

Das Stadttor Düsseldorf

Deutschlands modernstes Energiesparhaus

Einlader, zu einem Pressetag am 17. Juni, war das Fachinstitut Gebäude-Klima e.V. Bietigheim-Bissingen und Anliegen war die Darstellung der neuartigen und beeindruckenden Lösung für Heizung, Kühlung, Lüftung – aber auch die untrennbar damit verbundene Lösung für die architektonische Gestaltung und für die Bauausführung. Das Gebäude besitzt eine doppelschalige Fassade mit der Möglichkeit der freien Lüftung, für die erforderliche Kühlung einen Grundwasserkreislauf zur Versorgung der Kühldecken sowie eine DEC- Luftbehandlungsanlage. Der Heizbedarf wird durch Fernwärme gedeckt.

Die Veranstaltung wurde vom Geschäftsführer des Fachinstitutes Gebäude-Klima e.V. Günther Mertz eröffnet, der die anwesenden Vertreter verschiedener Presseorgane begrüßte und ihnen einen erlebnisreichen Tag voraussagte. Das Stadttor Düsseldorf ist neben seiner bedeutsamen technischen Ausführung ein Objekt umweltbewußten Umganges mit den verfügbaren Naturstoffen zur Lösung der Klimatisierung. Es ist auch – mit Recht – ein Aushängeschild für die Landesregierung, die dieses Objekt so wollte, förderte und selbst teilweise nutzen wird.

Das Gebäude

Das Gebäudekonzept einschließlich der gebäudetechnischen Lösungen wurde vor der Besichtigung vom verantwortlichen Projektleiter für die Gebäudetechnik, Dipl.-Ing. Gerhard Ruccius von der Firma JAEGER; MORNHINWEG + PARTNER, Ingenieurgesellschaft mbH, Stuttgart, vorge stellt.

Das Gebäude wurde in Verwirklichung einer lange zurückliegenden Idee mit

neuen Inhalten versehen in unmittelbarer Nachbarschaft zum Landtag und zum Fernsehturm direkt auf der südlichen Einfahrt des Rheinufertunnels errichtet.

Über dem rhombischen Grundriß des Gebäudes erheben sich zwei 16geschossige Bürotürme, die sich auf den Seitentunnelröhren der Stadtautobahn gründen. Zwischen den beiden Türmen ist ein 50 m hohes Atrium angeordnet, das dem insgesamt 70 m hohen Gebäude den Charakter eines Tores verleiht.

Das Düsseldorfer Stadttor steht zwar mitten in der Stadt und ist weit davon entfernt, eine Wächterfunktion wahrzunehmen – seine Gestaltung mit zwei Bürotürmen und den darüberliegenden Geschossen lässt aber diese Bezeichnung zu recht gebrauchen (Foto: Drees und Sommer GmbH, Uwe Kazmaier)





Dipl.-Ing. G. Ruccius, Ingenieurgesellschaft JAEGER, MORNHINWEG + PARTNER, trägt das gebäudetechnische Konzept des Düsseldorfer Stadttores vor und weckt das Interesse der Zuhörer für die anschließende Besichtigung

Die Konstruktion besteht aus einem Stahlverbundtragwerk mit Fachwerkträgern, die in den drei nach oben abschließenden Attikageschossen und dem Technikgeschoß zu einem Portalrahmen verbunden sind. Die Fachwerkträger bestehen zum überwiegenden Teil aus Stahlrohren mit Stahlbetonfüllung.

