



# VAKUUMDÄMMUNG IN FASSADENANWENDUNGEN

## MESSTECHNISCHE BEGLEITUNG UND LEISTUNGS- RECHNUNG

Jahresbericht 2009

Autor und Koautoren	K. Ghazi Wakili
beauftragte Institution	Empa, Abteilung Bautechnologien
Adresse	Ueberlandstrasse 126
Telefon, E-mail, Internetadresse	044 8234763, <a href="mailto:karim.ghaziwakili@empa.ch">karim.ghaziwakili@empa.ch</a> , <a href="http://www.empa.ch">www.empa.ch</a>
BFE Projekt-/Vertrag-Nummer	102945 / 153782
BFE-Projektleiter	K. Ghazi Wakili
Dauer des Projekts (von – bis)	Dezember 2008 – April 2010
Datum	15 Januar 2010

### ZUSAMMENFASSUNG

Das Ziel des Projektes ist die wissenschaftliche Begleitung von VIP-Fassadenanwendungen um Schwachstellen und Risiken aufzuzeigen und Verbesserungen vorzuschlagen. Zu diesem Zweck wurden Langzeit-Messungen von Temperatur und Feuchte an zwei Objekten durchgeführt.

Eine kompakte VIP-Fassade wurde im Frühling 2008 an einem Freistehenden Einfamilienhaus (Ebnat-Kappel) an der Süd- und der Ostfassade angebracht. Beide Fassaden wurden mit Temperatur- und Feuchte-Sensoren ausgerüstet. Damit konnten die Temperatur und die Feuchte auf beiden Seiten der VIP's über eine mehrjährige Periode (mit kleinen Unterbrüchen) aufgezeichnet werden. Diese werden dann in einem nächsten Schritt sowohl als Input für das Lebensdauermodell als auch zur Validierung des thermo-hygrischen (Wärmebrücken, Feuchteansammlungen) Modells herangezogen.

Mittels thermographischer Aufnahmen konnte der reale Zustand der VIP's in der Fassade nachkontrolliert werden (unbelüftet/belüftet) und die auffälligsten Wärmebrücken lokalisiert werden. Diese Aufnahmen dienen der Validierung des genannten thermo-hygrischen Modells sowie der Aufzeichnung von lokalen Veränderungen in den Stössen zwischen den VIP's.

Die Untersuchung an der zweiten Fassade (hinterlüftet) in Regensdorf konnte wegen konstruktiver Problemen nicht durchgeführt werden. Da die VIP's die Massgenauigkeit für die Konstruktion einer hinterlüfteten Fassade nicht einhalten konnten (geforderte Achseneinteilung), haben die betroffenen Projektpartner die Weiterführung dieses Teiles des Projektes sistiert.

## Projektziele

Das Projekt will Anwendungen des VIP's im Fassadenbereich untersuchen, da auf diesem Gebiet im Gegensatz zu Dach- und Bodenkonstruktionen keine Erfahrungen vorliegen. Der Einbau von VIP in Fassaden ist klar anspruchsvoller als die Herstellung von horizontalen Schichten. Auch die Temperaturen denen die VIP's in der Fassade ausgesetzt sind unterscheiden sich von den Boden und Dach-Anwendungen. Im Stossbereich wo Wärmebrücken entstehen können Abzeichnungen an der Fassade sichtbar werden. Diese Fragen werden im vorliegenden Projekt angegangen.

## Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

An der kompakten VIP Fassade des freistehenden Einfamilienhauses in Ebnat-Kappel wurden folgende Temperatur- und Feuchte-sensoren angebracht:

- T1 Temperatur auf der Fuge, Südfassade
- T2 Temperatur auf der VIP Platte, Südfassade
- T3 Temperatur auf der Fuge, Ostfassade
- T4 Temperatur auf der VIP Platte, Ostfassade
- T5 Temperatur in der Garage
- T6 Aussenlufttemperatur
- T13, RF14 Lufttemperatur und – feuchte in der Garage (rotronic)
- T15, RF16 Lufttemperatur und – feuchte Aussen (rotronic)

