

## **Einfluss von Wärmebrückenwirkungen bei VIP-Konstruktionen**

Dipl.-Ing. Heiko Winkler, wissenschaftlicher Assistent am Fachgebiet für Baukonstruktionen und Bauphysik, FB Bauingenieurwesen, Universität Rostock; Partner im Ingenieurbüro „Prof. Mainka, Winkler & Partner – beratende Ingenieure für Baukonstruktionen und Bauphysik“ Rostock

### **1 Einleitung**

Erste umfassende Untersuchungen von Wärmebrücken an Gebäuden wurde in Deutschland Mitte der 80-er Jahre ([1], Mainka/Paschen „Wärmebrückenkatalog“) durchgeführt.

Neben der Einschätzung der Tauwassergefahr auf Innenoberflächen von Außenbauteilen können mit einer Untersuchung der Wärmebrücken auch die zusätzlichen Wärmeverluste ermittelt werden.

Die Erfahrungen der letzten Jahre und Jahrzehnte zeigt, dass mit steigendem Dämmniveau der Gebäudehülle auch der Einfluss von Wärmebrücken rapide ansteigt.

Aus diesem Grunde wurde die Berücksichtigung des Wärmebrückeneinflusses auf die Wärmeverluste von Gebäuden mit der Einführung der Energieeinsparverordnung im Jahre 2002 gesetzlich vorgeschrieben.

Neben der Berechnung der Wärmebrückenverluste an Gebäudekanten, Fenster und Türen, Deckeneinbindungen [2] und [3] sind auch die Wärmebrückenverluste zusammengesetzter Bauteile wie Vorhangfassaden [4] zu berücksichtigen.

Im Rahmen des ENSAN-Projektes zur energetischen Verbesserung der Kindertagesstätte „Plappersnut“ in Wismar werden gegenwärtig verschiedene Untersuchungen zum Einsatz von Vakuumdämmungen an der Nordfassade sondiert. Hierzu werden durch den Verfasser die möglichen Systeme einer näheren Betrachtung mit folgenden Zielen unterzogen:

- Ermittlung des tatsächlichen Wärmeverlustes der Außenfassade unter Einbeziehung der baulichen Wärmebrücken
- Sicherstellung der hohen Dämmwirkung der Vakuumpaneele auch nach erfolgtem Einbau (Minimierung der Wärmebrücken)
- Gewährleistung einer schlanken zusätzlichen Außendämmung
- Da noch keine ausreichenden Erkenntnisse über die Langzeitbeständigkeit einer Vakuumdämmung vorliegen, soll ein System zur Befestigung gewählt werden, welches einen einfachen Ersatz beschädigter Vakuumelemente ermöglicht.

In den folgenden Berechnungen sollen die o. g. Kriterien am Beispiel einer Befestigungslösung aus bekannten Pfosten-Riegel-Systemen untersucht werden.

## **2 Bauliche Situation am Gebäude der Kindertagesstätte**

Bei dem Gebäude der Kindertagesstätte „Plappersnut“ in Wismar handelt es sich um ein zweigeschossiges Gebäude in Plattenbauweise. Die Länge der für den Einbau von Vakuumdämmung vorgesehene Nordfassade beträgt ca. 53 Meter. Deren Höhe ca. 7 Meter.

Die Nordfassade ist durch zwei über die gesamte Länge der Fassade verlaufenden Fensterreihen sowie durch eine große Fensterfläche im Bereich des Treppenhauses gegliedert.

Als Platten wurden nach jetzigem Kenntnisstand ausschließlich Einschichtenplatten aus gefügedichtem Leichtbeton mit porigen Zuschlägen verwendet. Die Plattendicke einschließlich Putz auf der Innenseite und Wetterschutzschicht auf der Außenseite beträgt ca. 29 cm.

## **3 Wahl des VIP-Systems und Untersuchung der Wärmebrücken**

### **3.1 Vorbetrachtungen**

#### - Allgemein:

Die verwendete Vakuumdämmung soll wie einer Vorhangfassade durch horizontale und vertikale Befestigungsprofile an die bestehende Außenwand befestigt werden.

Dieses System sichert im Versagensfall einer Platte deren schnellen Ersatz, ohne benachbarte Vakuumplatten zu beschädigen.

Der Einfluss von Wärmebrücken in derartigen Systemen soll wie folgt abgeschätzt werden:

Dies Wärmebrückenberechnungen dienen der Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten  $U$  [ $W/m^2K$ ] einer vorhandenen Außenwand nach dem Anbringen einer Vakuumdämmung auf der Außenseite.

