

## Jahresbericht P+D-Projekt

Projekttitel    Marché International Support Center:  
Bilanziertes Nullenergiebürogebäude

Projekt Nr.    102377

Verfasser       René Naef, Sybille Stemmler  
naef energietechnik  
Jupiterstr. 26, 8032 Zürich  
044 380 36 88  
naef@naef-energie.ch



### Kenndaten Gebäude

Baujahr	2006/2007 Bezug: Ende April 2007
Planung- und Bauzeit	12 Monate
Nutzung	Bürogebäude mit ca. 50 Arbeitsplätzen
Auszeichnungen	Minergie-P Eco Schweizer Solarpreis 2007
Bauweise	Holz-Elementbau, Treppenhäuser Ortsbeton
Energiebezugsfläche	1516 m <sup>2</sup>
Heizwärmebedarf	7.8 kWh/m <sup>2</sup> a
Haustechnik	<ul style="list-style-type: none"><li>- Heizung und Warmwasser: Erdsonden-Wärmepumpe</li><li>- Kühlung: Freecooling über die Erdsonden 2 x 185 m</li><li>- Photovoltaikanlage auf Dach: 485 m<sup>2</sup>, 12° geneigt, amorphe Dünnschichtzellen</li><li>- GlassX-Elemente in Südfassade</li><li>- Lüftung: Erdregister in Kriechkeller, stetige Regelung nach CO<sub>2</sub>-Gehalt</li><li>- Befeuchtung: pro Geschoss eine Pflanzenwand</li><li>- Wasserlose Pisssoir (Urimat)</li></ul>

## Messresultate 2009

Nachfolgend sind hauptsächlich Grafiken der Ablesungen der installierten Messgeräte aufgeführt.

### Elektrizitätsverbrauch

In der nachfolgenden Grafik sind die Ablesungen des Hauptzählers pro Woche aufgezeigt. Es sind darin alle stromverbrauchenden Geräte im Bereich Büro und der Infrastruktur (Heizung mit Wärmepumpe und der Lüftung) enthalten.

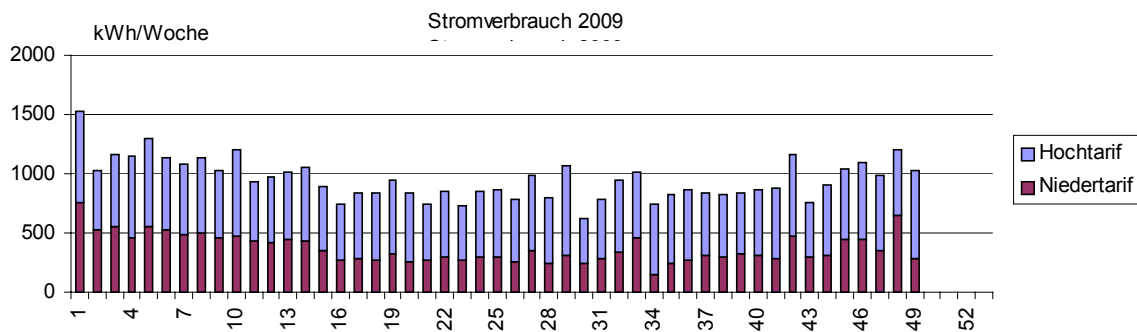


Abbildung 1 Ablesungen des Elektro-Hauptzählers der an das Gebäude gelieferten Elektrizität

Der relativ hohe Anteil vom „Niedertarif“ ist mit den nachfolgend aufgeführten Anteilen aus dem Tarifblatt des EW Lindau begründet.

Sommer 67% der Zeit Niedertarif, 33% Hochtarif (. April bis 30. September)  
Winter 58% der Zeit Niedertarif, 42% Hochtarif (. April bis 30. September)

### Photovoltaik-Anlage

Die flächendeckende PV-Anlage auf dem Dach ist praktisch nach Süden ausgerichtet und hat eine Neigung von 12°. Es sind 485 m<sup>2</sup> Solarzellen installiert. Die PV-Anlage wurde erst Ende April 2007 in Betrieb gesetzt und ist im „Contracting“ mit dem EKZ realisiert worden.