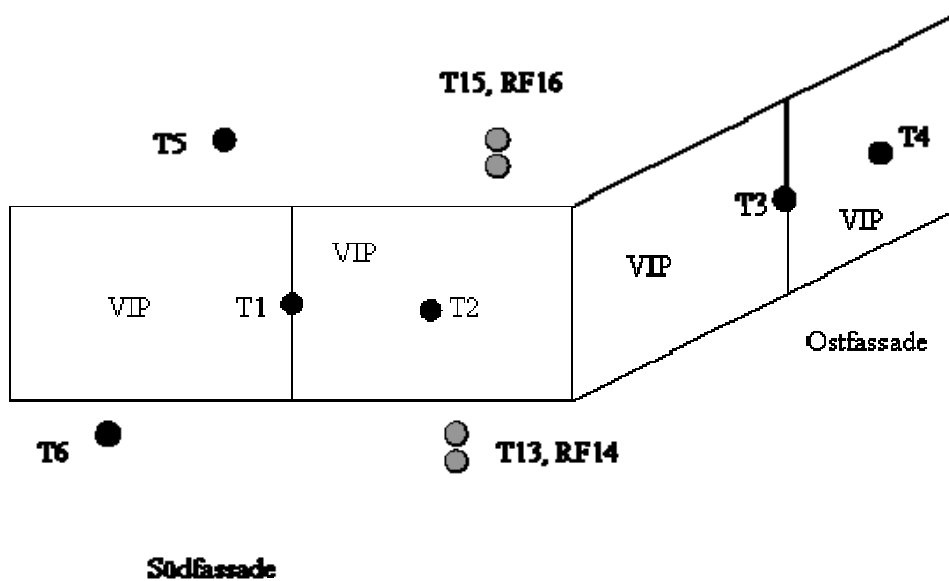


Bild 1: Platzierung der Sensoren an der Kompaktfassade (Ebnat Kappel)

