer (Industrieholz)  
– Erlös 9.135,94 Euro : 31,61 €/Festmeter
- in 2013: 342 Festmeter Pappel/Birke/Kiefer (Industrieholz)  
– Erlös 4.600,18 Euro : 13,45 €/Festmeter
- in 2014: 234 Festmeter Fichte/Kiefer  
– Erlös 12.985,58 Euro : 55,50 €/Festmeter
- in 2015: 313 Festmeter Kiefer (Industrieholz)  
– Erlös 8.521,56 Euro : 27,23 €/Festmeter

**Erlös- Gesamtdurchschnitt über vier Jahre: 31,95 €/ Festmeter**

Zur Bereitstellung der Biomasse müssen die Holzerträge durch einen Lohnunternehmer zu Hackschnitzel verarbeitet werden. Die Kosten hierzu werden mit 6,00 €/Festmeter abgeschätzt, sodaß die Kosten der Biomasse mit

**Kosten Biomasse: 37,95 €/ Festmeter**

in der weiteren Betrachtung angesetzt werden. Die in der Energiestudie berücksichtigten Parameter für die Bewertung der Biomasse sind in der Anlage 1 aufgeführt.

## **2.5 PV- Anlage ( Solarstromanlage)**

Die Solarstromanlage ist auf dem Hallendach montiert. Förderungsbedingt wird der gesamte Stromertrag in das öffentliche Netz eingespeist und vergütet. Eine weitere Betrachtung in der Konzeptstudie für die wärmeversorgungs- und Lüftungstechnik finden aus diesem Grund nicht weiter statt.

### **3. Beurteilung der Bestandsanlagen**

#### **3.1 Wärmeversorgungstechnik**

Die Beheizung des Baubetriebshofs wird über einen Öl- Kessel mit einem Alter von 39 Jahren sichergestellt. Sämtliche wärmeversorgungstechnischen Einrichtungen in der Heizzentrale sind technisch abgängig. Es besteht eine zeitnahe Ausfallgefahr der wärmeversorgungstechnischen Anlagen.

Am 16.10.2013 hat die Bundesregierung die EnEV 2014 mit allen vom Bundesrat geforderten Auflagen beschlossen. Sie ist am 01.05.2014 in Kraft getreten. Eine hieraus resultierende Änderung der Heizungsanlagen ist: Austausch alter Heizkessel, so genannte Konstant- Temperaturkessel, die älter als 30 Jahre sind. Der hier vorhandene Niedertemperaturkessel ist älter als 30 Jahre, fällt unter die im § 10 (1) letzter Absatz aufgeführte Sonderregelung, die einen Austausch gesetzlich nicht vorschreibt.

Eine entsprechend der EnEV gesetzlich vorgeschriebenen Wärmedämmung an den Wärmeverteilanlagen (Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen) fehlt vollständig. Hier besteht entsprechend der ENEV § 10 (2) seit dem 01.05.2014 eine Nachrüstpflicht.

Eine hygienische Warmwasserbereitung ist mit dem liegenden, zu groß dimensionierten Warmwasserspeicher, nicht möglich. Das Leitungsnetz der Trinkwasseranlage entspricht nicht den einschlägigen Vorschriften zur Trinkwasserhygiene. Die Betreiber von Trinkwasser- Installationen, in denen sich eine Großanlage zur Trinkwassererwärmung (größer 400 ltr.) befindet, müssen entsprechend der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) das Trinkwasser routinemäßig alle drei Jahre untersuchen lassen.

Der im Erdreich eingelassene Öltank ist ebenfalls in einem Alter von ca. 39 Jahren. Eine Überprüfung der 1/3 Auskleidung (Beschichtung im unteren Drittel des Tanks) ist erforderlich.

An den statischen Heizflächen fehlen Thermostatventile, sowie Armaturen zum gesetzlich vorgeschriebenen hydraulischen Abgleich.

Die verbauten Heizungs- Umwälzpumpen sind veraltet und haben einen ca. um das 10-fach zu hohen Energiebedarf.

Eine allumfassende Sanierung der Wärmeerzeugung und Teilsanierung der Wärmeverteilung ist zur Aufrechterhaltung des Betriebes Bauhof erforderlich.

## **3.2 Lüftungstechnik**

### **3.2.1 Büro- Sozialtrakt**

Eine lüftungstechnische Anlage für die Dusch- und Umkleibereiche existiert nicht. Für eine kontrollierte Feuchteregelung zur Vermeidung von Feuchteschäden ist eine Lüftungstechnische Anlage mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung erforderlich.

### **3.2.2. Fahrzeug- und Maschinenhalle**

Die lüftungstechnische Anlage der Fahrzeug- und Maschinenhalle, entsprechend der Garagenverordnung GarVO vorgeschrieben, ist ca. 30 Jahre alt, technisch und optisch in einem sehr schlechten Zustand. Ein ordnungsgemäßer Betrieb konnte nicht festgestellt werden.

Gemäß Bestandsaufnahme sind an der lüftungstechnischen Anlage der Fahrzeug- und Maschinenhalle folgende wesentlichen Mängel festzustellen:

- Druckdosen-Luftstromüberwachung defekt
- schlechter Wirkungsgrad des KVS-Systems
- Frostschutzsohle (zurzeit nicht in Betrieb)
- Zuluftregelung regelt die Temperatur nur sehr ungenau
- Außenluft- und Fortlufthauben sind verrostet und undicht
- Dämmung im Gerät löst sich von der Gerätewand
- Potentialausgleichbrücken fehlen
- CO-Warnanlage ist defekt.

Eine Sanierung der gesetzlich vorgeschriebenen lüftungstechnischen Anlage ist durchzuführen.

### **3.2.3. Werkstattbereiche**

Im Batterielageraum, sowie im Lagerraum für Lacke und Farben fehlen die baurechtlich geforderten Be- und Entlüftungsanlagen. Das WC im Kfz-Werkstattbereich ist mit einer maschinellen Entlüftung, einschl. Nachströmmöglichkeit auszustatten.

