

## **Gegenüberstellung Hallenheizungssysteme**

Bauvorhaben: Sanierung Sporthalle Aulendorf

Bauherren: Stadt Aulendorf

### **1. Aufgabenstellung**

Für die Sanierung der Sporthalle in Aulendorf sollen verschiedene Varianten der Hallenheizung und -lüftung betrachtet werden.

#### **Variante 1:**

##### **Heizung:**

Die Halle soll mit Deckenstrahlheizplatten beheizt werden. Hierfür werden neue Zuleitungen bis in die Technikzentrale geführt.

##### **Lüftung:**

Die momentane Luftheizung in der Halle soll demontiert und eine neue Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung soll eingebaut werden. Diese soll nur noch zu Lüftungszwecken benutzt werden, somit kann die Luftleistung deutlich geringer gewählt werden (ca. 8.000 m<sup>3</sup>/h).

#### **Variante 1.1:**

##### **Heizung:**

Die Halle soll mit Deckenstrahlheizplatten beheizt werden. Hierfür werden neue Zuleitungen bis in die Technikzentrale geführt.

##### **Lüftung:**

Lüftung nur über Fensterlüftung

#### **Variante 2 (wie Bestand):**

##### **Heizung:**

In der Halle keine zusätzliche Heizung

##### **Lüftung:**

Die momentane Luftheizung in der Halle soll demontiert und erneuert werden. Zur Beheizung der Halle ist eine Luftmenge von ca. 27.000 m<sup>3</sup>/h erforderlich. Die Außenluftausblasung und Fortluftansaugung muss geändert werden

#### **Bemerkung zu den Varianten:**

Durch die Deckenstrahlheizung ist ein deutliche Energieeinsparung möglich. Dies liegt daran, dass durch den Einsatz der Deckenheizpaneele die Raumtemperatur bei gleichem Wohlbefinden verringert werden kann und die Temperaturschichtung in der Halle deutlich niedriger ist. Bei Luftheizungen ist eine Temperaturschichtung von bis zu 10°C möglich, was bedeutet, dass im oberen Bereich der Halle z.B. 26°C herrschen, wenn im Aufenthaltsbereich nur 16°C vorhanden sind. Bei Strahlungsheizungen liegt die Temperaturdifferenz zwischen Boden und Deckenbereich bei maximal 2-3°C

Hierdurch kann die durchschnittliche Raumtemperatur um ca. 3-5°C reduziert werden. Ein Absenken der Raumtemperatur um 1 Kelvin bedeutet eine Energieeinsparung um ca. 6%. Insgesamt können durch eine Deckenstrahlheizung ca. 20-30% Heizenergie eingespart werden.

Auch der Stromverbrauch ist deutlich geringer, da ein Wasserkreislauf Energie effizienter transportiert als Luft. In unserem Fall würde eine Heizungspumpe für den Transport der Heizenergie von ca. 95 kW ungefähr 0,2-0,3 kW Antriebsenergie benötigen.

Die Lüftungsanlage mit 27.000 m<sup>3</sup>/h benötigt für die Ventilatoren Zu- und Abluft je ca. 9kW elektrische Leistung, also insgesamt 18kW. Hier muss die Lüftungsanlage auch zu Heizzwecken (zwar nur im Umluftbetrieb) immer laufen. Die volle Leistung wird zwar nur bei der Auslegungstemperatur von -14°C und kälter benötigt, durchschnittlich werden es aber wohl ca. 7,5 kW sein.

Das sind 7,2 kW mehr als die Heizungspumpe, was bei ca. 4.200 Betriebsstunden im Jahr 30.240 kWh/Jahr mehr Stromverbrauch entspricht!

Die Lüftungsanlage (kleine Anlage 8.000 m<sup>3</sup>/h nur für Lüftungszwecke an Schultagen und an den sonstigen Nutzungstagen der Halle) verbraucht bei maximaler Leistung ca. 4 kW Strom diese wird nur bei einer Belegung mit ca. 90-110 Personen benötigt. Die Durchschnittliche Belegung wird vermutlich mit 60 Personen sein. Im Durchschnitt läuft die Anlage dann zu ca. 70%, was dann einer Leistung von ca. 3kW entspricht. Nach Angaben des Nutzers ist die Halle für den Sportunterricht von Montag bis Freitag von 7:30 bis 12:30 Uhr und an 2 Nachmittagen belegt. Für den Vereinssportzusätzlich an 5 Tagen von 18 bis 22 Uhr. Des Weiteren findet ca. jedes 2. Wochenende Samstag und Sonntag Turniere oder Spiele vom Tischtennis oder Leichtathleten. Das wären dann ca. 1375 Stunden Betriebszeit pro Jahr. Multipliziert mit dem Stromverbrauch von 3 kW wären das dann 4.125 kWh Stromverbrauch zu Lüftungszwecken.