Hierbei soll durch Variation der Größe der Vakuumdämmplatte sowie der Art der Befestigung an der vorhandenen Wand der Einfluss von Wärmebrücken in der Vakuumdämmebene ermittelt werden.

Wärmebrückenberechnungen über Anschlussdetails mit an Gebäudeecken, Fensteranschlüssen usw. dienen nicht zur Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten  $U$  der Außenwand und werden im Rahmen dieses Vortrages nicht berücksichtigt.

### - Vorhandene Außenwand

Ohne Beachtung der inneren und äußeren Wärmeübergangswiderstände wird der Wärmedurchlasswiderstand der vorhandenen Außenwand  $R = 0,25 \text{ m}^2 \text{ K/W}$  angesetzt.

### - Vakuumdämmplatte

Um einen schlanken Aufbau der zusätzlichen Außendämmung zu gewährleisten, soll eine Vakuumisulationspaneele mit Folienumhüllung mit einer Dicke von nicht mehr als 20 mm eingesetzt werden.

Zum Schutz der Vakuumisulationspaneele wird diese beidseitig mit einer Holzwerkstoffplatte (je Seite 10 mm Holzwerkstoffplatte und 5 mm PU-Kleber) verklebt und an deren Stirnseite ein Dämmstreifen verlegt.

Der Wärmedurchlasswiderstand des zusammengesetzten Elementes wird mit  $R = 4,46 \text{ m}^2 \text{ K/W}$  ( $U = 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) angesetzt.

Die Abmessungen der Platten werden auf der Grundlage möglicher Liefermaße von Herstellern sowie den örtlichen Begebenheiten wie folgt festgelegt:

- a) 1,40 m x 1,00 m
- b) 0,70 m x 1,00 m

### - Aufbau und Befestigung der zusätzlichen Außendämmung aus Vakuumpaneelen

Die Befestigung der Vakuumpaneelen an die bestehende Außenwand soll in vertikaler als auch in horizontaler Richtung durch ein fachhandelsübliches Befestigungsprofil erfolgen.

Durch zur Außenseite liegenden Dichtprofilen mit Anpressleisten soll die Konstruktion gehalten und der Feuchteschutz sichergestellt werden.

