
GRUNDSCHULE WAHNBEEK SPORTHALLE

REDUZIERUNG DES ENERGIEVERBRAUCHES DER LÜFTUNGSANLAGE FÜR DIE SPORTHALLE

AUFGESTELLT:
05.11.2008

Ing.-Büro Wolff + Partner GmbH
Beratende Ingenieure VBI
Haferwende 18
28357 Bremen
Tel. (0 421) 20 77 4-0
Fax (0 421) 20 77 4-26

Aufgabenstellung

Die Gemeinde Rastede hat das Ingenieurbüro Wolff und Partner damit beauftragt, den Energieverbrauch der Lüftungsanlage für die Sporthalle Wahnbek kritisch zu betrachten und Vorschläge für einsparende Maßnahmen zu unterbreiten. Die vorgeschlagenen Maßnahmen sind hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit zu bewerten.

Bestand

Die Sporthalle Wahnbek wurde 1990 erbaut.
Die Sporthalle verfügt über eine kombinierte Zu- und Abluftanlage zur Be- und Entlüftung und zur Beheizung. Die Anlage ist mit einem regenerativem Wärmerückgewinnungssystem ausgestattet. Die Beheizung der Halle erfolgt ausschließlich über die Lüftungsanlage.

Technische Daten Anlage Sporthalle:

Hersteller: Fläkt

Baujahr: 1990

Zuluft:

Volumenstrom: 23.000 / 11.500 m³/h

Pressung: 1.228 Pa

Leistungsaufnahme Zuluftventilator: 11,1 kW

Drehzahl: 2.525 1/min

Leistung Luftherhitzer: 231,3 kW bei 80 / 60°C

Luftherwärmung: 0 / 30°C

Abluft:

Volumenstrom: 23.000 / 11.500 m³/h

Pressung: 1.075 Pa

Leistungsaufnahme Abluftventilator: 10,2 kW

Drehzahl: 2.474 1/min

Für die Umkleiden, Duschen und Nebenräume ist eine weitere Lüftungsanlage vorhanden:

Hersteller: Fläkt

Baujahr: 1990

Zuluft:

Volumenstrom: 5.000 / 2.500 m³/h

Pressung: 591 Pa

Leistungsaufnahme Zuluftventilator: 1,2 kW

Drehzahl: 3.068 1/min

Leistung Luftherhitzer: 43,8 kW bei 80 / 60°C

Luftherwärmung: 0 / 26°C

Abluft:

Volumenstrom: 4.000 / 2.000 m³/h

Pressung: 568 Pa

Leistungsaufnahme Abluftventilator: 1,1 kW

Drehzahl: 3.047 1/min

Die Abluft der WC's, ca. 1.000 m³/h, wird direkt über Dach geführt.

Die Beheizung der Umkleiden, Duschen und Nebenräume erfolgt über statische Heizflächen.

Die Wärmeversorgung des kompletten Sporthallenbereiches (Heizung, Lüftung und warmes Duschwasser) erfolgt über ein Fernleitung.

Der Motorstrom der RLT-Anlage für die Halle wurde von der Gemeinde, Herrn Backhaus, mit 40 A gemessen. Dieser Wert ist in Ordnung, d.h. von einer erhöhten Stromaufnahme ist nicht auszugehen.

Die Anlage wird nach Aussage des Hausmeisters, Herrn Fuhrken, an 300 Tagen im Jahr, von 5.00 bis 21.00 Uhr (16 h/d) betrieben. Der Betrieb erfolgt nahezu ausschließlich in der 2. (großen) Stufe. Ein Betriebsstundenzähler oder Ähnliches zur Verifizierung dieser Angabe ist leider nicht vorhanden.

