

Das Sportzentrum in der Pommernstraße 10 wurde vor ca. 30 Jahren errichtet. Die Liegenschaft umfasst neben dem außenliegenden Sportplatz eine große Vier-Fach-Sporthalle, sowie acht Umkleidebereiche mit Duschen und Nebenräumen (Geräteräume, Platzwart, Außengeräte, WC's). Die Sporthalle hat die Abmessungen von 60 m * 27 m (Länge * Breite).

Das Sportzentrum wird tagsüber von Schülern der anliegenden Schulen (Peter-Henlein-Realschule und Sigmund-Schuckert-Gymnasium) genutzt. Abends und am Wochenende wird die Halle von den Sportvereinen stark frequentiert. Am Wochenende finden häufig Turnier- und Ligaspiele mit entsprechend vielen Besuchern statt. Die Anlage wird durch einen Platzwart des SportService Nürnberg (SpS) betreut.



Bild 1: Die Vier-Fach-Sporthalle in der Pommernstraße.

1. Die Ausgangssituation

Die Technik zur Beheizung, Belüftung und Steuerung der Sporthalle ist im unterkellerten Bereich untergebracht. Im Einzelnen sind dies: die beiden Lüftungsanlagen für die Halle sowie den Umkleide- und Duschbereich, die Warmwasserbereitung mit thermischer Solaranlage, die Regel- und Steueranlage, die Heizkreise für die Fußbodenheizung der Halle und den Umkleide- und Duschbereich sowie der statischen Heizflächen der Nebenräume.

Ventilatoraustausch und neues Lüftungs- und Regelkonzept Sportzentrum Pommernstraße

➔ Stromverbrauchssenkung von 80 %

➔ Bedarfsgesteuerte Luftmengenregelung über Luftqualität und Feuchte

Aufgrund des hohen Alters der Anlagen wurde eine Untersuchung zur Einsparung von Elektro- und Heizenergie durchgeführt. Genauer betrachtet wurden dabei die Lüftungsanlagen, sowie die Steuer- und Regelanlage. Die Untersuchung ergab ein hohes Einsparpotential von elektrischer Energie, besonders im Bereich der Ventilatoroptimierung. Die daraufhin erfolgte Feinanalyse der gesamten Anlagenkonzeption zeigte, dass der Austausch der Ventilatoren und der Steuer- und Regelanlage in Verbindung mit einer bedarfsabhängigen Regelstrategie eine hochwirtschaftliche Maßnahme darstellt.

2. Die Projektbeschreibung

Die einzelnen Gebäudebereiche hatten folgende technische Ausstattung:

Sporthalle

- Zu- und Abluft-Zentralgerät mit Filter, Mischkammer und Erhitzer; Luftmenge lt. Gerätekarte: 40.000 m³/h; die gemessene Luftmenge im Umluftbetrieb betrug 24.000 m³/h.
- Sportbodenheizung als Grundlastheizung; der Rest erfolgte über die Lüftungsanlage.
- Zu- und Abluftgitter gegenüberliegend angeordnet; beide Gitterarten als gleicher Typ und Fabrikat (wegen der breiten Lamellen und engen Zwischenräume oft als „Turnhallengitter“ bezeichnet); Anordnung in einer Höhe von je 2,5 m.
- Regelung der Raumtemperatur über die manuelle Vorgabe der Zulufttemperatur; aufgrund der schlechten Erwärmung der Halle war die Lüftung im Tagbetrieb in Stufe 2 geschaltet, im Nachtbetrieb in Stufe 1, in den Ferien (ohne Heizbedarf) aus.



Umkleidetrakt

- Zuluft-Zentralgerät mit Filter und Erhitzer; Luftmenge lt. Gerätekarte: 9.000 m³/h; die gemessene Luftmenge betrug 9.000 m³/h.
- Fußbodenheizung als Grundlastheizung; der Rest erfolgte über die Lüftungsanlage.
- Zu- und Abluftgitter jeweils in den Umkleide- und Duschbereichen.
- Regelung der Raumtemperatur über die manuelle Vorgabe der Zulufttemperatur; im Tagbetrieb in Stufe 2 geschaltet, im Nachtbetrieb in Stufe 1, in den Ferien (ohne Heizbedarf) aus.
- Abluft über 4 Dachventilatoren, parallel mit der Zuluftanlage geschaltet.