Die Fassade

Es wurde versucht, eine Fassade zu gestalten, die sich tages- und jahreszeitab-



Die auf Befehl der Wetterstation aus verstellbaren Lamellenraffstores im Fassadenzwischenraum im geringen Abstand zur Einscheiben-Außenfassade

hängig der Witterung anpassen kann und in den Innenräumen ohne aufwendigen Energieeinsatz eine optimale Behaglichkeit entstehen läßt. Die anspruchsvollste Zielstellung bestand darin, eine hohe Akzeptanz der Lösung durch die Nutzer zu erreichen. Die doppelschalige Fassade ist ein Schritt in diese Richtung. Ihr grundsätzlicher Aufbau besteht aus einer einfachverglasten Außenfassade als Witterungsschutz mit Öffnungen zur Außenluftversorgung der Innenräume, einem begehbarer Fassadenzwischenraum mit einem Lamellenraffstore als beweglichem Sonnenschutz zur Abwendung der hohen äußeren Wärmelasten und einer zweifachverglasten Innenfassade.

und bis zum Fußboden reichenden Fensterflügel lassen sich in jeder zweiten Achse zur Lüftung der Räume kippen. Die dazwischenliegenden Flügel sind gleichzeitig Türen, um den Korridor betreten zu können. Dieser umlaufende Fassadenkorridor ist nur durch die Treppenhäuser unterbrochen und sichert dadurch die evtl. erforderliche mietbereichsweise Trennung.

Die Vor- und Nachteile einer derartigen Fassade konkurrieren teilweise miteinander, so daß eine objektbezogene Optimierung unerlässlich ist. So erfordert beispielsweise der Schallschutz möglichst kleine Öffnungen, während für die Wirkung der natürlichen Lüftung größtmögliche Öffnungen erforderlich sind.



Die Fassade. Die Geschosse sind lufttechnisch und baulich getrennt, in den Decken sind die Luftein- und -auslässe nebeneinander angeordnet. Der Fassadenzwischenraum ist für die Nutzer begehbar

Die Außenfassade ist geschoßweise horizontal getrennt. Im Fußboden sind in jeder zweiten Achse Lufteinlässe, die die Luft aus dem in der Fassadenhülle angeordneten Lufteintrittsgitter durch den Zwischenraum bis zum Luftaustritt in der Decke durch die Wirkung des natürlichen Zuges strömen läßt. Neben jedem Lufteinlaß für ein Geschoss befindet sich ein Luftauslaß für das darunter befindliche Geschoss.

Die Innenfassade ist einzigartig für ein Hochhaus mit einer verleimten Holzrahmenkonstruktion ausgeführt. Sie hat in Längsrichtung einen Abstand von 1,4 m zur Außenhaut und im schrägverlaufenden Abschnitt einen Abstand von 0,9 m. Die mit Wärmeschutzglas zweifachverglasten



Die zum Fernsehturm hin freie Seite des Atriums mit einer einschlägigen Einfachverglasung (Foto: Fachinstitut Gebäude-Klima)

Verstellbare Außenluftfenster im Technikgeschoß



Bauphysikalische Fassadenwerte

Die Gesamtkonstruktion erreicht im geschlossenen Zustand einen hervorragenden k -Wert von $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$. Während der Heizperiode wird durch die Wirkung des Wintergarteneffektes am Tage und die Verringerung der Wärmeabstrahlung in klaren Nächten eine Behaglichkeit schon bei niedrigeren Raumtemperaturen erreicht, da die mittlere Oberflächentemperatur der Wände um ca. $2,5 \text{ K}$ höher als bei herkömmlichen Lösungen liegt. Tagsüber wird die Situation bei Sonnenschein durch die Aufheizung des Fassadenkorridors noch günstiger.

Der richtig positionierte Sonnenschutz im Fassadenkorridor trägt im Sommer während der Kühlperiode wesentlich zum niedrigen Energiedurchlaßgrad von nur $0,1$ bei, d. h. einem Wert, der bei einer einschaligen Fassade nur durch außenliegende Lamellenraffstores hoher Qualität erreicht werden kann.

Um den Nachteil der Sonneneinstrahlung in benachbarte Bereiche beim Hochfahren des Sonnenschutzes von Hand bei bereits vorhandenem Schatten im eigenen Bereich zu verhindern, sorgt eine zentrale Steuerung der Stores in Abhängigkeit von den meteorologischen Bedingungen für eine personenunabhängige Betätigung.