Abschätzung des Stromverbrauches

Aus der genannten Betriebszeit (300 d/a, 16 h/d) und der Leistungsaufnahme der Ventilatoren (21,3 kW) ergäbe sich ein Stromverbrauch 102.240 kWh/a. Dieser Wert erscheint uns gemessen am gesamten Stromverbrauch der Grundschule einschließlich Sporthalle von durchschnittlich rd. 123.500 kWh/a zu hoch. Wir empfehlen daher, den tatsächlichen Stromverbrauch des RLT-Gerätes für die Sporthalle über einen längeren Zeitraum zu messen. Dies kann ohne großen Aufwand durch Einbau eines Stromzählers in die Zuleitung zum Schaltschrank, oder eines Betriebsstundenzählers getrennt für 1. und 2. Stufe, erfolgen. In der folgenden Betrachtung rechnen wir daher zunächst mit 3.000 Vollaststunden (statt 4.800) weiter. Dies entspricht ca. 250 Betriebstagen mit vorwiegendem (statt fast ausschließlichem) Betrieb in der 2. Stufe.

Hieraus würde dann ein Stromverbrauch von ca. 63.900 kWh/a resultieren.

Abschätzung des Wärmeverbrauches

Der Wärmeverbrauch der Sporthalle wird nicht separat erfasst und muss daher überschlägig abgeschätzt werden. Den Wärmebedarf (Heizlast) schätzen wir unter Einbeziehung des vorhandenen Heizungskonzeptes auf ca. 100 kW und die Vollbenutzungsstunden unter Einbeziehung der genannten Betriebszeiten auf 1.400 h/a. Daraus resultiert ein Wärmeverbrauch von 140.000 kWh/a. Dies entspricht ca. 25% des Gesamtverbrauchs für Grundschule mit Sporthalle, was realistisch erscheint wenn man den umbauten Raum der Halle ins Verhältnis zum gesamten umbauten Raum der Schule einschließlich Halle setzt.

Beurteilung des vorhandenen Heizungskonzeptes

Die Beheizung von hohen Hallen jeder Art und Nutzung, Sporthallen eingeschlossen, mit Lüftungsanlagen ist aus energetischer Sicht ungünstig. Die Bewegung großer Luftmengen erfordert hohe Antriebsleistungen der Ventilatoren und damit hohen Stromverbrauch. Eine Luftheizung erfordert im Vergleich z.B. zu einer Strahlungsheizung im Aufenthaltsbereich eine um ca. 3 Grad höhere Temperatur um die gleiche Behaglichkeit zu erreichen. Bei einer Luftheizung stellt sich im Vergleich zu einer Strahlungsheizung eine deutliche Temperaturschichtung vom Boden bis zur De-

cke ein. Dies erhöht die mittlere Raumtemperatur um mehrer Grade und erhöht damit deutlich die Wärmeverluste. Die Luftbewegung wird häufig als Störend empfunden (Zugerscheinungen). Zur Kompensation werden höhere Temperaturen eingestellt. Nicht zuletzt hat der Lüftungswärmebedarf selbst einen großen Anteil am Wärmeverbrauch trotz Wärmerückgewinnung.

Maßnahmen zur Senkung des Strom- und Wärmeverbrauchs

Wir empfehlen das Heizungskonzept für die Sporthalle zu ändern. Die Halle wird zukünftig nicht mehr mit der Lüftungsanlage sondern mit nachzurüstenden Deckenstrahlplatten beheizt. Diese werden unter dem Dach zwischen den Bindern eingebaut.

Die Lüftungsanlage bleibt erhalten und wird auch weiterhin gewartet, um sie funktionstüchtig zu erhalten. Sie wird jedoch nur noch in Ausnahmesituationen betrieben. Der Luftraum in der Halle ist ausreichend groß, sodass auf die mechanische Lüftung verzichtet werden kann. Im Sommer können zur Wärmeabfuhr die Dachfenster geöffnet werden.

Den Einbau von Lüftungsanlagen fordert häufig das Baurecht. Dies trifft jedoch auf die Sporthalle Wahnbek nicht zu, da die Zahl der Tribünenplätze kleiner 199 ist. Im übrigen bleibt die Anlage ja auch erhalten, sodass diesen Anforderungen trotzdem genüge getan wird.

Das Heizungs- und Lüftungskonzept für die Umkleiden, Duschen und Nebenräume wird beibehalten.

Durch die Änderung des Heizungskonzeptes kann nahezu der gesamte Stromverbrauch für das Lüftungsgerät der Halle eingespart werden. Darüber hinaus kann der Wärmeverbrauch der Halle durch die Strahlungsheizung erfahrungsgemäß um ca. 30% reduziert werden.

