

Dietrich-Oppenberg-Haus in Essen Flächenheiz- und -kühlsysteme konsequent angewandt

■ ■ ■ von Michael Brockof



1 Dietrich-Oppenberg-Haus, Computervisualisierung © Malter & Architects

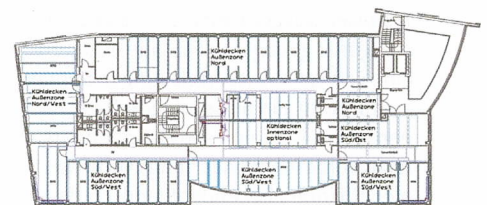
Flächenheiz- und -kühlsysteme sind bekannte und bewährte Technologien. Anwendungen als Fußbodenheizung oder als Kühldecke wurden vielfach geplant und ausgeführt. Eine hohe Akzeptanz bei Bauherrn, Architekten, Planern wie auch bei den Nutzern kann inzwischen vorausgesetzt werden. Kombinierte Heiz- und Kühlsysteme in Decke oder Boden werden dagegen häufig noch kritisch bewertet. Für das Dietrich-Oppenberg-Haus wurde der Einsatz einer kombinierten Heiz- und Kühldecke geplant. Im Sommer soll das Gebäude übergeben werden.

Die Rheinisch-Westfälische-Verlags-gesellschaft RWV errichtet derzeit als Bauherr ein Büro- und Verwaltungsgebäude in Essen. Das Gebäude soll den Namen des Gründers der NRZ, Neue Ruhr Zeitung/Neue Rhein Zeitung, Prof. Dr. h. c. Dietrich Oppenberg, erhalten und hat somit für den Bauherrn einen besonderen Stellenwert.

Erklärtes Ziel des Bauherrn ist es, ein qualitativ hochwertiges Gebäude zu errichten, das sich aus der großen Masse der Bürogebäude positiv heraushebt und damit auch langfristig gut zu vermarkten ist. Aspekte wie die Behaglichkeit für die Nutzer und nicht zuletzt die zu erwartenden Nebenkosten sind dafür wichtige Faktoren.

Bauherr und Architekt waren in Bezug auf die Konzeption der technischen Gebäudeausrüstung nicht festgelegt. Somit war eine ergebnisoffene Diskussion unterschiedlicher Systeme und Varianten möglich. Dem Planer war es daher möglich, unter Berücksichtigung der projekt- und nutzungsspezifischen Randbedingungen, aber ohne einschränkende Vorgaben, die Systeme insbesondere der Heizungs-, Lüftungs- und Kältetechnik vorzuschlagen.

Das Büro Brockof Ingenieure wurde vom Bauherrn mit der Planung der Gewerke Sanitär, Heizung, Lüftung, Kälte und MSR/GA beauftragt. Zu Beginn der Planung der technischen Gebäudeausrüstung war die Vorplanung des Architekten, des Büros Malter & Architects, bereits weit fortgeschritten.



2 Regelgeschoss mit Kühldecken © Brockof Ingenieure

Baukörper

Der rechteckige Baukörper wird an drei Seiten von Straßen begrenzt, die vierte Fassadenseite richtet sich zu einem Innenhof aus. Zwei der angrenzenden Straßen sind vierspurige Hauptverkehrsstraßen mit Mittelstreifen für Straßenbahnen. Der Standort ist somit durch eine hohe Emissionsbelastung durch Geräusche und Abgase gekennzeichnet. Das Gebäude besteht aus einem Untergeschoss, Erdgeschoss und sechs Obergeschossen. Die Nettogeschossfläche beträgt ca. 6.500 m² bei einer lichten Geschosshöhe von 3 m, wie sie nach geltenden Vorschriften sowohl für die Nutzung als Einzel- als auch als Großraumbüros erforderlich ist. In den Büroräumen sind abgehängte Decken

nicht vorgesehen und bei der geplanten Geschosshöhe auch nicht zu realisieren. In Flurbereichen und teilweise in Innenzonen kommen abgehängte Decken zum Einsatz. Die Decke wird als geputzte Betondecke ausgeführt. Der Fußboden ist im Bereich der Flure als Doppelboden und in den Büroflächen als Hohlraumboden ausgebildet.

