

Eine Luftwärmepumpe für das Bönningheimer Freibad

Unser Bönningheimer Freibad ist weit mehr als nur ein Ort zur Erfrischung an heißen Sommertagen. Es ist sowohl für Kinder als auch für Erwachsene ein Sommerhighlight, ein wertvoller Teil Bönningheims, es ist wichtig für unsere Gemeinschaft sowie ein großes Plus für unsere Lebensqualität. Ein Bönningheim ohne Freibad will und kann sich keiner vorstellen, doch der Klimawandel hat auch auf Freibäder immer größere Auswirkungen. Er stellt die Stadtverwaltungen vor neue Herausforderungen: Steigende Temperaturen, extreme Wetterereignisse, längere Hitzewellen und zunehmende Trockenperioden erfordern eine kluge und nachhaltige Bewirtschaftung. Es wird immer wichtiger, Freibäder klimafreundlicher zu betreiben, um ihren Fortbestand zu sichern und einen aktiven Beitrag zur Bekämpfung des Klimawandels zu leisten.

Der Betrieb eines Freibads erfordert große Mengen an Energie und Wasser. In Bönningheim wurde bisher ein Großteil der Energie mit einer Gas-Blockheizkraftanlage und einem Gasheizkessel erzeugt. Diese Heizsysteme verursachen nicht nur hohe Betriebskosten, sondern stoßen auch große Mengen an CO₂ aus, was den Klimawandel weiter vorantreibt. In Bönningheim kommt hinzu, dass die Anlagen bereits über 30 Jahre alt waren und dringend erneuert werden mussten. Es wurde Zeit für den Einsatz erneuerbarer Energien.

Der erste Schritt wurde mit der Anschaffung einer Solarabsorberanlage für die Beheizung der beiden großen Becken bereits gemacht. Aber noch weitere Bereiche, wie das Kinderbecken, die Fußbodenheizung in der Wärmehalle und die Trink-Warmwasseraufbereitung mussten umgestellt werden.

Es hat sich herausgestellt, dass der Einsatz von Luftwärmepumpen eine sehr wirtschaftliche Variante der Energieerzeugung ist, vor allem für die bei warmen Außentemperaturen betriebenen Freibäder. Sie senken gleichzeitig den CO₂-Ausstoß als auch den Energiebedarf erheblich. Dies bestätigt auch der Artikel „Effizienz von Wärmepumpen im Vergleich“ von EnBW. Daher hat sich die Stadt dazu entschieden im Freibad, eine Luftwärmepumpe zu installieren, welche in der kommenden Saison in Betrieb gesetzt wird.

Doch warum eigentlich eine Luftwärmepumpe? Schauen wir uns doch einmal ihre Vorteile genauer an.

Ein sehr häufig genannter Vorteil ist hier die hohe Energieeffizienz. Diese wird durch einen sogenannten COP-Wert (Coefficient of Performance) verdeutlicht. Er gibt an, wieviel Energie aufgewendet werden muss, um die eigentliche Energie zu erzeugen. Bei einer Luftwärmepumpe ist ein COP-Wert von 4-5 zu erwarten, das heißt mit 1 kWh Strom werden 4-5 kWh Wärme erzeugt.

Ein weiteres wichtiges Argument, das für eine Luftwärmepumpe spricht, ist die Kosteneinsparung.

So können die Investitionskosten durch staatliche Förderprogramme für den Einsatz von effizienten Anlagen zur Wärmeerzeugung gesenkt werden.

Ein wichtiger Vorteil sind auch die geringeren Installationskosten. Der Einbau einer Luftwärmepumpe erfordert keine aufwendige Installation, da sie nicht unter der Erde vergraben werden muss, wie z.B. die geothermische Wärmepumpe. Das macht die Installation wesentlich kostengünstiger und spart auch Zeit.

