

Am Gebäude der Fachhochschule Bonn-Rhein-Sieg in Sankt Augustin lässt sich ablesen, dass Energiesparmaßnahmen auch bei einem schon fertigen Entwurf angewendet werden können. Erst nach dem Architekturwettbewerb wurde entschieden, zusätzliche 4% der Bausumme für ökologische Zwecke einzusetzen. Dadurch konnte am Grundkonzept nicht mehr gerüttelt, aber über Ausführungsweisen und Zusatzmaßnahmen noch verhandelt werden. Eine breite, gut ablesbare und verständliche Palette energetisch-ökologischer Maßnahmen soll die Studierenden als Entscheidungsträger von morgen eine ökologischen Bauweise erfahren lassen. Verwirklicht wurden unter anderem ein erhöhter Wärmeschutz, effektive Tageslichtnutzung, adiabate bzw. passive Kühlung sowie zwei Photovoltaikanlagen. Auf diese Weise konnte der Energiebedarf erheblich gesenkt werden. Die Fachhochschule wurde durch einen Generalunternehmer schlüsselfertig ausgeführt und ist seit 1999 in Betrieb.



Die so genannte Hochschulstraße schafft Verbindungen im Gebäudekomplex  
© FH Bonn-Rhein-Sieg

## Gebäudesteckbrief

<b>Projektstatus</b>	 Optimiert
<b>Standort</b>	Grantham-Allee 20, 53757 Sankt Augustin, Nordrhein-Westfalen
<b>Baufertigstellung</b>	1999
<b>Inbetriebnahme</b>	1999
<b>Bauherr</b>	Land NRW, Staatliches Bauamt Bonn I
<b>Nutzer</b>	FH Bonn-Rhein-Sieg
<b>Bruttogrundfläche</b>	30.100 m <sup>2</sup>
<b>Beheizte Nettogrundfläche</b>	27.381 m <sup>2</sup>
<b>Bruttorauminhalt</b>	124.000 m <sup>3</sup>
<b>Arbeitsplätze</b>	1.500
<b>A/V</b>	0,32 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
<b>Schwerpunkte</b>	Wärmeschutz, Lüftung + WRG, Regenerative + passive Kühlung, Kraft-Wärme-Kopplung, Wärme-/Kälte-Verbund, Photovoltaik, Baustoffökologie

## Projektbeschreibung

Der Neubau in Sankt Augustin bildet den Hauptsitz und einen der zwei Standorte der neu gegründeten Fachhochschule Bonn-Rhein-Sieg. Der Architekturwettbewerb zum Neubau wurde 1995 durchgeführt, mit dem Bau wurde im November 1997 begonnen, zum Wintersemester 1999 begann der Lehrbetrieb im neuen Gebäude, das für etwa 1.500 Studenten aus fünf Fachbereichen bereitsteht. Der Entwurf ging aus dem vom Land Nordrhein-Westfalen ausgelobten Wettbewerb hervor und wurde anschließend durch ein Ökologiekonzept in energetischer und ökologischer Hinsicht überarbeitet. Die Fachhochschule liegt im westlichen Teil des Stadtzentrums von Sankt Augustin in einem städtebaulichen Entwicklungsgebiet und orientiert sich zur Nachbargemeinde Siegburg-Mülldorf. Im Westen und Norden ist die Umgebung von Freiflächen, im Osten und Süden von einer Mischbebauung ohne gewachsene Struktur geprägt. Im Rahmen des Förderkonzeptes EnBau wurde die umfangreiche Evaluierung des Gebäudebetriebs vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) gefördert. Damit soll die Energieoptimierung von großen und komplexen Gebäudestrukturen im praktischen Betrieb wissenschaftlich überprüft werden. Mittelpunkt der Evaluierung sind Seminarräume und zentrale Hörsäle.

