

Projektarbeit Nr. 2

Nachhaltige Wärmeversorgung von öffentlichen Einrichtungen

-Hallenbad- Sporthalle- Kindertagesstätte- Feuerwehr-

In Kooperation
mit



Einleitung:

Im Jahr 2012 wurden in Deutschland 16,2% der Endenergie durch den Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen verbraucht. Hiervon wurde wiederum allein in öffentliche Einrichtungen wie Schulen, Sportstätten oder Verwaltungsgebäuden dreiviertel der Energie zur Wärmeerzeugung genutzt (BAFA, 2012). Um diesen Anteil zu verringern und die Klimaziele der Bundesregierung (Anteil erneuerbarer Energien am Wärmeverbrauch: 14% bis 2020) zu erreichen, muss unter anderem verstärkt auf eine klimaschonende Wärmeversorgung gesetzt werden.

Ziel der Arbeit war daher die Untersuchung einer nachhaltigen Wärmeversorgung für Nichtwohngebäude des öffentlichen Sektors. Die Studienarbeit wurde in Kooperation mit der Firma sab AG Friedrichshafen durchgeführt.

Im Mittelpunkt stand die Bewertung möglicher Wärmeversorgungsoptionen (Heizung und Warmwasser) für ein Hallenbad, eine Sporthalle, eine Kindertagesstätte sowie einer Feuerwehr nach ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten. Andere gebäudetechnische Maßnahmen, die einen energieeffizienten Betrieb gewährleisten wurden nicht weiter betrachtet.

Material und Methode:

Für das Hallenbad mit einem Jahresgesamtwärmebedarf von 481.818 kWh wurden folgende Wärmeoptionen untersucht:

- Referenzsystem: Erdgasbrennwertkessel
- Bioerdgas-BHKW Grundlastkessel und Pelletspitzenlastkessel
- Pelletheizung

Die untersuchte Sporthalle wies einen Jahresgesamtwärmeverbrauch von 40.000 kWh auf. Es wurden folgende Wärmeoptionen untersucht:

- Referenzsystem: Erdgasbrennwertkessel
- Pelletheizung
- Solaranlage und Pelletheizung

Für die Kindertagesstätte mit einem Jahresgesamtwärmeverbrauch von 127.950 kWh wurden folgenden Wärmeoptionen untersucht:

- Referenzsystem: Erdgasbrennwertkessel
- Pelletheizung
- Sole/Wasser Wärmepumpe

Die Feuerwache wies einen Jahresgesamtwärmebedarf von 39.640 kWh auf. Es wurden folgende Wärmeversorgungsoptionen gewählt:

- Referenzsystem Erdgasbrennwertkessel
- Pelletheizung
- Solaranlage und Pelletheizung
- Sole/Wasser Wärmepumpe

Die maximal erforderliche Heizlast der untersuchten Gebäude wurde mit Hilfe der Gradtagzahlen ermittelt.

Methode zur Berechnung der Treibhausgasemissionen:

Für die Untersuchung der Wärmeoptionen unter ökologischen Gesichtspunkten wurden die Treibhausgasemissionen der jeweiligen Option errechnet und miteinander verglichen. Hierzu wurde auf die Lebenszyklusdatenbank Probas (prozessorientierte Basisdaten für Umweltmanagementinstrumente) zurückgegriffen. Probas stellt Umwelteffekte der Energiebereitstellung und –nutzung gegenüber. Die Daten beziehen sich dabei sowohl auf die Vorketten, als auch auf die Nutzung. Alle verwendeten Daten beziehen sich auf das Treibhauspotenzial in einem Zeitraum von 100 Jahren und sind in g CO₂-Äquivalent/kWh angegeben. Für die Berechnung wurde der jährliche Gesamtwärmebedarf der untersuchten Gebäude mit den

Emissionsfaktoren der jeweiligen Energieoption multipliziert, wodurch die jährliche Menge an produzierten Treibhausgasemissionen errechnet werden konnte.

Methode zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung umfasste die Ermittlung der jährlichen Kosten anhand der Berechnung von Kapital-, Betriebs- und Verbrauchskosten sowie der Verrechnung möglicher Erlöse. Somit ließ sich ein spezifischer Wärmegestehungspreis in ct/kWh_{th} bilden, der als Kriterium für den Vergleich der Varianten diente.

Ergebnisse und Diskussion:

Ökologischer Vergleich:

Beim Vergleich der Treibhausgasemissionen wurden, wie erwartet, bei allen untersuchten Gebäuden durch den Erdgasbrennwertkessel die größten Mengen an CO₂-Äquivalenten produziert. Die mit Abstand geringsten Emissionen wurden in allen Szenarien durch den Einsatz von Holzpellets und der Sole/Wasser Wärmepumpe freigesetzt. Trotz dem Betrieb der Wärmepumpe mittels Strom aus dem deutschen Strommix blieb der CO₂-Ausstoß unter jenem der Pelltheizung, was auf den geringen Strombedarf der Wärmepumpe zurückzuführen ist. Zudem ist die benötigte Wärme bereits im Erdreich vorhanden und kann über kurze Wege direkt genutzt werden.