Der Baukörper ist mit der Hauptfassade nach Südwesten ausgerichtet. Wie in der Computervisualisierung des Gebäudes erkennbar, gliedert sich die Fassade gestalterisch in zwei Bereiche. Die Bereiche der Lochfassade werden mit Sonnenschutzglas und außen liegendem Sonnenschutz in Form von Lamellen-Jalousien ausgeführt. Die Bereiche mit polygonal gebogener Fassade erhalten eine Sonnenschutzverglasung in Sonderausführung. Ein außen liegender Sonnenschutz ist für diesen Fassadenbereich nicht vorgesehen. Allerdings verbessert hier ein innen liegender Blendschutz die visuelle Behaglichkeit und verringert eine zu starke Aufheizung der Räume. Alle Fassaden werden mit raumhoher Verglasung ohne geschlossene Brüstung oder Sturz ausgeführt. Bei der Planung der Fassade wurde in enger Abstimmung mit dem Architekten und dem Fassadenplaner darauf geachtet, dass die Fassade neben den gestalterischen auch die bauphysikalischen Anforderungen zum Einsatz von kombinierten Heiz-Kühl-Decken erfüllt.

Anforderungen

Die Anforderungen an die gebäudetechnische Planung eines Gebäudes werden im Wesentlichen durch die vorgesehene Nutzung als Bürogebäude und weitere Randbedingungen definiert. Im konkreten Fall waren dies:

- hohe Flexibilität bei Raumaufteilung und Verfügbarkeit,
- raumweise Regelung der gebäudetechnischen Systeme unter Berücksichtigung der geforderten Flexibilität,
- Realisierung einer hohen Behaglichkeit,
- Einsatz aktiver Haustechnik-Systeme mit kurzen Reaktionszeiten,
- Gewährleistung des hygienisch erforderlichen Außenluftbedarfs,
- Schutz vor äußeren Emissionen,
- Optimierung von Investitions- und Betriebskosten,
- keine oder minimale Beeinflussung der Architektur,
- Planung und Konzeption unter dem Aspekt einer guten und nachhaltigen Vermarktbarkeit.

Systementscheidung

Die Integration der festgelegten Randbedingungen und Parameter in die Planung war ein Bestandteil bei der Auswahl der Systeme. Ein weiterer wichtiger Bestandteil waren die durchgeführten Wärmebedarfs- und Kühllastberechnungen. Diese Berechnungen wurden mehrfach und iterativ in enger Abstimmung mit dem Architekten und dem Fachplaner für die Fassadentechnik wiederholt und optimiert. Die Ergebnisse berücksichtigen damit die Anforderungen aller Planungsbeteiligten.

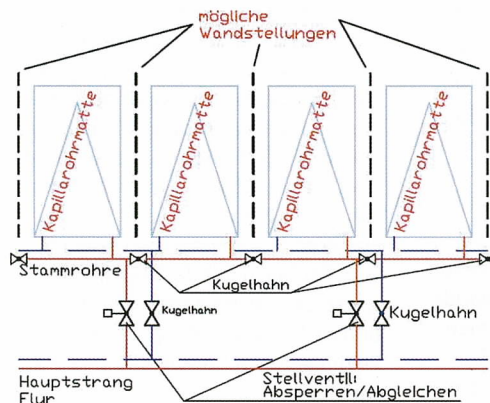
Als logische Konsequenz der festgelegten Anforderungen und der Berechnungsergebnisse wurde folgende Systementscheidung getroffen:

- Planung und Ausführung einer kombinierten Heiz-Kühl-Decke als aktives System mit Kapillarrohrmatten ohne abgehängte Decken,
- Einsatz von RLT-Anlagen zur Raumbe- und -entlüftung mit Wärmerückgewinnung.

Systembeschreibung

Als Heiz-Kühl-Decke wird eine Kapillarrohrmatte in der Ausführung 4,3 mm × 0,8 mm eingesetzt. Die Kapillarrohrmatten werden auf der Rohdecke befestigt und mit Putz überdeckt. Dabei sind Putzstärken von ca. 1,5 cm ausreichend. Durch die geringe Überdeckung mit Putz kann die Heiz-Kühl-Decke als aktives System mit geringer Trägheit zum Ausgleich thermischer Lasten (Heizen bzw. Kühlen) genutzt werden. Positiv ist auch, dass die Betondecke als Speichermasse zur Verfügung steht und Lastspitzen dadurch besser abgedeckt werden können.

