

## Welchen Nutzen bringt die Thermografie?

- Thermografie-Anwendungen im Baubereich
- Bilddarstellung einer Infrarotaufnahme (= Messung)
- Bilddarstellung mit der Methode «*QualiThermo*»
- U-Wert Bestimmung aus Infrarotbildern?



Christoph Tanner, Arch. HTL / FH, Winterthur

Gründungsmitglied Thermografie- und Blower-Door Verband Schweiz (theCH)

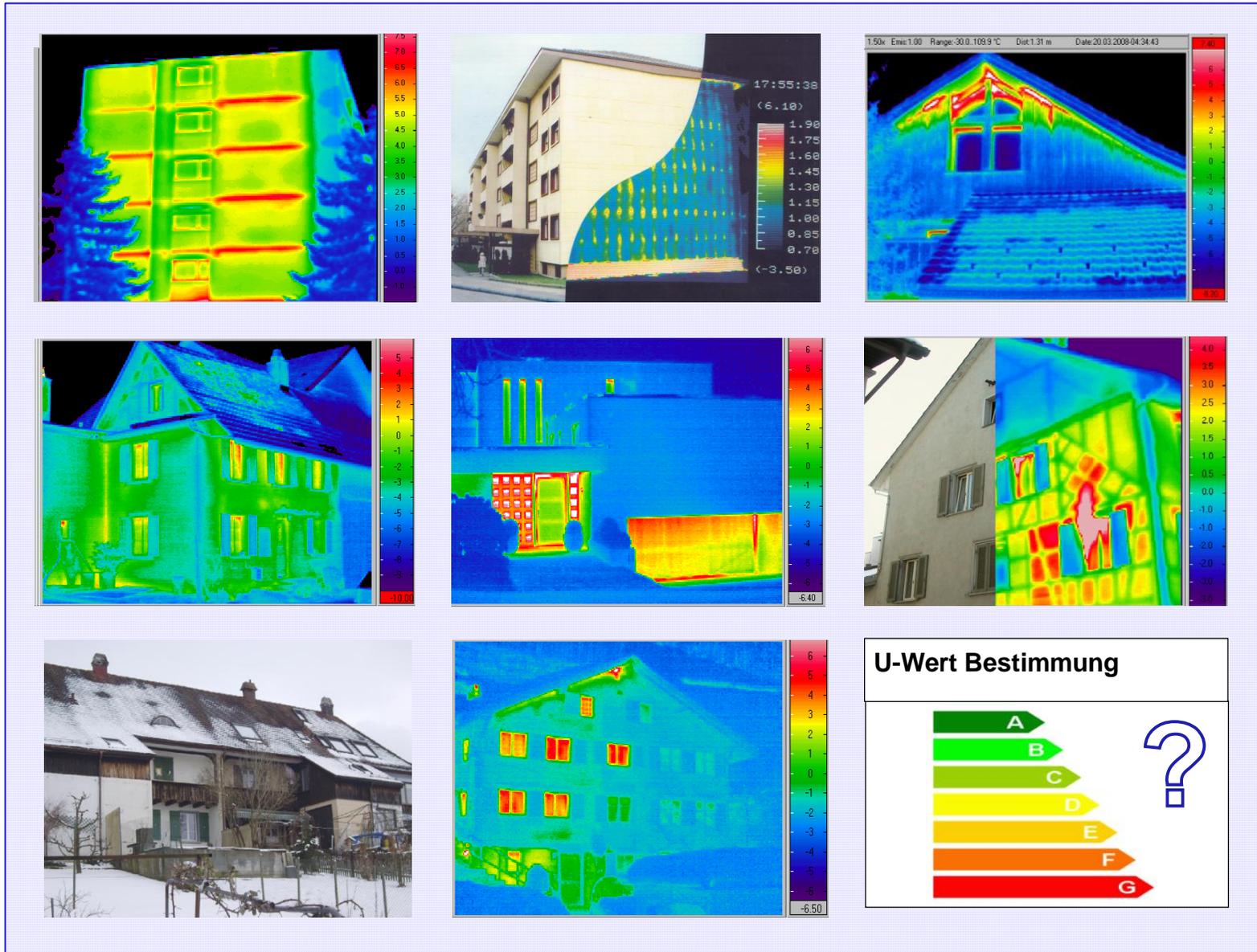
Haupt-Projektpartner von Baueck-Tanner



Lucerne University of  
Applied Sciences and Arts

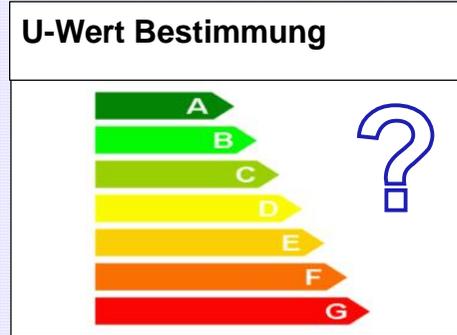
**HOCHSCHULE  
LUZERN**

# Thermografie-Anwendung im Baubereich **Aussenaufnahmen**

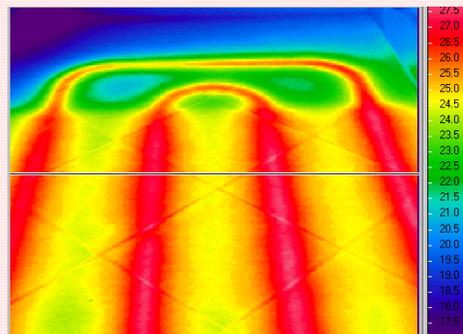
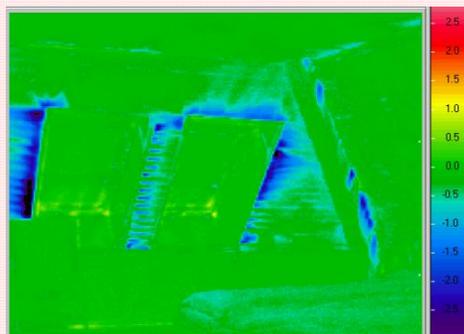