Wirtschaftlichkeitsberechnung

I. Kapitalgebundene Kosten

Zinsen: 5,0 %/a
Lebensdauer: 30 Jahre (nach VDI 2067)
Annuität: 6,51 %/a
Investition: 50.000,- € (netto)

$$\frac{50.000 \text{ €} \times 6,51 \text{ \%/a}}{100 \text{ \%}} = 3.255,- \text{ €/a}$$

II. Verbrauchsgebundene Kosten

Vernachlässigbar!

III. Betriebsgebundene Kosten

Wartung, Instandhaltung:

nach VDI 2067: 1,0 %/a

$$\frac{50.000 \text{ €} \times 1,0 \text{ \%/a}}{100 \text{ \%}} = 500,- \text{ €/a}$$

IV. Einsparung pro Jahr

Durch den Einbau der Deckenstrahlungsheizung werden folgende Einsparungen erzielt:

Stromeinsparung:

$$3.000 \text{ VBh} \times 21,3 \text{ kW} = 63.900 \text{ kWh/a}$$

Stromkosteneinsparung:

$$63.900 \text{ kWh/a} \times 0,153 \text{ €/kWh} = 9.777 \text{ €/a}$$

Wärmeeinsparung (30 % vom bisherigen Wärmeverbrauch):

$$140.000 \text{ kWh/a} \times 0,3 = 42.000 \text{ kWh/a}$$

Wärmekostensparnis:

Spezifische Wärmekosten:

$$\text{Gaspreis: } 0,049 \text{ €/kWh}$$

$$\text{Jahresnutzungsgrad des Gaskessels: } 0,85$$

$$\text{Umrechnungsfaktor Hu/Ho: } 0,901$$

$$k = 0,049 \text{ €/kWh} / (0,85 \times 0,901) = 0,064 \text{ €/kWh}$$

$$K = 0,064 \text{ €/kWh} \times 42.000 \text{ kWh/a} = 2.688,00 \text{ €/a}$$

Einsparung pro Jahr:	
Stromkosteneinsparung:	9.777,00 €/a
Wärmekosteneinsparung:	+ 2.688,00 €/a
Betriebsgebundenen Kosten:	- 500,00 €/a
Einsparung pro Jahr :	11.965,00 €/a

V. Gewinn pro Jahr

Einsparung pro Jahr:	11.965,00 €/a
<u>Kapitalgebundene Kosten pro Jahr:</u>	<u>- 3.255,00 €/a</u>
Gewinn pro Jahr:	8.710,00 €/a

VI. Amortisationszeit

Statische Amortisationszeit, ohne Energiepreissteigerung, mit Berücksichtigung der Verzinsung.

$$A = \frac{\log \frac{E}{E - I \cdot Z}}{\log(1 + Z)}$$

mit:

A = Amortisationszeit
E = Einsparungen pro Jahr
I = Investition
Z = Zinssatz

A = 4,8 Jahre

In weniger als 5 Jahren würde sich die Anlage nach der statischen Methode amortisieren.

Dynamische Amortisationszeit:

Unter Berücksichtigung einer Strompreissteigerung von 2 % pro Jahr würde sich die Amortisationszeit auf 4,6 Jahre verkürzen, bei 5 % pro Jahr auf 4,4 Jahre.

Zusammenfassung

Die Beheizung der Sporthalle Wahnbek erfolgt zur Zeit ausschließlich über die Lüftungsanlage. Daraus resultieren hohe Stromkosten.

Wir empfehlen das Heizungskonzept für die Sporthalle zu ändern und schlagen vor, die Halle zukünftig nicht mehr mit der Lüftungsanlage sondern mit nachzurüstenden Deckenstrahlplatten zu beheizen. Hierfür sind Investitionen in Höhe von ca. 50.000 € (netto) erforderlich.

Durch diese Maßnahme können die Energiekosten um ca. 12.000 € (netto) pro Jahr gesenkt werden. Durch die Einsparungen amortisiert sich die Investition innerhalb von weniger als 5 Jahren.

Vor Durchführung der Maßnahme sollten der tatsächliche Stromverbrauch der Lüftungsanlage durch Messung ermittelt werden.