

Science College Overbach

Innovatives Bildungszentrum in Jülich-Barmen

Dr. rer. nat. Joachim Götsche; Dipl.-Ing. Sascha Röther
Solar-Institut Jülich, FH Aachen, Heinrich-Mußmannstr. 5, 52428 Jülich
0241 / 6009 53525, goettsche@sij.fh-aachen.de

1 Hintergrund



Abbildung 1: Science College mit Gästehaus

Die Ordensgemeinschaft der Oblaten des hl. Franz von Sales e.V. (Haus Overbach) hat in Jülich-Barmen im Jahr 2009 sowohl das Science College Overbach (SCO) (Abbildung 1 links) als auch das zugehörige Gästehaus (rechts) errichtet. Das Projekt wurde im Rahmen des BMWi-Programms „Energieoptimiertes Bauen“ (ENOB) gefördert und nimmt an der Auswertung im Rahmen der EnEff:Schule-Projekte teil. Damit eröffnen sich Chancen, auf Basis der Erfahrungen auch weitere Bildungsgebäude an den aktuellen Stand des energieoptimierten Bauens heranzuführen bzw. vorbildliche Neubauten zu errichten. Um hierfür die notwendigen Impulse zu geben, werden im Rahmen der deutschen Energieforschung mehrere innovative Bildungsgebäude mit Ausstrahlungskraft (Leuchtturmprojekte) gefördert.

2 Energetisches Konzept

Das energetische Konzept beinhaltet sowohl bereits bewährte als auch innovative Techniken: Neben der verlustarmen Gebäudehülle stellen die Minimierung der sommerlichen Wärmelasten und ein innovatives Wärmeverteilungs- und Bereitstellungskonzept (LOW-EX-Versorgungskonzept) die Eckpfeiler dar, die durch Elemente wie Licht lenkende Spiegel, dimmbare Verglasung und Tageslichtsteuerung ergänzt werden. Informationen über die Technik wurden so aufbereitet und zugänglich

gemacht, dass eine Einbindung in die Lehrinhalte und den Unterricht im Science College jederzeit möglich ist.

Durch konsequente Bauweise sollte der Energiebedarf die Anforderungen der Energieeinsparverordnung (EnEV 2007) um mindestens 50 % unterschreiten. Hierzu wurden für die Außenbauteile die Wärmedurchgangskoeffizienten in Tabelle 1 vorgesehen. Der spezifische Transmissionswärmeverlust H_T' liegt bei einem Wert von $0,23 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

Tabelle 1: Wärmedurchgangskoeffizienten im Science College Overbach

Bauteil	Außenwand	Dach	Boden	Fenster
U-Wert [$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$]	0,15	0,11	0,13	0,89

Bei der Herstellung der Gebäudehülle wurde großer Wert auf die Dichtheit des Gebäudes gelegt. Die Anschlüsse der Fensterrahmen an die Laibung wurden in der Ebene der Betonkonstruktion mit dampfdichten Folien hergestellt. Bei den Fenstern wurde ein Kompromiss aus Sonnenschutz durch veränderbaren Lichttransmissionsgrad und Wärmedurchgangskoeffizient getroffen. Der nach Fertigstellung durchgeführte Luftdichtheitstest ergab den n_{50} -Wert von $0,47 \text{ h}^{-1}$ (Netto-Rauminhalt: 6.247 m^3).

Die Lüftungsanlage arbeitet als Zu- und Abluftanlage mit Wärme- und Feuchterückgewinnung. Durch bedarfsorientiertes Lüften der Klassenräume wird nur so viel Luft wie notwendig bewegt. Während des Monitoring-Programms wurden die Volumenstrom-Controller an den Bedarf angepasst. Dadurch wird der Grenzwert der CO_2 -Konzentrationen von 1.500 ppm (DIN 1946) nur noch in Ausnahmefällen, z.B. bei der Nutzung von Bunsenbrennern, kurzfristig überschritten. Hierfür können die Fenster gekippt werden.