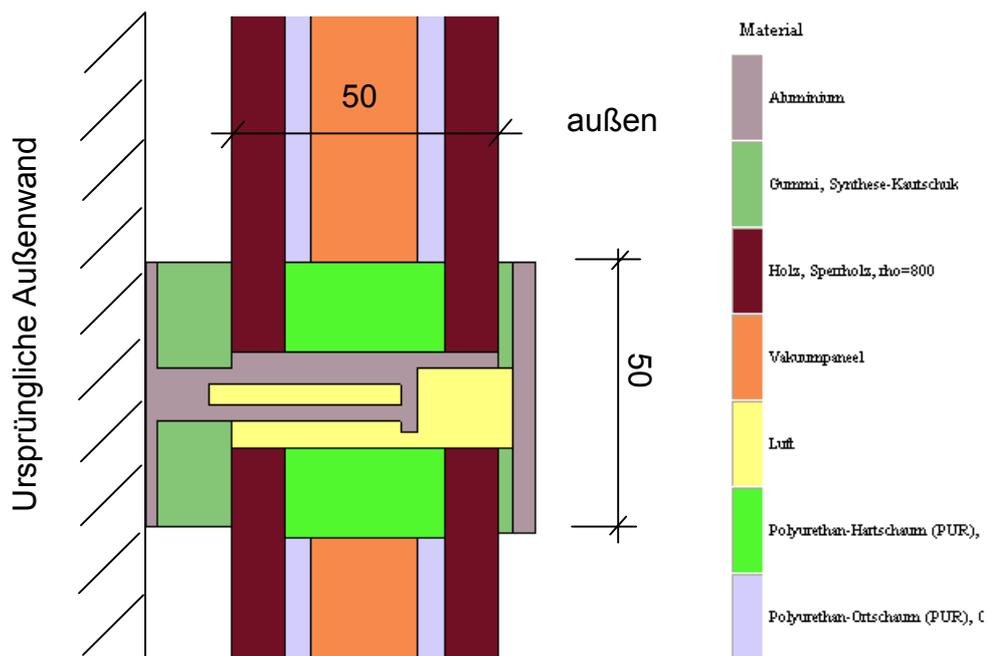


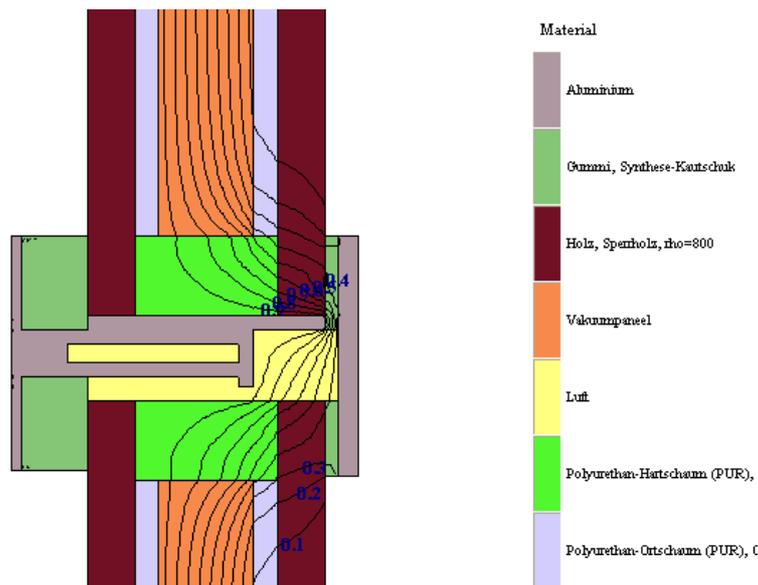
Bild 1: Aufbau der Vakuumisulationspaneele und Anschluss über ein Befestigungsprofil an die bestehende Außenwand

### 3.2 Wärmebrückenberechnung

**Fall 1:** System wie in Bild 1 dargestellt.

Besonderheiten: Befestigungsprofil und Schraubenaufnahme in Aluminium (Standardfall)

**Berechnung:**



**Ergebnisse:**

Nr.	Bezeichnung	Abmessungen der Vakuumpaneele [m]	
		1,00 x 1,40	0,70 x 1,00
1	Linearer Wärmebrückenverlustkoeffizient $\Psi$ [W/mK]	0,622	0,622
2	Mittl. Wärmedurchgangskoeffizient in Vakuumdämmebene U [W/m <sup>2</sup> K]	1,28	1,73
3	Äquivalente Schichtdicke [cm] zu Zeile 2 mit herkömmlichen WDVS (WLG 040)	3,20	2,30
4	Wärmedurchgangskoeffizient der gesamten Außenwand U [W/m <sup>2</sup> K]	1,03	1,21

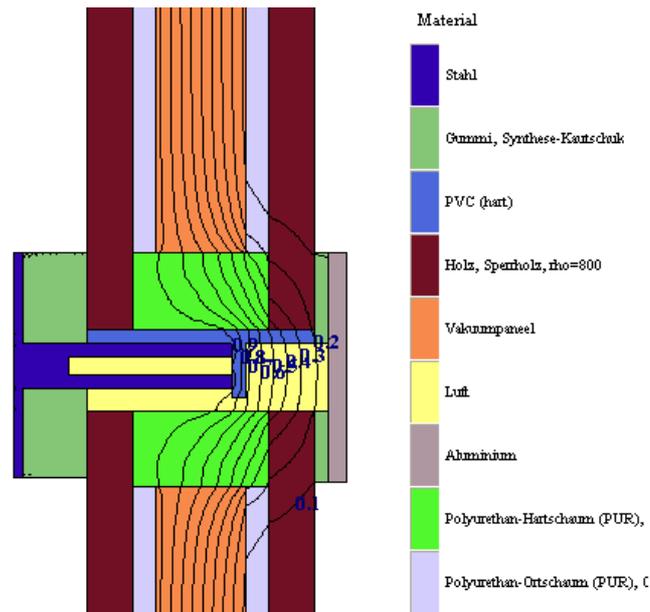
**Auswertung:**

- Der Einsatz einer herkömmlichen horizontalen und vertikalen Befestigung (Materialien aus einem Stützen-Riegel-System) reduzieren den Dämmeffekt der Vakuumpaneele auf ein konventionelles System
- Auflagerprofil und Schraubenaufnahme aus Aluminium ragen bis über die Vakuumdämmebene nach außen und verursachen durch ihre extrem hohe Wärmeleitfähigkeit einen thermischen „Kurzschluss“

**Fall 2:** System wie in Bild 1 dargestellt mit folgender Optimierung:

- Befestigungsprofil und Schraubenaufnahme aus Edelstahl,
- Auflagerleiste für Vakuumisulationspaneel aus PVC