## **2. Berechnungen**

### **2.1 Überschlägige Ermittlung der Heizlasten und Wärmeverbrauch**

Die zu beheizende Halle hat eine Grundfläche von 1.222 m<sup>2</sup>. Hieraus ergibt sich bei einer Raumtemperatur von 15°C eine Heizlast von ca. 100 kW. Der hieraus resultierende Wärmeverbrauch liegt bei der Lüftung bei ca. 130.000 kWh pro Jahr, bei der Deckenstrahlheizung bei ca. 101.400 bis 107.900 kWh pro Jahr.

### **2.2 Kostenschätzung der Varianten**

Siehe Anlage

|                      |                                |
|----------------------|--------------------------------|
| <u>Variante 1:</u>   | 238.595,00 € (inkl. 19% MwSt.) |
| <u>Variante 1.1:</u> | 124.831,00 € (inkl. 19% MwSt.) |
| <u>Variante 2:</u>   | 172.788,00 € (inkl. 19% MwSt.) |

### **2.3 Wirtschaftlichkeitsvergleich der Varianten**

Nachfolgend werden die drei Varianten wirtschaftlich gegenübergestellt. Alle Kosten sind brutto, inkl. Mehrwertsteuer, jedoch ohne Nebenkosten (Planungskosten).

|  |       | Variante 1                                | Variante 1.1                              | Variante 2                   |
|--|-------|---|---|------------------------------|
|  |       | Deckenstrahlplatten<br>mit Lüftungsanlage | Deckenstrahlplatten<br>mit Fensterlüftung | Hallenheizung<br>mit Lüftung |
| Wärmeleistung                                | kW    | 100,00                                    | 100,00                                    | 100,00                       |
| Wärmeverbrauch                               | kWh   | 101.400,00                                | 107.900,00                                | 130.000,00                   |
| Elektrische Leistung Heizung                 | kW    | 0,30                                      | 0,30                                      | 7,50                         |
| Laufzeit Heizung                             | h/a   | 4.200,00                                  | 4.200,00                                  | 4.200,00                     |
| Stromverbrauch Heizung                       | kWh/a | 1.260,00                                  | 1.260,00                                  |                              |
| Elektrische Leistung Lüftung<br>(durchschn.) | kW    | 3,00                                      | 0,00                                      | Bei Heizung<br>enth.         |
| Laufzeit Lüftung                             | h/a   | 1.375,00                                  | 0,00                                      | Bei Heizung<br>enth.         |
| Laufzeit Lüftung Variante 2 Sommer           |       |   |   | 525,00                       |
| Stromverbrauch Lüftung                       | kWh/a | 4.125,00                                  | 0,00                                      | 35.437,50                    |
| Wärmepreis                                   | €/kWh | 0,08                                      | 0,08                                      | 0,0800                       |
| Strom Arbeitspreis                           | €/kWh | 0,26                                      | 0,26                                      | 0,26                         |
| AVA Gebäude (abgeh. Decke) 40 Jahre          | %     | 2,50                                      | 2,50                                      | 2,50                         |
| AfA techn. Anlagen 20 Jahre                  | %     | 5,00                                      | 5,00                                      | 5,00                         |
| Kapitalverzinsung                            | %     | 1,00                                      | 1,00                                      | 1,00                         |

| <b>Investitionskosten</b>        |          |                   |                   |                   |
|----------------------------------|----------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Heizung                          | €        | 124.831,00        | 124.831,00        | 172.788,00        |
| Lüftung                          | €        | 113.764,00        |                   | enthalten         |
| Abgehängte Decke                 | €        | 257.001,92        | 257.001,92        |                   |
| <b>Gesamt Investitionskosten</b> | <b>€</b> | <b>495.596,92</b> | <b>381.832,92</b> | <b>172.788,00</b> |