Das SCO und das Gästehaus werden über eine monovalent arbeitende 2-stufige Wärmepumpe ($44,8 \text{ kW}$) mit einem Feld von 9 Erdsonden beheizt. Die Grundwasserleiter im Erdreich sorgen dabei für eine ständige Regenerierung der Erdreichtemperatur und somit relativ konstanter quellseitiger Temperatur. Die Wärmeübergabe erfolgt über die Betonkerntemperierung (BKT) der 20 cm dicken Stahlbetondecken.

Außerdem besteht die Möglichkeit der direkten Kühlung über die Erdsonden. Dabei wird bei minimalem Hilfsenergieeinsatz die überschüssige Wärme im SCO von der Betonkerntemperierung über einen Wärmetauscher in das Erdreich übertragen. Das Gästehaus wird dabei über das Nahwärmenetz mitgekühlt.

Durch den Einsatz von Niedrigtemperatursystemen wie der BKT kann die Wärme der Schüler über die thermisch aktivierte Raumdecke aufgenommen und innerhalb des Gebäudes in Bereiche ohne Wärmequellen verteilt werden. Auch das Gästehaus wurde an diesen BKT-Kreis angeschlossen (Abbildung 2). Wärme kann so auf niedrigem und Kälte

auf hohem Temperaturniveau bereitgestellt werden, eine Grundvoraussetzung der NIEDRIGEXERGIE-Technik.

Der Einsatz von Wärmepumpen bot sich wegen der hohen Verfügbarkeit von oberflächennah vorhandenem, fließendem Grundwasser aus dem Talbett der Rur an. In Verbindung mit der BKT können so Wärme und Kälte mit geringen Temperaturdifferenzen bereitgestellt werden. Die geringe benötigte Vorlauftemperatur (max. 25 °C) ermöglicht dabei sehr hohe Arbeitszahlen der Wärmepumpe.