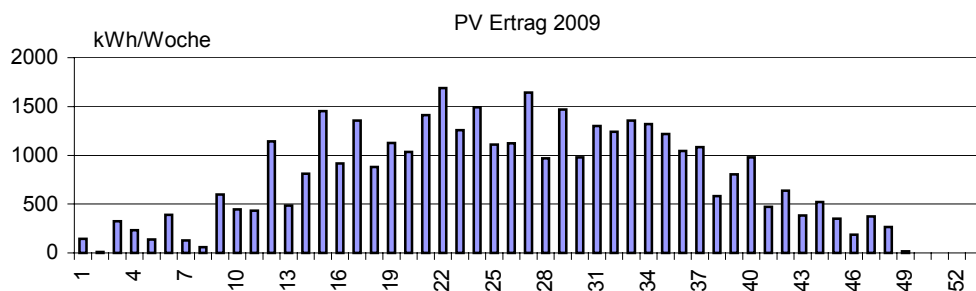


Abbildung 2 Ablesungen des Elektro-Zählers der PV-Anlage (Ertrag der Solarzellen)

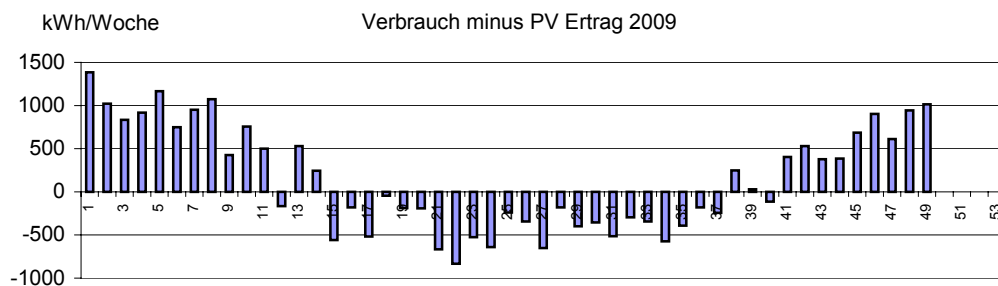


Abbildung 3 Bilanz des Elektro-Verbrauchs minus Ertrag der PV-Anlage

### Stromverbrauch und Stromertrag im Überblick

Das ursprüngliche Ziel des „Null-Energie-Gebäudes“ wurde noch nicht erreicht. Gemäss der unten aufgeführten Zahlen wird das Ziel um noch ca. 17% überschritten. Es

Jahr	Verbrauch (kWh/a)	Ertrag PV-Anlage (kWh/a)	Bilanz (kWh/a)	
2007	34'246	29'482	- 4'764	Bezug des Gebäudes erst im April
2008	48'907	40'529	- 8'378	
2009	47'046	39'382	- 7'664	ohne Woche 50/51/52