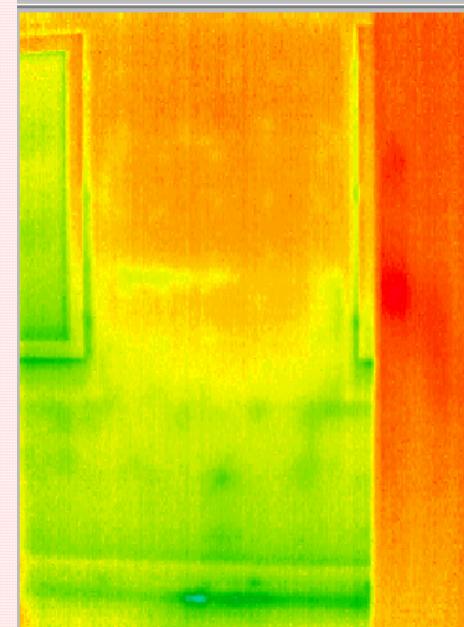
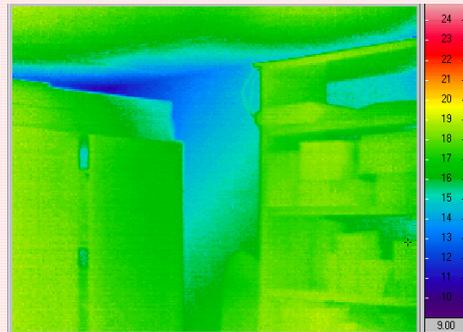
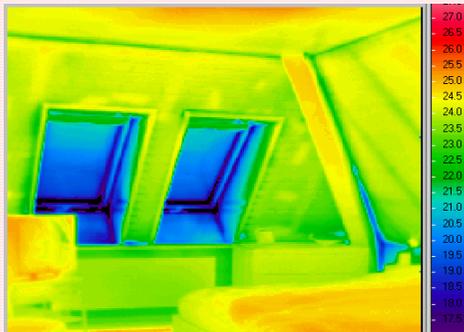
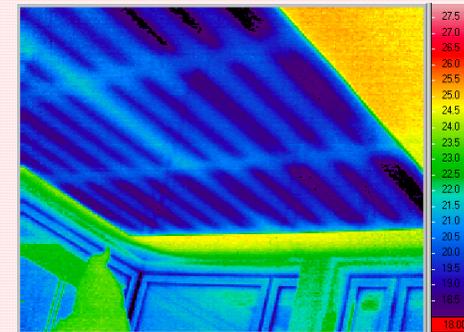
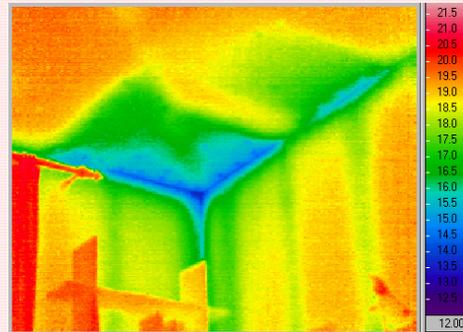
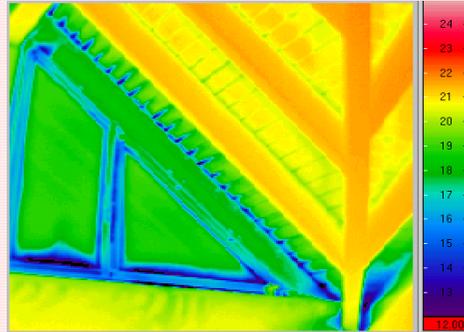
The grid contains nine thermal images of buildings. Each image shows a different part of a building, such as a facade, a roof, or a window. The images are color-coded to show temperature variations, with warmer areas in red and yellow, and cooler areas in blue and green. Each image has a vertical color scale on its right side, indicating the temperature range. The scales vary between images, ranging from -10.00 to 7.00 degrees Celsius.