**Berechnung:**



**Ergebnisse:**

Nr.	Bezeichnung	Abmessungen der Vakuumpaneele [m]	
		1,00 x 1,40	0,70 x 1,00
1	Linearer Wärmebrückenverlustkoeffizient $\Psi$ [W/mK]	0,196	0,196
2	Mittl. Wärmedurchgangskoeffizient in Vakuumdämmebene U [W/m <sup>2</sup> K]	0,55	0,69
3	Äquivalente Schichtdicke [cm] zu Zeile 2 mit herkömmlichen WDVS (WLG 040)	7,30	5,80
4	Wärmedurchgangskoeffizient der gesamten Außenwand U [W/m <sup>2</sup> K]	0,48	0,58

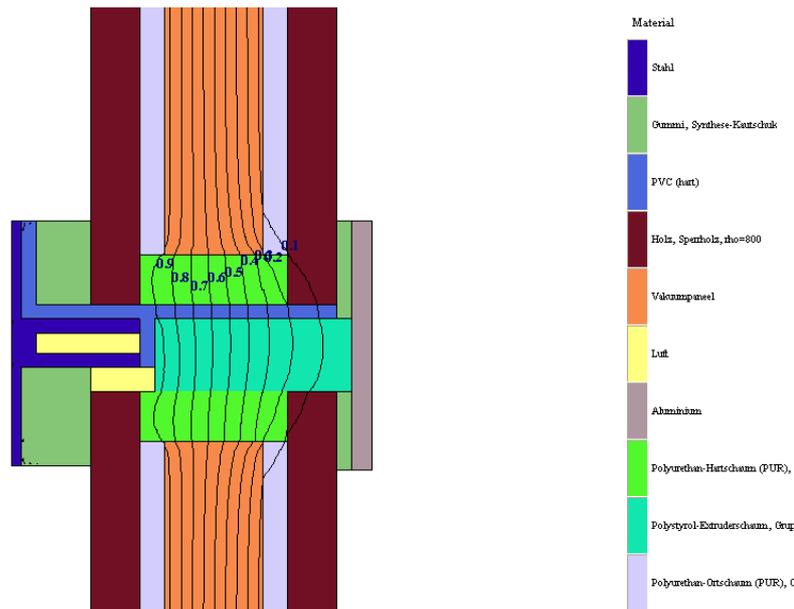
**Auswertung:**

- Die Verwendung von Edelstahl für die Schraubenaufnahme und von PVC für das Auflager des Vakuumisulationspaneels verringert den Wärmebrückenverlustkoeffizient um den Faktor 3
- Die bis in die Ebene der Vakuumdämmung hineinreichende Schraubenaufnahme führt aber noch zu einer erheblichen Auslenkung der Isothermen.

**Fall 3:** System wie in Bild 1 dargestellt mit folgender Optimierung:

- Die Schraubenaufnahme besteht aus Edelstahl und endet vor der Ebene der Vakuumdämmung
- Aus Gründen der Stabilisierung ist das PVC-Auflager der Vakuumpaneele bis an das Befestigungsprofil herangeführt und dort angeschlossen
- Vorhandene Hohlräume sind überwiegend mit Wärmedämmung (WLG 040) ausgefüllt

**Berechnung:**



**Ergebnisse:**

Nr.	Bezeichnung	Abmessungen der Vakuumpaneele [m]	
		1,00 x 1,40	0,70 x 1,00
1	Linearer Wärmebrückenverlustkoeffizient $\Psi$ [W/mK]	0,044	0,044
2	Mittl. Wärmedurchgangskoeffizient in Vakuumdämmebene U [W/m <sup>2</sup> K]	0,29	0,33
3	Äquivalente Schichtdicke [cm] zu Zeile 2 mit herkömmlichen WDVS (WLG 040)	13,80	12,10
4	Wärmedurchgangskoeffizient der gesamten Außenwand U [W/m <sup>2</sup> K]	0,27	0,30