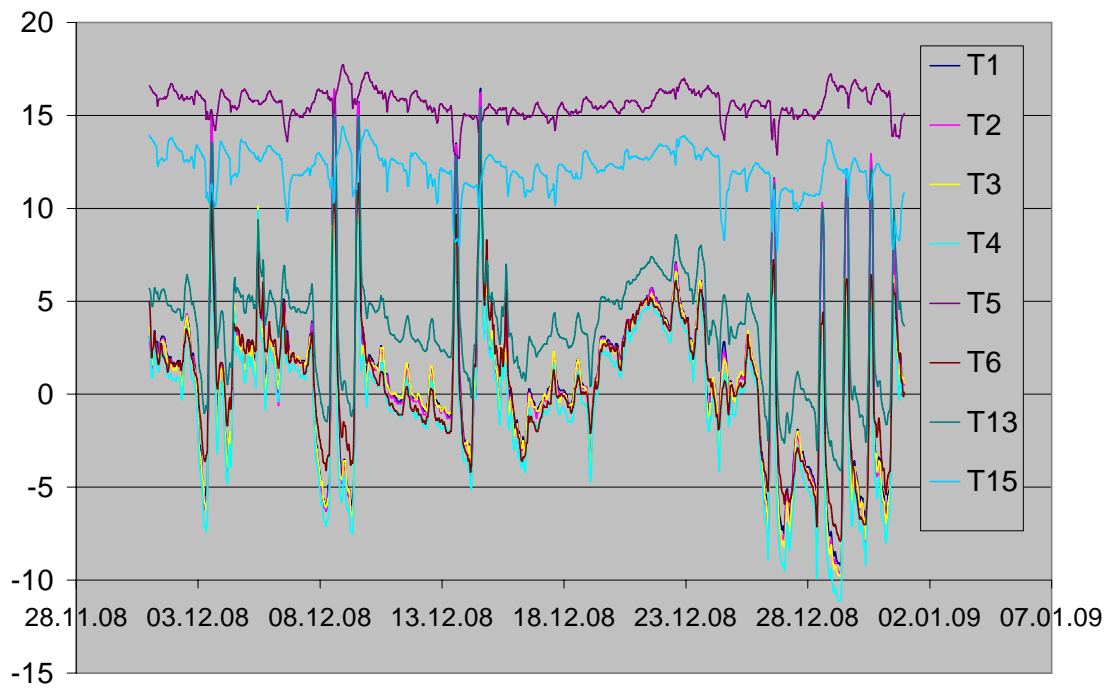


Bild 2. Gemessene Temperaturen im Januar 2008

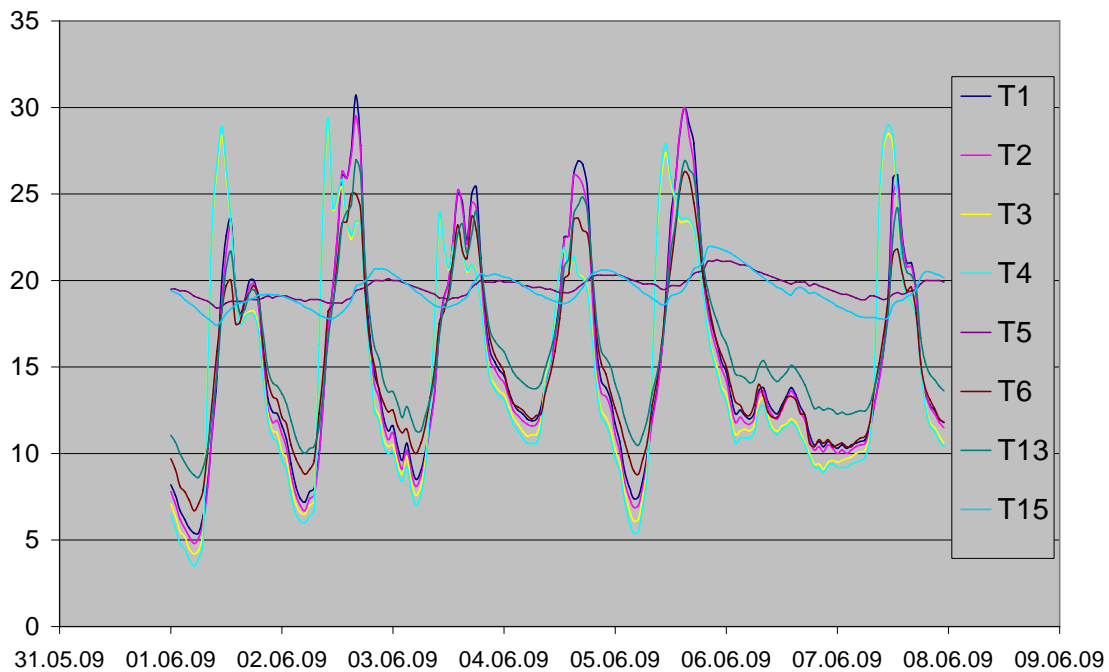


Bild 3. Gemessene Temperaturen im Juni 2009

Im Bild 3 wird der Unterschied der Süd- (T1 und T2) und der Ostfassade (T3 und T4) deutlich. Die Sonnenstrahlung erwärmt die Ostfassade früher.

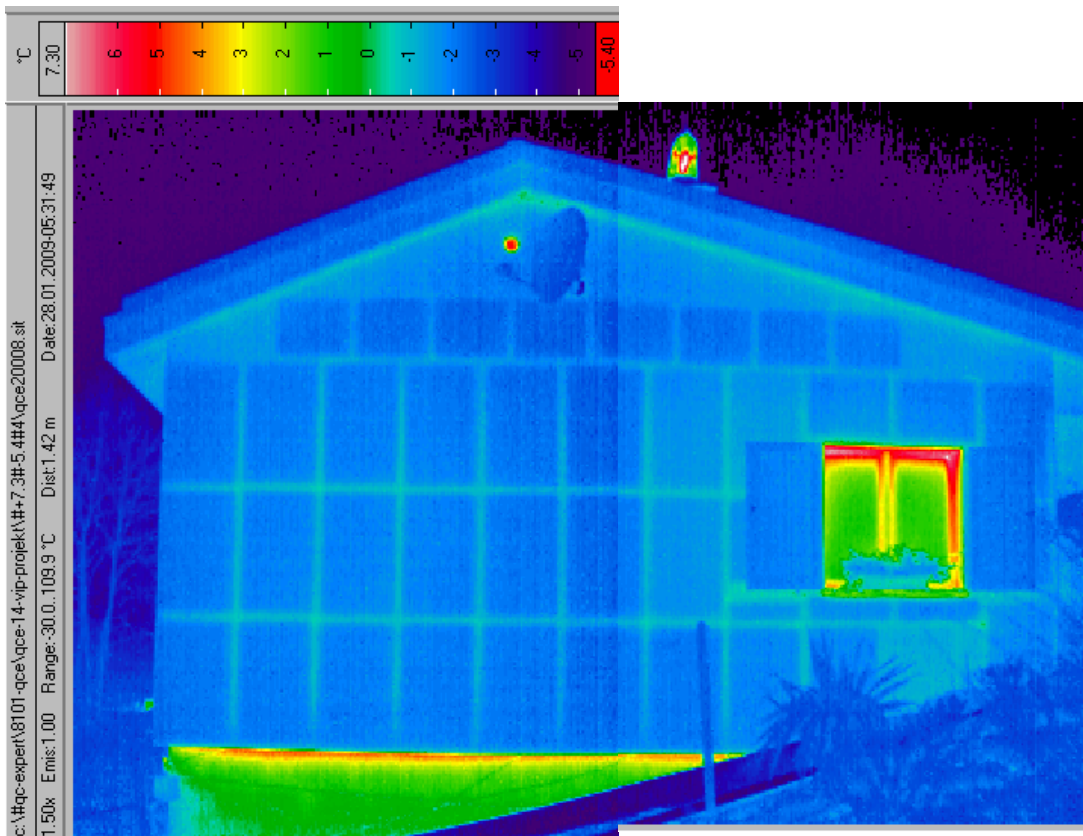
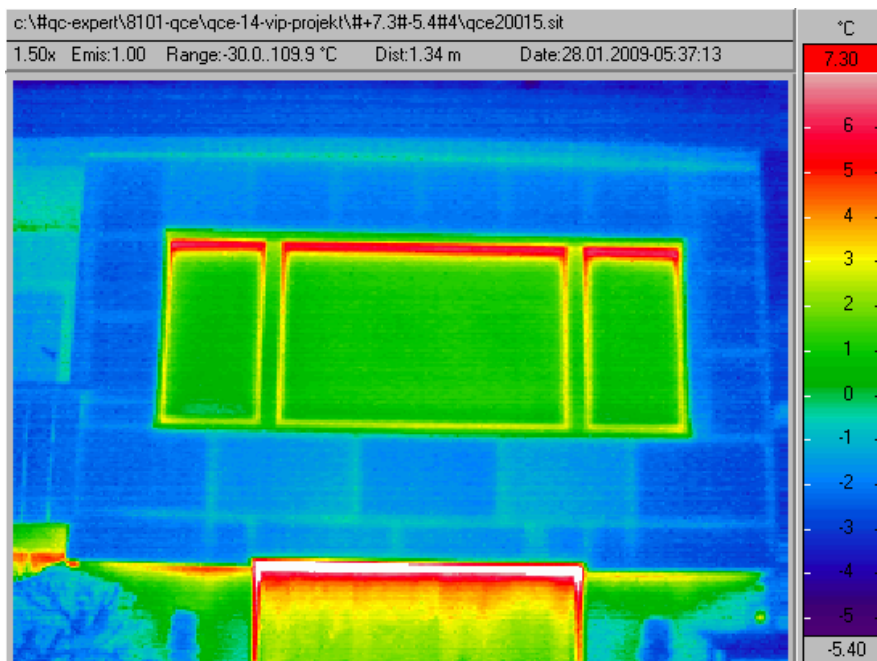