Des Weiteren wies die Wärmeversorgung mittels Bioerdgas-BHKW und Pelletkessel einen hohen CO₂-Ausstoß im Vergleich zu den anderen erneuerbaren Optionen auf. Dies ist auf die Tatsache zurückzuführen, dass das verwendete Bioerdgas aus NawaRo/Gülle-Rohbiogas aufbereitet wurde, was zu einem hohen Emissionsfaktor führt. Könnte hierbei der Einsatz von Bioerdgas aus „Reststoff“-Rohgas gewährleistet werden, würde der spezifische Emissionsfaktor statt 120 g CO₂-äq./kWh nur noch 65 g betragen. Da derzeit jedoch nur eine Aufbereitungsanlage in Deutschland Rohgas aus biogenen Abfällen aufbereitet, ist dessen Einsatz vorerst unwahrscheinlich.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung:

Hallenbad:

Für das untersuchte Hallenbad konnte errechnet werden, dass die Versorgung mittels Bioerdgas-BHKW und Pelletkessel die günstigste Variante darstellt. Dies ist jedoch nur durch das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) möglich, welches Strom vergütet, der durch Verbrennung von aufbereitetem Biogas in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) generiert wird.

Auffällig ist des Weiteren, dass der Einsatz einer reinen Pelletheizung die gleichen spezifischen Wärmegestehungskosten wie eine Gasbrennwerttherme aufwies. Zudem war nur ein geringer Kostenunterschied zu der günstigsten Variante zu erkennen. Daher wurde für das untersuchte Hallenbad die Wärmeversorgung mittels Pelletkessel als empfehlenswert eingestuft. Kann der Treibhausgasausstoß durch die BHKW/Pellet-Lösung mittels Biogas aus Reststoffen jedoch gesenkt werden, ist zu untersuchen ob dies der reinen Pellettherme zu bevorzugen ist. Zudem ist bei der Verwendung von Bioerdgas ein Erdgasanschluss notwendig. Ist dieser nicht vorhanden, können durch die entstehenden Mehrkosten des Einbaus die spezifischen Wärmegestehungskosten steigen. Hierbei ist zu untersuchen, ob der Preis dann noch unter jenem der Pelletheizung bleibt.

Sporthalle/Feuerwache

Für die untersuchte Sporthalle wie auch die Feuerwache konnte durch das Referenzsystem Erdgasbrennwertkessel die mit Abstand geringsten Wärmegestehungskosten erreicht werden. Da der alleinige Einsatz von fossilen Energieträgern im Wärmebereich durch das Erneuerbare Energien Wärmegesetz (EEWärmeG, 2009) ausgeschlossen wurde, besteht hierbei jedoch keine Möglichkeit der alleinigen Umsetzung. Die Wärmeversorgung mittels Pellets und der Kombination von Pellets und Solarthermie war um einige Cent teurer als die reine Gasheizung. In Folge dieser großen Differenz ist zu überprüfen, ob die Kombination eines Erdgasbrennwertkessels mit einer solarthermischen Anlage die Kosten senken kann. Die mit Abstand teuerste Wärmeversorgungsoption stellte die Wärmepumpe für die Feuerwache dar, was vor allem auf die hohen Kosten der Bohrung zurückzuführen ist. Hierbei ist die zusätzliche Installation einer Photovoltaikanlage zu untersuchen. Durch den generierten Strom könnte der Eigenbedarf der

Wärmepumpe gedeckt werden. Für den Reststrom kann anschließend die Vergütung nach EEG in Anspruch genommen werden, was die spezifischen Wärmegestehungskosten senken könnte. Sollte sich hierdurch jedoch keinerlei Vorteil ergeben, empfiehlt sich aus ökologischen wie ökonomischen Gründen die Pelletheizung.

Kindertagesstätte

Auch bei der Wärmeversorgung der Kindertagesstätte entstanden durch einen Gasbrennwertkessel die geringsten spezifischen Wärmegestehungskosten. Jedoch war der Unterschied zu einer reinen Pelletheizung nicht annähernd so groß wie es bei der Sporthalle und der Feuerwache der Fall war.

Da das Szenario Pelletheizung einen sehr geringen Ausstoß an Treibhausgasemissionen aufwies, wurde für die untersuchte Kindertagesstätte diese Wärmeoption als empfehlenswert betrachtet. Die Kombination aus Solarthermie und Gasbrennwertkessel erschien in diesem Fall als nicht sinnvoll, da der Wasserbedarf der Kindertagesstätte sehr gering war.

Nichtsdestotrotz gelten auch in Bezug auf die Wärmepumpe dieselben Überlegungen wie bei der Feuerwache.

Fazit:

Durch die vorliegende Arbeit konnte eine erste Übersicht gegeben werden, welche Wärmeversorgungsoptionen für die untersuchten Nichtwohngebäude aus ökologischen wie ökonomischen Gesichtspunkten in Frage kommen können. Da die Untersuchung jedoch in einem frühen Planungsstadium der Objekte erfolgte, konnten nur wenige bis gar keine Informationen zur Gebäudetechnik mit einbezogen werden. Lediglich der Gesamtwärmebedarf der Gebäude konnte vom planenden Ingenieurbüro aus Kalkulationen bereitgestellt werden. Daher musste die benötigte Heizlast durch ein vereinfachtes Verfahren bestimmt werden.

Des Weiteren waren für die untersuchten Objekte keine Prognosen zur Höhe des Warmwasserbedarfes vorhanden. Daher mussten hier Annahmen getroffen werden, die für einzelne Objekte unzutreffend sein können. Hieraus können Ungenauigkeiten für die Gesamte Berechnung nicht ausgeschlossen werden. Nichtsdestotrotz kann die vorliegende Arbeit als Basis für spezifischere Untersuchungen dienen und einen

Anhaltspunkt bei der Auswahl einer nachhaltigen Wärmeversorgung von öffentlichen Einrichtungen geben.