



Bild 1 Rhein-Hochhaus mit Low-Energy-Building-Concept

Energetisch und ökologisch optimierte Gebäudekonzepte schonen die Umwelt, senken die laufenden Betriebskosten und fördern das Image des Nutzers und Betreibers. Weiterhin eröffnen sich attraktive Chancen für den Aufbau einer nachhaltigen und kostengünstigen Objektbewirtschaftung.

Dieser Betrachtungsansatz kam in der Vergangenheit erheblich zu kurz. So verbraucht ein klassisches Bürogebäude in seinem Lebenszyklus etwa die 12- bis 23-fache Menge an Energie, die für seine Erstellung aufgewendet wurde. Rund ein Viertel der gesamten Objektnutzungskosten müssen jährlich für die Energiebereitstellung aufgebracht werden. Das nachfolgend beschriebene Technikkonzept zeigt alternative Möglichkeiten auf. Der Energiebedarf liegt ca. 30% unter dem „klassischer“ Bürogebäude.

Fassadenkonzept

Das Energie- und Klimakonzept sowie die Tragwerks- und Fassadenkonstruktion des Rhein-Hochhausgebäudes (Bild 1) ist das Ergebnis umfassender energetischer Untersuchungen und Gebäudesimulationen, die in den Gesamtentwurf eingeflossen sind. Beispielsweise wurde mit dynamischen Luftströmungssimulationen nachgeprüft, wie sich die verschiedenen Konstruktionen gegen Faktoren von außen verhalten (Bild 2). Die doppelschalige Fassade ermöglicht über öffnembare Fenster nahezu ganzjährig eine natürliche Belüftung des Gebäudes.

Die äußere Fassade besteht aus einer rahmehaltenden VSG-Verglasung mit dauerhaften Lüftungsöffnungen, um im Sommer eine Überhitzung im Fassadenzwischenraum zu vermeiden. Die Innenfassade als wärmedämmte Hauptfassade ist

TGA für das Rhein-Hochhaus, Düsseldorf Low-Energy-Building-Concept

Prämisse für die Planung des Rhein-Hochhauses in Düsseldorf war es, ein ökonomisches, menschenorientiertes Technikkonzept zu konzipieren, das mit verhältnismäßig geringem technischen Aufwand eine hohe Bedienerfreundlichkeit und Aufenthaltsqualität bietet und gleichzeitige hohen ökologischen Ansprüchen gerecht wird. Im Sinne der Nachhaltigkeit wurden Grundwasser, Regenwasser und Photovoltaik in das gebäudetechnische Versorgungskonzept integriert.

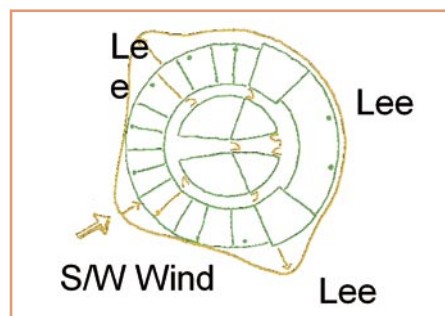


Bild 2 Aerophysikalische Untersuchung. Die Beachtung der Luv- und Lee-Druckentwicklung bezogen auf die Hauptwindrichtung bei der Grundrissgestaltung führte zur Abschottung der vertikalen Elemente (Aufzüge, Schächte) und zur besonderen Abdichtung der Karusselltür im EG

aus den Materialien Holz und LM-Profilen, als Dreh-Kipp-Flügel gefertigt (Bild 3).

Die doppelschalige Fassade dient im Winter als „Wärmepuffer“ mit Wintergarteneffekt. Hinsichtlich des baulichen Wärmeschutzes ergibt sich ein mittlerer U-Wert von $\leq 1,40 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$. Ein motorbetriebener, sturmsicherer Sonnenschutz außerhalb der Wärmedämmebene weist in der Kombination Fenster und Sonnenschutz einen Gesamtenergiedurchlassgrad von $g \leq 0,15$ auf. Zusätzlich ist für fassadenorientierte Arbeitsplätze ein Blendschutz vorgesehen.