#### 4. Instandsetzungsbedarf

In der folgenden Tabelle werden Vor- und Nachteile der verschiedenen Heizungssysteme qualitativ dargestellt. Bei der Bewertung handelt es sich um allgemeine Erfahrungswerte, die eine erste Orientierung geben können, doch stark von den örtlichen Gegebenheiten abhängen können.

| ■ Variante                                                               | Energieträger            | Wirtschaftlichkeit | Ökologie | Komfort | Platzbedarf<br>(mit Tank) |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------|----------|---------|---------------------------|
| Nachtspeicherheizung                                                     | Strom                    | --                 | --       | -       | o                         |
| Tieftemperaturheizung                                                    | Heizöl                   | ++                 | o        | +       | -                         |
| Niedertemperaturheizung                                                  | Heizöl                   | +                  | o        | +       | -                         |
| Brennwertheizung                                                         | Heizöl                   | ++                 | +        | +       | -                         |
| Niedertemperaturheizung                                                  | Flüssiggas               | +                  | o        | ++      | -                         |
| Brennwertheizung                                                         | Flüssiggas               | ++                 | +        | ++      | -                         |
| Niedertemperaturheizung                                                  | Erdgas                   | +                  | o        | ++      | +                         |
| Brennwertheizung                                                         | Erdgas                   | ++                 | +        | ++      | +                         |
| Elektrische Wärmepumpe                                                   | Strom-Umwandlungswärme   | o                  | o        | ++      | o                         |
| Holzpelletsheizung                                                       | Holzpellets (Presslinge) | +                  | ++       | ++      | -                         |
| Holzvergaserkessel                                                       | Holzschelte              | o                  | ++       | +       | -                         |
| Fernwärmeanschluss                                                       | Fernwärme                | +                  | +        | ++      | ++                        |
| Blockheizkraftwerk (BHKW)                                                | Heizöl                   | +                  | ++       | +       | -                         |
| Blockheizkraftwerk (BHKW)                                                | Flüssiggas               | +                  | ++       | +       | -                         |
| Blockheizkraftwerk (BHKW)                                                | Erdgas                   | +                  | ++       | +       | +                         |
| Solarunterstützung                                                       | Sonnenenergie            | -                  | ++       | -       | -                         |
| Bewertung: ++ sehr gut, + gut, o neutral, - ungünstig, -- sehr ungünstig |                          |                    |          |         |                           |

Übersicht zu den Vor- und Nachteilen verschiedener Heizungssystemen

Die nachfolgende Tabelle zeigt die qualitativen Unterschiede zwischen Erdgas-, Heizöl- und Holz befeuerten Anlagen.

|                                        | Stückholzfeuerung                                          | Pellet Feuerung                                                                    | Hackschnitzelfeuerung                                                              | Erdgasheizung            | Ölheizung                                                      |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Anlagenkosten                          | mittel                                                     | hoch                                                                               | sehr hoch                                                                          | niedrig                  | mittel                                                         |
| Brennstoffkosten                       | gering                                                     | mittel                                                                             | gering                                                                             | hoch                     | hoch                                                           |
| Brennstoffraumbedarf                   | mittel                                                     | mittel<br>bis<br>hoch                                                              | hoch<br>bis<br>sehr hoch                                                           | entfällt                 | mittel<br>bis<br>hoch                                          |
| Bedienungsaufwand                      | hoch                                                       | gering                                                                             | gering                                                                             | sehr<br>gering           | gering                                                         |
| Automatisierungsgrad                   | Lagerhaltung                                               | Lagerhaltung                                                                       | Lagerhaltung                                                                       | voll<br>auto-<br>matisch | Lagerhaltung                                                   |
|                                        | 1-3 mal<br>täglich<br>nachlegen<br><br>Betrieb<br>von Hand | Befüllung<br>1-2 mal<br>jährlich<br><br>Betrieb<br>automatisch                     | Befüllung<br>2-10 mal<br>jährlich<br><br>Betrieb<br>automatisch                    |                          | Befüllung<br>1-2 mal<br>jährlich<br><br>Betrieb<br>automatisch |
| Entaschung                             | manuell<br><br>(täglich)                                   | Vollautomatisch<br>( auf Wunsch )<br><br>Halbautomatisch<br>(1-2 mal<br>die Woche) | Vollautomatisch<br>( auf Wunsch )<br><br>Halbautomatisch<br>(1-2 mal<br>die Woche) | entfällt                 | entfällt                                                       |
| Wartung / Reinigung<br>/Instandhaltung | gering                                                     | gering                                                                             | gering                                                                             | sehr<br>gering           | gering                                                         |

Qualitative Unterschiede zwischen Holzheizungen und konventionellen Heizsystemen

Die Energieeinsparverordnung (EnEV) (aktuelle Fassung) fordert die Begrenzung der Wärmeabgabe der Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen. Die Energieeinsparverordnung ersetzt die bisherige Heizungsanlagen- Verordnung (HeizAnLV) und die Wärmeschutzverordnung (WSchVO).

Beim Neubau und bei der Modernisierung- oder Sanierung von Wärmeleitverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie deren Armaturen in Gebäuden sind die Dämmvorschriften nach der Energieeinsparverordnung (EnEV) (aktuelle Fassung) zu beachten.

| Mindest-Dämm Anforderung | Zeile | Art der Leitungen/Armaturen                                                                                                                                                     | Mindestdicke der Dämmschicht, bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,035 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ |
|--------------------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 100 %                    | 1     | Innendurchmesser bis 22 mm                                                                                                                                                      | 20 mm                                                                                                                |
| 100 %                    | 2     | Innendurchmesser über 22 mm bis 35 mm                                                                                                                                           | 30 mm                                                                                                                |
| 100 %                    | 3     | Innendurchmesser über 30 mm bis 100 mm                                                                                                                                          | gleich Innendurchmesser                                                                                              |
| 100 %                    | 4     | Innendurchmesser über 100 mm                                                                                                                                                    | 100 mm                                                                                                               |
| 50 %                     | 5     | Leitungen und Armaturen nach den Zeilen 1 bis 4 in Wand- und Deckendurchbrüchen, im Kreuzungsbereich von Leitungen, an Leitungsverbindungsstellen, bei zentralen Netzverteilern | die Hälfte der Anforderungen der Zeilen 1 bis 4                                                                      |
| 50 %                     | 6     | Leitungen von Zentralheizungen nach den Zeilen 1 bis 4, die nach Inkrafttreten dieser Verordnung in Bauteilen zwischen beheizten Räumen verschiedener Nutzer verlegt werden     | die Hälfte der Anforderungen der Zeilen 1 bis 4                                                                      |
| 6 mm                     | 7     | Leitungen nach Zeile 6 im Fußbodenaufbau                                                                                                                                        | 6 mm                                                                                                                 |

**Wärmedämmung von Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen**

Der Instandsetzungsbedarf wird anhand von Varianten auf Investitionsbedarf und Wirtschaftlichkeit untersucht. Nachfolgende Varianten werden im Weiteren näher betrachtet:

### **Wärmeversorgungstechnik**

- Wärmeerzeugung und Warmwasserbereitung
  - Variante 1- Konventionell
  - Variante 2- mit Biomasse
  - Variante 3- KWK
  - Variante 4- Erdsonde/ Wasser- Gas- Wärmepumpe
  - Variante 5- Luft/ Wasser- Gas- Wärmepumpe
- Wärmeverteilung Bürokomplex
- Wärmeverteilung Werkstatt
- Wärmeverteilung Hallenkomplex
  - Variante 1- Konventionell
  - Variante 2- Deckenstrahlplatten
  - Variante 3- Dunkelstrahler
- Warmwasserbereitung