## Gebäudekonzept

Genutzt wird der Neubau von Fachbereichen aus den Gebieten Technik, Wirtschaft, Informatik und Journalismus. Entsprechend vielfältig ist das Angebot an Räumlichkeiten: Hörsäle, Seminarräume, Mensa, Bibliothek, Büros, Maschinenhalle und Labore verteilen sich auf drei miteinander verbundene Gebäudekomplexe. Die Nettogrundfläche von 27.000 m<sup>2</sup> verteilt sich auf drei Gebäudekomplexe: das Zentralgebäude mit dem Hörsaalrundbau beinhaltet sämtliche fachbereichsübergreifende Räumlichkeiten. Die

zweibündige Ringbebauung, die sich von Westen nach Norden erstreckt, nimmt die ingenieurtechnischen Fachbereiche auf. Ein u-förmig nach Osten geöffneter Baukörper bietet Raum für die Fachbereiche Wirtschaft und Informatik. Die Hauptschließung des Campus erfolgt von der Ostseite. Die Gebäude sind zwei- bzw. dreigeschossig und nicht unterkellert.

Folgende Aspekte wurden mit der energetischen und ökologischen Optimierung verstärkt:

umweltfreundliche Baustoffe, wie Holz, mineralische Dämmstoffe

erhöhter Wärmeschutz

effektive Tageslichtnutzung

transparente Dämmsysteme (TWD)

passive sommerliche Nachtkühlung

weitgehend natürliche Klimatisierung

bedarfsgerecht programmierbare Heizungsregelung

Photovoltaikanlage

Abwärmenutzung von Kühlanlagen

Dach und Fassadenbegrünung

Regenwassernutzung bzw. -versickerung

Die Außenwände des Stahlbeton-Skelettbau bilden vorgefertigte Betonelemente mit 16 cm Dämmung aus Mineralfaserplatten und vorgehängter Aluminiumverkleidung ( $U=0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). Die Fenster bzw. Glasfassaden haben Holz-Aluminium-Rahmen und Wärmeschutzverglasung ( $U_g= 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). Um die thermische Trägheit der Gebäude zu erhöhen, sind die Innenwände wenn möglich aus Kalksandstein. Statt abgehängter Decken sind senkrechte Schallschluck- Elemente angebracht. Die erhöhte Dicke der Betonrohdecken erlaubt den Verzicht auf schwimmende Estriche. Eine Fassade der Maschinenhalle ( $100 \text{ m}^2$ ) mit reiner Südorientierung ist als Solarwand mit Transparenter Wärmedämmung (TWD) ausgeführt, im unteren Bereich mit einer massiven Betonwand als Absorber ( $U\text{-Wand}=1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). Im Glasdach des zentralen Flurs sowie an einer südorientierten Fassade im Eingangsbereich sind Photovoltaikelemente eingebaut.

Dach- und Fassadenbegrünung und die Versickerung des Regenwassers auf dem Gelände sollen das Mikroklima verbessern, den Kühlbedarf der Gebäude verringern und die Kanalisation entlasten.

