

Autor

Dipl.-Ing. Clemens Kiefer

Maschinenfabrik Gg. Kiefer GmbH,
70469 Stuttgart



Bild 1: Verwaltungsgebäude Kirchhoff AG in Leinfelden-Echterdingen

Erfahrungen aus einem Rekord-Sommer

Betonkernkühlung mit Zuluft

Bereits in der Ausgabe 6/2002 der TAB wurde über das Bauvorhaben Kirchhoff AG in Leinfelden-Echterdingen (nähe Flughafen Stuttgart) berichtet. Der vergangene Rekord-Sommer 2003 hat uns veranlasst die Temperaturen des Gebäudes, die von der GLT ständig aufgezeichnet werden, erneut zu untersuchen. Das Ergebnis kann sich sehen lassen. Wie auch im letzten Bericht dargestellt, ist der Nutzer mit der eingebauten Technik sehr zufrieden.

Um den Einstieg ohne erneutes Lesen des letzten Artikels schnell zu ermöglichen, soll hier kurz der Gebäudeaufbau und das System der Betonkernkühlung mit Zuluft skizziert werden.

Gebäudebeschreibung Lage und Architektur

Das Verwaltungsgebäude der Kirchhoff AG in Leinfelden-Echterdingen (Bild 1) wurde im Juli 2001 fertiggestellt und bezogen. Es umfasst einen Bruttorauminhalt von ca. 25 000 m³ einschließlich einer ca. 3500 m² großen Tiefgarage und eine Hauptnutzfläche von ca. 2500 m². Das nach dem neusten Stand der Technik errichtete Bürogebäude bietet Raum für Einzelbüros mit insgesamt 155 Arbeitsplätzen und Besprechungsräume für ca. 90 Personen. Der Grundriss weist zwei Büroflügel auf, die um 7° auseinandergespreizt sind. Zwischen den beiden Flügeln sind Sozial- und Sanitärbereiche angeordnet. Die Fassade ist eine so genannte Lochfassade mit einer Natursteinverkleidung.

Die Fenster sind mit einer Sonnenschutzverglasung mit innenliegendem elektrisch betriebenem Blendschutz versehen. Der Blendschutz fährt automatisch entsprechend der Strahlungsintensität als auch manuell betätigt von unten nach oben zu. Dies gewährleistet eine indirekte „Beleuchtung“ durch die Sonneneinstrahlung über die weiß gestrichene Betondecke.

Die Fenster können geöffnet werden. Wegen der Lage des Gebäudes in der Einflugschneise des Stuttgarter Flughafens wird äußerst selten von dieser Möglichkeit Gebrauch gemacht. Zur kontrollierten Luftversorgung mit der hygienischen Mindestaußenluftfrate wurde eine mechanische Lüftungsanlage eingebaut. Die architektonische Vorplanung mit glatten sichtbaren Betondecken bot die Möglichkeit über eine Bauteilaktivierung die zu erwartende Kühllast abzuführen. Das von der Firma Kiefer Luft- und Klimatechnik, Stuttgart, entwickelte

System der Betonkernkühlung mit Zuluft passte ausgezeichnet in die Gesamtkonzeption. In enger Zusammenarbeit mit dem Architekturbüro Arat, Siegel & Partner, dem Planungsbüro Laux, Kaiser & Partner und der Firma Kiefer, Luft- und Klimatechnik wurde für den Bauherrn und Nutzer eine optimale Lösung erarbeitet.

Systembeschreibung

Die Betonkernkühlung mit Zuluft macht sich die hohe Speicherkapazität der Betondecke zu nutze. Die Zuluft strömt durch Kühlrohre aus thermisch gut leitendem Aluminium, die in der Betondecke verlegt sind. Um den Wärmeübergang vom Rohr an die Zuluft zu verbessern, wurde die innere Oberfläche verdreifacht. Durch den hohen Energieaustausch zwischen Luft und Betondecke dient die Decke als dezentraler Nachwärmer der Zuluft und die Decke wird im Gegenzug gekühlt. Dieser Nachwärmer funktioniert ohne Primärenergieaufwand nur durch die Wärmegevinne der Räume. Die hygienisch erforderliche Außenluftmenge strömt mit 12 bis 14 °C in die Kühlrohre und anschließend über geeignete Luftdurchlässe in die Räume. Es wird ein Wärmeübertragungsgrad von bis zu 90 % erreicht. Das bedeutet, dass die Zuluft nach dem Durchströmen einer auf 22 °C temperierten Betondecke und einer aktiven Rippenrohrlänge von 7 bis 10 m mit einer Quell-Lufttemperatur von ca. 21 °C das Rohr verlässt. Infolge der niedrigen Anfangstemperatur der Zuluft vor dem Eintritt in das Rippenrohr sind enorme Energieeinsparungen über die Lebensdauer des Gebäudes zu erwarten. Über ca. 6000 h/a (VDI 4710, Stuttgart) steht die Außenluft bereits mit weniger als 12 °C zur Verfügung. Nur für den Winterfall betrachtet sind dies Einsparungen hinsichtlich der Lufterwärmung und bezogen auf die Betriebsdauer von über 20 kWh/m²a. Die regenerative Wärmerückgewinnung wärmt die Außenluft bereits auf 10 °C vor. Der Ventilator wärmt je

