

## Entwicklung von vakuumgedämmten Verbundfertigteilen im Passivhausstandard und deren Anwendung in einem Prototypen

Förderkennzeichen 0327321D



### 1. Anforderungsprofil und Planungs- Grundlagen

Planungs- und Umsetzungsziel: „**Null-Energiehaus**“ mit Hilfe von vakuumgedämmten Verbundfertigteilen im Passivhausstandard zu erstellen. Hierfür wurde ein Standort, der große Anforderungen an die Planung und Ausführung stellt ausgewählt.

Planungsschritte:

- 1.1. Optimierung der Energiebilanz durch PHPP-Anwendung (Passivhaus Projektierungspaket) hinsichtlich „**Null-Energiehaus**“
- 1.2. Gebäude-Zonierung mittels Sonnenstandssimulation
- 1.3. Realisierung einer umlaufend, ungestörte VIP-Dämmebene, inkl. Kombinationen: Ortbeton zu Fertigteillösungen
- 1.4. Detaillierte Wärmebrückenuntersuchung und Schwachstellenanalyse
- 1.5. Planung der Luftdichtheitsebene  $n_{50} < 0,6$
- 1.6. Planung der Winddichtheitsebene
- 1.7. Realisierung der Wärmebereitstellung und Wärmerückgewinnung
- 1.8. Planung und Realisierung der Gebäudekühlung:  
Variotec Flächen Heiz/Kühlsystem (VFHKS)
- 1.9. Realisierung einer Allergiker-freundlichen Raumluftsituation unter Einhaltung der Behaglichkeitskriterien für Luftwechselrate, Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit.



## 2. Grundelement: VACUPUR = VIP integriertes Vakuum Isolationspaneel

Der Variotec Prozess unterliegt 3  
Sicherheitsstufen:

1. Das Vakuum wird bereits gegen Ende des Fertigungsprozesses überprüft. Hierbei können produktionsbedingte Fehlerquellen ermittelt werden.
2. Die VIP-Platte wird vor Einbau in das VACUPUR Element noch einmal auf Ihren Unterdruck geprüft. Somit werden nur einwandfrei VIPs weiterverarbeitet.
3. Der VACUPUR-Prozess mit seiner doppelten diffusionsdichten Einhausung gewährleistet einen optimalen Schutz, aufgrund der Aluminium-Stabilisierungsschichten und des umlaufenden diffusionsdichten Kantenbandes. Somit erfüllt das VACUPUR-Element jahrzehntelang seine Funktion

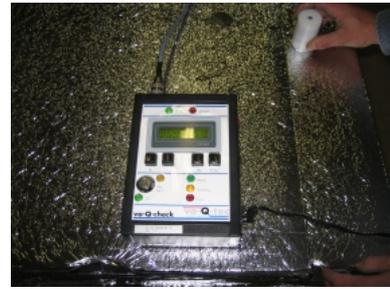
## 3. Bodenplatte

Für die Dämmung der Bodenplatte wurde ein druckbelastbares VIP-Paneel in Beton-Sandwichbauweise eingebracht. Es wurden großflächige, feuchtigkeitsresistente Platten konzipiert.

**U-Wert: 0,06 W/m<sup>2</sup>K**

### 3.1. Probleme und Risiken:

- Die Druckbelastung auf normale VIP's unterhalb der Bodenplatte war zu hoch. Die Erhöhung der zulässigen Druckbelastung der VIP's auf ca. 300 kg/m<sup>2</sup> war notwendig
- VIP ohne „VACUPUR“ - Umhüllung hätte durch die Stahlarmierung zu Beschädigungen geführt.
- Durchführung einer fugendichten Verlegung der VIP-Elemente im Bauraster erforderte Passteile (innerhalb 24 Std.)
- Durchdringung von Versorgungsleitungen
- Anbindung der Fundamente an die Bodenplatte
- Anbindung Bodendämmung an die Wanddämmung (Durchgehende Dämmebene)
- Auslegung auf einem ebenen, sauberen Untergrund



- Randabdichtungen der Bodenplatte zu den aufgehenden Wänden

### 3.2. Lösungen:

- Schlag- und druckfeste Ausführung der VIP's bzw. VACUPUR (300 kg/m<sup>2</sup> VIP-Kern) Gesamtlast
- Keine weiteren Fugenmaterialien. Im Randbereich der VIP-Elemente sind bereits Dichtbänder integriert, daher entsteht eine wasser- und stoßdichte Fuge.
- Einsatz eines Fundamentsporn, der Hangschubkräfte aufnimmt
- Druckwasserfeste Ausführung
- Fugendichter Anschluss an die angrenzende Wand
- Zusätzliche Einbindung einer Frostschräge im Randbereich der Bodenplatte
- Baukörperanschlussdetails für Fenster, Türen, Durchdringungen und Versorgungsleitungen