Der Außenlärmpiegel von 70 bis 75 dB(A) röhrt vor allem vom Verkehr der Stadtautobahn her. Um bei geöffneter In-

nenfassade einen akzeptablen Schalldruckpegel an den Arbeitsplätzen zu erreichen, wurde der Schalldämmung durch die richtige Bemessung der Zu- und Abluftöffnungen in der Außenfassade besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

Diese Zu- und Abluftöffnungen müssen aber auch strömungstechnisch optimiert werden, um einen ausreichenden natürlichen Zug zu erreichen, damit die durchströmende Luftmenge ausreichend groß ist, um die Wärmelast derart abzuführen, daß die Übertemperatur in Kopfhöhe nicht mehr als 4 bis 6 K beträgt. Die konstruktive Umsetzung dieser Anforderung führte zu je 60 cm hohen Lüftungskästen für Zu- und Abluft für jeweils zwei Büroachsen. Dabei ist sowohl der Strömungswiderstand der äußeren Wetterschutzgitter als auch die innere Gestaltung der Kästen entsprechend niedrig gehalten worden. Die Reinigung der Außenluftkästen ist voraussichtlich einmal jährlich erforderlich.

Optimierung der freien Lüftung

Maßgebliches Element des Energiesparkonzeptes ist die Nutzung einer freien Raumbelüftung über möglichst lange Zeiträume des Jahres bei gutem thermischen Komfort. Außer der dadurch erreichbaren Energieeinsparung führen Fenster, die sich öffnen lassen, zu einer spürbaren Verbesserung der Nutzerzufriedenheit.

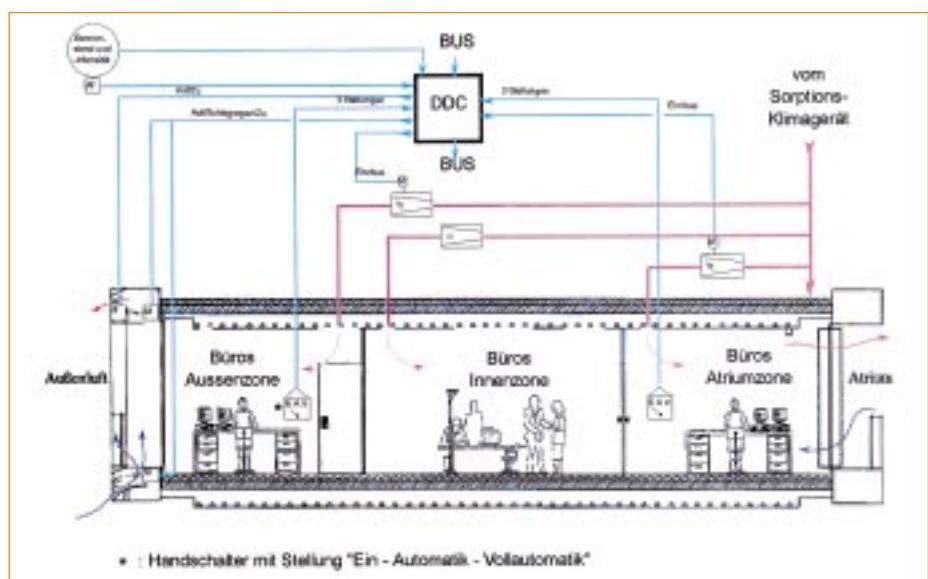
Auf Grund der Düsseldorfer Wetterdaten kann davon ausgegangen werden, daß eine freie Lüftung des Hochhauses unter komfortablen Randbedingungen bei Außentemperaturen von 5 bis 20°C und Wind selbst in 50 m Höhe während 60 bis 65 % der jährlichen Arbeitszeit möglich sein wird. Bei extremen Außentemperaturen und extremen Windbelastungen findet die freie Lüftung ihre Grenzen.