### **Lüftungstechnik**

- Anlage 1: Zu- und Abluftanlage KFZ- Hallenkomplex, einschl. CO- Warnanlage
- Anlage 2: Zu- und Abluftanlage Dusch- und Umkleieräume
- Anlage 3: Zu- und Abluftanlage Batterieraum
- Anlage 4: Absaugung Lacke und Farben
- Sonstige Anlagen, Brandschutzklappen, Lüftungsbauwerke

### **Messen/ Steuern/ Regeln (MSR)**

- MSR Wärmeversorgungstechnik
- MSR Lüftungstechnik

## **Elektrotechnik**

- Solarstromanlage (Dach Verwaltung für Wärme-/ Lüftungsanlagen)

Die einzeln ermittelten Investitionskosten (netto) der technischen Anlagen und Varianten werden nachfolgend zusammenfassend aufgezeigt.

### **4.1 Wärmeversorgungstechnik**

#### **4.1.1. Wärmeerzeugung in den Varianten:**

##### *Variante 1- Konventionell*

Demontagen, Gas-Wandheizgerät Brennwert, 3 er- Kaskade einschl. hydraulischer Weiche, bis 350 KW mit Abgassystem über Dach, Hausanschluß Gas und Anschluß an Gasleitung, Gasarmaturen, Armaturen, Kesselsteuerung und Elektroinstallation

53.000,00 €

##### *Variante 2- mit Biomasse ( Hackschnitzel)*

*Die zur Verfügung stehende Biomasse wird in Form von Hackschnitzeln verheizt. Die Brennstofflagerung erfolgt unter Dach, teilweise unter Vlies bzw. Folie oder offen im Freien. Die Austragung des Brennstoffs aus dem Hackschnitzellager erfolgt durch Schnecken oder Schubböden, die Zuführung zur Brennkammer erfolgt in der Regel über Schneckenförderer.*

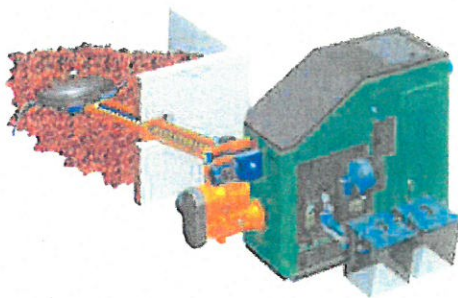


Bild: Hackschnitzelheizung

*Für den Einbau und den Betrieb einer Hackschnitzelanlage sind Bauliche Voraussetzungen für*

- *Wärmeerzeugung- und Verteilung*
- *Brennstoffherstellung und Lagerung (innen und außen)*

zu schaffen.

Folgende Punkte sind bei der eventuellen Nutzung der Biomasse zu berücksichtigen:

- Brennstoffvolumen für einen Jahresbedarf Hackschnitzel beträgt ca. 560 m<sup>3</sup> bis 760 m<sup>3</sup>. Das Lager sollte den Brennstoff für ca. 3 Monate aufnehmen können. Die Lagergröße wird abgeschätzt mit 250 m<sup>3</sup>. Eine Grundfläche von ca. 100 m<sup>2</sup> ist demnach zu berücksichtigen.
- Die Hackschnitzelherstellung erfolgt mit externem Dienstleister, bzw. eigene Häckselmaschinen. Auch hierfür ist im Außenbereich eine Fläche für Zwischenlagerung und Verarbeitung von ca. 200 m<sup>2</sup> zu berücksichtigen.
- Die oben beschriebenen Flächen im Gebäude und im Außenbereich stehen für eine anderweitigen Nutzung nicht mehr zur Verfügung.
- Bauliche Maßnahmen, einschl. Zufahrt zum Brennstofflager sind zu berücksichtigen.

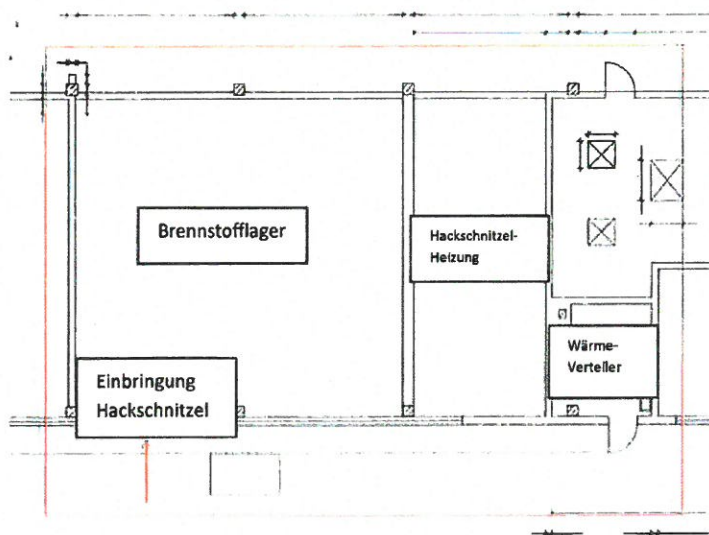


Bild: abgeschätzter Flächenbedarf in der Halle für Lager/ Hackschnitzel-Heizzentrale

Demontagen, Heizkessel für Hackschnitzel, Gesamtleistung bis 350 kW, mit Abgassystem über Dach, einschl. Raumaustragung, Pufferspeicher, Armaturen, Schaltschrank, Kesselsteuerung und Elektroinstallation, Heizenergielagererraum

112.000,00 €

### Variante 3- KWK ( Kraft-Wärme-Kopplung)

*Ein Blockheizkraftwerk (BHKW) ist eine modular aufgebaute Anlage zur Gewinnung elektrischer Energie und Wärme, die vorzugsweise am Ort des Wärmeverbrauchs betrieben wird. Sie nutzt dafür das Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung.*



Bild: Kompakt- BHKW

*Zur Bemessung eines BHKW wird eine geordnete Jahresdauerlinie des Wärmeenergiebedarfs, bzw. der Wärmelast herangezogen.*

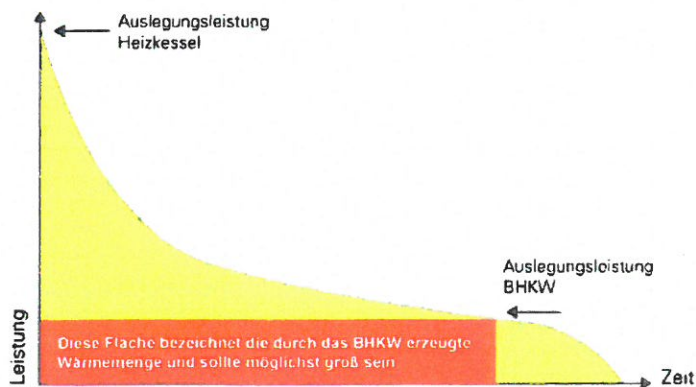


Bild: geordnete Jahresdauerlinie

*Die rote Fläche zeigt die durch das BHKW erzeugte Energie. Die gelbe Fläche muss durch einen zusätzlichen Spitzenlastkessel ergänzt werden.*