## 4. Wandtypen

### 4.1. Allgemeines

Anschlusslösungen für angrenzende Bauteile wie Wand, Dach, Decke und Bodenplatte wurde ausgearbeitet und eingesetzt. Bei den Ankerdurchdringungen wurden durch statische Vorgaben und mit geeigneter Materialauswahl Sonderlösungen, die einen Wärmedurchgang und ein Eindringen von Feuchtigkeit verhindern, entwickelt. Detailanschlüsse für Fenster und Türen wurden integriert. Die Stoßfugen zwischen den einzelnen Sandwichelementen wurden als druckwasserfeste und dämmtechnische optimierte Fugen ausgeführt. Die Wandelement-Konzeption übernimmt alle **statischen, dämmtechnischen** und **logistischen Anforderungen**

#### 4.1.1. Probleme und Risiken:

- Regelmäßige Ankerdurchdringungen erhöhen das Risiko für Wärmebrücken und Feuchtigkeitsdurchgang
- Druckwasser- (im Hangbereich) und Diffusionsdichtigkeit muss durch geeignete Anschlussfugen dauerhaft ausgeführt werden
- Ausführung mit schlanken Querschnitt und hohen Dämmeigenschaften



- Durchdringungen von Zuluftleitungen
- Geeignete Holz-Fassadenanbindung über 2 Geschosse
- Detaillösungen für Anschlüsse an Massivbauteile ( Wand 150/1, 150/2)
- VIP Elemente müssen für die Weiterverarbeitung im Betonwerk bzw. für die Montage besonders konzipiert und geschützt werden
- Logistik für Transport und Versetzen auf der Baustelle

#### 4.1.2. Lösungen:

- Thermisch optimierte Ankerdurchdringung bzw. Verklebungen der VIP-Elemente
- Diffusions- und Druckwasserdichtigkeit durch äußere Schwarzabdichtung bzw. außenseitigen Fugenbänder und innere Fugendichtbänder
- Fugendichte Anschlüsse zu begrenzenden Bauteilen (Dach, Decke, Boden)
- Fugendichte Baukörperanschlussdetails für Fenster, Türen, Durchdringungen und Versorgungsleitungen
- Flexible Klebeverbindungen die das Schwind / Quellverhalten des Holzes überbrücken können
- Geeignete Fassadenbefestigungen
- Geeignete Transportlösungen wie z.B. Transportanker
- Geeignete Schutzvorrichtungen bei Herstellung, Transport und Montage
- Ausführung als statisch, selbst tragendes Element

#### 4.2. Wandtyp 330

Wandtyp 330 ist ein 330mm starkes kerngedämmtes VIP Betonfertigteile. Das VIP wurde durch neu entwickelte Glasfaseranker zwischen den einzelnen Sandwichteilen fixiert. Bei den Ankerdurchdringungen wurden durch statische Vorgaben (Bauteilprüfung der LGA) und mit geeigneter Materialauswahl Sonderlösungen, die einen Wärmedurchgang und ein Eindringen von Feuchtigkeit verhindern, entwickelt. Für den Wandtyp 330 wurden Anschlusslösungen für angrenzende Bauteile wie Wand, Dach, Decke und Bodenplatte ausgearbeitet und eingesetzt.



**U-Wert: 0,11 W/m<sup>2</sup>K**

#### 4.3. Wandtyp 270

Wandtyp 270 ist ein 270mm starkes kerngedämmtes VIP Betonfertigteile. Das VIP wurde durch neu entwickelte Glasfaseranker zwischen den einzelnen Sandwichteilen fixiert.

**U-Wert: 0,11 W/m<sup>2</sup>K**

#### 4.4. Wandtyp 150/1

Wandtyp 150/1 ist ein 150mm starkes kerngedämmtes VIP Holzfertigteile. Das VIP wurde durch neu entwickelte Glasfaseranker zwischen den einzelnen Sandwichteilen fixiert. Für den Wandtyp 150/1 wurden Anschlusslösungen für angrenzende Bauteile wie Wand, Flach- und Satteldächer und Decke ausgearbeitet. Durch die schlanke Ausführung ist ein hoher Raumgewinn realisiert worden. Zusätzlich wurde ein Grundelement für Dach und Wandlösungen realisiert.