### U-Wert Bestimmung

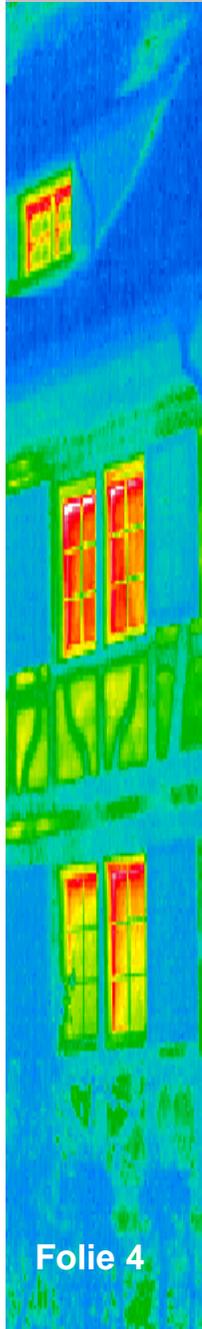


The diagram shows a vertical energy efficiency scale with seven levels, labeled A through G. Level A is at the top, represented by a dark green arrow pointing right. The levels progress downwards: B (green), C (light green), D (yellow-green), E (yellow), F (orange), and G (red) at the bottom. To the right of the scale is a large blue question mark, indicating that the U-value is to be determined for the building shown in the thermal images above.

# Thermografie-Anwendung im Baubereich Innenaufnahmen



## Thermografie-Anwendung im Baubereich



### Aussenaufnahmen

#### Vorteile

Die meisten Wärmebrücken zeigen sich ideal:

- punktuelle Wärmebrücken
- Radiatoren-Nischen
- Deckenstirnen
- Fensterleibungen, - u.v.a.

Grossflächige, übersichtliche Darstellungen, mit wenigen Bildern viel erfassen (ganze Fassade)

Temperaturentwicklung bekannt (Meteo-Daten)

Warmluftaustritte oft erkennbar  
(Austrittsstellen = Risikostellen)  
(Eintrittsstellen = Behaglichkeitsproblem)

Aussenaufnahmen = schnell und ohne Störung der Bewohner

Aufwand eher gering, Kosten tief

**Nachteile** siehe BFE-Schlussbericht

### Innenaufnahmen

#### Vorteile

Innenaufnahmen = Gebäudebegehung und damit Kombination mit Augenschein

Kritische Wärmebrücken geben Hinweise zur Schimmelpilzproblematik und zu Tauwasser

Informationen von Dach und Keller möglich

Im Wohnbereich relativ „stabile“ Raumtemperaturen, viel kleinere Amplituden als aussen.

Kaltlufteintritte oft erkennbar

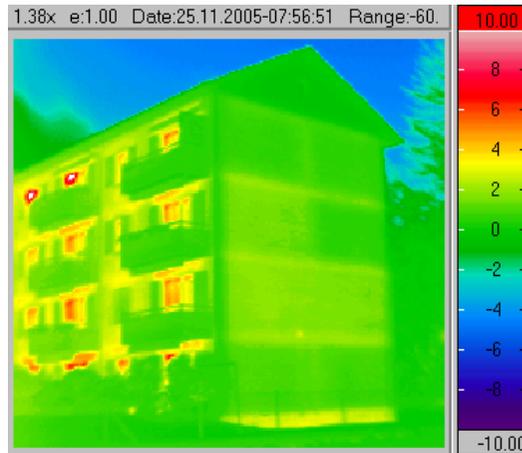
Kombination mit Blower Door möglich

Aufnahmen am Tag möglich, Wetter ist viel weniger entscheidend als bei Aussenaufnahmen

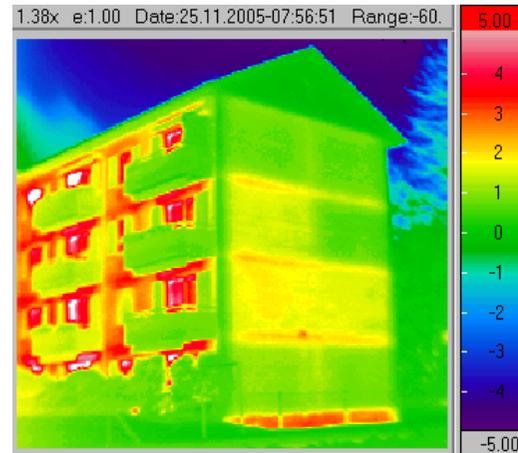
**Nachteile** siehe BFE-Schlussbericht

**Alle Messverfahren haben Vor- und Nachteile!**

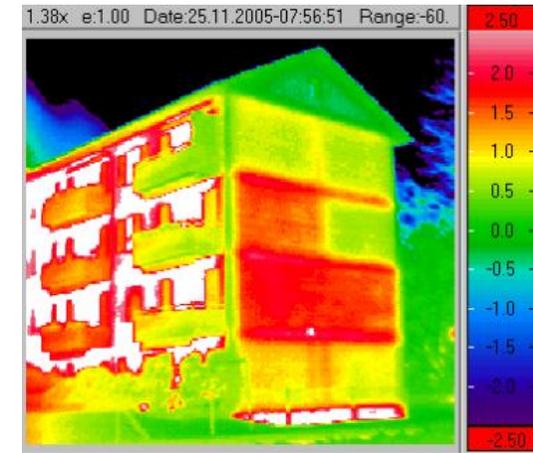
## Bilddarstellung einer Infrarotaufnahme (= Messung)



