

# Bürogebäude BOB – Balanced Office Building



Bei dem "Balanced Office Building" gibt es eine Besonderheit: Die Planer sind auch Bauherr und Nutzer des Gebäudes. Das Gebäude konnte also in allen Details und interdisziplinär optimiert werden. Zudem war von Anfang daran gedacht, über das einzelnen Gebäude hinaus ein marktreifes 'Serienprodukt' zu entwickeln. Dementsprechend sollte das Gebäude in Erstellung und Betrieb möglichst wirtschaftlich sein. Das Konzept der Solarsiedlung veranlasste deren Planer, mit ihrem eigenen, benachbarten Büroneubau die gleichen energetischen Anforderungen zu erfüllen. Das Gebäude wurde unter Wirtschaftlichkeitsaspekten bewertet und optimiert. Mit seinem großflächigen Grundriss ohne tragende Innenwände ermöglicht das Gebäude eine variable Unterteilung in Nutzungseinheiten und verschiedene Büroformen. Außerdem bemerkenswert: Das Gebäude hat nur einen Stromanschluss und setzt dabei auf die über Erdsonden gespeiste Betonkerntemperierung in Kombination mit Wärmepumpe.



Durchaus was fürs Auge: Ansicht des BOB – Balanced Office Building bei Nacht.  
© Hahn Helten Architekten. Foto: Jörg Hempel

## Gebäudesteckbrief

<b>Projektstatus</b>	 Optimiert
<b>Standort</b>	52075 Aachen, Nordrhein-Westfalen
<b>Baufertigstellung</b>	2002
<b>Inbetriebnahme</b>	2002
<b>Bauherr</b>	Bauherrengemeinschaft Schurzelterstrasse
<b>Bruttogrundfläche</b>	2.379 m <sup>2</sup>
<b>Beheizte Nettogrundfläche</b>	2.151 m <sup>2</sup>
<b>Bruttorauminhalt</b>	7.675 m <sup>3</sup>
<b>Arbeitsplätze</b>	90
<b>Nutzfläche (nach EnEV)</b>	2.153 m <sup>2</sup>
<b>A/V</b>	0,37 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
<b>Schwerpunkte</b>	Wärmeschutz, Verglasung + Fenster, Tageslichtplanung, Tageslichtsysteme, Optimierte Beleuchtung, Lüftung + WRG, Regenerative + passive Kühlung, Thermisch aktivierte Bauteilsysteme, Wärmepumpe, Regelungstechnik, Betriebsführung, Gebäudeautomation, Energetische Betriebsoptimierung

## Projektbeschreibung

Das Aachener Bürogebäude sollte von vornherein mehr als ein einmaliges Experiment sein. Es ist vorgesehen, aus dem Konzept eine „Produktreihe“ zu machen, dadurch Planungskosten zu sparen und von den bisherigen Erfahrungen zu profitieren. Die Bauherren sind zugleich Investoren, Nutzer und Beteiligte des Planungsteams. Das "Balanced Office Building" wurde mit einer Auszeichnung des BDA Aachen und einer Anerkennung des BDA NRW in der „Auszeichnung guter Bauten 2003“ prämiert.

### Gebäudekonzept

Das kompakte, viergeschossige Bürogebäude ohne Keller ist Nord-Süd orientiert. Dem auf der Nordseite vorgelagerten Treppenhaus sind auf jeder Etage die Sanitärbereiche zugeordnet. Der großflächige Grundriss ohne tragende Innenwände ermöglicht eine variable Einteilung. Die Integration der Gebäudetechnik in Decke bzw. Fußboden unterstützt die Flexibilität der Raumnutzung. Die Gebäudetiefe von 16 m ermöglicht es, Nebenräume in der Mittelzone unterzubringen. Zurzeit wird das Gebäude von fünf Parteien mit insgesamt ca. 100 Arbeitsplätzen genutzt. Pro Etage wären bis zu acht Einheiten realisierbar.