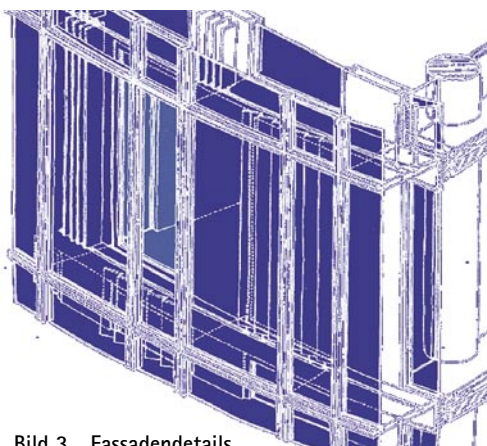


Bild 3 Fassadendetails

Niedrigenergiegebäude

Der Heizenergiebedarf wurde auf einen Niedrigenergiehausstandard von kleiner $40 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$ Endenergiebedarf konzipiert. Das Gebäude erfüllt hinsichtlich des Transmissions- und Lüftungswärmeverlustes die geforderten Auflagen im sommerlichen wie im winterlichen Nachweis gemäß Energieeinsparverordnung (EnEV) von 2002. Der Primärenergiebedarf des Neubaus liegt damit um ca. 30% unterhalb der Anforderungen des geltenden Rechts.

Energie- und Wärmeversorgung

Das Gebäude wird mit Heizenergie aus dem Fernwärmenetz der Stadt Düsseldorf versorgt, welche als Abwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung zur Verfügung steht. Zur Reduzierung des Systemdruckes hat das Hochhaus zwei Heizkreise mit jeweils separatem Wärmeübertrager, deren Vorlauftemperatur auf der Sekundärseite entsprechend der Außentemperatur bedarfsabhängig gleitend geregelt wird.



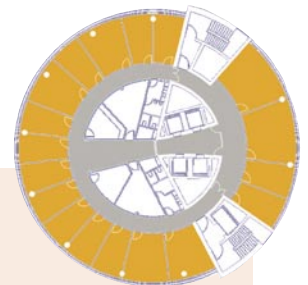


Bild 6
Regelgrundriss

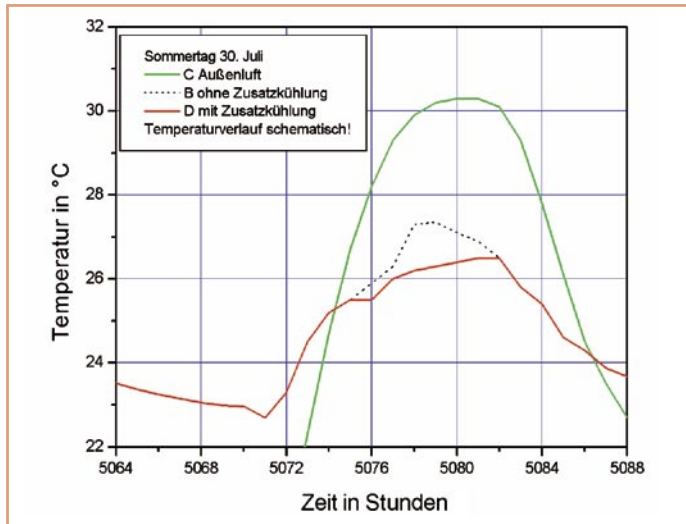


Bild 4
Simulation TAD
mit TRY 3,
Düsseldorf

Betonkerntemperierung

Die Grundlastabfuhr für Heizung und Kühlung des Gebäudes erfolgt durch ein thermisch aktives Deckensystem (TAD). So kann der überwiegende Teil der dem Raum zugeführten oder entzogenen Wärmeenergie in den massiven Bauteilmassen der Decken gespeichert und über das TAD zu- bzw. abgeführt werden, bzw. werden die Räume über das TAD grundkonditioniert.

Der vorwiegend über Strahlungswärme stattfindende Energieaustausch wird sehr angenehm empfunden und unterstützt eine hohe thermische Behaglichkeit. Das TAD kann nur mittels einer thermischen Gebäudesimulation berechnet werden (Bilder 4 und 5). Für die Bürobereiche liegt der spezifische Wärmebedarf bei ca. 33 W/m² HNF.

Kälterzeugung

Die Kälterzeugung wurde unter Berücksichtigung der Massenkopplung und der Gleichzeitigkeit des Kältebedarfs minimiert. Sie basiert auf zwei Absorptionskältemaschinen mit dem umweltfreundlichen Kältemittel NH₃ (Ammoniak).

Wegen der Schallemissionen und aus Sicherheitsgründen stehen die Maschinen in einem abgeschlossenen Raum im Untergeschoss des Hochhauses. Zur Kühlung der Kältemaschine dienen Hybrid-Rückkühlwerke, mit denen ab einer Außentemperatur von kleiner + 14 °C über einen separaten Wärmeübertrager der „freie Kühlbetrieb“ ohne Einsatz der Kältemaschinen erfolgt. Für die Bürobereiche liegt die spezifische Kühllast bei ca. 37 W/m² HNF.

