

# ÄSTHETISCH NACHHALTIG

## NACHHALTIGES BAUEN UND NUTZUNG ERNEUERBARER ENERGIEN AM BEISPIEL DES DIÖZESANMUSEUMS KOLUMBA IN KÖLN



Bild: Chaytec, Viersen-Bois

**Bild 1:** Ein markantes Gebäude: Das Diözesanmuseum integriert die Ruinen und haust mit seiner luftdurchlässigen „Pulloverfassade“ Grabungsfeld und Kapelle ein.

### Das Museumsprojekt

1943 und 1945 war die fünfschiffige spätgotische Kirche St. Kolumba im Zentrum von Köln bis auf einige Umfassungsmauern zerstört worden. Unversehrt blieb eine Madonnastatue, die für die Bewohner der zerbombten Stadt zum Hoffnungssymbol wurde. Sie war Kristallisationskeim für den Bau der kleinen Kapelle „Madonna in den Trümmern“ von Gottfried Böhm, die der beauftragte Architekt Peter Zumthor seinem Neubau kurzerhand einverleibte und sie einhaute. Er bezog sich damit auf ein Konzept des „Weiterbauens“, das historische Details nicht herausarbeitet, sondern sie integriert. Zehn Jahre lang hat Peter Zumthor an dem Ende 2007 vollendeten Projekt gearbeitet und aus den Ruinen einen stimmigen Ort für alte christliche und moderne Kunst geschaffen. Die Kombination aus einer an den Rand des Möglichen getriebenen mineralischen Bautechnik und handwerklicher Fertigung beseelt die charaktervollen Räume mit einer kontemplativen Atmosphäre. In dem Museum werden jährlich wechselnde Ausstellungen gezeigt.

### Eingesetzte Baumaterialien

**Klinker mit Sondermaß:** Der ockergraue Sandstein der Reste und Ruinen von St. Kolumba war Vorbild für den eigens entwickelten Klinker, der die Fassade des neuen Kunsthause bildet. Klinker wurde gewählt, weil es das Material des Wiederaufbaus ist. Er ist mit überbreiten Lagerfugen aufgemauert, die nicht der aktuellen deutschen Norm entsprechen. Die 54 Zentimeter langen und nur 4 Zentimeter hohen Steine (Rohdichte 1600 kg/m<sup>3</sup>) wurden handwerklich hergestellt. Trotz der dadurch entstandenen minimalen Ungleichmäßigkeiten erscheinen die nur durch gotische Fragmente, Fenster und Türme gegliederten großen Flächen streng. Die Klinker wurden bis in das Foyer geführt. Auf sie waren die Oberflächen der Innenräume abzustimmen.

**Hartes Ziegelmauerwerk:** Der Kern der Außenwände und die Innenwände bestehen aus Ziegelmauerwerk. Insgesamt sind die massiv mineralischen Wände 60 cm dick. Die Außenwände weisen eine Wärmeleitfähigkeit von 0,324 W/m<sup>2</sup>K auf.

**Mineralischer Leichtputz als Unterputz:** Optimal wäre ein Unterputz aus Lehm gewesen. Verwendet wurde ein leicht hydrophobierter, mineralischer Leichtputz auf der Basis von Weißkalkhydrat und Zement. Er wurde über Pariser Leisten aufgezogen, denn für eine perfekte Oberfläche ist ein exakt ausgeführter Unterputz notwendig.