Tabelle 1 Bilanz des Elektro-Verbrauchs minus Ertrag der PV-Anlage

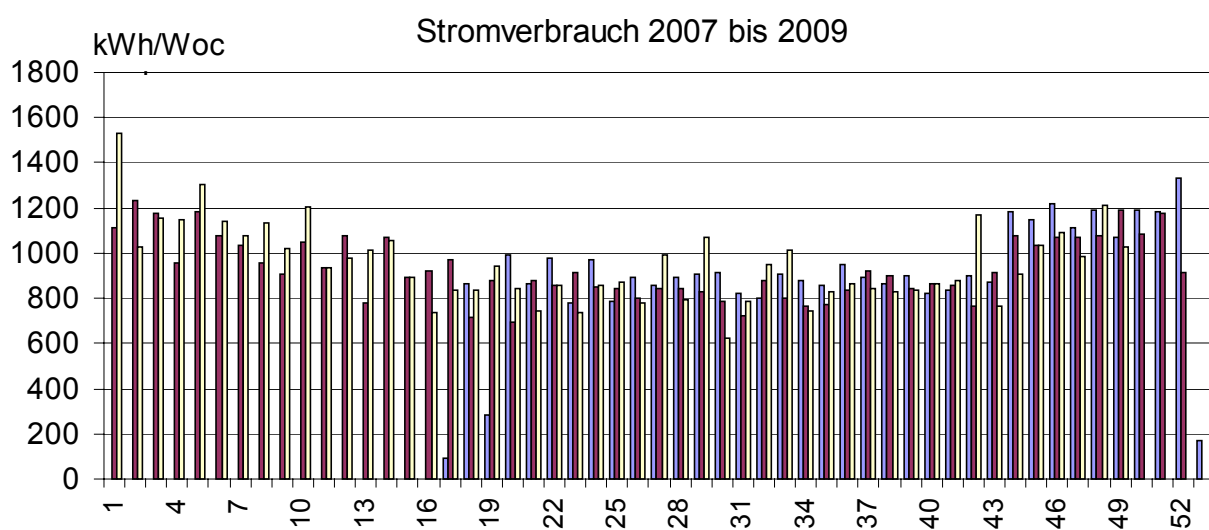


Abbildung 4 Gesamt Stromverbrauch seit dem Bezug der Büroarbeitsplätze

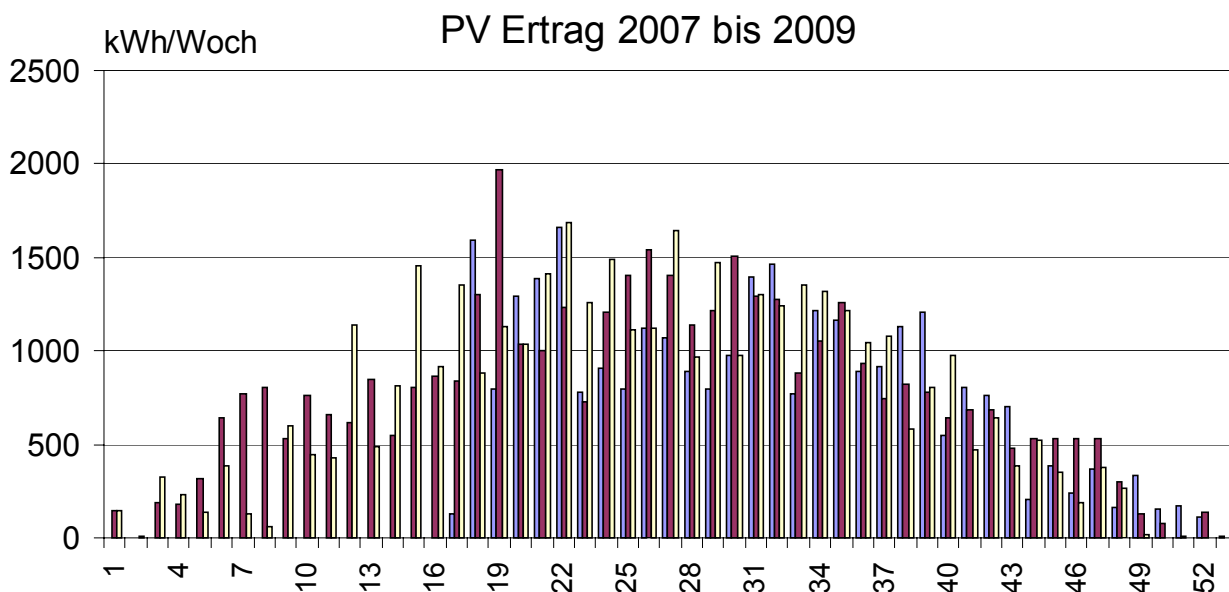


Abbildung 5 Gesamt Stromverbrauch seit dem Bezug der Büroarbeitsplätze

### Strombedarf im Bürogebäude, Werte in der Planungsphase

Weil es in der Planungsphase fast unmöglich war, den Strombedarf für den Bürobetrieb des neuen Gebäudes zu berechnen, wurden mit Werten aus der Literatur mit den nachfolgenden Zahlen gerechnet.

Bürogebäude	Durchschnittswert	Mövenpick IST*	Marché Neubau
Stromverbrauch pro m <sup>2</sup> Bürofläche	50 kWh/m <sup>2</sup> a	91 kWh/m <sup>2</sup> a	15 kWh/m <sup>2</sup> a
Stromverbrauch Bürogebäude Marché		492'700 kWh	22'740 kWh

\* Mövenpick IST entspricht den gemessenen Werten des ehemaligen Gebäudes Mövenpick in Adliswil

Neubau Mövenpick Marché in Kemptthal

Energiebezugsfläche	1'516
Stromverbrauch pro m <sup>2</sup> Bürofläche	15 kWh/m <sup>2</sup> a
Stromverbrauch	22'740 kWh/a

Die Jahresarbeitszahlen (JAZ) der Wärmepumpe wurden von einem Programm (WP\_estiv2) berechnet.

