

1. Aufgabenbeschreibung

Aufgabe ist die Erstellung eines praxisorientierten Wärmekonzeptes für die Wärmeerzeugung und Wärmeverteilung von 75 Bestandliegenschaften / Wohnungsbau, einem Bürgerhaus und dem geplanten Neubau des Feuerwehrhauses neben dem Bürgerhaus in Ober – Mockstadt.

In einer gemeinsamen Besprechung vom 16.12.2022 bei Gierhardt Architekten / Nidda wurden fünf zu untersuchende technische Varianten besprochen und festgelegt. Später wurde die Bitte an uns herangetragen, noch eine weitere Variante - benannt E - aufzunehmen.

Alle Varianten sollten investiv, ökonomisch und ökologisch bewertet werden. Zum besseren Verständnis sind für alle technischen Varianten Grundrisse als Layoutplan in der Anlage beigefügt. Die Variante B hat zusätzlich auch eine Darstellung des möglichen Nahwärmenetzes incl. des geplanten Neubaugebietes.

Eine statische Wirtschaftlichkeitsuntersuchung in Anlehnung an die VDI 2076 sowie eine ökologische Bewertung nach GEMIS 5.0 sollen die günstigste Wärmeversorgungsvariante aufzeigen.

Ziel ist es, den Energieverbrauch und die Treibhausgasemissionen zu reduzieren und sich an verändernde klimatische Bedingungen anzupassen. Der Beitritt in die Liste der Klima – Kommunen des Landes Hessen ist von der Gemeinde Ranstadt angedacht.

Die technischen Varianten Im Einzelnen :

- Variante A1 : Pelletheizungsanlage im und für das Bürgerhaus sowie für den Neubau Feuerwehrhaus
- Variante A2 : Pelletheizungsanlage für Bürgerhaus und Neubau Feuerwehrhaus als Anbau an das Feuerwehrhaus
- Variante B : Freistehende zentrale Pelletheizungsanlage für Bürgerhaus und Neubau Feuerwehrhaus sowie für den markierten Siedlungsbereiches nach Kapitel 2.4
- Variante C : Pelletheizungsanlage nur für den Neubau Feuerwehr
- Variante D : Luft- / Wasser- Wärmepumpe nur für den Neubau Feuerwehrhaus

zusätzlich

- Variante E : Pelletheizungsanlage nur für das Bürgerhaus

Die Bearbeitung repräsentiert Recherchen und Preiseinholungen aus dem Zeitraum II. Quartal 2023.

2. Grundlagen

- 2.1 alle derzeit gültigen und relevanten Gesetze, Verordnungen und Richtlinien
- 2.2 alle Daten und Informationen aus ersten Ortsbegehungen im 2. Halbjahr 2022
- 2.3 Übergabe der HEL – Verbrauchsmengen der letzten 3 Jahre des Bürgerhauses Ober - Mockstadt
- 2.4 Lageplan und Luftbild des möglichen Versorgungsbereiches im Umfeld von Bürgerhaus und Neubau Feuerwehrhaus, Mail von Herr Ott vom 16.12.2022
- 2.5 Ortsbegehung vom 22.05.2023
- 2.6 Zwischenbesprechung 13.09.2023

3. Wärmebedarf und Wärmeverbrauch

Die beiden in der Überschrift genannten Begriffe sind wesentliche Ausgangsdaten und für die gesamte Untersuchung bestimmend, diese wurden auf unterschiedliche Weise berechnet bzw. eingeschätzt. Insbesondere für das bestehende Wohngebiet wird es Ungenauigkeiten geben, die die Ergebnisse des vorliegenden Wärmekonzeptes aber keinesfalls in Frage stellen.