Bei der durchgeführten Feinanalyse wurden die Funktionen der bestehenden Anlagen dokumentiert, Messungen an den Ventilatoren durchgeführt und die Hinweise der Nutzer bezüglich der unbefriedigenden Beheizung und Belüftung der Halle aufgenommen. Zusätzlich wurde die vorhandene Regelanlage auf Funktion und Parametrierung geprüft. Die Vergleichsberechnungen von vorhandenen und im sanierten Zustand zu erwartenden Stromverbräuchen, die Auswertung der Regelparameter sowie die unzureichende Beheizung der Sporthalle führten zum Entschluss, die Anlagen möglichst schnell zu sanieren. Die Überprüfung der Lufterbringung in die Halle zeigte, dass die vorhandenen Zuluftgitter nicht geeignet waren die Halle mit angewärmter Luft effektiv zu durchströmen. Durch die große Gitterfläche und die fest eingestellten Lamellen wurde die Warmluft nach Eintritt in die Halle unweigerlich nach oben gelenkt. Durch die hohe Halle bildete sich an der Decke ein Warmluftpolster, während sich am Boden durch die Konvektion und durch Gebäudeundichtigkeiten Kaltluft ansammelte. Durch die hohen Luftmengen kam es auch noch zu Zugerscheinungen im Aufenthaltsbereich.

Nachdem die Kunststoffleitungen der Fußbodenheizung gespült wurden, ist eine Thermographieaufzeichnung der einzelnen Kreise durchgeführt worden. Aufgrund der ermittelten Daten (Rohrabstände, Oberflächentemperaturen, Vor- und Rücklauftemperaturen) konnten die notwendigen Parameter für die neue Umwälzpumpe und die Einstellungen der Regel- und Steueranlage errechnet werden.

Der **Sanierungsumfang** betraf die Bereiche:

Zentralgeräte Sporthalle und Umkleidetrakt

- Austausch der veralteten Ventilatoren einschließlich Motoren gegen hocheffiziente Ventilatereinheiten mit rückwärtsgekrümmten Schaufelrädern, exakt dimensionierten und effizientem Motor und Flachriemenantrieb (siehe auch Projekt-Info 18/2005).



Bild 2: Neu montierter Abluftventilator Sporthalle; ausgestattet mit rückwärts gekrümmten Schaufelrad, Flachriemenantrieb und Motor für Betrieb mit stufenloser Frequenzumformersteuerung.

- Austausch der veralteten Regel- und Steuerungsanlage gegen eine frei programmierbare digitale Automationsstation (DDC) mit der Möglichkeit der Fernvisualisierung über die Gebäudeleittechnik (GLT).

Sporthalle:

- Umrüstung der Sportbodenheizung von Grundlastbetrieb auf volle Heizleistung.
- Austausch der Zuluftgitter gegen Diffusionsgitter mit selbsttätiger Luftstrahl lenkung durch selbsttätige Verstellung der hinteren Lamellen mit einem thermostatischen Temperaturwertgeber; in ballwursicherer Ausführung, speziell für Sporthallen. Etwa die Hälfte des neuen Gitters ist mit einem Blinddeckel versehen, um die effektive Austrittsgeschwindigkeit nochmals zu erhöhen. Durch die optimierte Lufterbringung der neuen Gitter findet der Luftaustausch zum Großteil im Aufenthaltsbereich statt.
- Ausstattung mit Luftqualitätsfühler (CO₂) und Raumfühler je Hallenteil zur bedarfsgeregelten Steuerung der Luftmengen in der jeweiligen Betriebsart.

Umkleidetrakt:

- Umrüstung der Fußbodenheizung von Grundlastbetrieb auf volle Heizleistung.
- Ausstattung mit Feuchtefühler je Dusche, und Raumtemperaturfühler je Umkleidebereich zur bedarfsgeregelten Feuchteabführung bei Duschbetrieb und Raumtemperaturüberwachung.





Bild 3: Mittlerweile ausgebaut: Lochblechgitter zur Luftmengenreduzierung.

3. Das Regelungskonzept

Die Regelung der beiden Lüftungsanlagen erfolgt bedarfsabhängig je nach Anforderung:

Die Anlage Sporthalle dient zur Aufrechterhaltung der Luftqualität, zur Beheizung an sehr kalten Tagen und zur sommerlichen Nachtkühlung.