Bild 4. Infrarotaufnahme der Ostfassade (28.01.2009)

Aus dem Bild 4 geht hervor dass, die Temperatur bei den Fugen deutlich höher ist als auf den VIP-Paneelen, was eine Wärmebrücke d.h. einen linearen Wärmeverlust bedeutet. Letztere kann mit Hilfe von numerischen Simulationen bestimmt werden. Das Bild verdeutlicht auch, dass die VIP's zum Zeitpunkt der Aufnahme intakt (unbelüftet) waren.



Im Bild 5 sind die Fugen auch deutlich erkennbar. Erwartungsgemäss sind die Temperaturen an der VIP Oberfläche nahe den Gebäude-Ecken (geometrischer Wärmebrücken-Effekt) deutlich tiefer als in der Mitte der Fassade.

Bild 5. Infrarotaufnahme der Südfassade (28.01.2009)

## **Nationale Zusammenarbeit**

Zusammenarbeit im Rahmen des *energie-cluster.ch*, mit *neofas AG*, *QC-Expert* und *Swiss Lack Fassadentechnik AG*.

## **Internationale Zusammenarbeit**

Dieses Projekt ist eine Folge des Engagement der Empa im Rahmen des **IEA Annex 39** „High Performance Thermal Insulation in Buildings and Building Systems“.

## **Bewertung 2009 und Ausblick 2010**

### **Kompakte Fassade**

Für das Jahr 2010 ist eine Weiterführung der Messkampagne mit mehr Kontrollmessungen vorgesehen um längere Unterbrüche in der Datenerfassung zu vermeiden. Dies bedingt hauptsächlich einen organisatorischen Aufwand.

Das Rechenmodell wird im Frühjahr 2010 aufgestellt und die ersten Vergleiche zwischen Messung und Berechnung aufgezeichnet.

Es werden auch im Winter 2010 Infrarotaufnahmen der Kompaktfassade erstellt um allfällige thermische Veränderungen fest zu stellen.

### **Hinterlüftete Fassade**

Als klarer Misserfolg kann die Anwendung des VIPs in einer hinterlüfteten Fassade betrachtet werden. Da die VIP's die Massgenauigkeit für die Konstruktion einer hinterlüfteten Fassade nicht einhalten konnten (geforderte Achseneinteilung) war keine genügende Wärmedämmung zu erreichen.

Eine Möglichkeit wäre die Anwendung von in Polystyrol eingeschäumten VIP's.

## **Referenzen**

Publikationen in wissenschaftlichen Zeitschriften sind für die Endphase des Projektes vorgesehen.

.