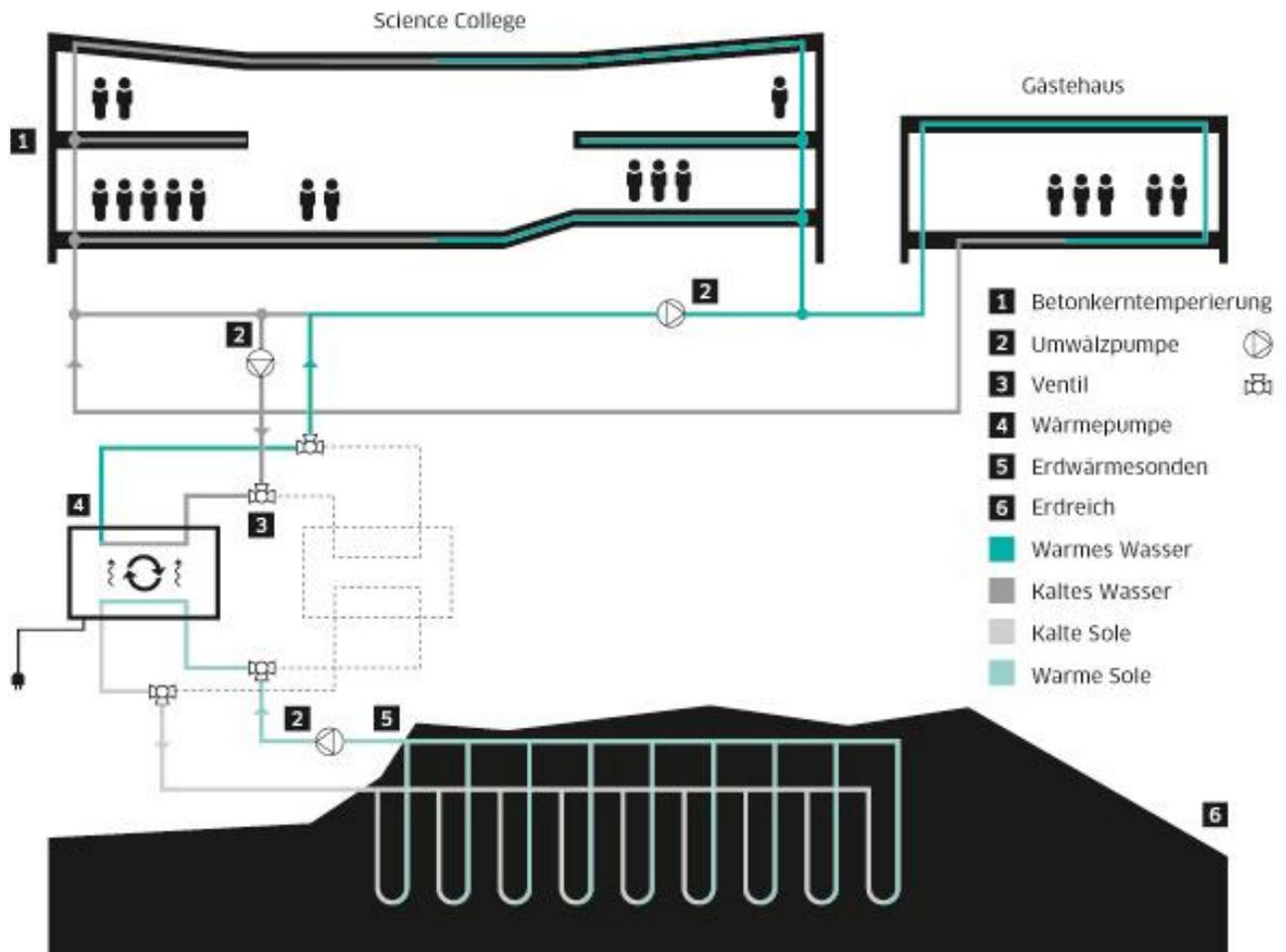


Abbildung 2: Vereinfachtes Schema der Wärme- und Kälteversorgung

Die in den Fachklassen eingebaute, schaltbare EControl-Sonnenschutzverglasung (Abbildung 3) reduziert bei Sonneneinstrahlung den solaren Energieeintrag durch Blau-Einfärbung deutlich (Lichttransmission (T_L : 13-46 %, g : 9-32 %). Damit konnte auf anfällige mechanische Sonnenschutzsysteme verzichtet werden, und Kosten für die Klimatisierung der damit ausgestatteten Räume werden eingespart.

Im Forum des Gebäudes wurde eine weitere Optimierung des Tageslichteintrags und eine damit verbundene Steigerung der Energieeffizienz und Behaglichkeit durch die Installation dreier Oberlichter („Lichtbrunnen“) mit zenitalem Lichteinfall erreicht.



Abbildung 3: Dimmbare EControl-Verglasung

Zur Optimierung dieses Tageslichteinfall es wurde eine Tageslichtlenkung durch Heliostate mit diesen Oberlichtern kombiniert. Diese sorgt mit Hilfe von Spiegeln für eine Umlenkung des Lichteinfalles (Abbildung 4) und eine hohe Ausleuchtung des Forums.



Abbildung 4: Soldec-Heliostate auf dem Dach des Science College

Die hiermit verbundene verbesserte Versorgung des Forums mit Tageslicht als zusätzlicher Lichtquelle schafft eine deutlich hellere Atmosphäre, die sich auch auf die zum Teil transparenten umliegenden Klassenräume (Glaswände zum Forum) übertragen kann und so die Lichtsituation in der Raumtiefe aufhellt.

In allen Räumen sind energiesparende Leuchtstofflampen installiert. Die Regelung erfolgt präsenzabhängig. Wenn keine Personen mehr im Raum anwesend sind, geht die Beleuchtung aus. Die Einschaltung muss manuell vorgenommen werden. In ausgewählten Räumen werden innovative Leuchten (Trilux Bluemotion) eingesetzt, die bei hoher Farbwiedergabequalität in Beleuchtungsstärke und Lichtfarbe und steuerbarem Indirekt-Anteil den Tageszeiten und Wetterbedingungen angepasst werden und den Tageslichtverlauf nachbilden können.