Der Wärmebedarf - ca. 38 kW - für den Neubau des Feuerwehrhauses konnte aus der Entwurfsplanung vom 10.03.2023 übernommen werden, die bereits auf eine erste Heizlastberechnung fußt. Der Wärmeverbrauch berechnet sich über die Multiplikation mit den Vollbenutzungsstunden, die für diese Art der Gebäudenutzung mit ca. 1.600 h/a und damit etwas weniger als im Wohnungsbau angenommen werden kann.

Für das Bürgerhaus konnten wir auf gemeldete HEL – Verbräuche der Jahre 2021 und 2022 zurückgreifen und darüber den Wärmeverbrauch in kWh/a ermitteln, gemindert um den Kesselwirkungsgrad und geteilt durch die für diese Gebäudenutzung typischen Vollbenutzungsstunden (ca. 1.300 h/a) ergeben den Wärmebedarf in kW.

Bekannt war auch die Nennwärmeleistung des derzeit im Bürgerhaus installierten HEL Niedertemperaturkessel mit ca. 220kW, davon kann die Heizleistung für das ehemals installierte Heizregister einer RLT-Anlage in Höhe von ca. 84 kW abgezogen werden, da nicht in Betrieb. Max. 136 kW stehen somit theoretisch für Raum- und Warmwasserbereitung zur Verfügung. Der oben beschriebene Rechenweg ergibt einen Wärmebedarf von ca. 81 kW. Dies ist in der Gesamtschau plausibel, da seinerzeit eine erhöhte Kesselleistung durchaus üblich und planungskonform war.

Der bestehende markierte Siedlungsbereich wurde durch eine am 22.05.2023 durchgeführte Ortsbegehung Haus für Haus aufgenommen. Grundlage war ein aktueller amtlicher Katasterplan, die Bestimmung der Vollgeschosse und eine Einschätzung der thermodynamischen Qualität der Gebäude.

Ohne weitere Detaillierung wurde festgestellt, dass die Geschossigkeit zwischen 1,0 und 2,5 lag und die Gebäude (Alter, Dach, Außenwände und Fenster) die Annahme einer spez. Wärmeleistung von 70 W/qm als denkbar erscheinen lässt. Zum Vergleich: heutiger Neubau EFH zw. 20 und 30 W/qm, Passivhäuser noch besser.

Die Grundfläche des jeweiligen Gebäudes – gemessen aus dem maßstäblichen Katasterplan - multipliziert mit der Geschossanzahl ergibt die Bruttogeschossfläche. Beheizt wird aber nur die Nettogeschossfläche, d.h. die Raumflächen innen, ohne Treppenhaus, u.ä.

Eine Minderung der Bruttogeschossfläche um ca. 25 % ergibt die Nettogeschossfläche, multipliziert mit den o.g. 70 W/qm und einem Zuschlag für die Warmwasserbereitung ergibt den gesamten Wärmebedarf für das bestehende Wohngebiet in Höhe von ca. 1.300 kW. Der Wärmebedarf pro Gebäude liegt im Mittel und je Gebäudegröße zwischen 15 und 25 kW.

Das angedachte Neubaugebiet in Richtung Südwest konnte nur qualitativ bedacht werden. Die Annahme ist : 30 Gebäude mit einem Wärmebedarf incl. Warmwasserbereitung von ca. 15 kW = 450 kW in Summe.

Die Gesamtsumme beträgt demnach ca. 1.750 kW. Dieser Wert wird aber in keinem Nah- bzw. Fernwärmeversorgungsgebiet zum Zeitpunkt X gleichzeitig abgefragt, deshalb muss daraus die sogenannte Wärmehöchstlast (WHL) errechnet werden. Wir haben diese mit 0,85 unterstellt, da die Bewohner wahrscheinlich nicht wochenlange Abwesenheiten beruflich oder privat pflegen, keine großstädtische Fluktuation zu verzeichnen ist, usw. Zum Vergleich : die Stadt Offenbach a.M. hat derzeit im Schnitt einen Gleichzeitigkeitsfaktor von ca. 0,63.