JAZ für die Heizwärme	4.35
JAZ für das Warmwasser	2.81

Der Stromverbrauch für die Wärmepumpe errechnet sich mit dem jeweiligen Wärmeverbrauch dividiert durch die dazugehörige JAZ.

Stromverbrauch für das Freecooling	2'750 kWh/a	(1.25kW x 2'200h)
Stromverbrauch für die Lüftung	3'640 kWh/a	(2.4kWh/m <sup>2</sup> a)
Stromverbrauch für die Befeuchtung	900 kWh/a	(0.15kW x 6'000h)

Nachfolgend wird der Gesamtstromverbrauch des Gebäudes aufgelistet.

Stromverbrauch für die Heizwärme	2'719 kWh/a
Stromverbrauch für das Warmwasser	3'345 kWh/a
Stromverbrauch für Lüftung / Kühlen	7'290 kWh/a
Stromverbrauch Büro	22'740 kWh/a
Stromverbrauch Total Bürogebäude	36'094 kWh/a

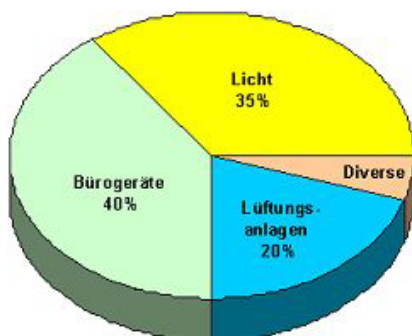


Abbildung 6 Aufteilung des Stromverbrauchs in einem üblichen Bürogebäude (aus der Literatur)

### Strombedarf des Marché Bürogebäude, Werte mit Messungen Hochgerechnet

Die gemessenen Verbrauchswerte liegen in allen Bereichen etwas über den geplanten Werten. Es wurden in diversen Bereichen noch ein Optimierungspotential gefunden. Damit dieses Potential aber genutzt werden kann, muss ein Aufwand an Betriebsoptimierungen der technischen Geräte (Lüftungsanlage, Heizkurve, Bewegungsmelder und Lichtsensor der Stehleuchten) geleistet werden. Nicht zu unterschätzen sind die noch zu erbringenden Informationen und die Motivierung der Benutzer.

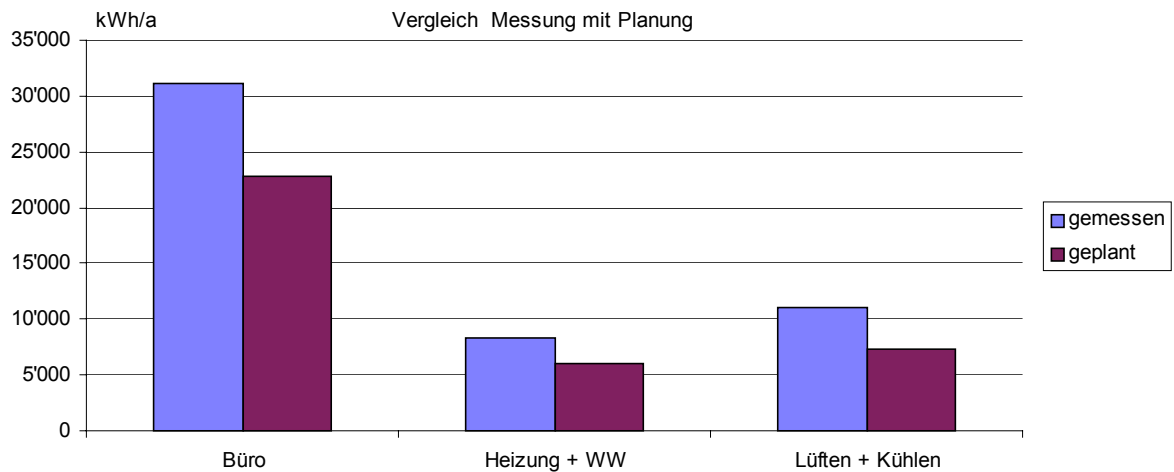


Abbildung 7 Vergleich der gemessenen Verbrauchswerte (teilweise hochgerechnet) mit den Planugswerten