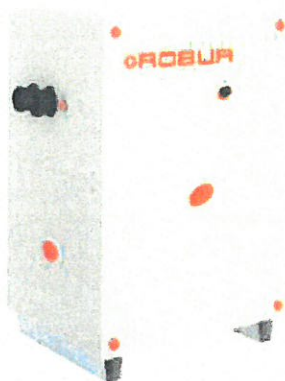


Demontagen, Blockheizkraftwerk (BHKW) Spitzenlast Gas-  
Brennwert- Wandheizgeräte 2er- Kaskade, Gesamtleistung  
bis 350 kW, einschl. Pufferspeicher, hydraulischer Weiche,  
mit Abgassystemen über Dach, Anschluß an vorh. Gasleitung,  
Gasarmaturen, Armaturen, BHKW- und Kesselsteuerung,  
Elektroinstallation

105.000,00 €

#### **Variante 4- Geothermie/ Wärmepumpe**

*Bei erdgasbetriebenen Geothermie- Wärmepumpen (Gas-Absorptions-Wärmepumpen) kommen ca. 45 Prozent der Heizleistung aus der Umwelt durch den Einsatz von Sole und können jährlich in den Verbrauchskosten gespart werden.*



**Bild: Gas- Absorptions- Wärmepumpen Geothermie Sole/ Wasser**

**Demontagen, Gas- Wärmepumpe, Sondenbohrungen, Spitzenlast Gas- Brennwert- Wandheizgerät, Gesamtleistung bis 350 kW, einschl. Pufferspeicher, hydraulischer Weiche, mit Abgassystemen über Dach, Anschluß an vorh. Gasleitung, Gasarmaturen, Armaturen, Wärmepumpen- und Kesselsteuerung, Elektroinstallation**

**102.500,00 €**

#### *Variante 5- Luft/ Wasser- Wärmepumpe*

*Bei erdgasbetriebenen Luft/ Wasser Wärmepumpen (Gas-Absorptions- Wärmepumpen) kommen ca. 35 Prozent der Heizleistung aus der Umwelt durch den Einsatz von Luft und können jährlich in den Verbrauchskosten gespart werden.*

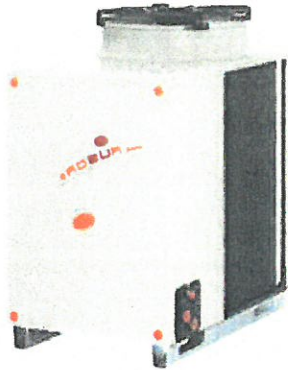


Bild: Gas- Absorptions- Wärmepumpen Luft/ Wasser

Demontagen, Gas- Wärmepumpe, Sondenbohrungen, Spitzenlast Gas- Brennwert- Wandheizgerät, Gesamtleistung bis 350 kW, einschl. Pufferspeicher, hydraulischer Weiche, mit Abgassystemen über Dach, Anschluß an vorh. Gasleitung, Gasarmaturen, Armaturen, Wärmepumpen- und Kesselsteuerung, Elektroinstallation

85.000,00 €

#### **4.1.2 Wärmeverteilung Bürokomplex, Werkstatt**

Wärmeverteiler und Sammler einschl. Rohrleitungen  
Armaturen, Thermo- und Manometer, Pumpenanschlüsse  
an die vorhandenen Heizleitungen, Druckhaltung und  
Wasseraufbereitung, Teilaustausch stat. Heizflächen,  
hydraulischer Abgleich Plattenheizkörper fertig  
lackiert gemäß Heizlastberechnung, Thermostate  
einschließlich Umbau der Vor- und Rücklauf-  
leitungen, Rücklaufabsperungen mit Voreinstellung,

60.000,00 €

#### 4.1.3 Wärmeverteilung Hallenkomplex in den Varianten

*Variante 1-* Konventionell Umluftheizer mit Warmluft-Rückführung/ Türluftschleier



Bild: Umluftheizer

Umluftheizer zur Wandmontage mit Warmluft-Rückführung, einschl. Rohrleitungen, Armaturen, Wärmedämmung, Thermo- und Manometer, Pumpenanschlüsse an die vorhandenen Heizleitungen

45.000,00 €

*Variante 2- Deckenstrahlplatten*



Bild: Deckenstrahlplatten

Deckenstrahlplatten fertig lackiert gemäß Heizlastberechnung, Aufhängungen, Entleerungs- und Füllrichtungen, Wassermengen- Reguliereinheit, Gerüststellung, einschl. Rohrleitungen, Wärmedämmung, Armaturen, Thermo- und Manometer, Pumpenanschlüsse

80.000,00 €

### **Variante 3- Dunkelstrahler**



Bild: Dunkelstrahler

Dunkelstrahler, einschl. Gas- und Abgasanlagen, Steuerung

50.000,00 €

### **4.1.4 Warmwasserbereitung**

Demontagearbeiten, Warmwasserbereitung  
im Durchlaufspeichersystem bestehend aus Wärmetauscher,  
Warmwasserspeicher, einschl. Rohrleitungen, Armaturen,  
Thermo- und Manometer, Pumpen Anschlüsse an die vorhandenen  
Heiz- und Bauchwasserleitungen

25.000,00 €

## **4.2 Lüftungstechnik**

4.2.1 Zu- und Abluftanlage KFZ- Hallenkomplex mit CO- Warnanlage  
Kombinierte Zu- und Abluftanlage mit WRG, Kanalsystem,  
Luftansaug- und Ausblasbauwerke, Kanalisolierung  
Mineralwolle alukaschiert nicht brennbar

77.000,00 €

4.2.2 Zu- und Abluftanlage Dusch- und Umkleideräume  
Kombinierte Zu- und Abluftanlage mit WRG, Kanalsystem,  
Luftansaug- und Ausblasbauwerke, Kanalisolierung  
Mineralwolle alukaschiert nicht brennbar

20.000,00 €

4.2.3 Zu- und Abluftanlage Batterieraum  
Kombinierte Zu- und Abluftanlage mit WRG, Kanalsystem,  
Luftansaug- und Ausblasbauwerke, Kanalisolierung  
Mineralwolle alukaschiert nicht brennbar