Um eine möglichst hohe Akzeptanz des Systems zu erreichen, ist die Konzeption so gestaltet, daß der Nutzer selbst über Zusatzlüftung, -kühlung und -heizung entscheidet. Je höher die inneren Wärmelasten sind, desto eher wird eine Zusatzkühlung erforderlich.

Die Freiheit des Nutzers schließt auch ein, die Fenster nachts zur individuellen Auskühlung der Räume offen zu lassen. Ein Vorteil, von dem die meisten Angestellten in Deutschland in ihren sonnenbestrahlten Büros nur träumen können!

Steuerung der Lufttechnik

Die Regelung der Raumluftzustände und aller daraus folgenden Funktionen der Anlage erfolgt über eine zentrale DDC-Anlage. Sie löst folgende Aufgaben:



Zonenweise Schaltungsmöglichkeit der Klimatisierung mit Verknüpfung der Regelung und Steuerung (JMP GmbH)

Bei Außentemperaturen unter 5 bis 8 °C werden die Außenfassadenelemente geschlossen, oberhalb dieses Wertes wieder geöffnet. Dann hat der Nutzer wieder die Möglichkeit der Einstellung der Fensterlüftung nach individuellem Bedarf.

Bei zunehmendem Wind wird zunächst durch Anfahren einer Drosselstellung und späterem vollständigem Schließen der Fassadenklappen die Behaglichkeit in den Räumen sichergestellt, bevor im Sturmfall durch Wiederöffnen der Klappen eine statische Entlastung der Außenfassade erreicht wird.

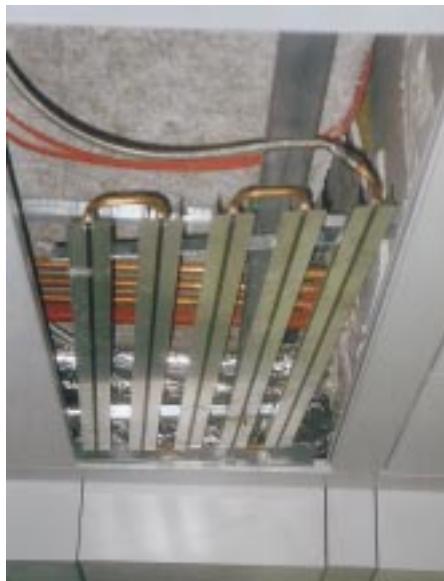
Um eine ausreichende Außenluftversorgung der Räume auch bei geschlossenen Fassadenklappen zu gewährleisten, wird in diesem Fall die Versorgung mit Luft aus der Klimaanlage zugeschaltet.

Bei der Dimensionierung der Luftwechselzahlen 2,5 im Außen- und 4,0 im Innenbereich wurde die ausreichende Abfuhr der Geruchsstoffe von Menschen und Materialien sichergestellt, während andererseits damit eine sinnvolle Begrenzung nach oben aus Kostengründen gefunden wurde. In den Zu- und Abluftkanälen für die einzelnen Bereiche sind Volumenstromregler angeordnet, die eine bereichsweise Abschaltung der mit Fensterlüftung versehenen Zonen zulassen. Für die innenliegenden Bereiche ist die Anlage immer in Betrieb, sofern der entsprechende Abschnitt belegt ist.

Um die Nutzer über die energetisch vorteilhafte und sinnvolle Anwendung der freien Lüftung zu informieren, wird der Betrieb der Luftversorgung über die RLT-Anlage in jedem einzelnen Büro am Raumbediengerät angezeigt. Auf die Ansteuerung der Lamellenraffstores durch die Bedingungen der Wetterstation wurde bereits hingewiesen. Im Winter werden zur Verringerung der Auskühlverluste außerhalb der Belegungszeit der Räume die Lamellen geschlossen.