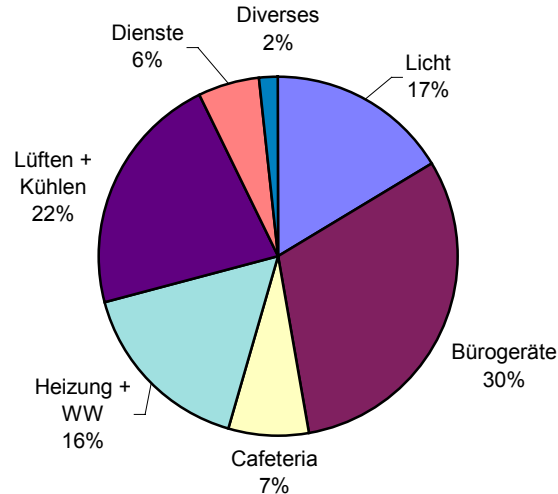


Abbildung 8 Aufteilung des Stromverbrauchs des Marché Bürogebäudes (teilweise mit Einzelmessungen hochgerechnet)

### Betrieb und Wärmeabgabe der Wärmepumpe

In der Technikzentrale wurden Messungen mit separat gesetzten Fühlern über eine speicherprogrammierbare Steuerung gespeichert und ausgelesen. Im Winter 2008 z.B. am 9.12.2008 sinkt die Aussentemperatur auf ca.  $-2^{\circ}\text{C}$ . Die Fussbodenheizung wird mit einer Vorlauftemperatur von ca.  $28^{\circ}\text{C}$  betrieben. Die Erdsonden-Vorlauftemperatur pendelt sich bei ca.  $8^{\circ}\text{C}$  ein. Die Temperaturdifferenz im Wärmepumpenbetrieb der Erdsonden sind ca. 2K zwischen dem Vor- und dem Rücklauf der Erdsonde.

Mit diesen Werten kann ein COP-Wert der Wärmepumpe von ca. 6.5 und mehr erwartet werden.

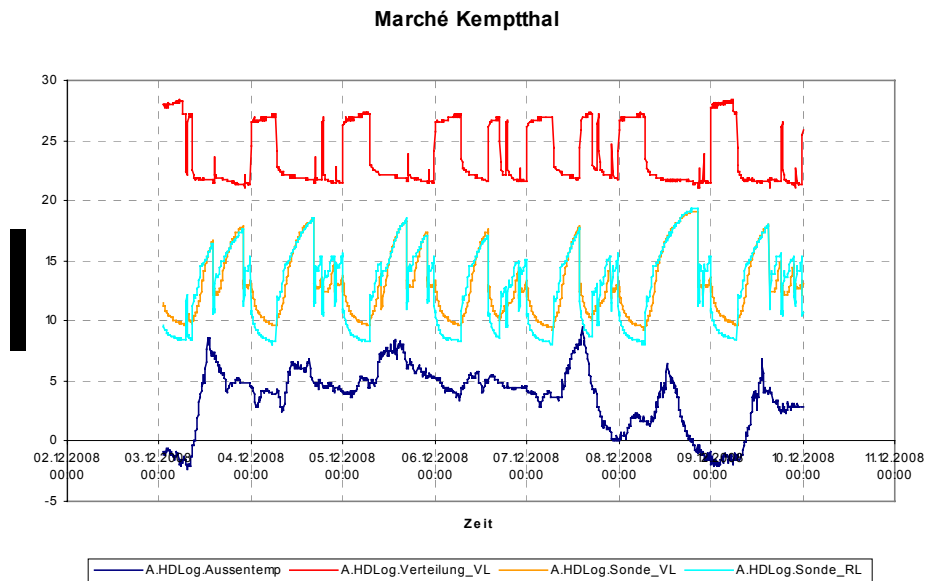


Abbildung 9 Temperaturmessungen der Heizung und Wärmepumpe vom 3. bis 10. Dezember 2008