Klimakzept

Eine undichte Fassade bedeutet Wärme- und Energieverlust. Daher zeichnet sich ein modernes Gebäudekonzept durch eine möglichst hohe Luftdichtigkeit der Gebäudehülle aus. Allerdings setzt die hohe Dichtigkeit eine kontrollierte, für die Hygiene und den Komfort notwendige Außenluftzufuhr einschließlich Energierückgewinnung voraus.

Als Voraussetzung für eine hohe Nutzerakzeptanz bietet die Fassade aber grundsätzlich die Möglichkeit, über öffentbare Fenster eine natürliche Belüftung zu ermöglichen, sofern das individuelle Behaglichkeitsempfinden danach verlangt.

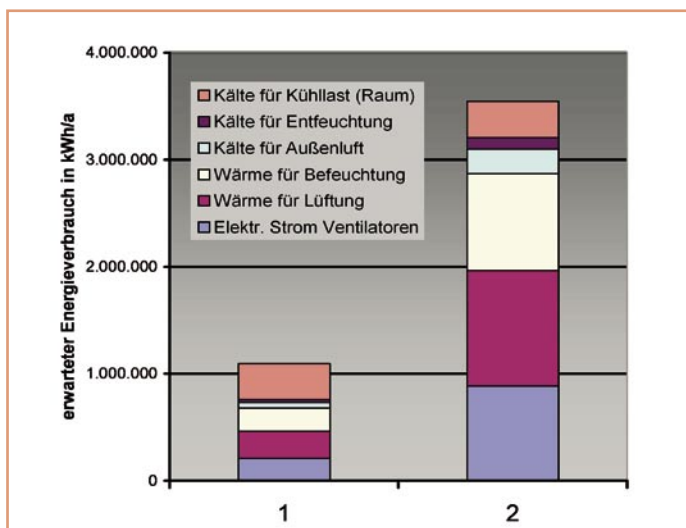


Bild 5
Energievergleich
zwischen Teilklima-
anlage + TAD (1) und
Vollklimaanlage (2)

Technische Gebäude- ausrüstung

Gebäudedaten

Gebäudehöhe: 105 m Rundturm
Geschosse: oberirdisch 29
unterirdisch 2
Bruttogesamtfläche (BGF): 30 200 m²
Hauptnutzfläche (HNF): 15 700 m²

Wärmeerzeugung

Fernwärme-
übergabestationen: 2 × 345 kW
Betriebstemperatur: 130/50 °C
Anzahl der Konvektoren: 1050 Stück
Leistung: 250 kW
Temperatursauslegung: 70/50 °C

Betonkernaktivierung (TAD)

Gesamtfläche
der Bauteilaktivierung: 12 000 m²
Auslegungstemperaturen
Heizung: 24/22 °C
Leistung: 190 kW
Spez. Leistung: 25 W/m²
Auslegungstemperaturen
Kühlung: 19/21 °C
Leistung: 250 kW
Spez. Leistung: 30 W/m²

Raumlufttechnik

Spez. Luftmenge
Einzel-, Team- und
Großraumbüros: 4,5 m³/(m² h)
Spez. Luftmenge
Konferenz: 12 m³/(m² h)
Minimale Einblas-
temperatur: 17 °C
Lufteinbringung:
Kombinierter Luftdurchlass

Kälterzeugung

Kälteleistung: 650 kW
Kaltwassertemperaturen: 9/15 °C
Rückkühlleistung: 815 kW
Kühlwassertemperaturen: 32/38 °C
Kälteleistungsziffer: 4,7

Free-Cooling

Kälteleistung: 350 kW
Kaltwassertemperaturen: 15/17 °C

Klimaanlagen

Anzahl Lüftungs- und
Klimaanlagen: 15 Stück
Aufbereiteter
Luftvolumenstrom: 145 000 m³/h

Gebäudeleitsystem

Unterstationen: 9 Stück
Anzahl Datenpunkte: 30 000 Stück
Bussystem: LON/LonTalk

Aus hygienischen Gründen und zur Schadstoffabfuhr unterstützt eine mechanische Grundlüftung mit regenerativer Wärmerückgewinnung und Primärluftkühlung in der Übergangszeit mit einer Luftwechselrate von 45 m³/(h Pers.) den erforderlichen Luftaustausch.