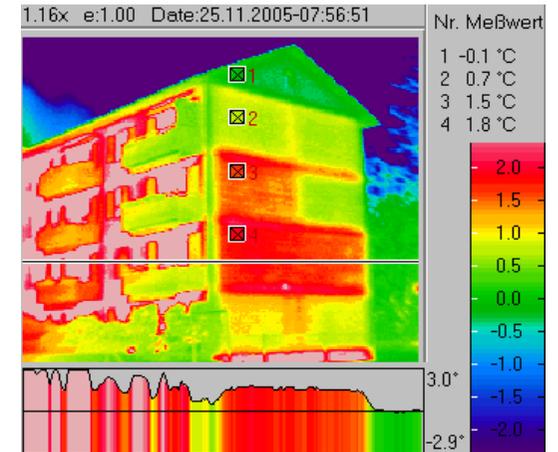
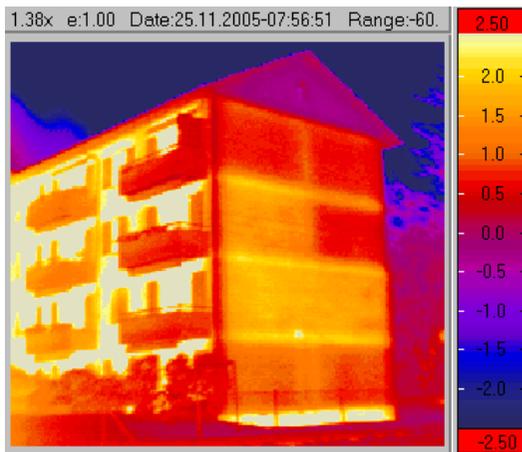
Bereich + 10.0 °C bis - 10.0 °C



Bereich + 5.0 °C bis - 5.0 °C

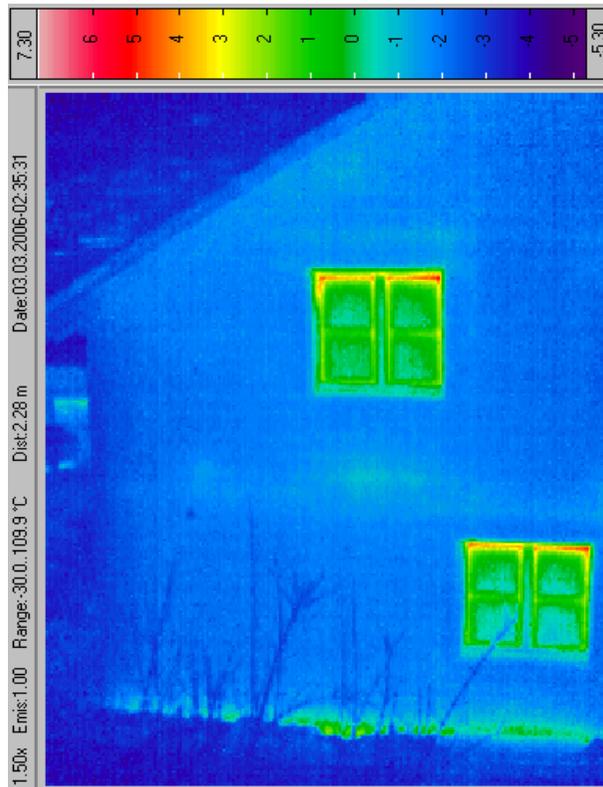


Bereich + 2.5 °C bis - 2.5 °C

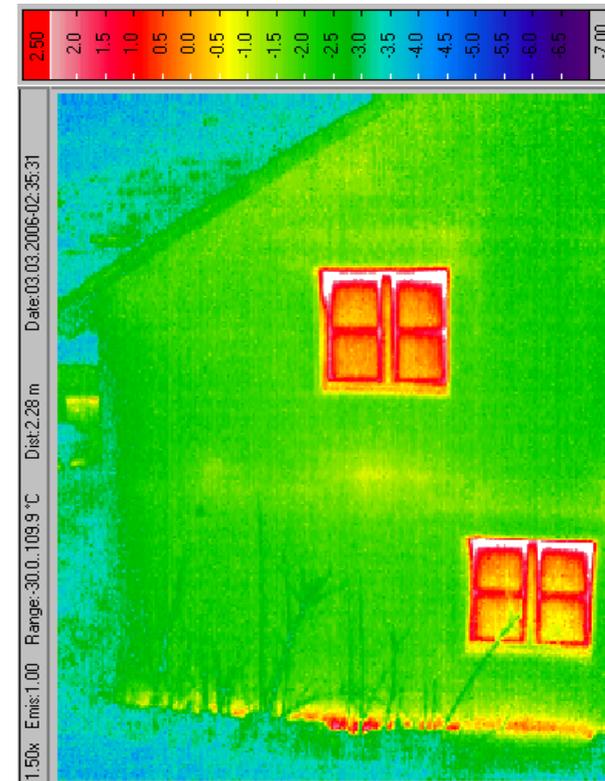


Sensitivity, Level und Farbzuteilungen, sind beliebig veränderbar.