Die Wärmepumpe hat deutlich geringere Wartungskosten (z.B. weniger Verschleißteile und keine Kaminreinigung) und ist weniger reparaturanfällig wie das alte Blockheizkraftwerk oder der Gasheizkessel. Ebenso ist ein viel geringerer Platzbedarf für die Luftwärmepumpe erforderlich, was die Raumkosten senkt.

Ein für uns alle sehr bedeutender Vorteil der Luftwärmepumpe ist ihre Nachhaltigkeit. Sie kann mit Ökostrom betrieben werden, wie es auch in unserem Freibad der Fall sein wird und verursacht, im Gegensatz zu fossilen Brennstoffen kaum CO₂-Emissionen. So können wir zur Reduzierung von Treibhausgasen beitragen, die mit verantwortlich für die Erderwärmung und den Klimawandel sind.

Was an der Luftwärmepumpe zudem vorteilhaft ist, ist ihre Flexibilität. Die Luftwärmepumpe kann sowohl zur Warmwasserbereitung als auch zur Raumbeheizung genutzt werden. Außerdem kann man sie mit erneuerbaren Energien kombinieren, um sie noch umweltfreundlicher zu machen. Eine verbreitete Kombinationsmöglichkeit ist eine Luftwärmepumpe mit einer Photovoltaikanlage. Je größer die Fläche der Photovoltaikanlage ist, desto mehr Ökostrom kann für die Luftwärmepumpe gewonnen und eingesetzt werden. Auch in unserem Freibad ist eine Photovoltaikanlage geplant.

Die Luftwärmepumpe entspricht den heutigen und zukünftigen Anforderungen in Hinsicht der umweltfreundlichen Heizsysteme und ist somit eine langfristige und nachhaltige Investition, die zur Bekämpfung des Klimawandels beiträgt.

Doch neben den Vorteilen ist es auch wichtig, die Funktion der Luftwärmepumpe zu kennen. Daher erklären wir sie noch einmal genauer:

Die Luftwärmepumpe gewinnt durch die in der Luft enthaltene Umgebungswärme nachhaltig Energie. Sie entzieht der Außenluft die thermische Energie nicht nur bei hohen, sondern ebenso bei niedrigen Temperaturen und kann auch aus der kalten Winterluft Wärme gewinnen. Dies geschieht durch einen Verdampfer, in welchem sich ein flüssiges Kältemittel befindet, das aufgrund seines niedrigen Siedepunkts schon bei niedrigen Temperaturen verdampfen kann. Die von dem Verdampfer aufgenommene Wärme aus der Umwelt wird auf das Kältemittel übertragen. Durch diesen

energieaufnehmenden Vorgang wird das Kältemittel gasförmig. Danach wird es im Verdichter komprimiert. Durch das Zusammenpressen des Gases erhöht sich der Druck und die Temperatur des Kältemittels steigt. Als nächstes gelangt das heiße Kältemittel in den Kondensator. Hier wird die Energie an das Heizsystem abgegeben. Das gasförmige Kältemittel kühlt sich ab, kondensiert und wird wieder flüssig. Nach der Wärmeabgabe durchläuft das flüssige Kältemittel das Expansionsventil, in welchem der Druck der Flüssigkeit und somit auch die Temperatur des Kältemittels weiter reduziert wird. Nun kann die Luftwärmepumpe erneut Wärme aus der Umgebungsluft aufnehmen, um Energie zu gewinnen und diesen Kreislauf weiter fortzusetzen.

Um Freibäder zukunftsfähig zu machen, ist es entscheidend, klimafreundliche Betriebsmodelle mit erneuerbaren Energien, wie z.B. Solarthermie und Luftwärmepumpen, zu entwickeln. Denn nur wenn wir jetzt handeln und umweltbewusste Lösungen umsetzen, können wir auch in Zukunft unseren Freibadbesuch genießen. Es ist eine hervorragende Chance den Spagat zwischen dem Erhalt dieser wertvollen Einrichtungen und unseren Schutz vor den dramatischen Folgen des Klimawandels zu schaffen. Daher ist die Luftwärmepumpe im Bönningheimer Freibad eine sinnvolle Anschaffung, durch die wir mit gutem Vorbild auch für andere Freibäder voran gehen.