Die Anlage Umkleidetrakt dient zur Entfeuchtung und zur sommerlichen Nachtkühlung.

Daraus ergeben sich unterschiedliche Betriebsarten für beide Anlagen: Lüfterneuerung, Heizung, Intensivlüftung, Erhaltungsbetrieb, Nachtkühlung und Entfeuchtungsbetrieb.

Grundsätzlich wird versucht, die Luftmengen gering zu halten und nur bei Bedarf mit entsprechend notwendigen Luftmengen die eigentlichen Aufgaben der Anlagen zu bewältigen.

Zur bedarfsabhängigen Steuerung sind folgende Komponenten notwendig: Stufenlos regelbare Ventilatoren mit frequenzumrichter gesteuerten Motoren; frei programmierbare Regelung zur Umsetzung der Betriebsarten; Luftqualitätsfühler über CO₂-Sensor und Temperaturfühler in den Sporthallen; Feuchtefühler in den Duschen und eine intelligente und übersichtlich programmierte, für alle Bedarfsfälle angepasste Software.

4. Montage und Optimierung

Die Demontage und anschließende Montage der Ventilatoreinheiten erfolgte in den Osterferien 2006. Die großzügige Einbringöffnung und die große Zentrale erleichterten die Montage der großen Ventilatoreinheiten wesentlich.

Der Einbau war in drei Tagen realisiert. Die zusätzlichen Feldgeräte an den Lüftungsanlagen (Fühler, Thermostate, Drucktransmitter und Ventilantriebe) wurden anschließend montiert. Die Zuluftgitter in der Halle wurden in der zweiten Ferienwoche demontiert und zeitnah die neuen Gitter in die Öffnungen eingebaut.

Parallel erfolgte der Tausch der kompletten Regel- und Steueranlage während der Ferien. Die Feldgeräte für die Halle und den Umkleidetrakt (Raumtemperaturfühler, Luftqualitätsfühler und Feuchtefühler) wurden ebenfalls in der Ferienzeit angebracht und verdrahtet.

Am Druckstutzen des alten Zuluftventilators wurde ein verschmutztes Lochgitter entdeckt. Dies diente vor Jahrzehnten zur Einregulierung der Luftmengen. Diese Gepflogenheit vergangener Tage sollte durch den erhöhten Widerstand heute nicht mehr praktiziert werden, und wurde daher entfernt.

Die Optimierungsphase durch die Fernvisualisierung der Anlagenbilder konnte bereits kurz nach der Inbetriebnahme erfolgen. Durch Aufzeichnung und Auswerten von diversen Datenpunkten über längere Zeiträume (Trendfunktion) wurde geprüft, ob die geplanten Betriebsarten funktionieren, und ob plausible Ergebnisse in Bezug auf Energieeinsparung und Komfort erbracht werden. Ein weiteres Werkzeug zum Controlling und zur Optimierung stellen die im Schaltschrank installierten Energiezähler dar. Die regelmäßige Aufzeichnung der Stromverbräuche der einzelnen Ventilatoren ist ein wichtiges Instrument zur Bewertung der gesamten Anlagen während der Optimierungsphase und der ganzen Betriebszeit.

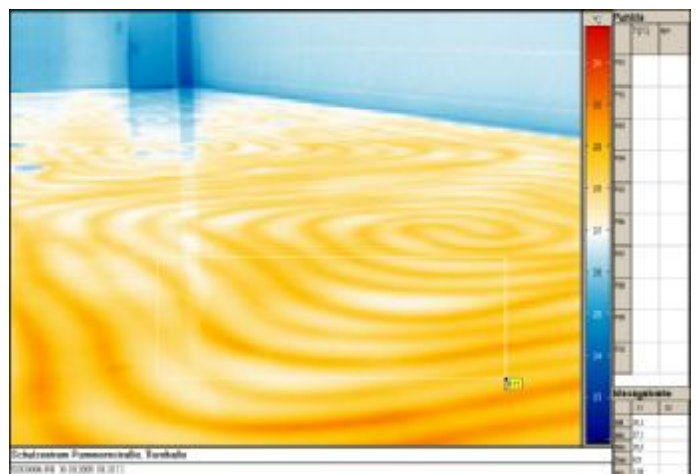


Bild 4: Thermografieaufnahme der Sportbodenheizung mit Aufzeichnung der mittleren Bodenoberflächentemperatur.