Die WHL ist dann : $1.750 \text{ kW} \times 0,85 = 1.487,5 \text{ kW}$ plus 38 kW (FW-Haus) und 81 kW (Bürgerhaus)
= 1.604,5 kW, gerundet 1.600 kW für die Variante B.

Der Wärmeverbrauch für die Variante B errechnet sich mit Vollbenutzungsstunden für den Wohnungsbau von ca. 2.050 h/a zu 3.840.000 kWh/a. Basis ist hierbei nicht die WHL, sondern der Gesamtwärmebedarf von 1.869 kW.

Diese Wärme wird von der Heizzentrale der Variante B in das Nahwärmenetz übergeben und erfährt in der Erde bis zum jeweiligen Gebäude einen Wärmeverlust, der, um keine Minderleistung in den Gebäuden zu haben, stets zusätzlich gedeckt werden muss. Bei den heute üblichen Fernwärmerohrsystemen (KMR-System = Kunststoffmantelrohrsystem) beträgt dieser Wärmeverlust je nach Dämmdicke ca. 10%, d.h. der Wärmeverbrauch der Variante B ist nicht 3.840.000 kWh / a sondern incl. Netzverluste, FW und Bürgerhaus = ca. 4.224.000 kWh / a.

In der statischen Wirtschaftlichkeitsrechnung sind zusammengefasst die Werte für Wärmebedarf und Wärmeverbrauch pro technische Variante gelistet.

4. Investitionskostenschätzung

Alle genannten Investitionsergebnisse gestatten einen unmittelbaren Vergleich zwischen den 6 technischen Varianten, d.h. die Betrachtungsgrenzen sind auf der „linken“ Seite immer die Brennstoffbereitstellung incl. Lager, respektive der Strom-Hausanschluss bei der Variante D, und auf der „rechten“ Seite die Wärmeübergabe an einen Haupt-Vorlauf bzw. Haupt-Rücklauf des bestehenden bzw. neuen hausinternen Wärmeverteilungssystems. Erforderliche Räumlichkeiten sind in jeder Variante erfasst, auch wenn, wie z.B. beim Bürgerhaus der Technikraum bereits besteht.

In den bestehenden Wohngebäuden ist dies in der Variante B allerdings vernachlässigbar, da dort nur eine kleine indirekte Fernwärmeübergabestation einzubauen ist. Diese hat, um sich ein Bild zu machen, ungefähr die Größe eines Kühlschranks.

Im Kapitel „kapitalgebundene Kosten“ der in der Anlage beigefügten statischen Wirtschaftlichkeitsrechnung sind im Detail alle Kostenansätze incl. Planungshonorar und Sondergutachten sowie mögliche Fördersummen pro technische Variante aufgeführt und nachzuvollziehen.

Das erforderliche Investment ist in Summe und gerundet wie folgt :

Variante A1 :	Pelletheizungsanlage im und für das Bürgerhaus sowie für den Neubau Feuerwehrhaus	netto 287.800 €	brutto 342.500 €
Variante A2 :	Pelletheizungsanlage für Bürgerhaus und Neubau Feuerwehrhaus als Anbau an das Feuerwehrhaus	netto 227.300 €	brutto 270.500 €
Variante B :	Freistehende zentrale Pelletheizungsanlage für Bürgerhaus und Neubau Feuerwehrhaus sowie für den markierten Siedlungsbereiches nach Kapitel 2.4	netto 2.274.780 €	brutto 2.707.000 €
Variante C :	Pelletheizungsanlage nur für den Neubau Feuerwehr	netto 158.950 €	brutto 189.200 €
Variante D :	Luft- / Wasser- Wärmepumpe nur für den Neubau Feuerwehrhaus	netto 157.800 €	brutto 187.800 €
Variante E :	Pelletheizungsanlage nur für das Bürgerhaus	netto 190.890€	brutto 227.200 €

5. Statische Wirtschaftlichkeitsrechnung in Anlehnung an die VDI 2067

Die statische Wirtschaftlichkeitsrechnung basiert auf der sogenannten Annuitätenmethode (= die Annuität wandelt einen Betrag mittels des sogenannten Kapitalisierungszinssatzes in gleichhohe Beträge für eine bestimmte Laufzeit um. Der umzurechnende Betrag wird dabei mit dem Annuitätenfaktor multipliziert, um die Annuität zu erhalten).