3 Kosten und Bauzeit

Die reine Bauzeit des SCO inkl. Gästehaus betrug 13 Monate. Die Fertigstellung erfolgte fristgerecht und unter strikter Einhaltung der Baukosten, 7,8 Mio € inkl. 1,3 Mio € Forschungsgelder. Die bereinigten Baukosten belaufen sich hierbei auf 6,5 Mio € inkl. Fachklassenausstattung. Die Baukosten der Kostengruppen 300 + 400 inkl. aufwändiger Technik und innovativer Maßnahmen belaufen sich auf 1.500 €/m² netto.

4 Energieeffizienz

Das Monitoring-Programm wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) gefördert. Das Solar-Institut Jülich (SIJ) war bereits in der Bauphase mit am Energiekonzept und der Planung der Messstellen beteiligt. Die Messkonfiguration wurde gemäß dem ENOB-Leitfaden Energiemonitoring ausgelegt, so dass die berechneten Bilanzanteile nach DIN V 18599 den gemessenen gegenübergestellt werden können.

Bei der Wärmeversorgung des SCO konnten die Arbeitszahlen der Wärmepumpe in den letzten 3 Betriebsjahren stetig gesteigert werden (Abbildung 5). Die Gründe für die Effizienzsteigerungen sind: längere Laufzeiten und dadurch geringeres Takten der Wärmepumpe; Programmupdate der Wärmepumpe; Verringerung der Betriebszeiten mit hoher Vorlauftemperatur durch Absenken der Zulufttemperatur von 21 auf 19 °C und gleichzeitiges Anheben der BKT-Temperatur. Die mittlere Raumtemperatur bewegt sich dabei zwischen 20 °C im Winter und 25 °C im Sommer.

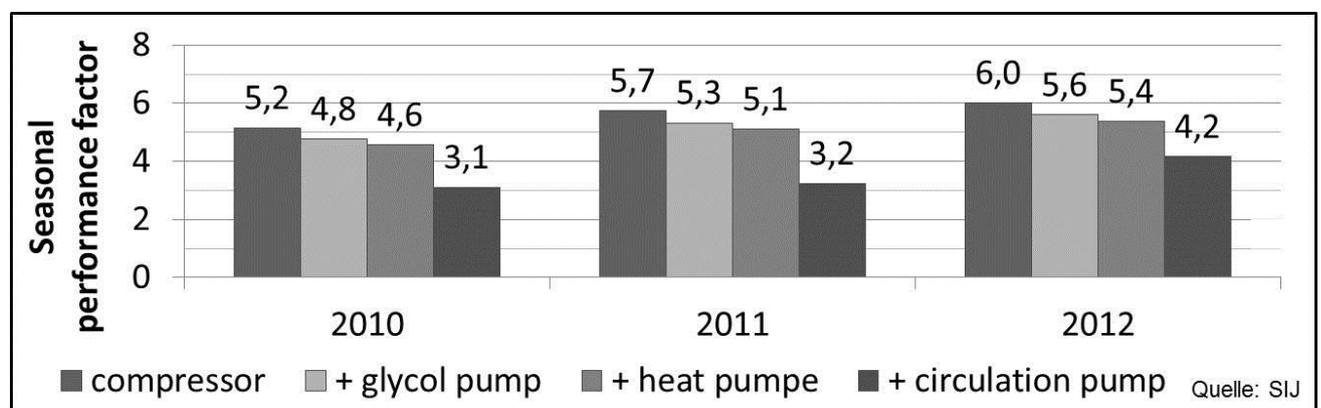


Abbildung 5: Jahresarbeitszahlen der Wärmepumpe im Science College

Der Primärenergieverbrauch im Jahr 2012 (ohne Nutzung) liegt 16 % unter der Berechnung nach EnEV (Abbildung 6). Die Nettogrundfläche des Gebäudes beträgt 1.860 m² und die Heizwärme wurde über die Gradtagszahl $Gt_{12/20}$ witterungsbereinigt. Der Primärenergiefaktor beträgt 2,7.