Funktion der Heiz- und Kühldecken

Die Büoräume wurden mit Kühldecken ausgeführt, da nur durch die Fassadenfunktion die inneren Wärmelasten nicht abzuführen sind, besonders in dichter belegten Büros mit Bürotechnik und Beleuchtung. In Kombination mit dem geringen zugfreien Luftwechsel ergibt sich dadurch eine hohe Akzeptanz bei den Nutzern.

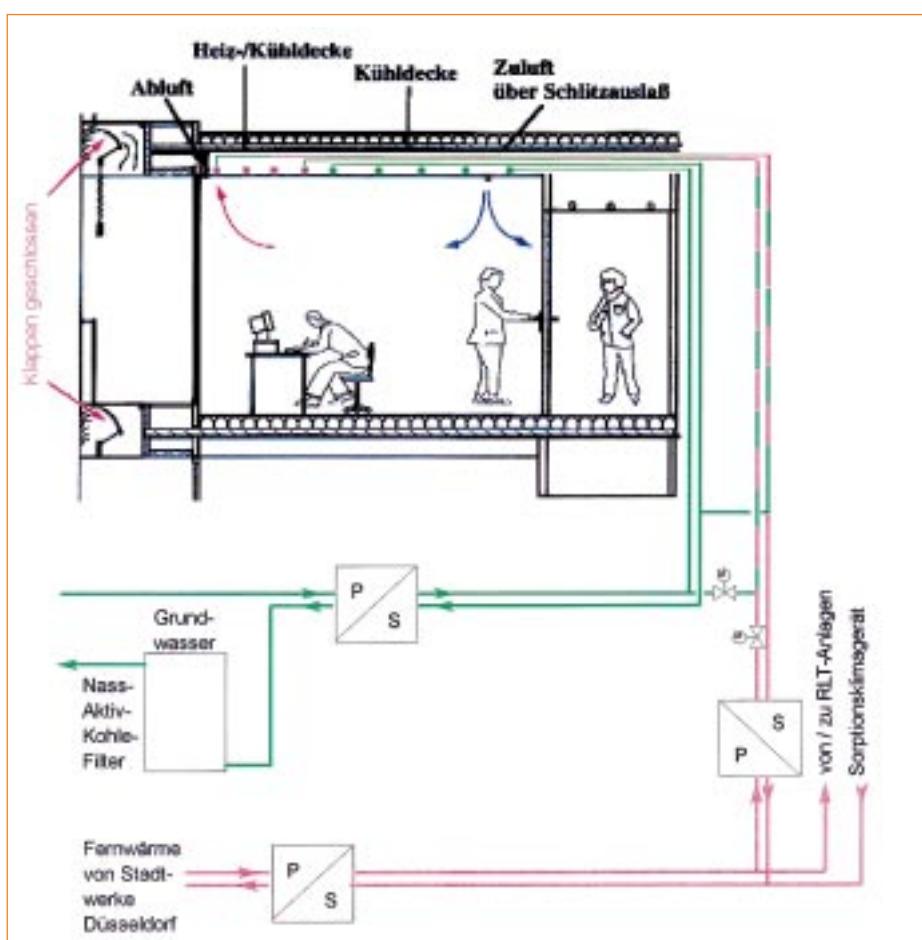


Ein Kühldeckenelement mit entfernter Deckenverkleidung und erkennbarem flexiblem Anschluß. Die Temperatur der Oberfläche der Metalldeckenverkleidung wird durch das Rohrleitungselement gekühlt und bewirkt durch Strahlungsaustausch ca. 60 % und durch Konvektion ca. 40 % der Aufnahme der Wärmelast

Die Kühldeckenelemente sind durch flexible Anbindung an die Kaltwasserversorgung beliebig kombinierbar, so daß eine mietbereichsweise Schaltung und Verbrauchsabrechnung erfolgen kann.