## Bilddarstellung einer Infrarotaufnahme (= Messung)



Wahrscheinliche Beurteilung:  
«Gut gedämmte Fenster . . .»



Wahrscheinliche Beurteilung:  
«Grosse Energieverluste . . .»

# Thermogramm = Psychogramm

Die Farbkeil-Skalierung ist der Schlüssel zum Psychogramm !

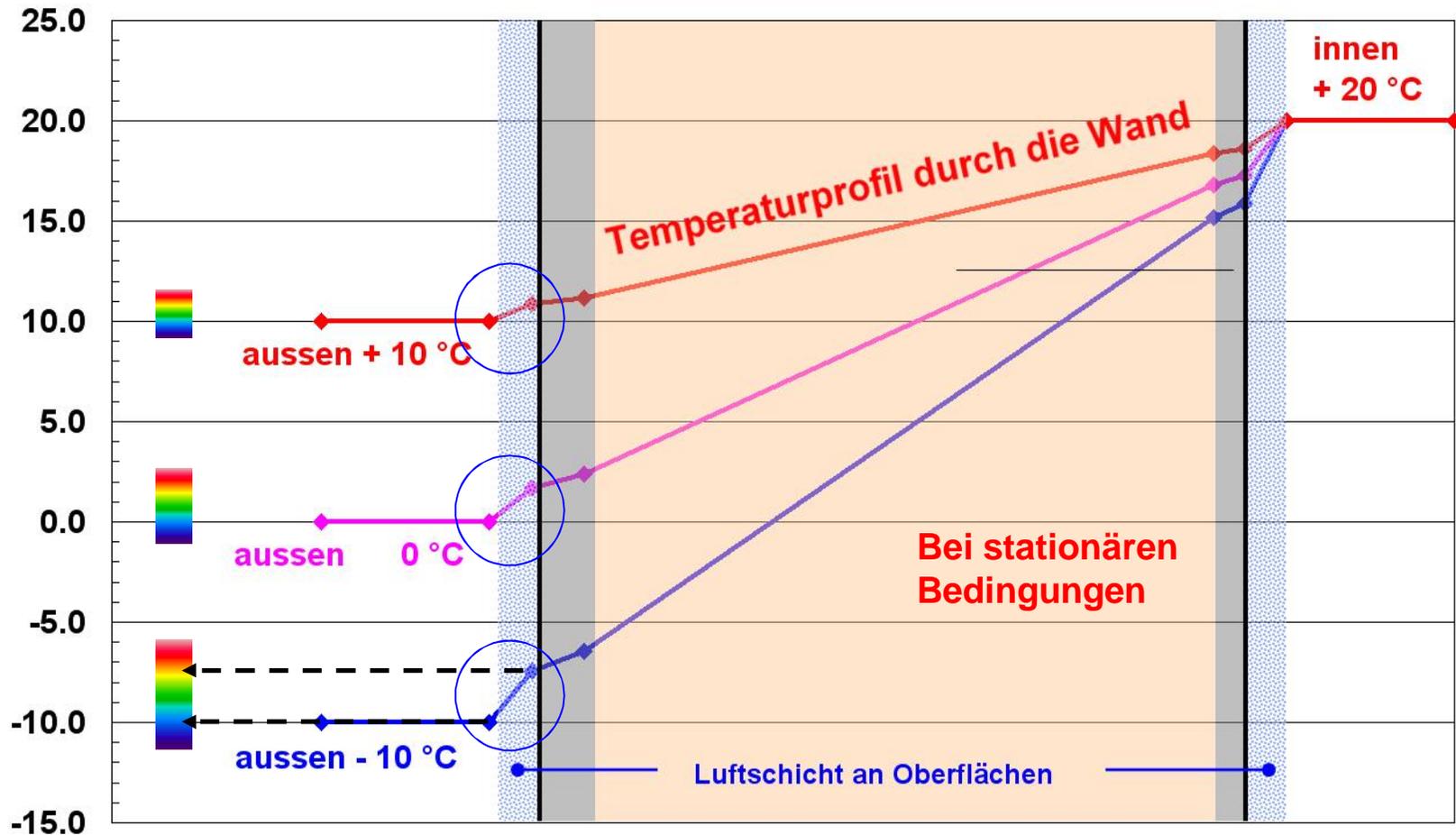
## Bilddarstellung mit der Methode «QualiThermo»