**Feiner Lehm-Deckputz:** In Zusammenarbeit mit einem Lehmexperten wurde für den Deckputz eine spezielle Lehmmischung im Farbton „Kolumbagrau“ entwickelt. „Kolumbagrau“ ist eine Mischung aus etwa zehn Prozent schwarzem Schiefermehl und 90 Prozent porzellanweißem Kaolin. Die Bindung des Feinputzes wird durch Zellulose unterstützt, da das Kaolin eine geringere Bindekraft als andere Tonminerale hat. Er wurde von Hand auf den Unterputz aufgetragen, auf 2 mm abgezogen, gefilzt und mit Wasser und Quarkmilch geglättet. Die Feianteile, wie das sehr feine Kaolin, bilden dabei einen Schleier auf der Oberfläche. Nach mindestens zwei Tagen Standzeit und vollständiger Austrocknung wurde die matte Ober-

fläche solange feucht abgewischt, bis sie dezent glänzte. Bis keine Schlieren mehr auftauchten musste bis zu dreimal nachgewischt werden. Danach hatte die glatte, mit ein paar schiefergrauen Einsprengseln versehene Oberfläche ihren authentischen Charakter entwickelt. Es wurden 6.500 m<sup>2</sup> Wandfläche mit etwa 26 Tonnen Feinputz verputzt.

**Vielfältiger Beton:** Dunkelgrau-Schwarz heben sich der Kassenbereich, die Toilettenräume und der Küchenbereich vom restlichen Gebäude ab. Hier kehrt Zumthor – spätestens seit der Bruder Klaus Kapelle der Schamane des Betons – zu seinem geliebten Baumaterial zurück. Er verwendet hier einen basaltgrauen Beton. Die Böden wurden angeschliffen und mit Eisenoxyd schwarz pigmentiert. Anschließend wurde die Oberfläche gewachst.

Für die fugenlosen Decken und Böden wurde ein selbstverdichtender Mörtelbeton auf Basis von Weißzement verwendet mit Hanfseilen als Abstandshalter.

Eine Mauer aus bräunlich gefärbtem Stampfbeton begrenzt den Außenhof auf der Rückseite des Museums und vervollständigt seine mineralische Präsenz.

### Nachhaltigkeitsbeurteilungen

Die Lebensdauer der monolithischen mineralischen Fassade ist hervorragend. Nach dem „Leitfaden Nachhaltiges Bauen“ des BMVBS hat bewitterter Klinker eine mittlere Lebenserwartung von 90 Jahren. Das übertrifft die Lebensdauer von WDVS (Wärmedämmverbundsystem) mit Anstrichen um ein Mehrfaches. Die Schadstoffhaltigkeit aller mineralischen



**Bild 2:** Die Innenwände bestehen aus Ziegelmauerwerk, ebenso der Kern der Außenwände.



Bild: Claytec, Viersen-Bois

**Bild 3:** Die durchgängig mineralische Fassade des spannungsreichen und kompakten Bauvolumens reagiert auf das Außenklima.

Baumaterialien ist sehr gering (nur der Unterputz ist leicht hydrophobiert). Der für die Gesundheit wichtige oberflächen-nahe Bereich wurde schadstofffrei mit Lehm ausgeführt. Die Materialien lassen sich hervorragend recyceln.

### Mineralische Lichtreflektionen

Belichtet werden die Säle über Downlights und Tageslicht, beispielsweise durch geschosshohe, unsichtbar gehaltene Fensterflächen. Ihr starkes Seitenlicht erzeugt mitunter ästhetisch heikle



Bild: Claytec, Viersen-Bois

**Bild 4:** Über Downlights in der Decke wird die Zuluft geleitet. Die Luftwechselrate von max. 2,5-fach minimiert Zugserscheinungen, Geräusche und Staub und maximiert die Raumnutzung.

Streiflichtsituationen. Durch die Scheiben belichtet erscheint der Lehmputz kühl blaugrau. Im Innern der Räume, wo er wärmer ausgeleuchtet ist, reflektiert er das Licht ockergrau. Weitere nuancierte, warme Grautöne prägen das Gebäude: die sandsteingrauen Wände aus Backstein, der Foyerboden aus steingrauem Muschelkalk, Böden aus stumpfem, zementgrauem Mörtel oder einem glänzenden, ockerfarbenen gesprenkelten Terrazzo und schließlich die zementgrauen, von Schlieren durchzogenen Mörteldecken. Sie erzeugen eine fast brutalistische und zugleich edle Atmosphäre, die mit punktuell großflächig eingesetztem Holz kontrastiert.