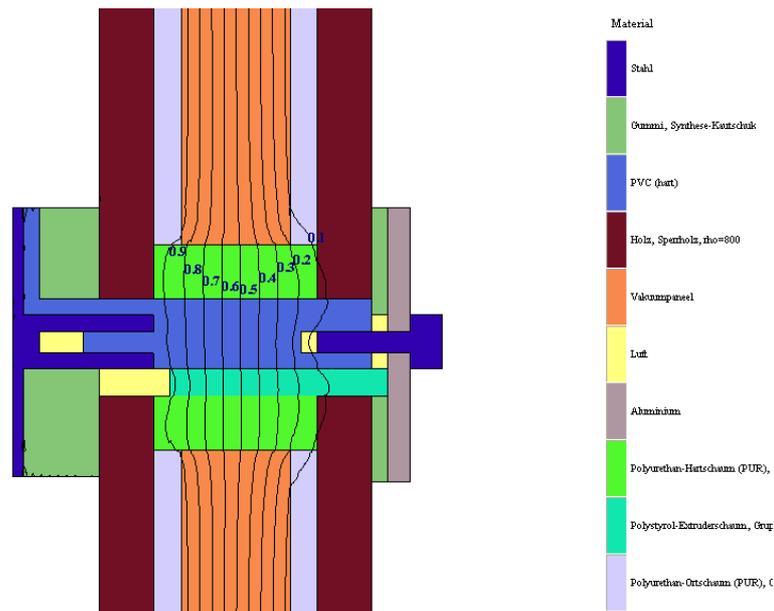
**Auswertung:**

- Die Optimierung der Wärmebrücken entsprechend des Falles 3 verringert den Wärmebrückenverlustkoeffizient um den Faktor 14 gegenüber Fall 1
- Weitere Optimierungen noch durch Verringerung des stirnseitigen Schutzstreifens in der Vakuumdämmebene, durch den Austausch des Materials für die Auflage der Vakuumdämmung usw. möglich

**Fall 4:** System wie Fall 3 mit Verschraubung der Deckleiste außerhalb der Vakuumdämmebene

Bei steigender Wärmedämmung auf der Außenseite steigt ebenso der Einfluss von punktuellen Wärmebrücken. Im vorliegenden Fall besteht die Gefahr, dass die kontinuierliche Verschraubung der Deckleiste auf der Außenseite enormen Einfluss auf den Wärmeverlust der Vakuuminisationspaneele hat, sofern diese bis in die Vakuumdämmebene hineinreicht.

**Berechnung:**



**Auswertung:**

- Verschraubung der Deckleiste außerhalb der Vakuumdämmebene führt zu einer geringen Auslenkung der Isothermen
- Exakter Nachweis des Wärmeverlustes in diesem Fall nur durch eine 3D-Wärmebrückenberechnung
- Einfluss von punktförmigen Wärmebrücken siehe auch in [1] Seiten 18 und 19

## 4 Zusammenfassung

Beim Einsatz der neuartigen Vakuumdämmtechnik liegt es zunächst auf der Hand am Markt verfügbare, herkömmliche Befestigungssysteme einzusetzen.

Ohne wärmetechnische Optimierung dieser Systeme besteht jedoch die Gefahr, dass die hervorragenden Dämmeigenschaften der Vakuumdämmung auf das Niveau eines konventionellen Wärmedämmverbundsystems gleicher Dicke reduziert werden.

Mit relativ einfachen Mitteln besteht die Möglichkeit die vorhandenen Befestigungssysteme thermisch wesentlich zu verbessern, wobei innerhalb dieses Vortrages noch nicht alle Möglichkeiten ausgelotet wurden.

Solange keine ausreichenden Erfahrungen zum „Handling“ von Vakuumisoliationspaneelen auf der Baustelle sowie über die Langzeitbeständigkeit der Paneele vorhanden sind, ist es aus Sicht des Verfassers ratsam, die Befestigung so zu gestalten, dass eventuell beschädigte Paneele leicht gewechselt werden können.

## 5 Literaturverzeichnis

- [1] G.-W. Mainka / H. Paschen: Wärmebrückenkatalog, B.G. Teubner Stuttgart 1986
- [2] DIN EN 832, Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Berechnung des Heizenergiebedarfs – Wohngebäude, 2003-06
- [3] DIN V 4108-6, Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs, 2003-06
- [4] DIN EN 13947, Wärmetechnisches Verhalten von Vorhangfassaden – Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten, 2001-01
- [5] DIN EN ISO 10211-2, Wärmebrücken im Hochbau – Berechnung der Wärmeströme und Oberflächentemperaturen – Linienförmige Wärmebrücken, 2001-06
- [6] G.-W. Mainka: Wärmebrückenwirkung der Befestigung von vorgehängten hinterlüfteten Fassaden (VHF) – Einfluss der Halterungs-Einzelteile, Festschrift zum 60. Geburtstag von Karl Gertis, Fraunhofer IRB, 1998