| <b>Verbrauchskosten</b>        |            |                  |                 |                  |
|--------------------------------|------------|------------------|-----------------|------------------|
| Energiekosten Wärme            | €/a        | 8.112,00         | 8.632,00        | 10.400,00        |
| Energiekosten Strom            | €/a        | 1.400,10         | 327,60          | 9.213,75         |
| Wartungskosten                 | €/a        | 950,00           | 150,00          | 2.350,00         |
| <b>Gesamt Verbrauchskosten</b> | <b>€/a</b> | <b>10.462,10</b> | <b>9.109,60</b> | <b>21.963,75</b> |

| <b>Abschreibung</b>                 |            |                  |                  |                  |
|-------------------------------------|------------|------------------|------------------|------------------|
| AVA Gebäude (abgeh. Decke) 40 Jahre | €/a        | 6.425,05         | 6.425,05         |                  |
| AfA techn. Anlagen                  | €/a        | 11.929,75        | 6.241,55         | 8.639,40         |
| Verzinsung                          | €/a        | 4.955,97         | 3.818,33         | 1.727,88         |
| <b>Gesamt Afa, Verzinsung</b>       | <b>€/a</b> | <b>23.310,77</b> | <b>16.484,93</b> | <b>10.367,28</b> |

|                            |            |                  |                  |                  |
|----------------------------|------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>Jahreskosten Gesamt</b> | <b>€/a</b> | <b>33.772,87</b> | <b>25.594,53</b> | <b>32.331,03</b> |
|----------------------------|------------|------------------|------------------|------------------|

### **Bewertung Wirtschaftlichkeitsbetrachtung**

Durch den deutlich geringeren Stromverbrauch und den etwas geringeren Wärmeverbrauch sind die Varianten 1 und 1.1 in den Betriebskosten wesentlich günstiger als die Variante 2.

Die Lüftungsanlage bei Variante 1 erhöht sowohl die Anschaffungskosten als auch die Betriebskosten gegenüber der Fensterlüftung. Der Wärmeverbrauch ist zwar durch die Wärmerückgewinnung der Lüftung etwas geringer, der Stromverbrauch der Ventilatoren und die Wartungskosten schlagen jedoch zu Buche. Entscheidend sind jedoch die Anschaffungskosten. Die CO<sub>2</sub> Bilanz der Anlage mit Lüftung (Variante 1) ist jedoch am besten.

In Bezug auf die Corona Pandemie müssen wir die Variante mit der Lüftungsanlage dringend empfehlen, da durch eine gute Durchlüftung der Halle mit Frischluft die Ausbreitung der Viren minimiert wird. Die CO<sub>2</sub> Konzentration sollte hier unter 1.000 ppm gehalten werden. Dies wäre mit der vorgeschlagenen Lüftung im Sportbetrieb problemlos möglich.

Eine Umluftheizung (Variante 2) ist nicht zu empfehlen, da hier mögliche Viren, in dem Sie am Virenherd angesaugt und über die Umluft wieder in die Halle eingeblasen werden, in der gesamten Halle verteilt werden.

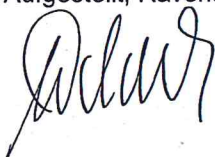
Auf 20 Jahre gesehen ergeben sich folgende Gesamtkosten:

|                      |                                |
|----------------------|--------------------------------|
| <u>Variante 1:</u>   | 675.457,34 € (inkl. 19% MwSt.) |
| <u>Variante 1.1:</u> | 511.890,54 € (inkl. 19% MwSt.) |
| <u>Variante 2:</u>   | 646.620,60 € (inkl. 19% MwSt.) |

**In den Kosten der Varianten 1 und 1.1 ist auch die komplette Sanierung der Hallendecke, welche sich in einem schlechten Zustand befindet, enthalten. Bei der Variante 2 würde die alte Decke bleiben.**

**Überschlägig kann man also sagen, dass die Variante 1 die neue Decke nach 20 Jahren fast finanziert. Bei der Variante 1.1 ergibt sich nach 20 Jahren zusätzlich zur neuen Decke sogar noch eine Einsparung in Höhe von 134.730,06 € gegenüber der Variante 2.**

Aufgestellt, Ravensburg den 06.07.2021



Rolf Witschard