Die Kaltwasserversorgung der Kühldecken erfolgt aus dem Grundwasser, indem an den Grundwasserkreislauf über Wärmeübertrager das indirekte Kühlwassersystem angeschlossen ist. Als gewisses kostentreibendes Kuriosum muß gewertet werden, daß das geförderte Grundwasser (bis 900 000 m³/a) halogenbelastet ist und deshalb nur wieder verpreßt werden darf, wenn es zuvor während seines kurzen Aufenthaltes außerhalb des Erdreiches über ein Aktivkohlefiltersystem die genehmigungsfähige Qualität erreicht hat.

Auf der Grundlage positiver Laborerprobungen wurde ein Teil der Kühldecken, nämlich ca. 1/3 der an die Außenbereiche angrenzenden Elemente, für den Winterbetrieb als Niedertemperatur-Deckenstrahlungsheizung bei Vorlauftemperaturen von 35 °C konzipiert. Die Wärmeversorgung erfolgt aus dem Fernwärmennetz der Stadtwerke Düsseldorf. Auch das Hezwasser wird indirekt erwärmt.



Kühlen mit Grundwasser und Heizen mit Fernwärme – Schema der Wasser- und Luftführungen (JMP GmbH)

DEC-Klimaanlage

Für ein Hochhaus ist es für die ganzjährige komfortable Luftversorgung unerlässlich, eine mechanische Lüftung vorzusehen. Die einzelnen speziellen Gesichtspunkte beim Düsseldorfer Stadttor wurden bereits genannt, nämlich die Luftversorgung bei geschlossenen Außenluftklappen und die Abfuhrung größerer Wärmelasten. Für diese Aufgabe wurde eine im Dachgeschoß angeordnete sorptionsgestützte Klimaanlage konzipiert, die im Rahmen der hier kommentierten Veranstaltung von Herrn Prof. Dr.-Ing. Ulrich Busweiler, Fachhochschule Gießen-Friedberg, ausführlich erläutert wurde. Das Desiccant-Evaporating-Cooling-System genannte Verfahren benötigt als Arbeitsstoff nur Wasser und ist damit außerordentlich umweltrelevant. Es werden in zwei Anlagen insgesamt bis zu 150 000 m³/h Luft aufbereitet. Beim Außenluftzustand 32 °C/40 % rel. F. erreicht man einen Zuluftzustand von 18 °C/78 % rel. F. und einen Raumluftzustand von 27 °C/48 % rel. F. Das ist auch bei einer konventionellen Klimaanlage auf der Basis eines



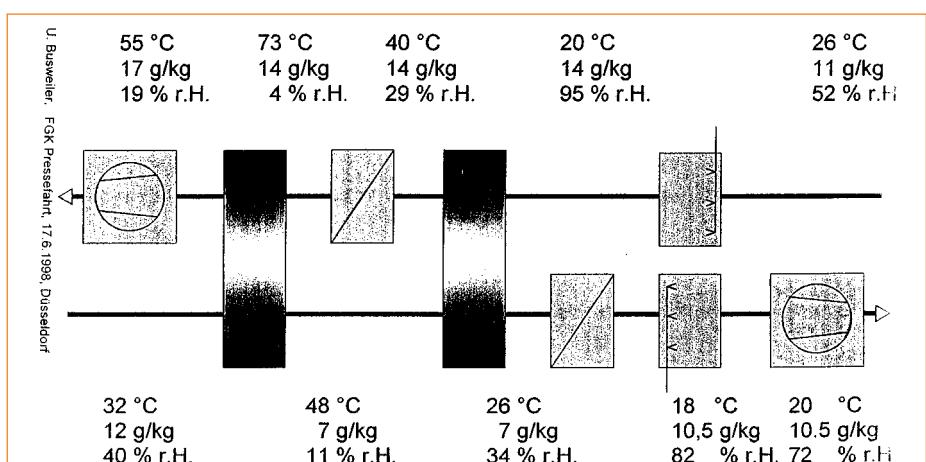
Dr.-Ing. Uwe Franzke vom Dresdner Institut für Luft- und Kältetechnik verfolgt als Vorsitzender der Arbeitsgruppe „Sorptionsgestützte Klimatisierung“ im Fachinstitut Gebäude-Klima aufmerksam die Ausführungen seiner Fachkollegen und wünscht sich weitere solcher erfolgreicher Anwendungen der DEC-Technik

Wasserkühlsatzes nicht anders zu erreichen bzw. nicht anders erforderlich.