5. Energieeinsparung und Kosten

Nach der Bestandsaufnahme von Betriebszeiten und Regelparameter und aufgrund der Messungen der Wirkleistungen an den Ventilatoren wurde die Stromeinsparung berechnet.

Die Berechnung prognostizierte eine Gesamteinsparung an elektrischer Energie von 70 %.

Ein halbes Jahr vor dem Ventilatoraustausch wurde zur Kontrolle bereits ein Energiezähler in den bestehenden Schaltschrank eingebaut. Die Auswertung des gezählten „alten Verbrauches“ ergab einen hochgerechneten Jahresverbrauch von etwa 115.000 kWh.

Nach der Laufzeit von nun einem halben Jahr zeigt sich ein hochgerechneter Jahresstromverbrauch von etwa 23.500 kWh. Dies entspricht einer tatsächlichen Einsparung von ca. 80 %. Die in der Planungsphase erstellte Prognose wurde damit sogar noch übertroffen.

Die enorme Energieeinsparung ergibt sich zusätzlich zur bedarfgeführten Regelung durch drei Sachverhalte: Die nun vorwiegende Beheizung der Sporthalle mit der Sportbodenheizung. Dadurch kann die Laufzeit der Lüftung mit großen Luftmengen wesentlich verringert werden.

Das Kanalnetz der Hallenlüftung ist für die ursprünglich geplanten 40.000 m³/h ausgelegt. Daher kommen die Ventilatoren im Hallengerät mit sehr niedrigen Differenzdrücken zurecht, was sich ebenfalls stromsparend auswirkt.

Die neuen Lüftungsgitter erzeugen eine optimale Luftfeinbringung im Aufenthaltsbereich. Durch diese Effektivitätssteigerung kann mit weniger Luftmenge eine ausreichende Luftqualität erreicht werden.

Die Kosten für die Ventilatorumrüstung und dem Gitteraustausch betragen 34.000 EUR. Der Austausch der kompletten Regelanlage mit Verdrahtung und Feldgeräten kostete etwa 55.000 EUR. Betrachtet man nur die Kosten für den Ventilatoraustausch mit den Zuluftgittern zeigt sich eine Amortisationszeit von unter vier Jahren. Bei Ansatz der Gesamtkosten liegt diese bei etwa acht Jahren.



Bild 5: Alt: Häufig anzutreffendes „Turnhallengitter“



Bild 6: Neu: Selbsttätig verstellendes Zuluftgitter, ballwurfsicher

6. Fazit

Allein die Ventilatoren auszutauschen ist nicht unbedingt wirtschaftlich. Nur durch die Analyse der gesamten Anlagenkomponenten kann eine max. Energieeinsparung erreicht werden. Erst dann kann ein ganzheitliches Lüftungs- und Regelkonzept mit aktuellen Parametern für Luftmengen, Luftqualität und weiteren Vorgaben erstellt werden.

Häufig kann nicht nur elektrische Energie eingespart werden, sondern meist stellt sich auch durch die neuen Regelanlagen ein höherer Komfort ein.

Für neue Schaltanlagen bei Ventilatoren mit größeren Luftmengen sowie längeren Laufzeiten ist der Einbau von Energiezählern auf jeden Fall zu empfehlen. Durch die regelmäßige Aufzeichnung der Verbräuche kann eine Bewertung hinsichtlich Funktion, Wartung und in Verbindung mit einer Fernvisualisierung sogar eine schnelle und einfache Anlagenoptimierung vorgenommen werden.

Impressum:

Herausgeber: Hochbauamt der Stadt Nürnberg
Erschienen: Dezember 2006
Redaktion: Kommunales Energiemanagement
Markus Aurbach, HLK-Techniker
Unterstützung: Klaus Blank, Meister
Fachbereich Heizung, Lüftung, Klima

Adressen:

Hochbauamt der Stadt Nürnberg
Kommunales Energiemanagement
Marientorgraben 11, 90402 Nürnberg
markus.aurbach@stadt.nuernberg.de
klaus.blank@stadt.nuernberg.de