Das Gebäude wurde in Massivbauweise mit einem hohen Grad an Vorfertigung errichtet. Die Struktur des Stahlbeton-Skelettbbaus mit tragenden Betonfertigteilsfassaden und Innenstützen ermöglichte eine besonders kurze Bauzeit von neun Monaten. Der hohe Dämmstandard orientiert sich an der Passivhaus-Bauweise, erreicht aber nur einen mittleren U-Wert 0,48 W/m<sup>2</sup>K. Die Verkleidung der Außenwand ist als hinterlüftete Ziegelplatten-Fassade ausgeführt. Auf der Betonwand ist eine Mineralwollgedämmschicht von 20 cm angebracht. Die Fenster der Lochfassaden sind dreifachverglast und haben thermisch getrennte

Aluminiumrahmen. Wegen dem vergleichsweise niedrigen g-Wert der Verglasung von ca. 50% und der Kühlung über Betonkerntemperierung wurde auf eine außen liegende Verschattung verzichtet. Als innerer Blendschutz werden Jalousien verwendet. Die Jalousien bieten im unteren Bereich einen Blendschutz, im oberen Bereich lenken sie das Tageslicht über die teilweise weiß verputzte Decke weit in den Raum hinein. Ein Leuchten-Profilssystem enthält Uplights, die für die indirekte Beleuchtung sorgen und Downlights, die als Spiegelrasterleuchten den direkten Lichtanteil liefern. Die tageslichtabhängige Steuerung mit zentraler Sensorik auf dem Dach des Gebäudes kann von den Nutzern lokal nachgeregelt werden.

### **Energiekonzept**

Das Gebäude ist in seinen Hauptbereichen in Anlehnung an die Passivhaus-Bauweise errichtet. Der Baukörper ist kompakt und erreicht ein A/V-Verhältnis von 0,37. Mit 39,7 kWh/m<sup>2</sup>a unterschreitet der berechnete Jahres-Heizwärmebedarf die damals relevante WSchVO '95 um fast 40 Prozent. Zur Wärme- und Kälteerzeugung werden 28 Erdsonden eingesetzt, die bis in eine Tiefe von 45 Metern reichen. Dort wird dem Erdreich die benötigte Wärme entzogen und im winterlichen Betrieb durch eine Kompressionswärmepumpe auf Nutztemperaturniveau gebracht. Die Wärmepumpe beschickt einen 1.000 Liter fassenden Pufferspeicher und bringt das Heizwasser auf die erforderliche Vorlauftemperatur von 26°C. Wärmepumpe und Pufferspeicher stehen innerhalb der thermischen Hülle. Als Wärmeabgabesystem dient eine Betonkerntemperierung. Die Rohre für die Betonkerntemperierung und die Lüftung wurden als Paket mit den Bewehrungsmatten in die Betondecke einbetoniert. Die Betonkerntemperierung und die Luft sind das alleinige Wärmeabgabesystem, auf zusätzliche Heizkörper wurde verzichtet. Im Sommer wird das Gebäude ohne Einsatz der Wärmepumpe allein mit geothermisch erzeugter Kälte über die Erdsonden gekühlt. Auch die Kälteabgabe wird über die Betonkerntemperierung realisiert. Die Zu- und Abluftanlage ist stockwerksweise mit einer Wärmerückgewinnung (Wärmerückgewinnungsgrad 75%) versehen. Über einen zusätzlichen Luft/Wasser-Wärmetauscher wird der Wasserkreislauf der Erdwärmesonden über den Wasserspeicher auch zum Kühlen und Heizen der Zuluft eingesetzt. Das Brauchwarmwasser wird etagenweise über lokale elektrische Durchlauferhitzer erwärmt. Das Regenwasser wird aufgefangen und für die Toilettenspülung und Bewässerung der Grünanlagen genutzt.