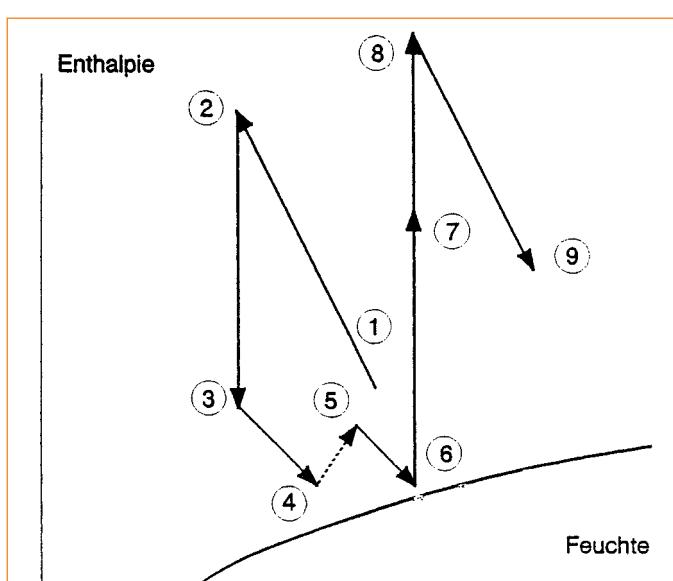
Die Wärme zum Trocknen der Enthalpierotoren der Anlage kommt ebenfalls aus dem Wärmenetz der Stadtwerke, die in der warmen Jahreszeit an einem Verkauf der sonst über Kühltürme abzuführenden ganzjährig anfallenden Wärme aus dem Prozeß der Kraft-Wärme-Kopplung interessiert sind.

Im Winterbetrieb arbeiten die Anlagen wie konventionelle Klimaanlagen mit einem Außenluftanteil von 100 % und mit einer wirkungsvollen Wärmerückgewinnung von ca. 70 % aus der Abluft des Gebäudes, falls erforderlich mit Befeuchtung.

Als direkter Elektroenergiebedarf der Anlage sind die Lüfter- und Pumpenantriebe sowie die Antriebe der Enthalpie- und Wärmeübertragerräder zu berücksichtigen.



Schaltung der sorptionsgestützten Klimaanlage. Zuluftseite von links nach rechts: Enthalpieübertragungsrad, Wärmeübertragungsrad, Heizer (nur für Winterbetrieb) Befeuchter, Zuluftventilator. Fortluftseite von rechts nach links: Befeuchter, Wärmeübertragerrad, Heizer, Enthalpieübertragerrad, Fortlüfter



Prof. Dr.-Ing. U. Busweiler, Fachhochschule Gießen-Friedberg, kennt sich mit der sorptionsgestützten Klimatisierung aus und erläutert in seinem sachkundigen Vortrag neben allgemeingültigen Gesichtspunkten besonders die danach zu besichtigende Anlage des Düsseldorfer Stadttors