### **Energiekonzept**

#### **Lüftung, Kühlung und Heizung**

Die Seminarräume sind nicht klimatisiert. Im Sommer soll kühle Nachtluft die gespeicherte Wärme aus den Massivbauteilen abführen und die Innentemperaturen gering halten. Gegenüberliegende Räume sind deshalb über großvolumige Kanäle im Flur verbunden. Bei geöffneten Oberlichtern entsteht so aufgrund von Druckdifferenzen an den gegenüberliegenden Fassaden eine Querlüftung. Die Oberlichtklappen sind zentral gesteuert. Weil die Verbindungskanäle Brandschutz-Auflagen erfüllen mussten (Fluchtwege), sind sie relativ aufwändig. In ihrer Maximalleistung ersetzt die passive Nachtkühlung nach Simulationen eine konventionelle Kühlung mit 100 bis 150 kW, allerdings mit deutlich eingeschränkter Verfügbarkeit. Eine zuverlässige und sinnvolle Steuerung der Sonnenschutzeinrichtungen ist dafür unerlässlich. Weil die Gebäudekonstruktion auch zur Wärme- und Kältespeicherung dient, wurde auf eine massive Primärkonstruktion mit möglichst wenig Verkleidungen Wert gelegt. Zur Verbesserung der Akustik kommen Deckensegel zum Einsatz. Nur Räume mit besonders hohen elektrischen Lasten (z. B. EDV-Räume) haben kleine, dezentrale Klimageräte. Die Beheizung der Seminarräume erfolgt über Heizkörper. In vielen Räumen sind Fensterkontakte vorgesehen, die die Heizleistung drosseln, solange ein Fenster geöffnet ist. Die Heizung ist außerdem entsprechend Belegungsplänen raumweise programmierbar („Stundenplanheizung“). Die Zuluft für den Hörsaalbereich wird durch einen Erdreichwärmetauscher geleitet, wo sie im Winter vorgewärmt wird. Ein Rotationswärmetauscher überträgt zusätzlich die Wärme der Abluft auf die Zuluft (Wärmerückgewinnung). Wird es draußen kälter, schaltet außerdem ein Heizregister ein. Im Winter ist die relative Luftfeuchtigkeit im Hörsaalbereich sehr gering. Dieser Effekt wurde noch verstärkt durch eine zu hohe Luftwechselrate, die aber inzwischen vermindert wurde. Im Sommer kann die Wärmerückgewinnung mit einem Bypass umgangen werden, d. h. die Luft kommt direkt aus dem kühlen Erdkanal. Zusätzlich ist für Spitzenlasten eine adiabate Kühlung vorgesehen. Die Zulufttemperatur überschreitet so nur selten  $22^\circ\text{C}$ , so dass sich ein angenehmes Raumklima einstellt. Im Durchschnitt erreicht die adiabate Kühlung sehr effektive Kühlleistungen. Eine Regelungsstrategie in Abhängigkeit des Luftzustandes kann die Effizienz noch steigern. Der Erdreichwärmetauscher beeinträchtigt einerseits die Energiebilanz des adiabaten Kühlsystem, andererseits könnten ohne die Kombination beider Komponenten die angestrebten Zulufttemperaturen nur teilweise erreicht werden.

#### **Tageslicht und Beleuchtung**

Deckenbündige Oberlichter mit TWD streuen das Tageslicht weit in die acht Meter tiefen Seminarräume. Das

Beleuchtungsniveau ist dadurch im mittleren und hinteren Raumbereich bei direktem Sonnenlicht deutlich verbessert. Oberlichter und Fenster haben separate, automatisch gesteuerte Lamellen-Jalousien, so kann zur Vermeidung von Blendungen auch lediglich der untere Bereich abgedunkelt werden. Die einzelnen Leuchtbänder werden manuell geschaltet und durch Sensoren tageslichtabhängig geregelt. Die Verkehrsflächen erhalten durch Lichtbänder zu den direkt belichteten Räumen natürliches Licht. Allerdings ist der Effekt durch die große Tiefe (8 m) der dazwischen liegenden Räume begrenzt. Das Kunstlicht in den Fluren wird inzwischen manuell bzw. über Bewegungsmelder geschaltet. Die Nennbeleuchtungsstärke wurde dort zu Lasten des Stromverbrauchs auf 180 Lux erhöht, um den Eindruck von dunklen Fluren zu vermeiden.

**Sonstiges**

Netzgekoppelte Solarstromanlagen decken einen Teil des elektrischen Energiebedarfs: Ein Teil der Solarzellen ist als Sonnenschutz in die Dachverglasung der Erschließungshalle integriert, ein anderer Teil befindet sich an den südorientierten Fassaden. Die Gebäudeleittechnik wurde für einen optimierten Heizbetrieb erweitert. Darüber hinaus wurde die Materialwahl, unter Berücksichtigung gestalterischer Vorgaben des Entwurfs, modifiziert: mineralische Dämmstoffe ersetzen Kunststoffe, Holz im Fassaden und Fensterbau ersetzt Aluminium. Eine Regenwassernutzung rundet das Ökologiekonzept ab.