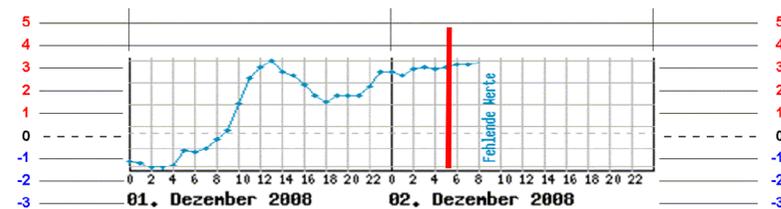
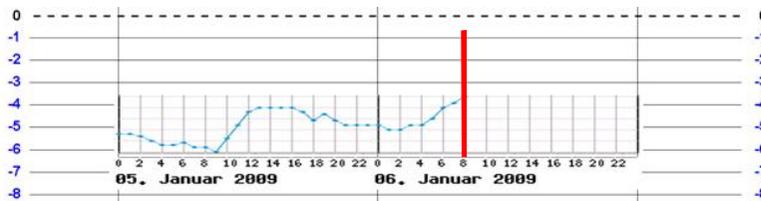
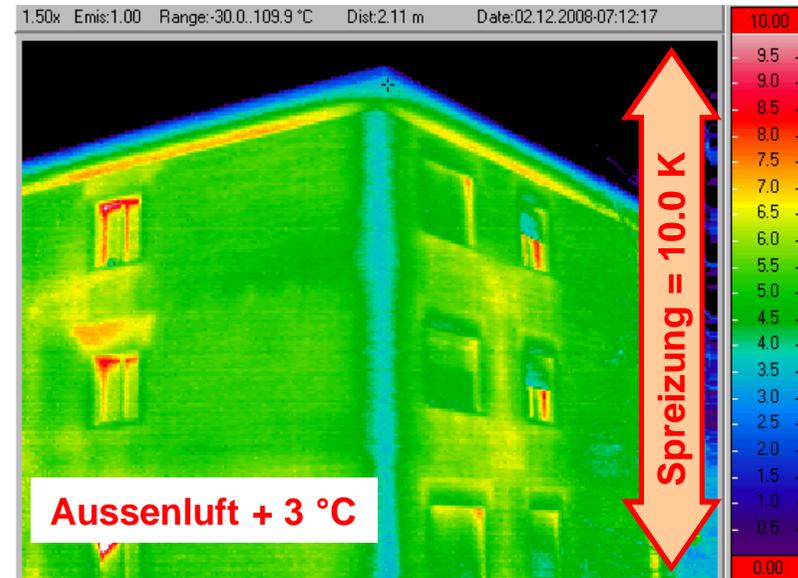
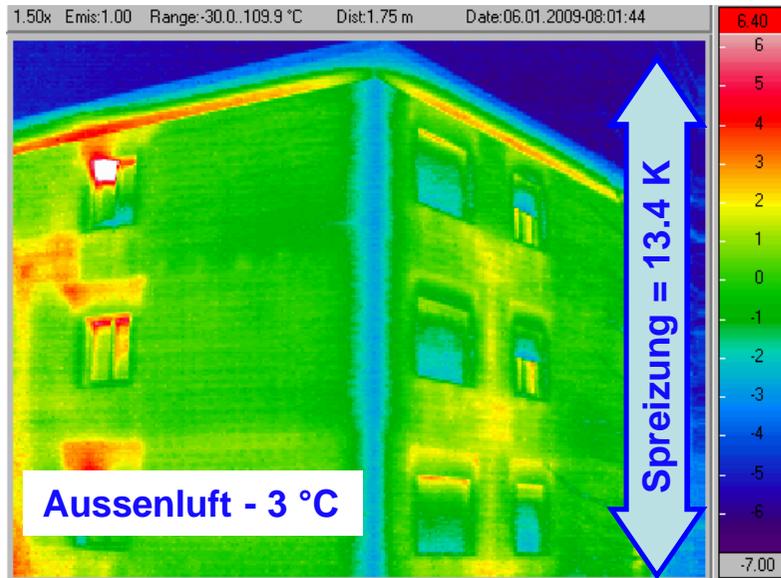
Folie 7

Temperatur [°C]

Querschnitt durch Backsteinwand mit Putz

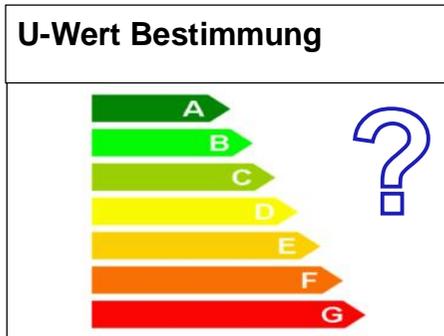
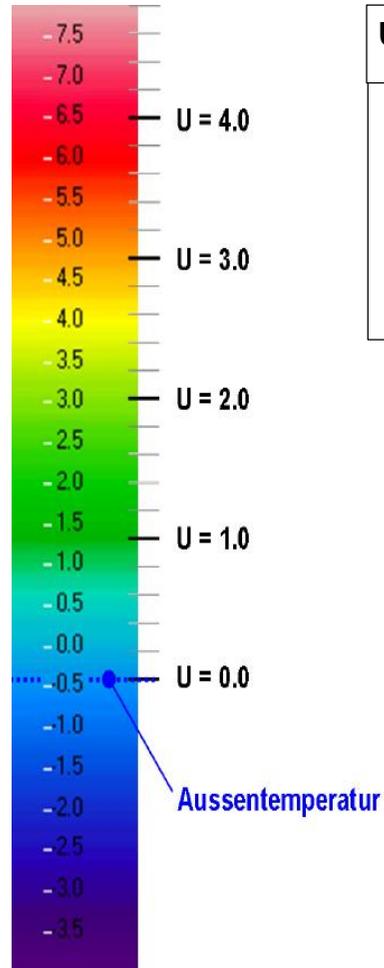