### Konservatorisches Klima

Statt Vollklimatisierung setzen der Architekt und der Fachplaner für Klima Gerhard Kahlert bei diesem Projekt auf Lehm und die Aktivierung der Bauteile durch Erdwärme. „Erst die Abkehr von diesem, aus ökologischer Sicht überlebten Konzept [der Vollklimatisierung] und eine Rückbesinnung auf passive Bewahrungsmechanismen wird das Risiko für die uns anvertrauten Kulturgüter mindern“, so Kahlert [1]. Schon jetzt zeigt sich, dass durch den sorptionsfähigen Putz und die thermische Bauteilaktivierung die sonst üblichen „Regelzacken“ im Raumklima ausbleiben. Weder Temperatur noch relative Luftfeuchtigkeit schwanken nennenswert, wie kontinuierlich elektronische Messungen des Raumklimas zeigen. Da es zwei Jahre nach Fertigstellung noch Baubereiche gibt, die mit Feuchte aus der Bauzeit belastet sind, werden zudem lokale Werte einmal pro Woche per Hand aufgenommen. Sie zeigen, dass das dicke Mauerwerk eine lange Einregulierungszeit zur Folge hat, in der das Trocknen der Baufeuchte zusätzlich Energie benötigt. Es wird erwartet, dass dieser Prozess ca. fünf Jahre nach der Baufertigstellung abgeschlossen ist. Dann sind auch Oberflächentemperatur und Luftfeuchte überall gleichermaßen beschaffen.

### Integrierte Gebäudeplanung

Neben den Ausstellungsbereichen beinhaltet das Diözesanmuseum auch Depots und Verwaltungsräume. Um in allen Bereichen die Räume möglichst nachhaltig zu klimatisieren, wurde eine thermische Simulation durchgeführt. Ihr liegen Daten und Planungen des Architekten, TGA, Beleuchtung, Bauphysik und Bauteilbeschreibung zugrunde. Die Mehrkosten für diese integrierte Planung vom Wettbewerb an liegen bei ca. 5–10% der Planungskosten.

Die *Ausstellungsräume* sind offen angeordnet, ohne Türen zwischen ihnen.

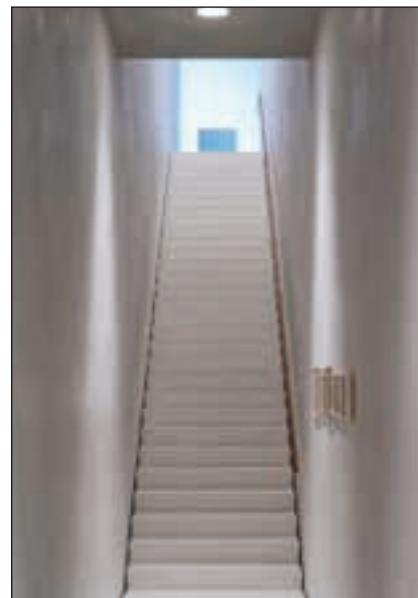


Bild: Claytec, Viersen-Bois

**Bild 5:** Ästhetisch ansprechend wird die Luft über Fugen zwischen Boden und Wänden abgesaugt.

Solare Gewinne spielen wegen des geringen Fensterflächenanteils und des wirksamen Sonnenschutzes eine untergeordnete Rolle. Für die Kunstgegenstände ist ein gleichmäßiges Klima besonders wichtig (Temperatur: 20°C +/-2°C, rel. Luftfeuchte: 55% +/-5% im Jahresverlauf, max. 5% Differenz in 48 Stunden).