8.000,00 €

4.2.4 Absaugung Lacke und Farben  
Kombinierte Zu- und Abluftanlage mit WRG, Kanalsystem,  
Luftansaug- und Ausblasbauwerke, Kanalisolierung  
Mineralwolle alukaschiert nicht brennbar

8.000,00 €

4.2.5 Demontagen, sonstige Anlagen, Brandschutzklappen,  
Lüftungsbauwerke

15.000,00 €

## **4.3 Messen/ Steuern/ Regeln (MSR)**

4.3.1 MSR Wärmeversorgungstechnik  
DDC- Regelanlage Anteil Heizung einschl. Schaltschrank mit  
Elektroinstallation zwischen Schaltschrank und den heizungs-  
technischen Geräten für  
Wärmeerzeugung/ WWB  
Heizkreise  
1.stat. Heizflächen Büro  
2.Deckenstrahlplatten Werkstätten  
3.RLT Duschen/ Umkleiden  
4.RLT Halle  
5.RLT Batterieraum  
6.Reserve

25.000,00 €

4.3.2 MSR Lüftungstechnik  
DDC- Regelanlage Anteil Lüftung einschl. Schaltschrank mit

Elektroinstallation zwischen Schaltschrank und den Lüftungstechnischen Geräten.

RLT Duschen/ Umkleiden

RLT Halle ( mit CO- Warnanlage)

RLT Batterieraum

RLT WC- Räume Büro/ Werkstätten

Reserve

35.000,00 €

#### **4.4 Elektrotechnik**

Solarstromanlage auf dem Dach Verwaltung

Energiebedarf der Wärme-/ Lüftungsanlagen

Solarstromanlage (Dachfläche ca. 25 x 11 m)

mit ca. 9,50 kWp, einschl. Wechselrichter,

Solarleitungen, Aufdachmontagesystem, Inbetriebnahme,

Ausfertigung aller Dokumente für den Netzbetreiber,

Anlagendokumentation, Potentialausgleich inkl. Übergänge und

Befestigung

15.000,00 €

## 5. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Varianten

### 5.1 Wärmeerzeugung

Entsprechend dem Heizkostenvergleich sind in den einzelnen Varianten folgende Energie- und Investitionskosten (netto) zu erwarten:

|                                                                                                | <b>Jährliche<br/>Energiekosten<br/>gesamt</b> | <b>einmalige<br/>Investition<br/>gesamt</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------|
| <b>Basis</b>                                                                                   |                                               |                                             |
| Bestandsanlage Öl-Kessel<br>34.111 ltr/a                                                       | 19.885,00 €/a                                 | 57.500,00 €                                 |
| <b>Gesamt</b>                                                                                  | <u>19.885,00 €/a</u>                          |                                             |
| <b>Variante 1</b>                                                                              |                                               |                                             |
| Gas- Brennwertkessel- Kessel<br>327.331 kWh/a                                                  | 11.446,00 €/a                                 | 53.000,00 €                                 |
| <b>Gesamt</b>                                                                                  | <u>11.446,00 €/a</u>                          |                                             |
| <b>Variante 2</b>                                                                              |                                               |                                             |
| Hackschnitzelanlage<br>91.027 Kg/a (ca. 116 FM Holz)                                           | 4.583,00 €/a                                  | 112.000,00 €                                |
| <b>Gesamt</b><br>(Energiekosten = Entfall Verkauf Holz/<br>und Hackschnitzelherstellung)       | <u>4.583,00 €/a</u>                           |                                             |
| <b>Variante 3</b>                                                                              |                                               |                                             |
| KWK und Spitzenlast-<br>Gas- Brennwertkessel- Kessel<br>432.077 kWh/a                          | 15.123,00 €/a                                 | 105.000,00 €                                |
| Stromerzeugung/ Steuererstattung ca.                                                           | - 7.440,00 €/a                                |                                             |
| <b>Gesamt</b>                                                                                  | <u>7.683,00 €/a</u>                           |                                             |
| <b>Variante 4</b>                                                                              |                                               |                                             |
| Gas- Sole-Wasser- Wärmepumpe und<br>Spitzenlast- Gas- Brennwertkessel- Kessel<br>243.652 kWh/a | 8.158,00 €/a                                  | 102.500,00 €                                |
| <b>Gesamt</b>                                                                                  | <u>8.158,00 €/a</u>                           |                                             |

**Variante 5**

Gas- Luft-Wasser- Wärmepumpe und  
Spitzenlast- Gas- Brennwertkessel- Kessel  
243.652 kWh/a

85.000,00 €

8.768,00 €/a

Gesamt

---

8.768,00 €/a

In der Anlage 1 wird eine detaillierte Zusammenfassung des Heizkostenvergleiches dargestellt.

## 5.2 Wärmeverteilung Hallenkomplex

Nachfolgend werden die Investitionen, sowie die zu erwartenden Energiekosten für die unterschiedlichen Varianten der Wärmeverteilung für die Halle aufgezeigt. Grundlage sind die Bewertung nach DIN V 18599-5 (2007-02), der Simulation im Rahmen der GAEEH-Studie und den bereits vorab eingereichten Vorschlägen zur Veränderung der DIN V 18599 in Vorbereitung der EnEV 2012.

|                                                                          | Jährliche<br>Energiekosten<br>gesamt | einmalige<br>Investition<br>gesamt |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| <b>Basis</b>                                                             |                                      |                                    |
| Bestand Konventionell Umluftheizer                                       |                                      |                                    |
| 224.100 kWh (Gas 3,43 Cent/kWh)                                          | 7.686,63 €/a                         |                                    |
| Gesamt                                                                   | 7.686,63 €/a                         |                                    |
| <b>Variante 1</b>                                                        |                                      |                                    |
| Konventionell Umluftheizer mit Warmluft-<br>Rückführung/ Türluftschleier |                                      | 45.000,00 €                        |
| 149.400 kWh (Gas 3,43 Cent/kWh)                                          | 5.124,42 €/a                         |                                    |
| Gesamt                                                                   | 5.124,42 €/a                         |                                    |
| <b>Variante 2</b>                                                        |                                      |                                    |
| Deckenstrahlplatten                                                      |                                      | 80.000,00 €                        |
| 152.388 kWh (Gas 3,43 Cent/kWh)                                          | 5.226,91 €/a                         |                                    |
| Gesamt                                                                   | 5.226,91 €/a                         |                                    |
| <b>Variante 3</b>                                                        |                                      |                                    |
| Dunkelstrahler (Gas 3,43 Cent/ kWh)                                      |                                      | 50.000,00 €                        |
| 149.400 kWh (Gas 3,43 Cent/kWh)                                          | 5.124,42 €/a                         |                                    |
| Gesamt                                                                   | 5.124,42 €/a                         |                                    |

Alle beschriebenen Systeme liegen deutlich unter dem Wert der vorhandenen Warmluftheizung mit seitlichem Auslass ohne Warmluftrückführung. Aufgrund der geringen Unterschiede in den jährlichen Energiekosten ist die Variante 1 mit Umluftheizer mit Warmluft- Rückführung und Türluftschleier die wirtschaftlichste Variante.