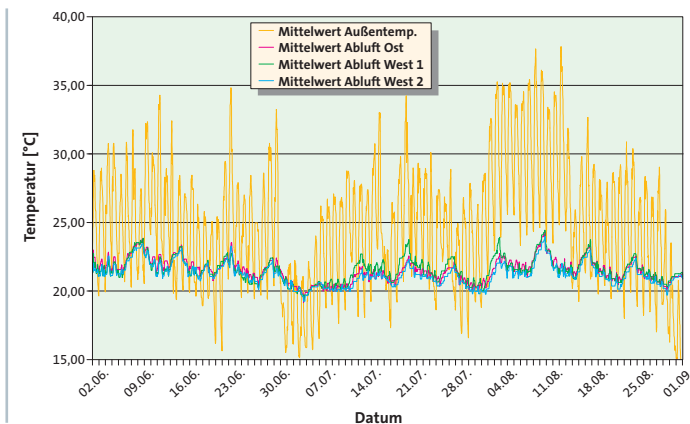


Bild 2: Ablufttemperaturen [°C] vom 2. Juni bis 1. September 2003 (nach Zonen unterteilt)

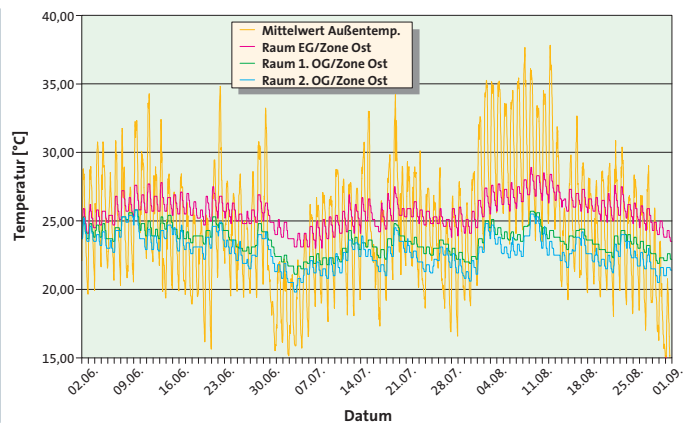


Bild 3 : (Referenz-)Raumtemperaturen [°C] vom 2. Juni bis 1. September 2003 (exemplarisch Zone Ost)

nach Druckerhöhung noch einmal 1 bis 2 K nach. Danach kann die Luft ohne weitere thermische Behandlung über das isolierte Kanalnetz in die Kühlrohre einströmen. Für den Sommerfall gibt es unterschiedliche Auffassungen in Bezug auf die Höhe der Abkühlung/Entfeuchtung. Aus [1] und [2] wird deutlich, dass die Entfeuchtung der Zuluft wesentlich zum Komfort der Büroräume und zur Leistungsfähigkeit der Nutzer beiträgt. Das bedeutet, dass in den Sommermonaten ebenfalls auf einen Wert von 12 °C abgekühlt und dadurch entfeuchtet werden sollte, um ein angenehmes und produktives Raumklima zu erreichen. Der Energieverbrauch für Kühlung/Entfeuchtung liegt dann für einen Luftvolumenstrom von 7,5 bis 10 m³/hm² bei etwa 20 bis 25 kWh/m²a. Bei Systemen, bei denen die Betondecke mit Wasser gekühlt wird, kommt noch der Energieverbrauch, der zum Kühlen des Wassers benötigt wird, dazu. Dieser beträgt bei Kühlleistungen von 40 bis 50 W/m² und einer Betriebsdauer von 2000 h/a 80 bis 100 kWh/m²a. Das bedeutet, dass das System Betonkernkühlung mit Zuluft die aufzubringende Kühlleistung auf ca. 20 % reduziert und das bei gleichem bzw. höherem Komfort.