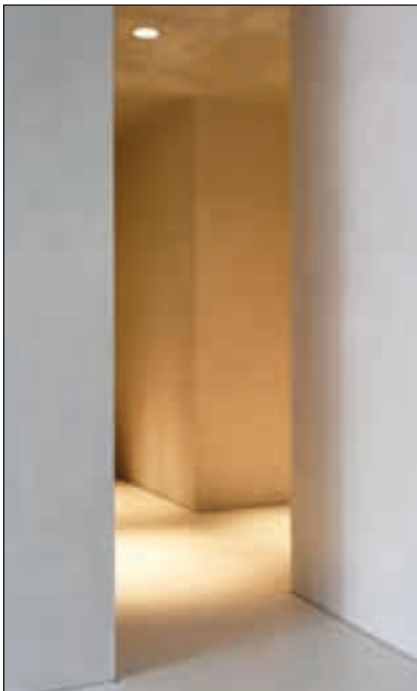
### Klimatisierungskonzept:

- Nutzung der thermischen Trägheit der massiven Bauteile.
- Bauteiltemperierung mit einem wasser gebundenen System.
- Be- und Entlüftung sowie schnell zuschaltbare Luftkonditionierung in den Ausstellungsräumen und Erschließungszonen.

Die massiven Bauteile puffern auch größere Wärmemengen kurzfristig über Strahlung und Konvektion.

Über Sole-Wasser Wärmepumpen temperiert eine Erdsondenanlage die Bauteile. Im Winter liefert sie Heizenergie, im Sommer Kühlenergie. Mitunter kann auch „frei gekühlt“ werden, d.h. ohne Wärmepumpe nur über Wärmetauscher. Da Heiz- und Kühllast ungefähr gleich sind, ist das System ganzjährig hoch ausgelastet. Im Foyer wird der Boden, in den Ausstellungsbereichen die Decken sowie Sockel- und Deckenbereiche der Wände temperiert, damit keine Bilder belastet werden.

Zur Be- und Entlüftung genügt wegen der klimatischen Grundlastdeckung durch die Bauteilkonditionierung ein max. 2,5-facher Luftwechsel. Die Vorteile dieser geringen Luftbewegung sind eine Reduktion von Zug, Geräuschen, Staubaufwirbelung sowie des Raumbedarfs



**Bild 6:** Hinter der spannungsarmen Haut aus Lehmfeinputz temperiert Erdwärme die Räume.

Bild: Claytec, Viersen-Bois

für Lüftungskanäle. In den Ausstellungsräumen wird die Zuluft über die Decke geführt, die Abluft durch die Fuge, die Wände und Böden trennt.

Für die *Depoträume* genügen geringere klimatische Anforderungen. Die Lage unterhalb des Erdniveaus und die geringe Nutzung reduzieren den Aufwand für Klimatisierung.

### Beteiligte Firmen

#### Kunstmuseum des Erzbistums Köln

**Architekt:**  
Peter Zumthor, CH-Haldenstein

**Bauherr:**  
Erzbistum Köln

**Klimaplanung:**  
Gerhard Kahlert, Haltern

**Integrierte Klimaplanung, Bauphysik:**  
Dr. Hans Jürgen Schmitz, Köln

**Unterputz:**  
Weber.dur 135, Saint-Gobain Weber, Ludwigshafen

**Feinputz:**  
Clayfix Kolumbagrau, Claytec, Viersen-Boisheim

**Bemusterung:**  
Achim Melchert, Erdraum, Köln

**Ausführung:**  
Stuck & Akustik Weck GmbH, Köln

**Planung, Fertigstellung:**  
1997–2007

### Tabelle 1: Vorläufige Berechnung für Energieverbrauch pro Jahr aus Heizung, Klima Lüftung

Simulationsergebnis (05/2003) für 2. OG Räume 1–9 (1000 m<sup>2</sup> / 3922 m<sup>3</sup>)