Das gewählte System mit Kapillarrohrmatten ist nicht vergleichbar mit der Bauteilkühlung. Bei der Bauteilkühlung liegen die wasserführenden Rohre etwa in der Mitte der Betondecke. Diese Variante eignet sich im Gegensatz zur Kapillarrohrmatte mit nur 1,5 cm Überdeckung aufgrund seiner großen Trägheit nicht als aktives System, nutzt jedoch ebenfalls die Speichermasse der Betondecke. Bei Einsatz der Bauteilkühlung wird zusätzlich ein aktives System zur Raumtemperierung benötigt. Beim Dietrich-Oppenberghaus erfolgt die Verlegung der Kapillarrohrmatten



3 Flexible Verrohrung und Umschaltung der Kapillarrohrmatten
© Brockof Ingenieure

achsweise mit inaktiven Streifen in Bereichen möglicher Trennwandstellungen. Ein aktiver Bereich ist dabei ca. 1 m breit. In den Flurbereichen wird die Verrohrung so aufgebaut und ausgeführt, dass auf geänderte Raumaufteilungen ohne den Umbau wasserführender Leitungen reagiert werden kann. Durch Öffnen und Schließen von Absperrventilen können die einzelnen Kühldeckenfelder beliebig kombiniert werden. Ventile zur Regelung der Raumtemperatur werden jedem zweiten Deckenfeld zugeordnet. Ein Raumregelkreis besteht somit aus mindestens zwei aktiven Deckenfeldern, entsprechend einer Raumbreite von ca. 2,2 m. Eine Begrenzung in der Raumgröße besteht nicht, da beliebig viele Regelkreise über die MSR-Technik zu einem Raumregelkreis zusammengeführt werden können. Die geforderte Flexibilität der Raumaufteilung und Nutzung ist durch diese Art der Ausführung bestens gewährleistet.

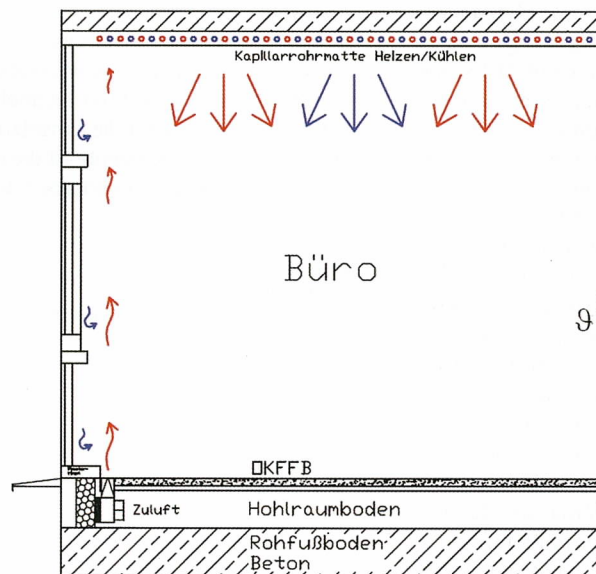
Das Gebäude wurde planerisch in Innen- und Außenzonen aufgeteilt. Die Außenzonen entlang der Fassade werden grundsätzlich mit Heiz-Kühl-Decken ausgeführt. In den Innenzonen kann flexibel reagiert werden. Da der Wärmebedarf in den Innenzonen gering ist, wird dieser über die Lüftungsanlagen abgedeckt. Ebenso wird eine begrenzte Kühllast in den Innenzonen bereits durch die Lüftungsanlagen abgeführt. Erforderliche Leistungsreserven für die Nachrüstung von Heiz-Kühl-Decken in den Innenzonen wurden bei der Planung berücksichtigt und werden entsprechend ausgeführt. Die ermittelten spezifischen Leistungen betragen im Mittel 38 W/m^2 für die Heizlast und $50\text{--}70 \text{ W/m}^2$ für die Kühllast. Diese Lasten können durch die Heiz-Kühl-Decke mit spezifischen Leistungen von 50 W/m^2 im Heizfall bzw. 70 W/m^2 im Kühlfall abgedeckt werden.