Die Komponenten für eine DEC-Anlage sind voluminöser als für ein konventionelles System, so daß für die Realisierung derartiger Konzepte meist nur Neubauten in Betracht kommen, bei denen man den Platz von vornherein einplanen kann. Bei Rekogebäuden dagegen müßte mit Anbauten bzw. Umnutzungen von Räumen gerechnet werden, wenn nicht ohnehin überschüssiger Bauraum im Technikbereich des Gebäudes vorhanden ist. Prof. Busweiler ging zusammenfassend noch einmal auf die Umweltvorzüge der gewählten DEC-Technik ein, nämlich nicht ozonschichtschädigend, ohne direktes und mit nur geringem indirektem Treibhauspotential, kein Anteil am Waldsterben und keine Grundwassergefährdung, nicht toxisch, nicht explosibel und nicht brennbar. Falls die Solarenergienutzung außer für die Kollektorwirkung der Fassadenverkleidung im Winter auch noch zur Trocknung des Enthalpierades im Sommer genutzt werden könnte, wäre der Umwelteffekt nahezu vollständig, war seine abschließende Bemerkung.

Gesamtenergiebilanz

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt kann die Frage der Journalisten nach der vergleichenden Energieeffektivität am Ende der beiden interessanten Vorträge nicht umfassend beantwortet werden. Als Projektdaten sind zu erwarten:

- Im Heizprozeß 10 % mehr Kosten durch 100 % Außenlufrate.
- Im Kühlprozeß 33 % geringerer Energiebedarf.
- Insgesamt ca. 30 % geringerer Energiebedarf.

Besichtigung

An die Vorstellung der gebäudetechnischen Lösungen mit den beiden genannten Vorträgen schloß sich die Besichtigung des Gebäudes und seiner Klimatechnik an. Die gezeigten Bilder werden dem Leser einen Einblick in die eindrucksvolle Gestaltung sowohl des Gebäudes als auch der Versorgungstechnik geben. Dieser Eindruck geht von der großzügigen und raumgebenden Wirkung des Atriums aus und endet bei der Gestaltung des für die Beratung zukünftiger Mieter ausgestatteten schönen Musterbüros. Es wurde dabei darüber informiert, daß ca. 1/3 der Bürofläche durch die Landesregierung genutzt werden wird.



Die Erläuterungen beim Rundgang werden aufmerksam verfolgt

Der Veranstaltungstag war ein warmer Tag. Die DEC-Anlage konnte in ihrer Funktion betrachtet und die Behaglichkeit des Luftzustandes gefühlt werden. Beeindruckend auch der Blick von der Techniketage in das Atrium und nach außen hin über das Düsseldorfer Stadtzentrum.

Die Verantwortlichen für dieses Gebäude und seine Technik sind zu der Lösung nur zu beglückwünschen! Ein kleiner Vorbehalt resultiert lediglich daraus, daß der Sommer zum Zeitpunkt der Besichtigung noch bevorstand und das endgültige Urteil erst nach einer Ganzjahresbewertung möglich ist. Die Betroffenen werden beim Lesen des Berichtes schon mehr wissen, als sein Verfasser mit dem Kenntnisstand der Veranstaltung.

Wenn man sich gegenwärtig die vielen klimatisierten Gebäude mit versiegelten Fenstern vor Augen führt, sollte die hier vorgestellte Lösung schon ein hoffnungsvoller Blick in die Zukunft der Gebäude.



Die Pumpenstation für die DEC-Anlage



FGK-Geschäftsführer Günther Mertz verfolgt aufmerksam die Rotationsbewegung der Übertragerräder und die Wasserabscheidung

klimatisierung sein, natürlich besonders unter dem Gesichtspunkt, daß es bereits andere ähnlich beeindruckende Objekte gibt. Beim Düsseldorfer Stadttor konnte aus deren Mängeln auch gelernt werden und es ist nicht zu erwarten – wie es leider bei manchen zu einfachen Referenzobjekten mit freier Lüftung notwendig ist – daß kältetechnische Nachrüstungen erforderlich sein werden.

Die gezeigte gebäudetechnische Lösung ist ein herausragendes Beispiel für die schöpferische Arbeit der beteiligten Partner zur Sicherung des Zukunftsmarktes der Gebäudeklimatisierung. Und hinter dieser Aussage stehen einfallsreiche und wagende Ingenieure, das sollten wir nicht vergessen!

U. A.