Das Ganze in Zahlen:

Nun gehen wir auf den Wärmebedarf des Freibads ein:

gegeben:

Durchschnittlicher Gasverbrauch von den Jahren 2022 und 2023: 336.306,5 kWh

Wärmefaktor Erdgas: 0,8 kWh (Wert von <https://www.enercity.de>)

gesucht:

Wärmebedarf des Freibads (der bisher mit Gas abgedeckt wurde)

Rechenweg:

Wir multiplizieren den durchschnittlichen Gasverbrauch mit dem Wärmefaktor von Erdgas, 0,8 kWh, um den Wärmebedarf zu berechnen:

$$336.306,5 \text{ kWh} \times 0,8 \text{ kWh} = \underline{272.000 \text{ kWh}}$$

Antwort: Der Wärmebedarf beträgt 272.000 kWh.

Danach berechnen wir den Energiebedarf der Wärmepumpe:

gegeben:

Autorinnen: Sofia Montalto und Jessica Reimold, Klasse 9a, Alfred-Amann-Gymnasium

Wärmebedarf 272.000 kWh

COP-Wert der Wärmepumpe beträgt 4

gesucht:

Energiebedarf der Wärmepumpe, um den Wärmebedarf zu decken

Rechenweg:

Um den Energiebedarf der Wärmepumpe zu berechnen, teilen wir die zu erreichende Wärmemenge durch den COP-Wert 4 der Wärmepumpe.

$$272.000 \text{ kWh} : 4 = 68.000 \text{ kWh}$$

Antwort: Um 272.000 kWh zu erzeugen, braucht die Wärmepumpe bei einem COP-Wert von 4 insgesamt 68.000 kWh Strom.

Als nächstes gehen wir auf die CO₂-Emissionen ein, die von der Luftwärmepumpe ausgestoßen werden:

Rechenweg:

gegeben:

Strombedarf: 68.000 kWh (Um 272.000 kWh zu erzeugen, braucht die Wärmepumpe bei einem COP-Wert von 4; 68.000 kWh Strom.)

Emissionsfaktor des Ökostroms: 0,04 kg CO₂ / kWh ; (Wert von

https://www.naturefund.de/wissen/co2_rechner/daten#:~:text=CO2%2DEmissionen%20Wohnen,24%20kg%20CO2%2FkWh)

gesucht:

CO₂-Ausstoß der Luftwärmepumpe

Berechnung des Ausstoßes an CO₂:

Um den CO₂-Ausstoß der Luftwärmepumpe zu berechnen, muss der Strombedarf mit dem Emissionsfaktor des Ökostroms multipliziert werden:

$$\begin{aligned} 68.000 \text{ kWh} \times 0,04 \text{ kg CO}_2 / \text{kWh} &= 2.720 \text{ kg CO}_2 \\ &= \underline{2,72 \text{ t CO}_2} \end{aligned}$$

Antwort: Der CO₂-Ausstoß der Luftwärmepumpe beträgt 2,72 t CO₂.

Als letztes berechnen wir die Reduzierung der Emissionen durch die Luftwärmepumpe im Vergleich zu den vorherigen Emissionen, die durch die Gasheizung entstanden sind:

Rechenweg:

gegeben:

CO₂- Emissionen der Luftwärmepumpe: 2,72 t CO₂

Zur Berechnung des CO₂-Ausstoßes der vorherigen Gasheizung benötigt man den Emissionsfaktor von Erdgas pro kWh. Dieser beträgt: 0,2016 kg CO₂ / kWh

gesucht:

CO₂- Ausstoß der Gasheizung

Berechnung des durchschnittlichen Gasverbrauchs (in den Jahren 2022/2023):

Wir rechnen die Gesamtjahresverbräuche an Gas von 2022 und 2023 zusammen und teilen folglich durch 2, um den durchschnittlichen Gasverbrauch von den Jahren 2022 und 2023 zu erhalten.