### **Performance**

Das Gebäude erreicht nach verschiedenen Optimierungsmaßnahmen einen sehr guten Primärenergiekennwert von ca. 84 kWh/m<sup>2</sup>a. Trotz ausschließlich innen liegender Verschattung ohne Sonnenschutzglas war auch in dem extrem heißen Sommer des Jahres 2003 das Raumklima nach Aussagen der Nutzer zufrieden stellend. Hierzu hat sicherlich die effektive Kühlung per Betonkerntemperierung beigetragen. Messungen in Süd-orientierten Büros ergaben im Jahr 2006 bis zu 128 so genannte Überhitzungsstunden, in denen die Lufttemperatur während der Arbeitszeit über 26°C liegt.

Die Nutzerakzeptanz für das Heiz- und Kühlsystem mittels Betonkerntemperierung ist sehr hoch. Besonders der Effekt der behaglichen Strahlungskühlung ergab positive Rückmeldungen der Nutzer. Die geringe Auslegung der Frischluftmenge von 20m<sup>3</sup>/h (unter Berücksichtigung der Gleichzeitigkeit der Büronutzung) hat sich als praktikabel erwiesen. Der Grundluftwechsel, der auch am Morgen oder nach dem Wochenende für frische Luft sorgt und die Tatsache, dass die Nutzer die Fenster zusätzlich öffnen können, wird als angenehm empfunden. Auch bei sehr geringen oder sehr hohen Außentemperaturen hat sich eine längere Fensterlüftung als relativ unkritisch für die thermische Behaglichkeit erwiesen.

Die Nutzer können Blendschutzwirkung und Tageslichtlenkung der Jalousien individuell regulieren. Über die Gebäudeleittechnik und das internetbasierte Energiemanagement kann eine laufende Optimierung im Betrieb des Gebäudes vorgenommen werden. Das Gebäude verlangt nach Nutzeraussagen keine hohen Bedienkenntnisse.

### **Optimierungsmaßnahmen und Möglichkeiten**

Mit einem langjährigen Monitoring konnte man den Energieverbrauch und seine Einflussfaktoren im Detail beobachten und auch auf regelungstechnische Unzulänglichkeiten aufmerksam werden. Beispielsweise liefen anfangs die Lüftungsgeräte von den Nutzern unbemerkt mit zu hohen Zulufttemperaturen.

Die Temperaturregelung der Wärmepumpe über Referenzräume führte aufgrund unerwarteter Abwesenheiten oder höherer Belegungen der Referenzräume zu einer ungleichmäßigen Temperaturverteilung und unnötigen Pumpenlaufzeiten. Ende 2004 wurde auf eine bedarfsorientierte Regelung umgestellt. Gleichzeitig wurde die Vorlauftemperatur abgesenkt. Die neue Pumpenschaltung ist nun abhängig von  $T$  zwischen Vor- und Rücklauftemperatur. Die Energiebedarfsregelung ist eine Eigenentwicklung und war gerade zu Anfang schwierig einzuregulieren. Die optimalen Bemessungszeiträume mussten empirisch ermittelt werden. Inzwischen ist die Regelung so ausgereift, dass ein relativ großer Zeitraum ohne Heiz- oder Kühlanforderung existiert, die Wärmepumpe also ausgeschaltet ist. Auch die Vorlauftemperaturen wurden weiter reduziert. Die Jahresarbeitszahl verbesserte sich damit von 3,1 (2003) auf 4,3 (2007).

Bei der Lüftung hat sich die geringe Auslegung der Frischluftmenge als praktikabel erwiesen. Messungen ergaben, dass die maximal empfohlene CO<sub>2</sub>-Konzentration am Arbeitsplatz deutlich unterschritten bleibt. Längere Fensterlüftung hatte auch bei sehr geringen oder hohen Außentemperaturen wenig Auswirkungen auf die thermische Behaglichkeit. Da die Luftkanäle nicht gedämmt sind und zum Teil innerhalb der temperierten Decke verlaufen, nimmt die Zuluft die Temperatur des Raumes bzw. der Decke an. Die Funktion der zusätzlichen Temperierung der Zuluft über die Erdsonden wurde deshalb außer Betrieb gesetzt. Der spezifische Stromverbrauch für die Belüftung stieg in allen Etagen stetig, differiert aber untereinander. Zum einen machen die hohe Belegungsdichte und häufige Anwesenheit in einigen Büros höhere Luftmengen notwendig als angenommen. Zum anderen wird die Lüftung oft „per Hand“ angepasst und nicht zurück gestellt.