Ein wesentlicher Faktor ist dabei der sogenannte kalkulatorische Zinssatz, den wir aktuell für die Gemeinde Ranstadt in Höhe von 4% angenommen haben.

Um die spez. Wärmekosten pro angedachte technische Variante zu erhalten, sind zunächst die jeweiligen kapital-, verbrauchs- und betriebsgebundene Kosten zu berechnen und deren Addition durch den Nutzen = Wärmeverbrauch zu teilen. Als Ergebnis erhält man die **spez. Wärmekosten in € / MWh**.

In den beigefügten jeweiligen Anlagen können die Rechenvorgänge mit weiteren notwendigen Annahmen nachvollzogen werden. Demnach kann die Variante B trotz seines deutlich höheren Investments für alle Verbraucher die Wärme am weitaus günstigsten bereitstellen.

Die spez. Wärmekosten betragen pro technische Variante :

Variante A1 : Pelletheizungsanlage im und für das Bürgerhaus sowie für den
Neubau Feuerwehrhaus
netto 311,60 € / MWh **brutto 370,80 € / MWh**

Variante A2 : Pelletheizungsanlage für Bürgerhaus und
Neubau Feuerwehrhaus als Anbau an das Feuerwehrhaus
netto 218,10 € / MWh **brutto 259,54 € / MWh**

Variante B : Freistehende zentrale Pelletheizungsanlage für Bürgerhaus und
Neubau Feuerwehrhaus sowie für den markierten Siedlungsbereiches nach
Kapitel 2.4
netto 148,50 € / MWh **brutto 176,72 € / MWh**

Variante C : Pelletheizungsanlage nur für den Neubau Feuerwehr
netto 277,80 € / MWh **brutto 330,58 € / MWh**

Variante D : Luft- / Wasser- Wärmepumpe nur für den Neubau Feuerwehrhaus
netto 323,20 € / MWh **brutto 384,61 € / MWh**

Variante E : Pelletheizungsanlage nur für das Bürgerhaus
netto 258,70 € / MWh **brutto 307,85 € / MWh**

6. Ökobilanzierung und CO₂-Fußabdruck nach GEMIS 5.0

Das Globale Emissions-Modell integrierter Systeme (**GEMIS**) ist ein Computermodell mit integrierter Datenbank zur Lebensweg- und Ökobilanzierung und Stoffstromanalyse sowie den CO₂-Fußabdruck für Energie-, Stoff- und Verkehrssysteme. GEMIS wurde vom Öko-Institut entwickelt und entstand in der ersten Version im Jahr 1989 mit Förderung durch das Hessische Umwelt- und Wirtschaftsministerium. Seitdem wird es mit Förderung durch u. a. das Bundesministerium für Umwelt, das Bundesministerium für Forschung sowie das Umweltbundesamt, die GIZ, die EEA und EU-Projekte kontinuierlich aktualisiert und erweitert. In dieser Bearbeitung kam die aktuelle Version 5.0 zum Einsatz.

In der Anlage sind im Detail die Werte für :

- den Primärenergiefaktor
- Primärenergieverbrauch
- Treibhausgas-Emissionen (CO₂ und weitere Treibhausgase)
- Luftschadstoff-Emissionen

in tabellarischer und graphischer Form dargestellt.

Für die Variante B (= ökonomisch günstigste Variante) haben wir zusätzlich die fiktive Annahme getroffen, dass die Wärmeerzeugungsanlage zu 100% mit HEL und nicht Holz / Pellet befeuert wird. Nur bei den Luftschadstoff-Emissionen zeigt sich hier ein leichter Vorteil für die HEL Variante.