Gesamtjahresverbrauch 2022: 359.291 kWh

Gesamtjahresverbrauch 2023: 313.322 kWh

Jetzt rechnen wir zusammen und dividieren durch 2:

$$359.291 \text{ kWh} + 313.322 \text{ kWh} = 672.613 \text{ kWh} \Rightarrow 672.613 \text{ kWh} : 2 = \underline{336.306,5 \text{ kWh}}$$

Antwort: Der durchschnittliche Gasverbrauch in den Jahren 2022 und 2023 beträgt 336.306,5 kWh.

Berechnung des CO₂-Ausstoßes:

Um den CO₂-Ausstoß der Gasheizung zu berechnen, muss der durchschnittliche Gasverbrauch von den Jahren 2022 und 2023 mit dem Emissionsfaktor des Erdgases/ kWh multipliziert werden:

$$336.306,5 \text{ kWh} \times 0,2016 \text{ kg CO}_2 / \text{kWh} = 67.799,3904 \text{ kg CO}_2 \\ = 67,7993904 \text{ t CO}_2 \Rightarrow \text{also ca. } \underline{67,8 \text{ t CO}_2}$$

Antwort: Die Gasheizung hatte bisher einen CO₂- Ausstoß von 67,8 t CO₂.

Reduzierung der CO₂-Emissionen:

Als letztes ziehen wir den CO₂-Ausstoß der Luftwärmepumpe von dem der Gasheizung ab, um die Einsparung an CO₂-Emissionen zu berechnen.

$$67,8 \text{ t CO}_2 - 2,72 \text{ t CO}_2 = \underline{65,08 \text{ t CO}_2}$$

Antwort: Somit haben sich die CO₂-Emissionen durch die Luftwärmepumpe um 65,08 t CO₂ reduziert.



Quellen:

- Was für Auswirkungen hat der Klimawandel auf Freibäder? <https://www.ipcc.ch/>; (08.01.25)
- Wie funktioniert eine Luft-Wasser-Wärmepumpe? <https://www.viessmann.de> ; (11.01.25)
- Warum ist die Luftwärmepumpe effizient?
<https://www.enbw.com/blog/wohnen/modernisieren-und-bauen/effizienz-von-waermepumpen-im-vergleich/> ; (11.01.25)
- Was sind Vorteile der Luftwärmepumpe? <https://www.solarwatt.de> und <https://www.wegatech.de> ; (15.01.25)
- Wie funktioniert der Verdampfer in der Luftwärmepumpe? <https://www.unidomo.de> ; (22.01.25)
- Wie viel CO₂ stößt eine Gasheizung pro kWh aus? <https://www.verbraucherzentrale.de> ; (25.01.25)
- Luftwärmepumpe mit Photovoltaikanlage; <https://www.oekofen.com> ; (27.01.25)
- Was ist der Emissionsfaktor von Erdgas pro kWh? <https://deumess.de> ; (28.01.25)
- Was ist der Emissionsfaktor vom Ökostrom?
https://www.naturefund.de/wissen/co2_rechner/daten#:~:text=CO2%2DEmissionen%20Wohnen,24%20kg%20CO2%2FkWh (28.01.25)
- Wärmefaktor des Erdgases; <https://www.enercity.de> (29.01.25)
- Vorstellung Entwurfsplanung: Bönningheim Freibad - Wärmepumpe
- Informationsblatt aus dem Unterricht: Energieversorgung - Wärmepumpe (von Jennifer und Kira); (11.01.25)
- Tabelle: Gesamtjahresverbrauch von Gas (von Herr Lengwenat/ der Stadt)
- Tabelle: Stromverbrauch Mineralfreibad Bönningheim (von Herr Lengwenat/ der Stadt)