### Freecooling über die Erdsonden und Fussbodenheizung

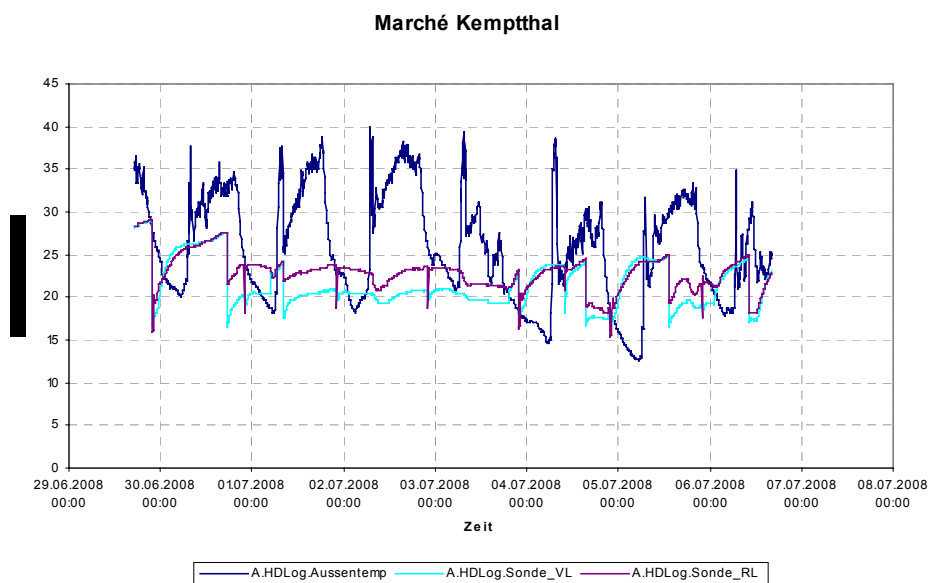


Abbildung 10 Temperaturmessungen der Heizung und Wärmepumpe vom 30. Juni bis 7. Juli 2008

Im Betrieb des Freecooling mit der Erdsonden wird eine Temperaturdifferenz von ca. 3.5K festgestellt. Die Rücklauftemperatur erreicht eine Temperatur von knapp  $24^{\circ}\text{C}$ .

### Betrieb der Lüftungsanlage

Im Technikraum im Dachgeschoss ist neben der Wärmepumpe der Lüftungsmonoblock installiert. Die Aussenluft wird über ein „quasi“ Erdregister welches durch das Erdreich, des Holz-Bodenelements und der Beton-Fundamentstreifen ausgebildet ist geführt.

#### Marché Kempththal

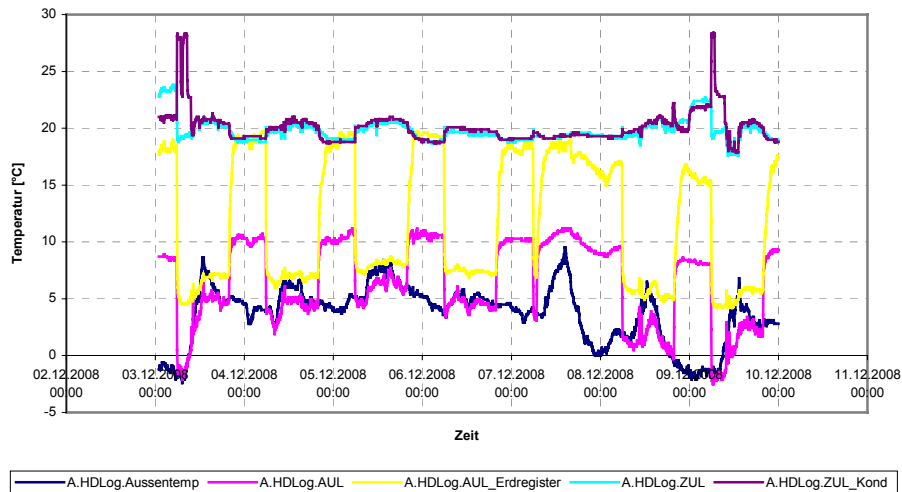


Abbildung 11 Temperaturmessungen am Lüftungsmonoblock vom 3. bis 10. Dezember 2008

Das „quasi“ Erdregister erwärmt die Aussenlufttemperatur von ca.  $-2^{\circ}\text{C}$  am 9. Dezember 2008 um ca. 6.5K. Die Zuluft-Konditionierung mit der Vorwärmung des Vorlauf des Heizkreises und einer Temperatur von ca.  $28^{\circ}\text{C}$  ist jeweils nur bei Aussenemperaturen im Minus-Bereich in Betrieb und erwärmt die Zuluft am 9. Dezember 2008 von ca.  $17.5^{\circ}\text{C}$  auf knapp  $20^{\circ}\text{C}$ .