Der höhere Komfort resultiert aus etwa 1 bis 2 K niedrigeren Raumlufttemperaturen, da insbesondere während der Nutzung der Räume die Decke aktiv gekühlt und die Zuluft entfeuchtet wird. In [3] ist das System detailliert beschrieben.

Betriebsergebnisse

Im vergangenen Rekord-Sommer haben die meisten Menschen unter der ungewöhnlichen und lang andauernden Hitze von zeitweise weit über 32 °C gelitten. Viele Büronutzer haben sich sehnlichst eine Abkühlung während ihrer Arbeitszeit gewünscht. Nur diejenigen, die das Glück hatten, in einem klimatisierten Büro arbeiten zu dürfen, waren um jede Minute in der kühlen Umgebung dankbar. Diese überspitzten Formulierungen treffen im Grunde das Problem dieses Sommers. Immer mehr setzt sich die Erkenntnis durch, dass man in der heißen Jahreszeit nicht nur die Arbeitsräume kühlen sondern auch die Luft erneuern und entfeuchten muss, um ein angenehmes Arbeitsklima zu schaffen. Die ausreichende Erneuerung und Entfeuchtung der Raumluft ist nur mit einer aufbereiteten Mindestaußenluftzufuhr zu erreichen. Der beste Beweis dafür ist das hier beschriebene Bürogebäude der Kirchhoff AG in Leinfelden-Echterdingen. Die Betriebsdaten des vergangenen Sommers sprechen für sich. Im Bild 2 sind die über die Stockwerke gemittelten und nach Zonen unterteilten Ablufttemperaturen mit der über mehrere Temperaturfühler gemittelten Außenlufttemperatur über einen Zeitraum von drei Monaten aufgetragen. Die maximale über die Stockwerke

gemittelte Ablufttemperatur beträgt je nach Zone zwischen 23,9 °C und 24,4 °C. Bild 2 zeigt sehr schön, wie die Ablufttemperaturen, als Referenz der mittleren Raumtemperaturen, mit den Außenlufttemperaturen mitschwingen, aber nie die 25 °C überschreiten. Aus Bild 3, in dem die Referenzraumtemperaturen abgebildet sind, lässt sich erkennen, dass je nach Nutzung die Raumtemperatur in gewissen Grenzen schwanken kann. Diese Grenzen sind jedoch auch bei diesen erlebten Außenlufttemperaturen eine wesentliche Verbesserung gegenüber der Variante ohne Kühlung.

Fazit

Wie bereits im Sommer 2001 hat sich wieder bestätigt, dass die Konditionierung von Bürogebäuden mit der Betonkernkühlung mit Zuluft ausgezeichnete Ergebnisse liefert. Weitere Bauvorhaben, die in den vergangenen Monaten in Betrieb genommen wurden, haben gleiches ergeben. Gerade in der heutigen Zeit können Bürogebäude nur über möglichst geringe Miet- und Energieverbrauchskosten vermietet werden. Das System der Betonkernkühlung mit Zuluft ist effizient, energiesparend und sicher. Wasserschäden durch angebohrte oder undichte Leitungen sind ausgeschlossen. Aus den in diesem Artikel aufgeführten Gründen und Ergebnissen empfiehlt es sich, auf jeden Fall, über einen Einsatz dieses Systems intensiv nachzudenken.

Ausblick

Nach einer Untersuchung des Umweltamtes Stuttgart ist künftig häufiger mit vergleichbaren und lang anhaltenden Hitzewellen zu rechnen. Die Temperatur in den Städten liegt deutlich über den vom Wetterdienst ermittelten meteorologischen Temperaturen. In den Stadtlagen ist darüber hinaus speziell nachts mit bis zu 10 °C höheren Temperaturen zu rechnen als im Umland. Bürogebäude ausschließlich mit „natürlicher Lüftung“ zu konditionieren, wird dabei zu einer teuren Illusion. Eine nachhaltige Nachtauskühlung nur mit Fensterlüftung ist nicht zu erreichen. Renditeobjekte werden damit leicht zu unvermietbaren Investitionsruinen.

Literatur

- [1] Prof. Ole Fanger: Raumluftqualität im 21. Jahrhundert: Bemühungen um Vollkommenheit, Eröffnungsvortrag zum Kongress „Indoor Air '99“ in Edinburgh
- [2] Prof. Fritz Steimle: Entfeuchtung wichtiger als Kühlung, Ki Kälte-Klima-Heizung 7-8/1989
- [3] Dipl.-Ing. Dietrich Schröder: Betonkernkühlung mit Zuluft, HLH 03/2002