	Heizung	Kühlung	Entfeuchtung	Befeuchtung	
<b>Simulation</b>	69.187,75	21.409,95	1.124,47	2497,23	kWh
<b>Raum</b>	gesamt 23.163,35	simuliert 3922			m <sup>3</sup>
<b>(hochgerechnet)</b>					
<b>gesamt</b>	408.623,19	126447,25	6641,14	14748,65	kWh
<b>Kosten</b>					
<b>spez.</b>	0,02894737	0,02315789	0,041	0,036	€/kWh
<b>unter Ansatz der WP</b>	11.828,57 €	2.928,25 €	272,29 €	530,95 €	

### Tabelle 2: Jährliche Betriebskosten für Energieverbrauch aus Heizung, Klima Lüftung (Simulation)

Kostenart	Energiekosten	Wartungskosten	Bemerkungen
<b>1. Heizung Klima Lüftung</b>		7.000,00 €	pauschal
<b>Heizen</b>	11.800,00 €		Wärmepumpe LZ > 3,8
<b>Kühlen</b>	2.930,00 €		80% freie Kühlung über Geothermie
<b>Be- und Entfeuchtung</b>	805,00 €		
<b>Lüftung</b>	3.300,00 €		el. Antriebsenergie
<b>Mess- und Regeltechnik</b>			
<b>Zwischensumme</b>	18.835,00 €	7.000,00 €	

### Auslegung der Erdsondenanlage

Ein Thermal Response Test ist ab 30 kW Anlagenleistung nach DIN 4640 vorgeschrieben. Er erbrachte 55 W/m Sonde. 32 Sonden durften 70m tief gebohrt werden. Sie entnehmen eine Leistung von ca. 123 kW. Die benötigte Gesamtleistung beträgt 165 kW. Die fehlenden 42 kW werden über das Grundwasser gedeckt: Aus einem Schluckbrunnen wird Grundwasser über einen Gegenstromwärmetauscher in die Wärmepumpe geführt (Wirkungsgrade Wärmetauscher und -pumpe jeweils 80%, Temperaturdifferenz 6K).

### Monitoring

Es hat sich gezeigt, dass der reale Verbrauch höher ist als der berechnete (Tabelle 1). Das liegt zum einen an der noch andauernden Einregulierungszeit. Zum anderen ist durch die nutzungsbedingten Schwankungen des Raumklimas eine differenziertere Steuerung der Lüftungsanlage notwendig. Auch die übrige TGA ist momentan noch nicht optimiert. Beispielsweise wird statt wie geplant über die Sonden viel Wärme über das Grundwasser entnommen. Ein Monitoring, das solche Schwachstellen aufzeigt und optimiert, beginnt voraussichtlich im Herbst 2009. Dabei wird dem Bauherren auch

die Verwendung von Ökostrom vorgeschlagen werden. Schon jetzt zeichnet sich ab, dass das neue Diözesanmuseum ein Musterbeispiel nachhaltigen Bauens ist. Es kombiniert mineralische Baumaterialien, Erkenntnisse nachhaltiger Bauphysik und mit erneuerbaren Energien gespeiste Gebäudetechnik auf hohem ästhetischem Niveau.

### Literatur

- [1] Gerhard Kahlert: Museumsklima – konservatorische Klimagegestaltung. In Paul von Naredi-Rainer (Hrsg.): Entwurfatlas Museumsbau. Berlin: Birkhäuser Verlag, 2004
- [2] Ursula Baus: Vom Fügen und Feilen – Diözesanmuseum Kolumba in Köln. db, 2008 Nr.3, S. 46–55

### ZUM AUTOR:

► *Dipl.-Ing. Architektur und Physiklaborant Achim Pilz* hat in deutschen und indischen Architekturbüros gearbeitet. Er war tätig als Fachzeitschriftenredakteur und Wissenschaftsjournalist. Seit 2002 arbeitet er als freier Journalist und Fachautor; Themenschwerpunkte: nachhaltiges Bauen, Sanieren und Gestalten