#### Marché Kempththal

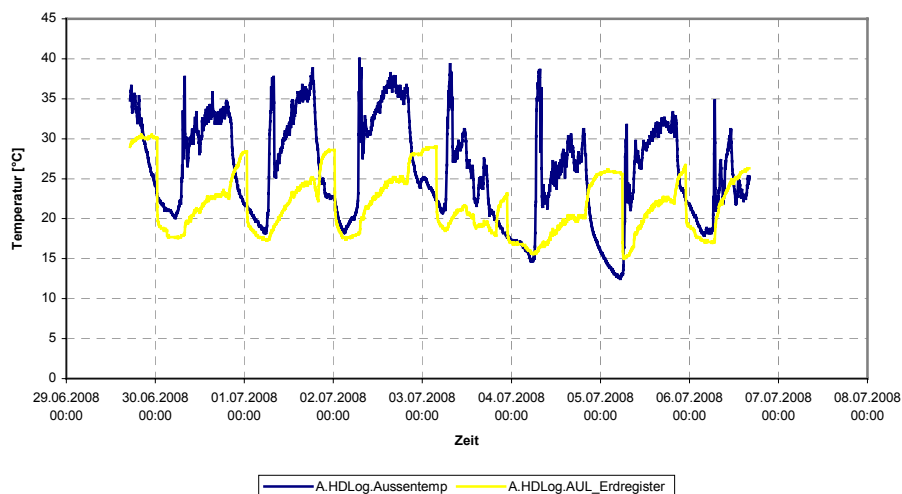


Abbildung 12 Temperaturmessungen am Lüftungsmonoblock vom 30. Juni bis 7. Juli 2008 (die hohen Spitzen der Aussentemperatur sind wegen Sonnenbestrahlung des Tmperatursensors zu erklären)

Das „quasi“ Erdregister kühlt die Aussenlufttemperatur z.B. am 6. Juli 2008 von ca.  $32^{\circ}\text{C}$  auf ca.  $22.5^{\circ}\text{C}$  ab.

## Wärmebilder

Die nachfolgenden Wärmebild von innen aufgenommen zeigen das GlassX-Element in der Südfassade am Morgen nach einem sonnigen Vortag. Das zweite Bild zeigt wärmetechnisch schlechte Stelle am Estrichboden wegen nicht gut verteilten Celluloseflocken.

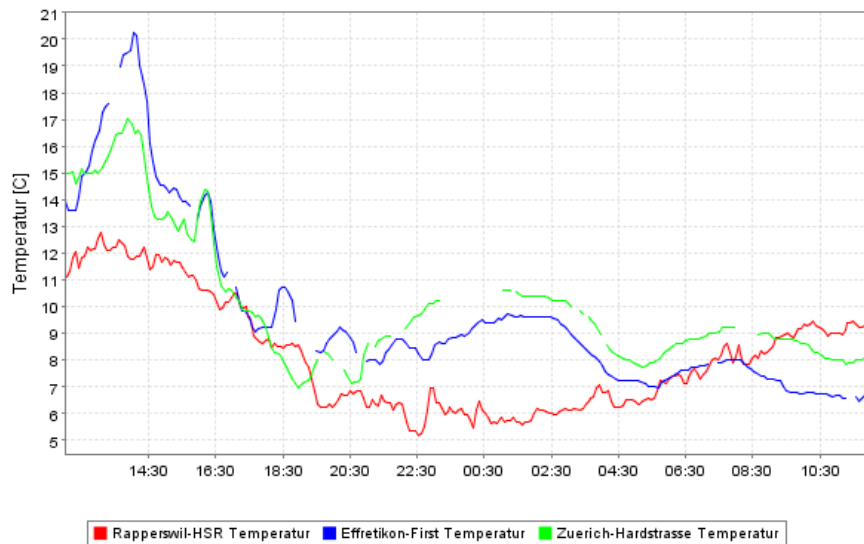


Abbildung 13 Aussen-Temperaturen von 3 Messstationen vom 25.11.09 12:00 bis 26.11.09 12:00