## **6. Investitionszusammenstellung der wirtschaftlichsten Variante**

Ein statischer Vergleich der Varianten (ohne Kapital- und Personalkosten) ist in der nachstehenden Tabelle aufgeführt.

| Variante                                | Gesamtkosten Heizung | Mehrkosten zu Variante 1 | jährl. Ersparnis | stat. Amortisation |
|-----------------------------------------|----------------------|--------------------------|------------------|--------------------|
| Variante 1- Erdgas-Zentralheizung       | 208.000,00 €         | --                       | --               | --                 |
| Variante 2- Hackschnitzel               | 267.000,00 €         | 59.000,00 €              | 6.863,00 €       | 8,6 Jahre          |
| Variante 3- KWK                         | 260.000,00 €         | 52.000,00 €              | 3.763,00 €       | 13,8 Jahre         |
| Variante 4- Gas- Sole-Wasser-Wärmepumpe | 257.500,00 €         | 49.500,00 €              | 3.288,00 €       | 15,1 Jahre         |
| Variante 5- Gas- Luft-Wasser-Wärmepumpe | 240.000,00 €         | 32.000,00 €              | 2.678,00 €       | 11,9 Jahre         |

Entsprechend dem beiliegendem Heizkostenvergleich ist unter Berücksichtigung der **Anschaffungskosten, Energiekosten, jährlichen Kapitalkosten (Zinssatz 1%, Laufzeit 20 Jahre) und Personalkosten** die Variante 5 – Gas- Luft-Wasser-Wärmepumpe die wirtschaftlichste Variante.

Die Gesamtinvestitionskosten werden nachfolgend aufgeführt:

## 6.1 Wärmeerzeugung und Warmwasserbereitung

Variante 5- Luft/ Wasser- Wärmepumpe (ErP-Labeling: A+)

Demontagen, Gas- Wärmepumpe, Sondenbohrungen, Spitzenlast  
Gas- Brennwert- Wandheizgerät, Gesamtleistung bis 350 kW,  
einschl. Pufferspeicher, hydraulischer Weiche, mit Abgassystemen  
über Dach, Anschluß an vorh. Gasleitung, Gasarmaturen,  
Armaturen, Wärmepumpen- und Kesselsteuerung, Elektroinstallation

85.000,00 €

Wärmeverteilung Bürokomplex, Werkstatt  
Wärmeverteiler und Sammler einschl. Rohrleitungen  
Armaturen, Thermo- und Manometer, Pumpenanschlüsse  
an die vorhandenen Heizleitungen, Druckhaltung und  
Wasseraufbereitung, Teilaustausch stat. Heizflächen,  
hydraulischer Abgleich Plattenheizkörper fertig  
lackiert gemäß Heizlastberechnung, Thermostate  
einschließlich Umbau der Vor- und Rücklauf-  
leitungen, Rücklaufabsperungen mit Voreinstellung,

60.000,00 €

Variante 1- Konventionell Umluftheizer mit Warmluft-  
Rückführung/ Türluftschleier

Umluftheizer zur Wandmontage mit Warmluft-  
Rückführung, einschl. Rohrleitungen  
Armaturen, Wärmedämmung, Thermo- und Manometer,  
Pumpenanschlüsse an die vorhandenen Heizleitungen

45.000,00 €

Warmwasserbereitung

Demontagearbeiten, Warmwasserbereitung  
im Durchlaufspeichersystem bestehend aus Wärmetauscher,  
Warmwasserspeicher, einschl. Rohrleitungen, Armaturen,  
Thermo- und Manometer, Pumpen Anschlüsse an die vorhandenen  
Heiz- und Bauchwasserleitungen,

25.000,00 €

Messen/ Steuern/ Regeln (MSR)- Wärmeversorgungstechnik  
DDC- Regelanlage Anteil Heizung einschl. Schaltschrank mit  
Elektroinstallation zwischen Schaltschrank und den heizungs-  
technischen Geräten für Wärmeerzeugung/ WWB und Heizkreise

25.000,00 €

**Gesamt 6.1 Wärmeerzeugung und Warmwasserbereitung**

**netto 240.000,00 €**

## 6.2 Lüftungstechnik

Zu- und Abluftanlage KFZ- Hallenkomplex mit CO- Warnanlage  
Kombinierte Zu- und Abluftanlage mit WRG, Kanalsystem,  
Luftansaug- und Ausblasbauwerke, Kanalisolierung  
Mineralwolle alukaschiert nicht brennbar

77.000,00 €

Zu- und Abluftanlage Dusch- und Umkleideräume  
Kombinierte Zu- und Abluftanlage mit WRG, Kanalsystem,  
Luftansaug- und Ausblasbauwerke, Kanalisolierung  
Mineralwolle alukaschiert nicht brennbar

20.000,00 €

Zu- und Abluftanlage Batterieraum  
Kombinierte Zu- und Abluftanlage mit WRG, Kanalsystem,  
Luftansaug- und Ausblasbauwerke, Kanalisolierung  
Mineralwolle alukaschiert nicht brennbar

8.000,00 €

Absaugung Lagerraum für Lacke und Farben  
Kombinierte Zu- und Abluftanlage mit WRG, Kanalsystem,  
Luftansaug- und Ausblasbauwerke, Kanalisolierung  
Mineralwolle alukaschiert nicht brennbar

8.000,00 €

Demontagen, sonstige Anlagen, Brandschutzklappen,  
Lüftungsbauwerke

*Hinweis: zur Planung/ Bau und Inbetriebsetzung von  
lüftungstechnischen Anlagen in Nichtwohngebäuden ist eine  
brandschutztechnische Stellungnahme erforderlich*

15.000,00 €

MSR Lüftungstechnik

DDC- Regelanlage Anteil Lüftung einschl. Schaltschrank mit  
Elektroinstallation zwischen Schaltschrank und den lüftungs-  
technischen Geräten.