Die Übergangszeiten werden über ein Raumbediengerät dem Nutzer visualisiert dargestellt, dies sowohl hinsichtlich der Außentemperatur (Fenster öffnen/schließen) als auch den anstehenden Winddruckkräften (Luv/Lee).

Wirtschaftlichkeitsvergleich

Für das Gebäude wurde der Energiebedarf für mehrere Technikkonzepte ermittelt. Bild 5 stellt den errechneten Energiebedarf für die beiden folgenden Anlagenvarianten gegenüber:

- Balken 1: Teilklimaanlage (H,K,B,E) 1,5-facher Luftwechsel, TAD- System (Heizen/Kühlen), die Zusatzheizung erfolgt über Konvektoren
- Balken 2: Vollklimaanlage (H,K,B,E) 3,0-facher Luftwechsel, die Zusatzheizung erfolgt über Konvektoren

Die zu erwartende Differenz im Energiebedarf beider Systeme beträgt rund 250 000 kWh/a, was einer Betriebskostendifferenz von ca. 350 000 Euro in zehn Jahren entspricht.

Grundwassernutzung

Aus ökologischen Gründen ist eine Grundwassernutzung, über Förder- und Sickerbrunnen, vorgesehen. In Abstimmung mit den Wasserbehörden dürfen 550 000 m³ Wasser/Jahr genutzt werden bei einer maximalen Temperaturdifferenz von 6 K. Die Grundwassertemperatur wird im Heizfall über eine Wärmepumpe auf ein höheres Temperaturniveau „gehoben“ und versorgt die Bauteiltemperierung. Im Sommer wird die Wärmeabfuhr im Gebäude über den Sekundärkreis der Bauteiltemperierung (sep. Wärmeübertrager) sowie dem kühlen Grundwasser sichergestellt.

Regenwassernutzung

Für das Gebäude ist eine Regenwassernutzung vorgesehen. Über ein separates Grauwassernetz werden mit dem aufgefangenen Wasser die Außenanlagen bewässert sowie ein Teil der Toilettenspülungen und die Nachspeisung der Rückkühlwerke versorgt. Es werden pro Jahr rund 5000 m³ Regenwasser aufgefangen und in einem Regenwasserspeicher

von 120 m³ zwischengespeichert. Das Regenwasser wird gefiltert und je nach Verwendung noch mit Chlor nachbehandelt. Die aufgefangene Regenwassermenge kann zu etwa 81 % pro Jahr genutzt werden, was einer Kosteneinsparung von ca. 45 000 Euro/a entspricht.

Photovoltaik

Bei der Gesamtenergiebilanz spielt der Bedarf an elektrischer Energie eine bedeutende Rolle. Zunächst lässt sich mit durchdachten Konzepten der Stromverbrauch für Beleuchtung und Kühlung reduzieren. Beim Rhein-Hochhaus wurde zudem eine regenerative Eigen-Stromerzeugung berücksichtigt. Auf dem Gebäudedach und in Fassadenelementen sind Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtfläche von 470 m² berücksichtigt. Der Strombedarf wird damit um rund 31 MWh/a vermindert.

Beleuchtung

Die transparente Gebäudehülle ermöglicht während der Hauptnutzungszeit eine weitgehend natürliche Belichtung der Büros mit Tageslicht. Als Kunstlicht ist eine bildschirmgerechte Arbeitsplatzbeleuchtung vorgesehen, die mit Energie sparenden Leuchtmitteln und elektronischen Vorschaltgeräten ausgestattet ist. Zusätzlich ist im Lichtkonzept für fassadenorientierte Arbeitsplätze ein Blendschutz und darauf abgestimmt eine tageslichtabhängige Beleuchtungssteuerung vorgesehen.

Gebäudeautomation und Energiemanagement

Der Betrieb der gebäudetechnischen Anlagen erfolgt über eine zentrale Gebäudeautomation. Die elektrischen Sensoren und Aktoren der Beleuchtungssteuerung, Sonnenschutzsteuerung, Wärme- und Kältezufuhr sowie die Regelung der Raumtemperatur werden durch ein Bussystem auf LON-Basis gesteuert und überwacht. Die kontinuierliche Betriebskostenoptimierung ist über die Zentralrechnerebene möglich. Bis in die Managementebene wird LonTalk verwendet. ←

Dipl.-Ing. Olaf E. Pielke,
Frankfurt am Main,
Beratender Ingenieur