**Baukosten und Wirtschaftlichkeit**

Die Planer hatten als Bauherren und zukünftige Nutzer den Anspruch, dass das Gebäude in Erstellung und Betrieb besonders wirtschaftlich sein sollte. In der Konzeptphase wurde daher jeder Teilaspekt hinsichtlich Bau- und Betriebskosten bewertet und optimiert. Für das Gebäude wurden dennoch hochwertige, langlebige Materialien verwendet. So liegen die Investitionskosten mit netto 1.017 € pro Quadratmeter BGF (KG 300 + 400) unterhalb des mittleren Standards nach Baukostenindex (BKI). Erreicht wurde dies durch die Kompensation von Mehrkosten (z. B. Erdsonden) durch Einsparung an anderer Stelle, wie etwa beim außen liegenden Sonnenschutz. Auch die Betriebskosten sind günstig: Die Energiekosten für Heizung, Kühlung, Luftförderung, Beleuchtung, Warmwasserbereitung und Aufzug liegen mit etwa 2,50 €/m<sup>2</sup>a deutlich unter den hier sonst üblichen Spektrum von 10 bis 18 €/m<sup>2</sup>a.

In Mönchengladbach beginnt derzeit die Entwicklung eines weiteren Gebäuden nach dem BOB-Konzept. 7.000 m<sup>2</sup> Bruttogeschossfläche werden als Miet- und Teileigentumsmodell entwickelt. Weil die Planer von der Wirtschaftlichkeit der Gebäudekonzeption überzeugt sind, übernehmen sie die Energiekosten für Heizung, Lüftung, Kühlung und Beleuchtung über einen Zeitraum von 5 Jahren.

**Energiekennzahlen**

Energiekennzahlen nach EnEV (in kWh/m <sup>2</sup> a)	
<b>Heizwärmebedarf</b> (nach DIN 18599)	31,60
<b>Primärenergie gesamt</b> (nach DIN 18599)	76,20
Gemessene Energiekennwerte (in kWh/m <sup>2</sup> a)	
<b>Endenergie Wärme</b>	26,30
<b>Primärenergie Wärme</b>	19,80
<b>Primärenergie gesamt</b>	83,70
<b>Endenergie Beleuchtung Büros</b>	10,80
<b>Endenergie Lüftung</b>	4,30
<b>Endenergie Kühlung</b>	3,50
<b>Endenergie Beleuchtung sonstige</b>	2,40

**Kosten für die Realisierung**

Realisierungskosten in €/m <sup>2</sup>	
<b>Baukonstruktion (KG 300)</b>	696
<b>Technische Anlage (KG 400)</b>	321

Hierbei handelt es sich um eine/n Kostenberechnung

Bauwerkskosten netto nach DIN 276 bezogen auf die Bruttogrundfläche (BGF) nach DIN 277

**Kosten für den Betrieb**

Betriebskosten in €/m <sup>2</sup> a	
<b>Energiebezug gesamt</b>	2,47
<b>Wärme gesamt</b>	0,67
<b>Heizung</b>	0,64
<b>Warmwasser</b>	0,03
<b>Strombezug gesamt</b>	2,47
<b>Beleuchtung</b>	0,91

Lüftung/Kühlung/Kälte


0,85

Wert "Strom gesamt" ohne Bürogeräte

 **Projektinfo von BINE Informationsdienst**

 **Gebäude und Konzept: BOB im Netz**

 **Website der Energieagentur NRW zum Projekt 50 Solarsiedlungen**

 Abschlussbericht BOB Aachen (PDF, 9.5 MB)

Dieses Projekt wird im Rahmen der Forschungsinitiative EnOB gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages. Weitere Informationen unter [www.enob.info](http://www.enob.info).