35.000,00 €

**Gesamt 6.2 Lüftungstechnik**

**netto 163.000,00 €**

### 6.3 Elektrotechnik

Solarstromanlage auf dem Dach Verwaltung  
Energiebedarf der Wärme-/ Lüftungsanlagen  
Solarstromanlage (Dachfläche ca. 25 x 11 m)  
mit ca. 9,50 kWp, einschl. Wechselrichter,  
Solarleitungen, Aufdachmontagesystem, Inbetriebnahme,  
Ausfertigung aller Dokumente für den Netzbetreiber,  
Anlagendokumentation, Potentialausgleich inkl. Übergänge und  
Befestigung

15.000,00 €

#### Gesamt 6.3 Elektrotechnik

**netto 15.000,00 €**

### 6.4 Zusammenstellung

#### 1. Wärmeerzeugung und Warmwasserbereitung

Variante 5- Gas- Luft-Wasser-Wärmepumpe

240.000,00 €

#### 2. Lüftungstechnik

163.000,00 €

#### 3. Elektrotechnik

15.000,00 €

#### 4. Ingenieurleistungen mit ca. 22 % von 438.000,00 €

95.000,00 €

#### gesamt Investition energetische Sanierung

**netto 513.000,00 €**

## 7. Schlussbetrachtung

Eine energetische Sanierung/ Modernisierung der wärmeversorgungs- und lüftungstechnischen Anlagen ist baurechtlich (Nachrüstpflicht gemäß ENEC, Trinkwasserverordnung, Garagen- Verordnung) und wirtschaftlich unumgänglich.

Im Klartext ist unter dem Begriff energetische Sanierung/ Modernisierung eine Anpassung an die baurechtlichen Vorgaben, DIN Vorschriften sowie den VDI, VDE-Richtlinien zu verstehen. Kernpunkte für die Sanierung sind:

### **Wärmeversorgungstechnik**

- 39 Jahre alter Ölkessel, in einem technisch bedenklichem Zustand
- Veraltete Wärmeverteilung und Umwälzpumpen
- fehlender hydraulischer Abgleich
- Unvollständige Wärmedämmung des Wärmeverteilnetzes (Nachrüstpflicht gemäß ENEC)
- Trinkwasserhygiene aufgrund der technisch abgängigen Warmwasserbereitung mit Zentralthermostat nicht sichergestellt (TrinkwV)
- veraltete, technisch abgängige regelungstechnische Anlagen

### **Lüftungstechnik**

- veraltete und nicht funktionierende Garagenbe- und Entlüftung, Austausch zwingend nach Garagen-VO vorzunehmen
- fehlende lüftungstechnische Anlagen in Gefahrenlager
- veraltete, technisch abgängige regelungstechnische Anlagen

aufgestellt, Aachen, den 07.10.2016



## Anlage Nr. 1

### Maße und Gewichte

| 1 Raummeter (RM)* | 1 Schütttraummeter (SRM) | 1 Festmeter (FM) | Kilogramm (KG)* |
|-------------------|--------------------------|------------------|-----------------|
| 1,00              | 1,48                     | 0,62             | 484             |

### Holz Brennwerttabelle - zeigt den Brennwert von Holzarten und anderer Brennstoffe im Vergleich - Brennwert Vergleich

| Holzarten/ Brennstoff    | Brennholz<br>Brennwert<br>KWh /rm | Brennholz<br>Brennwert<br>KWh /kg | Zu ersetzende Menge<br>Heizöl Liter/rm |
|--------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------|
| Eichenholz               | 2100                              | 4,2                               | 195                                    |
| Eiche                    |                                   |                                   |                                        |
| Buchenholz               | 2100                              | 4,0                               | 180                                    |
| Buche                    |                                   |                                   |                                        |
| Robinienholz             | 2100                              | 4,1                               | 170                                    |
| Robinie (falsche Akazie) |                                   |                                   |                                        |
| Eschenholz               | 2100                              | 4,1                               | 180                                    |
| Esche                    |                                   |                                   |                                        |
| Kastanienholz            | 2000                              | 4,2                               | 170                                    |
| Kastanie                 |                                   |                                   |                                        |
| Ahornholz                | 1900                              | 4,1                               | 180                                    |
| Ahorn                    |                                   |                                   |                                        |
| Birkenholz               | 1900                              | 4,3                               | 165                                    |
| Birke                    |                                   |                                   |                                        |
| Platanenholz             | 1900                              | 4,2                               | 175                                    |
| Platane                  |                                   |                                   |                                        |
| Ulmenholz                | 1900                              | 4,1                               | 170                                    |
| Ulme                     |                                   |                                   |                                        |
| Kirschholz               | 1800                              | 4,3                               | 170                                    |
| Kirsche                  |                                   |                                   |                                        |
| Lärchenholz              | 1700                              | 4,4                               | 185                                    |
| Lärche                   |                                   |                                   |                                        |
| Kiefernholz              | 1700                              | 4,4                               | 170                                    |
| Kiefer                   |                                   |                                   |                                        |
| Douglasienholz Douglasie | 1700                              | 4,4                               | 170                                    |
| Erlenholz                | 1500                              | 4,1                               | 130                                    |
| Erle                     |                                   |                                   |                                        |
| Lindenholz               | 1500                              | 4,2                               | 130                                    |
| Linde                    |                                   |                                   |                                        |
| Fichtenholz              | 1500                              | 4,5                               | 130                                    |
| Fichte                   |                                   |                                   |                                        |
| Holzarten/ Brennstoff    | Brennholz<br>Brennwert<br>KWh /rm | Brennholz<br>Brennwert<br>KWh /kg | Zu ersetzende Menge<br>Heizöl Liter/rm |
| Tannenholz               | 1400                              | 4,4                               | 125                                    |
| Tanne                    |                                   |                                   |                                        |
| Weidenholz               | 1400                              | 4,1                               | 110                                    |
| Weide                    |                                   |                                   |                                        |
| Pappelholz               | 1200                              | 4,1                               | 100                                    |
| Pappel                   |                                   |                                   |                                        |
| Hackschnitzel            | 900                               | 4,0                               | 80                                     |
| Bambusholz               | ???                               | 4,4                               | ???                                    |
| Bambus                   |                                   |                                   |                                        |
| Holzpellets              |                                   | 4,9                               |                                        |
| Pellets                  |                                   | 4,9                               |                                        |
| Holzbriketts             |                                   | 4,7                               |                                        |
| Stroh                    |                                   | 4,2 - 4,4                         |                                        |
| Papier / Pappe           |                                   | 5,6                               |                                        |
| Braunkohle Briketts      |                                   | 7,5-9,0                           |                                        |
| Kohlebriketts            |                                   |                                   |                                        |
| Steinkohle               |                                   |                                   |                                        |
| Heizöl EL                |                                   | 11,8                              |                                        |
| Biodiesel                |                                   | 10                                |                                        |
| Ethanol                  |                                   | 7,4                               |                                        |