**U-Wert: 0,12 W/m<sup>2</sup>K**

#### 4.5. Wandtyp 150/2

Wandtyp 150/2 ist ein 150mm starkes Betonfertigteile mit VIP-Vorsatzdämmung. Das VIP wird mit speziellen Klebstoffen an den Wandtyp 150/2 fixiert. Für den Wandtyp 150/2 sind Lösungen für angrenzende Bauteile wie Flach- und Satteldächer und Decke vorhanden. Durch die schlanke Ausführung ist ein hoher Raumgewinn realisiert worden.

**U-Wert: 0,12 W/m<sup>2</sup>K**

#### 4.6. Wandtyp G

Wandtyp G ist ein wärmebrückenfreies, statisch selbst tragendes Holzfertigteile mit VIP-Vorsatzdämmung. Das VIP wird mit speziellen Klebstoffen an den Wandtyp G fixiert. Für den Wandtyp G wurden Anschluss-Lösungen für angrenzende Bauteile wie Wand-, Flach- und Satteldächer und Decke ausgearbeitet.

**U-Wert: 0,12 W/m<sup>2</sup>K**



## 5. Flach- und Satteldach

- Die Dachfläche ist ein wärmebrückenfreies, statisch Last abtragendes Holzfertigteil. Das VIP wird mit speziellen Klebstoffen zwischen den Sandwichlagen fixiert. Das Dachelement ist für Flach- und geneigte Dächer geeignet. In die Dachfläche wurde raumseitig das passive Flächen-Heiz- und Kühlsystem integriert.



**U-Wert: 0,12 W/m²K**

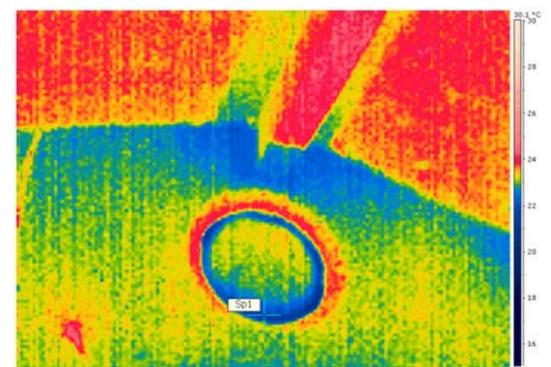
## 6. Messtechnik; Qualitätssicherung Monitoring

- Messung der VIPs durch va-q-perm-Sensortechnik
- Messung der Feuchtigkeit und Temperaturmessung im VIP-Sandwichelement im Einbauzustand
- VIP Innendruckmessung im Einbauzustand
- Monitoring der Messdaten über das hauseigene Bussystem
- Regelmäßige Übertragung ans Institut für Solare Energiesysteme ISE
- Dauerbelastungsversuche hinsichtlich des Druck und Scherverhalten
- Langzeitdruckbelastungsversuche der VIPs



## 7. Aktuelle und zukünftige Entwicklungsschritte

- Weitere Entwicklung eines Qualitätssicherung – Konzeptes für „elementiertes Bauen mit VIP“ und Sanieren mit VIP integrierten VACUPUR-Sandwichelementen
- Entwicklung eines integrierten Planungs- und Berechnungskonzeptes für elementiertes Bauen und Sanieren
- Lösung der thermisch, kritischen Speichermassen der Holzwand 150/1. Innenraum-Temperatur ist an 30-40 Tagen p.a. > 27°C
- Weiterentwicklung des passiven Flächen- Heiz- und Kühl-Systemes im



Zusammenwirken mit PCM-Platten bzw.  
Putzsystemen

- Steuer und Regeltechnik  
-autoadaptives Buskonzept für Flächen-  
Heiz- und Kühlsystem: PCM:  
Wärmerückgewinnung usw.
- Lebenszyklusbilanz;  
Gegenüberstellung konventionelles  
Passivhaus – VIP gedämmtes Passivhaus  
Erforschung der Rückkühleffekte durch  
Aktivierung der passiven Kühlflächen  
(auch für einen Einsatz in wärmeren  
Klimaregionen)
- Analyse und Optimierung der  
Wirkzusammenhänge: Kühlsystem,  
Zisterne, Solaranlage,
- Sonderformen VIP; VIP Einsatz in  
Fensterelementen/Türen/ Fassaden
- VIP gedämmte Vorsatzfassade
- VIP-Innendämmung für Fundamentsporn –  
Entschärfung der Wärmebrücken im EG  
des Musterhauses