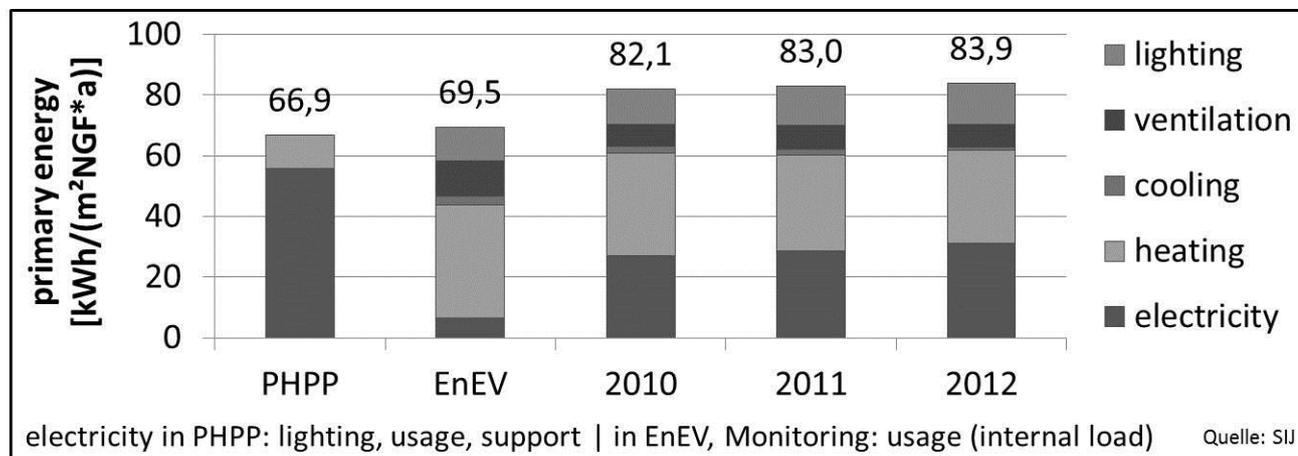


Abbildung 6: Spezifischer Primärenergieverbrauch

5 Zusammenfassung

Das SCO hat bereits im ersten vollständigen Betriebsjahr 2010 sehr gute Energiekennzahlen erreicht. Beim Stromverbrauch (dem einzigen Endenergieträger) wurde ein sehr guter Wert von 82,1 kWh/m²_{NGFA} (Primärenergie über alle Verbraucher) erreicht. Beim klimabereinigten Heizwärmeverbrauch wurden 34,0 kWh/m²_{NGFA} (Wärme, inkl. Verteilung und Übergabe) erreicht. Da jedoch in Wohngebäuden im Passivhausstandard die interne Stromlast pro m² wesentlich höher liegt als im SCO und man es nicht mit klassischen Passivhausnutzern zu tun hat, müssen beide Kennzahlen im Zusammenhang betrachtet werden. Insgesamt liegt der Energieverbrauch in einem interessanten Bereich, in dem es sich gelohnt hat Anstrengungen für das Erreichen eines optimierten Vorbilds für künftige Schulgebäude zu erzielen.

Im Laufe des Monitorings wurden Optimierungspotentiale für die energierelevanten TGA-Komponenten erkannt. Dabei wurde festgestellt, dass ein hohes Primärenergie-Einsparpotential bei den BKT-Pumpen zu erreichen ist. Im Gegensatz zu anderen EnOB-Gebäuden wurden die Pumpen im SCO bis 2011 nach Vorgabe des Planers im Dauerbetrieb geführt. Dies hatte enorme Auswirkungen auf die Gesamt-Arbeitszahl (Abbildung 5). Ziel der Optimierung war es, auch bei Integration des Energieaufwands der Verteilung in die Bilanzebene Arbeitszahlen über 3,5 zu erzielen. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Einsparung beim Pumpenbetrieb nicht zu Problemen der Wärmeversorgung des Gästehauses bzw. über eventuell benötigte höhere Vorlauftemperaturen zu wesentlich schlechteren Verdichterarbeitszahlen führt.