Heizkostenvergleich für: Baubetriebshof  
Hospitalstraße 1, 41844 Wegberg

|   |                             |                  |                |
|---|-----------------------------|------------------|----------------|
|   | Allgemeine Angaben:         |                  |                |
|   | Nutzfläche:                 | 2446 m²          |                |
| 1 | Normwärmebedarf:            | 315,53787 kW     |                |
| 2 | Spezifischer Wärmebedarf:   | 129 W/m²         |                |
| 5 | Jährlicher Heizwärmebedarf: | 324.057 kWh/Jahr | alle Heizungen |

|    |                                                   | Basisvariante- Ölzentral- Heizung | Variante 1- Erdgas- Zentralheizung | Variante 2- Hackschnitzel | Variante 3- KWK | Variante 4- Gas- Sole-Wasser-Wärmepumpe | Variante 5- Gas- Luft-Wasser-Wärmepumpe |
|----|---------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------|-----------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| 6  |                                                   |                                   |                                    |                           |                 |                                         |                                         |
|    | Verbrauchswerte                                   |                                   |                                    |                           |                 |                                         |                                         |
| 7  | Jahresnutzungsgrad                                | 0,95                              | 0,99                               | 0,80                      | 0,75            | 1,40                                    | 1,30                                    |
| 8  | Heizwerte je Einheit                              | 10 kWh/l                          | 1 kWh/kWh                          | 4,45 kWh/kg               | 1 kWh/kWh       | 1 kWh/kWh                               | 1 kWh/kWh                               |
| 10 | Jahresverbrauch                                   | 34.111 l                          | 327.331 kWh                        | 91.027 kg                 | 432.077 kWh     | 231.470 kWh                             | 249.275 kWh                             |
| 11 | Verbrauchsanteil Hochtarif (HT)                   | %                                 |                                    |                           |                 |                                         |                                         |
| 12 | Verbrauchsanteil Niedertarif (NT)                 | %                                 |                                    |                           |                 |                                         |                                         |
| 13 | Jahresverbrauch Hochtarif (HT)                    | kWh                               |                                    |                           |                 |                                         |                                         |
| 14 | Jahresverbrauch Niedertarif (NT)                  | kWh                               |                                    |                           |                 |                                         |                                         |
|    | Jährliche Energiekosten                           |                                   |                                    |                           |                 |                                         |                                         |
| 15 | Variabler Energiepreis (NT)                       | 58,00 Cent/l                      | 3,43 Cent/kWh                      | 4,87 Cent/kg              | 3,43 Cent/kWh   | 3,43 Cent/kWh                           | 3,43 Cent/kWh                           |
| 16 | Variabler Energiepreis (HT)                       |                                   |                                    |                           |                 |                                         |                                         |
| 17 | Variable Energiekosten                            | €/Jahr                            | 19.785                             | 11.227                    | 4.433           | 14.820                                  | 7.939                                   |
| 18 | Festkosten                                        | €/Jahr                            |                                    | 153                       |                 | 153                                     | 153                                     |
| 18 | Stromerzeugung/ Steuereerstattung KWK (4.600 Vbh) | €/Jahr                            |                                    |                           | -7.440          |                                         |                                         |
| 19 | Stromkosten Brenner, Pumpe, Lüfter                | €/Jahr                            | 100                                | 65                        | 150             | 65                                      | 65                                      |
| 20 | Energiekosten gesamt netto                        | €/Jahr                            | 19.885                             | 11.446                    | 4.583           | 7.683                                   | 8.158                                   |
| 21 | spezifische Energiekosten                         | Cent/kWh                          | 6,14                               | 3,53                      | 1,41            | 2,37                                    | 2,52                                    |
|    | Anschaffungskosten                                |                                   |                                    |                           |                 |                                         |                                         |
| 22 | Heizenergielagerraum                              | €                                 |                                    | 22.000                    | 12.000          |                                         |                                         |
| 23 | Tank                                              | €                                 | 5.000                              |                           |                 |                                         |                                         |
| 24 | Schornstein                                       | €                                 | 3.000                              | 2.500                     | 3.500           | 3.500                                   | 3.500                                   |
| 25 | Wärmeerzeuger Heizung incl. Regelung              | €                                 | 49.000                             | 46.500                    | 85.500          | 25.000                                  | 20.000                                  |
| 26 | Wärmepumpe incl. Regelung u. Pufferspeicher       | €                                 |                                    |                           |                 | 75.000                                  | 57.500                                  |
| 26 | BHKW incl. Regelung u. Pufferspeicher             | €                                 |                                    |                           | 60.500          |                                         |                                         |
| 29 | Elektrische Anlage mit Steuerung                  | €                                 | 500                                | 500                       | 1.000           | 500                                     | 500                                     |
| 30 | Hausanschluß, Baukostenzuschuß                    | €                                 |                                    | 3.500                     | 3.500           | 3.500                                   | 3.500                                   |
| 31 | Anschaffungskosten gesamt                         | €                                 | 57.500                             | 53.000                    | 112.000         | 105.000                                 | 85.000                                  |
| 32 | Mittlere Nutzungsdauer                            | Jahre                             | 20                                 | 20                        | 20              | 20                                      | 20                                      |
| 33 | Mittlere Annuität ( 1 % Zinsen)                   |                                   | 0,05541                            | 0,05541                   | 0,05541         | 0,05541                                 | 0,05541                                 |
| 34 | Jährliche Kapitalkosten netto                     | €/Jahr                            | 3.186                              | 2.937                     | 6.206           | 5.818                                   | 5.680                                   |
|    | Jährliche Nebenkosten                             |                                   |                                    |                           |                 |                                         |                                         |
| 35 | Wartungskosten bei Wartungsvertrag                | €/Jahr                            | 450                                | 350                       | 1200            | 2000                                    | 350                                     |
| 36 | Schornsteinfeger                                  | €/Jahr                            | 50                                 | 50                        | 100             | 200                                     | 100                                     |
| 37 | Personalkosten für Bedienung und Kontrolle        | €/Jahr                            | 1.600                              | 1.600                     | 4.800           | 3.200                                   | 1.600                                   |
| 37 | Ersatzteile und Reparaturen                       | €/Jahr                            | 500                                | 300                       | 800             | 300                                     | 500                                     |
| 38 | Nebenkosten gesamt netto                          | €/Jahr                            | 2.600                              | 2.300                     | 6.900           | 5.700                                   | 2.550                                   |
| 39 | Jährliche Gesamtkosten netto                      | €/Jahr                            | 25.671                             | 16.682                    | 17.689          | 19.201                                  | 16.387                                  |
| 40 | Jährliche Gesamtkosten bezogen auf Öl             | %                                 | 100                                | 65                        | 69              | 75                                      | 62                                      |

Wichtiger Hinweis:

Bei diesem Heizkostenvergleich handelt es sich um eine Grobabschätzung welches durch eine Reihe von Faktoren beeinflusst wird, wie z.B. Energiepreisentwicklung, Raumtemperaturen, Nutzung von Fördermitteln, Nutzerverhalten  
Aus diesem Grunde können tatsächliche Werte von den hier ermittelten Werten abweichen!  
Alle Preise sind Netto . Bei den einzelnen Systemen wurden keine Fördermittel eingerechnet.