Die Wassertemperaturen betragen im Auslegungsfall für den Heizbetrieb $30/28^\circ\text{C}$ und im Kühlbetrieb $16/18^\circ\text{C}$. Dementsprechend liegen die Oberflächentemperaturen damit im Heizfall bei max. 28°C , im Kühlfall bei min. 18°C . Neben der Einhaltung der Behaglichkeitskriterien für die Nutzer sind die Betriebsbedingungen im Kühlfall darauf abzustimmen, dass es im Bereich der Kühldecken nicht zu Kondensatbildung kommt. Die Gefahr einer Taupunktunterschreitung mit Kondensatbildung im

Kühlfall wird im konkreten Fall dadurch verhindert, dass die Zuluft über die Lüftungsanlagen entfeuchtet und entsprechend konditioniert dem Raum zugeführt wird. Eine Kondensatbildung ist daher sehr unwahrscheinlich. Außerdem werden zur Vermeidung der gefürchteten Kondensatbildung Taupunktfühler in den Kühldeckenbereichen eingesetzt. Eine, wenn nicht sogar die wichtigste, Anforderung an die Beheizung, Kühlung und Lüftung von Räumen ist es, eine möglichst hohe Behaglichkeit für die Nutzer zu gewährleisten. Entscheidend dafür ist die empfundene oder operative Raumtemperatur. Diese ergibt sich als arithmetisches Mittel aus der Raumlufttemperatur und der Oberflächentemperatur, die wiederum ein arithmetisches Mittel der Oberflächentemperaturen der Umschließungsflächen eines Raumes ist. Schwankungen von $\pm 2 \text{ K}$ werden akzeptiert. Die zulässige Strahlungstemperatur-Asymmetrie sollte ca. 8 K nicht überschreiten. Ein weiteres Kriterium ist der vertikale Temperaturgradient, der nicht über 2 K/m liegen sollte. Diese Randbedingungen werden im konkreten Fall eingehalten.

Zur Bewertung der Behaglichkeit sind, wie zuvor beschrieben, die Oberflächentemperaturen ein wichtiges Kriterium. Oberflächentemperaturen der Kühldecke von ca. 17°C bei Außentemperaturen von 32°C und Raumtemperaturen von 26°C sind Standard und erfüllen die Behaglichkeitskriterien.

Kritisch wird dagegen immer noch die Beheizung von Räumen über die Decke bewertet. Diese Einschätzung beruht aber im Wesentlichen auf Erfahrungen mit Deckenstrahlungsheizungen in nicht oder nur unzureichend gedämmten Gebäuden mit hohen Heizlasten. Hohe Heizlasten führen zu hohen Oberflächentemperaturen, die dann als unbehaglich empfunden werden. Diese Bedingungen sind jedoch nicht mehr zutreffend. Ein stetig verbesserter Wärmeschutz mit deutlich geringeren Transmissionswärmeverlusten bietet heute neue Möglichkeiten. Generell kann festgestellt werden, dass bei Kompensation der Kühllast auch die erforderliche Heizleistung mit den gleichen Aktivflächen im Raum abgedeckt werden kann. Die Deckenheizung kann als Heizsystem mit sehr kleinen Wasserübertemperaturen betrieben werden. Heizleistungen von 40 W/m^2 benötigen etwa 7 K und bei 30 W/m^2 nur noch 6 K Übertemperatur.



4 Systemschnitt Büroraum
© Brockhoff Ingenieure

Aus wärmephysiologischen Gründen (Strahlungsasymmetrie und Kaltluftabfall an der Fassade) sollte die Deckenheizung im Auslegungsfall bei niedrigen Außentemperaturen noch durch eine weitere Komponente unterstützt werden. Beim Dietrich-Oppenberg-Haus wird daher die Zuluft an der Fassade über Fensterschleiergeräte temperiert zugeführt und dadurch Fassadenabschirmung und Zuluftfeinbringung sinnvoll kombiniert. Der Impuls der Zuluft wird über die Raumhöhe aufgebraucht, ein direkter Einfluss der Zuluft auf die Raumströmung somit vermieden. Zugescheinungen im Aufenthaltsbereich sind daher nicht zu erwarten.