**Performance**

Das Gebäude steht stellvertretend für sehr große Baumaßnahmen. Bei derartigen Projekten sind organisatorische Aspekte von zentraler Bedeutung. Durch die späte Bewilligung investiver Fördermittel konnte der 1995 ausgewählte Wettbewerbsentwurf erst in der beginnenden Bauphase 1998 durch ein Ökologiekonzept ergänzt werden, von dem jedoch trotzdem viele Ansätze in die Praxis umgesetzt wurden. Mit der Kombination aus Erdkanal und adiabater Kühlung gelang es auch an heißen Sommertagen ein komfortables Raumklima in den betroffenen Räumen zu erreichen. Durch eine Optimierung der Luftwechselrate wurden die im Winter zeitweise niedrigen Raumluftfeuchten erhöht. Einige Energiesparstrategien führten zu Konflikten mit dem Nutzerverhalten. Beispielfhaft dafür stehen die Fensterkontakte zur automatischen Abschaltung der Heizkörper. Im Winter werden die Raumtemperaturen tendenziell als zu niedrig empfunden. In einigen Bereichen wurde der Betrieb an Nutzerwünsche angepasst. Vor allem die fein regulierte automatische Steuerung der Sonnenschutzanlage mit ihrer erheblichen Geräuschentwicklung reagiert inzwischen viel träger. Auch andere Schaltungen und Regelungen wurden modifiziert. Hierdurch steigt zwar der Energieverbrauch, aber Alltagstauglichkeit und Akzeptanz gehen vor. Zugeständnisse z. B. bei der Heizungsabschaltung bei geöffnetem Fenster würden allerdings kontraproduktiv wirken. Der Heizenergieverbrauch im Jahr 2000 lag deutlich unter den Vorgaben der WSVO '95. Nach der Optimierung der Fahrweise und Regelung der Haustechnik (Nacht- und Wochenendabsenkung, hydraulischer Abgleich, Optimierung der Heizkennlinien) und der Beseitigung bautechnischer Mängel sank er 2001 um weitere 17 %. Mit 11,73 kWh/m³ (klimabereinigt) lag der Verbrauch im ursprünglich erwarteten Bereich - mehr als 40% unter den Vorgaben der WSVO '95.

**Optimierungsmaßnahmen und -möglichkeiten**

Insgesamt wirkt sich besonders positiv aus, dass es über die energetische Vermessung des Gebäudes (Monitoring) gelang, ungünstige Betriebsweisen aufzudecken und Optimierungspotenziale zu erschließen. So wurde z. B. die anfangs zu hohe Luftwechselrate reduziert. Wegen der Größe der Baumaßnahme konnten bereits durch kleine Änderungen große energetische Effekte erreicht werden.

**Baukosten und Wirtschaftlichkeit**

Die Projektkosten betragen 86 Mio. DM bzw. ca. 44 Mio. €

**Energiekennzahlen**

Energiekennzahlen nach EnEV (in kWh/m²a)	
<b>Heizwärmebedarf</b>	34,00
<b>Primärenergie gesamt</b>	110,20
Gemessene Energiekennwerte (in kWh/m²a)	
<b>Endenergie Wärme</b>	58,40
<b>Primärenergie Wärme</b>	40,88
<b>Primärenergie gesamt</b>	146,20
<b>Lüftung</b>	9,50
<b>Licht</b>	16,10

**Kosten für die Realisierung**

Realisierungskosten in €/m²

<b>Baukonstruktion (KG 300)</b>	1.620
<b>Technische Anlage (KG 400)</b>	446

Hierbei handelt es sich um eine/n Kostenfeststellung

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

 **Projektinfo von BINE Informationsdienst**

 **Webseite der FH Bonn-Rhein-Sieg**

 Abschlussbericht Planung FH Bonn-Rhein-Sieg (PDF, 2.3 MB)

 Abschlussbericht Monitoring FH Bonn-Rhein-Sieg k (PDF, 4.0 MB)