## Bilddarstellung mit der Methode «QualiThermo»



**Erkenntnis: Funktioniert bei stabilen, quasistationären Temperaturen**

## U-Wert Bestimmung aus Infrarotbildern?



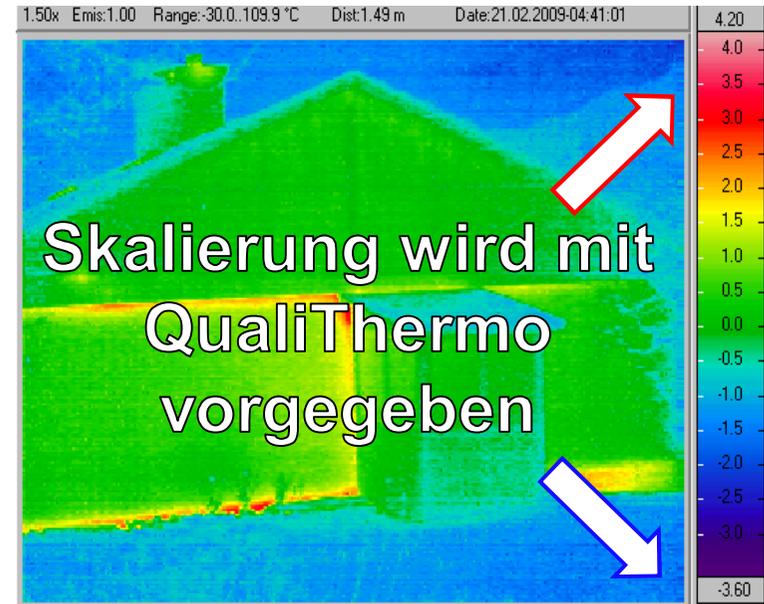
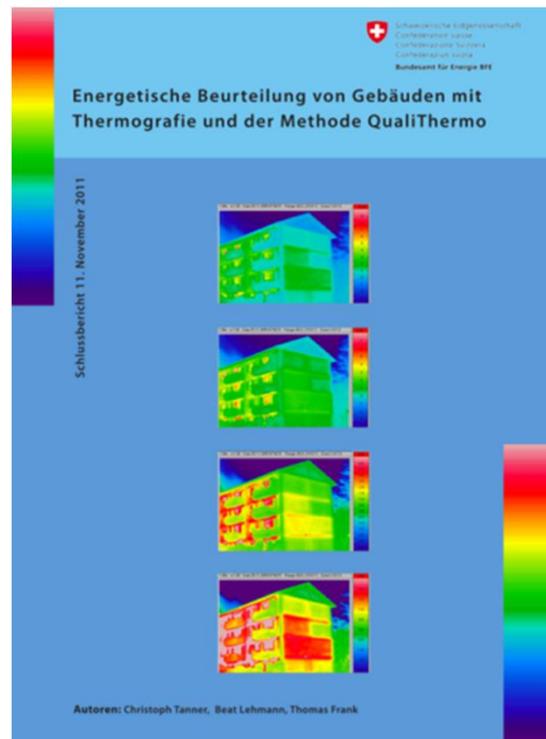
theoretisch: ja

praktisch:  
sehr heikel...!

Beispiel, praktische  
Umsetzung ist heikel!

## U-Wert Bestimmung aus Infrarotbildern?

2006:  
Tests und Weiterentwicklung der  
Methode «**QualiThermo**»  
(Ch. Tanner, QC-Expert AG)



2009 bis 2011:  
Forschungsprojekt finanziert vom BFE  
(Bundesamt für Energie)  
«*Energetische Beurteilung von Gebäuden mit  
Thermografie und der Methode QualiThermo*»

Schlussbericht frei verfügbar auf Internet:  
[www.thech.ch](http://www.thech.ch)

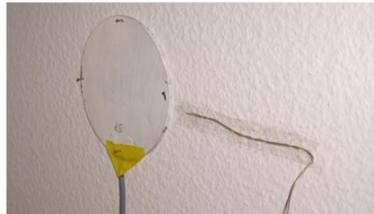




# Vergleich

## U-Wert Messung in Situ

- Wärmeflussmesser
- Temperatursensoren
- Physik / Mathematik



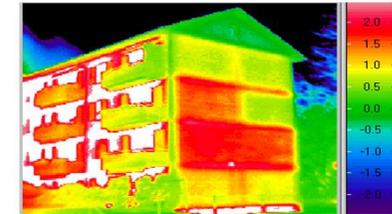
= U-Wert Messresultat

**Messunsicherheit abhängig von:**

- Genauigkeit der Messgeräte
- Randbedingungen ⇒ Lage der Messfühler  
 ⇒ Langzeitmessung weil instationäres Umfeld:  
 Strahlung, Meteo, Bewohnerverhalten etc.