Im Heizfall wird das System aus Deckenheizung und Fassadenabschirmung durch die Zuluft lediglich in den Eckräumen durch den Einbau zusätzlicher Bodenkanalkonvektoren unterstützt. Hier errechnet sich aufgrund des doppelten Fassadenanteils eine Heizlast, die unter Berücksichtigung der Behaglichkeitskriterien (Strahlungsasymmetrie) allein durch die Deckenheizung nicht gedeckt werden kann.

Bei der Konditionierung des Gebäudes übernimmt die Lüftungsanlage die Grundlast der Heiz- und Kühllast sowie die Versorgung der Nutzer mit dem hygienisch erforderlichen Außenluftvolumenstrom. Darüber hinaus kann der Nutzer mit dem aktiven System Deckenheizung/Deckenkühlung die Raumtemperatur individuell einstellen. Hierzu wird jeder Raum mit einer Einzelraumregelung ausgestattet, so dass jeder Nutzer aktiver Teil des Gesamtsystems ist.

Durch die Kombination von Deckenkühlung und einer Vollbeheizung über die Decke unter Verzicht auf additive Heizsysteme ist das Gesamtkonzept in Bezug auf die Investitionskosten konkurrenzfähig gegenüber Standardanwendungen mit Kühldecke und konventionellen Heizsystemen. Aufgrund der ausschließlichen Strahlungsheizung und -kühlung

mit hohen Wassertemperaturen im Kühlfall und niedrigen Wassertemperaturen im Heizfall ist der Temperaturunterschied zur Umgebungstemperatur gering. Als Folge davon werden sich hohe Anlagenwirkungsgrade mit geringen Bereitschafts- und Verteilungsverlusten einstellen. Ein wirtschaftlicher Betrieb des Gebäudes wird so gewährleistet.

Zusammenfassung

Im vorliegenden Beitrag wurden die Planungsphase und Systemfindung für die Beheizung, Kühlung und Lüftung des Dietrich-Oppenberg-Hauses in Essen beschrieben. Die Besonderheit bei diesem Bürogebäude neubau liegt in der Konzeption und Systematik der Raumheizung und -kühlung. Die Temperierung der Räume erfolgt ausschließlich durch den Einsatz der Heiz-Kühl-Decken. Auf zusätzliche Heizflächen wurde mit Ausnahme von Eckräumen verzichtet. Durch die gewählte Zuluftführung werden die Funktionen der Versorgung mit hygienischer Außenluft und der Fassadenabschirmung gemeinsam durch ein System realisiert.

Die konsequente Planung und Realisierung einer kombinierten Deckenheizung und -kühlung wie in diesem Projekt sind bisher selten und stellen daher zurzeit noch eine Ausnahme dar. Die eigentliche Innovation liegt dabei nicht in der Entwicklung von etwas vollständig Neuem, sondern in der sinnvollen Kombination vorhandener und bewährter Technologien. Voraussetzung für die Umsetzung solcher innovativer Konzepte ist die enge und kooperative Zusammenarbeit des gesamten Planungsteams.

Autor:
Dipl.-Ing. Michael Brockof,
Brockof Ingenieure, Ingenieurbüro für
Technische Gebäudeausrüstung, Krefeld

The logo for Brockof Ingenieure features a stylized orange house icon above the word "brockof" in orange lowercase letters, and "ingenieure" in black lowercase letters below it.

ingenieurbüro für technische
gebäudeausrüstung

- Planung
- Bauüberwachung
- Studien
- Gutachten
- Beratung
- Projektsteuerung

- Sanitär
- Heizung
- Lüftung
- Kälte
- Elektro
- Gebäudeautomation

- Gebäudesimulation
- innovative TGA-Systeme

wir sind umgezogen:

brockof ingenieure
Ritterstr. 187
47805 Krefeld 103
Tel: 02151 / 568285
Fax: 02151 / 568286

tel. +49 ■ (0) 2151 ■ 568285
fax. +49 ■ (0) 2151 ■ 568286

info@brockof-ingenieure.de
www.brockof-ingenieure.de