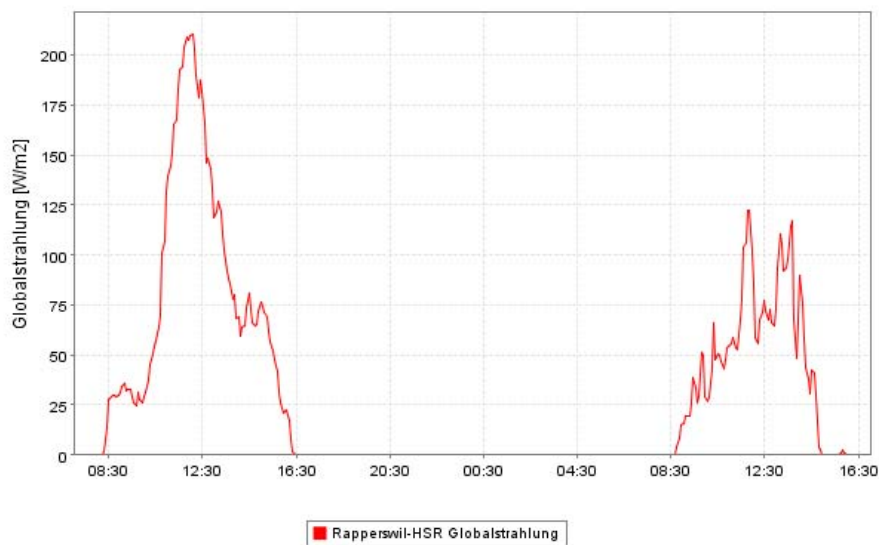
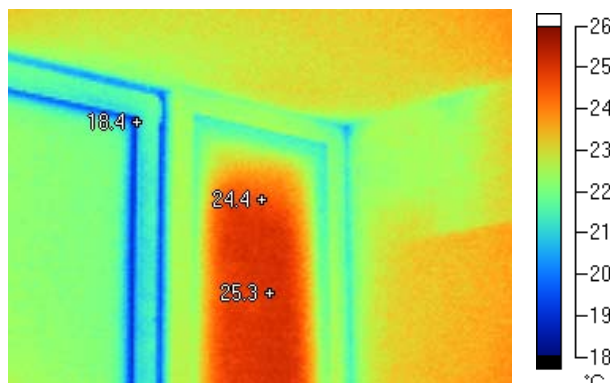


Abbildung 14 Aussen-Temperaturen von 3 Messstationen vom 25.11.09 12:00 bis 26.11.09 12:00





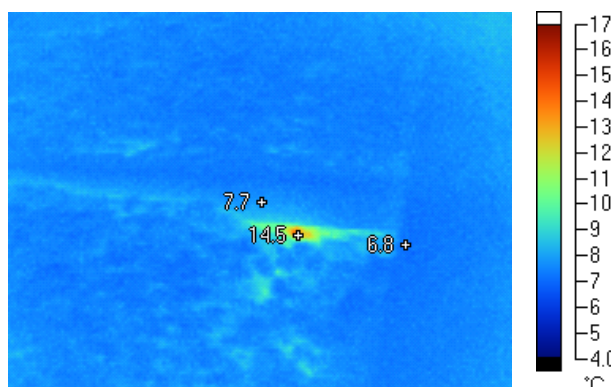
**IR004585.IS2**

26.11.2009 07:52:22



**IR004585.IS2**

Abbildung 15 Solare Wärme im GlassX-Element des Vortages gut sichtbar



**IR004593.IS2**

26.11.2009 07:56:07



**IR004593.IS2**

Abbildung 16 Stelle mit Wärmeverlust wegen schlecht verteilter Celluloseflocken auf dem Estrichboden

Zürich, den 8: Januar 2010, R. Naef