Gründe sind:

- die Emissionen von Heizölkesseln sind in den letzten Jahren besser geworden:
- SO₂ weniger wegen schwefelärmerem Heizöl
- Nox weniger wegen besserer Brenner und niedrigerer Flammentemperatur
- Staub (Ruß) weniger wegen besserer Verbrennung und Rußfilter wie z.B. beim Diesel

Holzfeuerungen haben trotz auch besserer Filter immer noch ein Feinstaubproblem, jedenfalls verglichen mit Gas und HEL. Außerdem enthält Holz Schwefel, der nicht zu reduzieren ist. Das bestimmende technische Regelwerk ist die Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen (1.BImSchV) die in Deutschland den Betrieb von Feuerungsanlagen regelt, die nicht unter die Genehmigungspflicht des §4 BImSchG fallen.

Die 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes: Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen dient der Umsetzung der Richtlinie 2008/50/EG in deutsches Recht. Es gilt den Tagesgrenzwert von 50 Mikrogramm Feinstaub beziehungsweise PM₁₀ pro Kubikmeter Luft ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) einzuhalten. Dieser Grenzwert darf nach EU-Recht an höchstens 35 Tagen im Jahr überschritten werden. Außerdem darf der über ein Kalenderjahr gemittelte PM₁₀-Wert von 40 Mikrogramm pro Kubikmeter Luft nicht überschritten werden. Für PM_{2.5} gilt seit 2015 ein Grenzwert von 25 Mikrogramm pro Kubikmeter im Jahresmittel

Alle von uns vorgestellten Wärmeerzeuger haben die notwendigen Grund- und Zusatzausstattungen, um vorgenanntes einzuhalten. Zum Zeitpunkt der tatsächlichen Inbetriebsetzung können weitere Verschärfungen seitens des Gesetzgebers gelten und wären dann zu bewerten.

7. Resümee

Die Bearbeitung des Wärmekonzeptes für die Gemeinde Ranstadt / Ober – Mockstadt zeichnet sich wie folgt aus :

- es gab eine ausreichende und belastbare Datengrundlage
- der Wärmebedarf des angedachten Neubaugebietes, ist zu gegebener Zeit zu überprüfen
- eine direkte Vergleichbarkeit der technischen Varianten ist gegeben
- die Bearbeitungstiefe enthält erwartbare Ungenauigkeiten in allen technischen Varianten. Die ökonomischen Ergebnisse werden dadurch in ihrer Rangfolge nicht geändert.
- die ökologische Betrachtung kann bis auf die Variante D (Strom / WP) aus systemischen Gründen (Brennstoff Pellet) keine direkt vergleichbaren Ergebnisse liefern. Um dies bei der ökonomisch günstigsten Variante B zu ermöglichen, wurde zusätzlich eine HEL betriebene Heizzentrale beigefügt.
- die Variante B ist sowohl ökonomisch als auch ökologisch die beste Variante für die Wärmebereitstellung im betrachteten Gebiet.

Wir empfehlen die Variante B weiter zu verfolgen.

Zu beachten ist aber hierbei, dass die Variante B als einzige Variante eines professionellen Betreibers (Contractor) bedarf, der sowohl investiv und technisch in Verantwortung steht als auch die erforderliche Betriebs- und Verbraucherabrechnungen über den vertraglich ausgehandelten Zeitraum durchzuführen hat. Die spez. Wärmekosten werden sich dadurch um einen Gemeinkosten-, Gewinn- und Wagniszuschlag erhöhen.

Als möglicher professioneller Partner könnte hier beispielhaft die OVAG genannt werden, weitere Marktteilnehmer gibt es. Contractor-Vertragslaufzeiten sind üblicherweise ca. 15 bis 20a.

Offenbach, den 03.11.2023


Dipl.-Ing. (FH) Herbert Bischoff
Bischoff Consult GmbH