## U-Wert-Bestimmung mit Thermografie

- Infrarotkamera (= nur Temperaturen!)
- Physik / Mathematik



= Temperatur- Messresultat

Zusatz-Know-how: Physik (Festlegungen für  $h_e/h_i$ )  
 Annahmen für Innentemperaturen (normal = ~ 21°C)



= U-Wert-Bestimmung (≠ Messresultat)

**Unsicherheit abhängig von:**

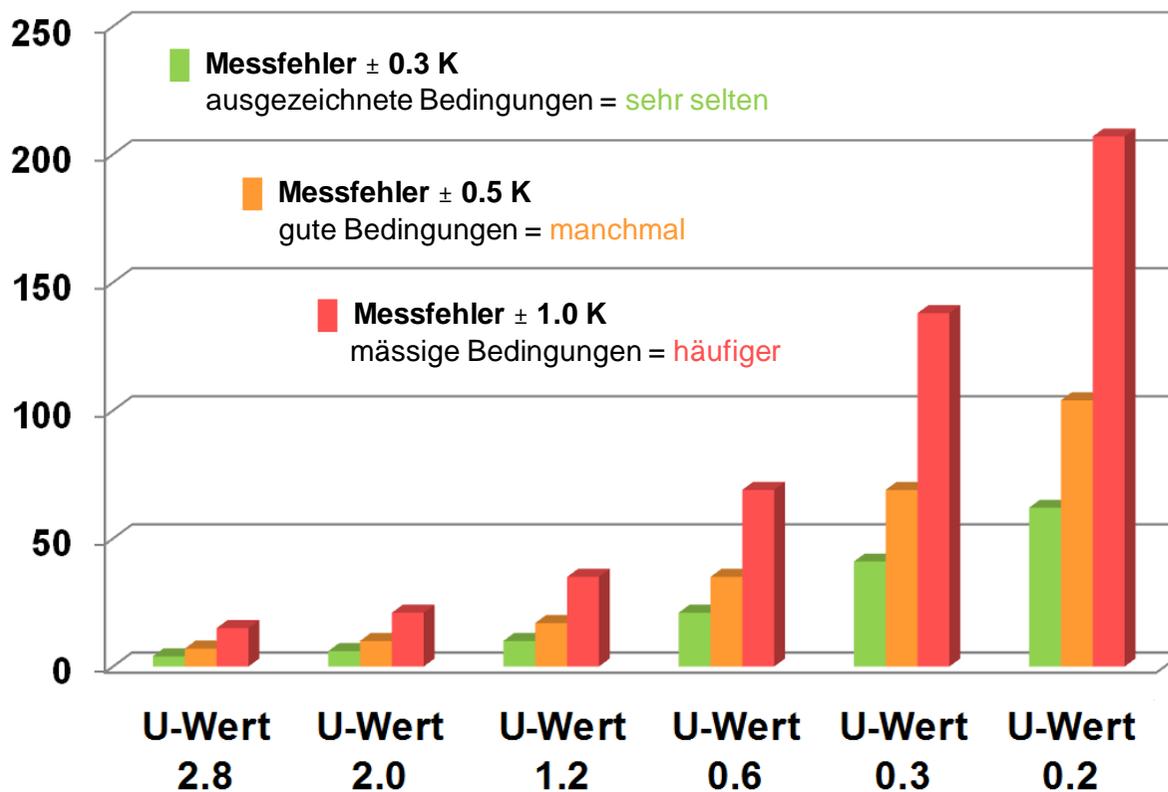
- Messwerte der Thermografie
- Randbedingungen  
 ⇒ instationäres Umfeld, *keine* Langzeitmessung!  
 ⇒ Baukonstruktion (HF-Konstruktionen...!)  
 ⇒ Viel Know-how und Erfahrungswerte

Genauigkeit des Resultates >> Genauigkeit des Resultates

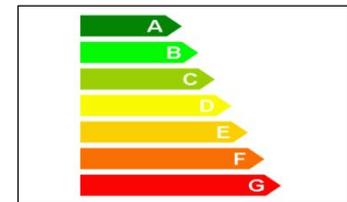


## U-Wert Bestimmung aus Infrarotbildern?

Unsicherheit  
in %



U-Wert Bestimmung  
aus IR-Bildern ?



Daraus erkennt man:

Je besser ein Bauteil gedämmt ist, desto unsicherer werden U-Wert Aussagen.

Und: Da wo die Unsicherheit akzeptabel ist, nützt die Aussage fast nichts mehr.



## Take-Home Messages:

- 1. Die Bauthermografie ist schlichtweg genial. Der Teufel liegt aber im Detail, wenn es aus energetischen Gründen ums Darstellen und Beurteilen von IR-Aufnahmen geht.**
- 2. Zur U-Wert Bestimmung aus Thermografie-Aufnahmen:  
Da wo die Unsicherheit akzeptabel ist, nützt die Aussage fast nichts mehr.**
- 3. Die Auswertung von Thermogrammen, die bei instationären Bedingungen gewonnen werden, erfordert einen hohen Grad an Erfahrung und Fachwissen über Bauphysik.**

(Quelle: EN 13187, 1999)