

**Erstpublikation: Der Schweizerische Hauseigentümer, 15.Dezember 2008**

*(Im Zeitungsartikel jedoch nicht mit allen Bildern die hier den Text illustrieren)*

Viele Hauseigentümer spüren im Winter schmerzlich den zunehmenden Energiebedarf und haben den Wunsch, ihrem Gebäude einmal Fieber zu messen. Hilfe bietet da die Energiekennzahl und eine Visualisierung der Energieverluste mit Wärmebildern.

## Cooler Bilder - heiss umstritten

**Christoph Tanner**

QC-Expert AG, 8600 Dübendorf

Vizepräsident Thermografie Verband Schweiz

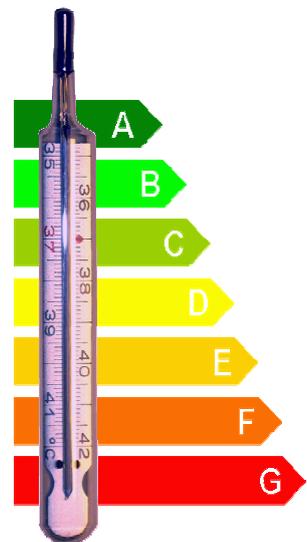


### „Wer misst, misst Mist“

Dieser altbekannte Satz ist zwar kein guter Einstieg, um Akquisition für Wärmebilder zu betreiben, aber er mahnt immer wieder - speziell bei komplizierten Messmethoden - vorsichtig zu sein und sich genau zu überlegen, warum und wie etwas gemessen wird. Auch wenn wir dem Kind Fieber messen, müssen wir einiges beachten, bzw. wissen: Temperatur nicht an der Nasenspitze messen, keine Raumthermometer verwenden, genug lange messen etc. Zu guter Letzt muss man auch noch aufpassen, dass das Resultat nicht manipuliert wird, denn die Kinder wissen, wie man das Fieberthermometer warm reibt, damit man nicht zur Schule muss. Noch viel mehr Kriterien gilt es zu beachten, wenn wir mit einer Infrarot(IR)-Kamera ein Gebäude aufnehmen und nachher von den IR-Bildern - auch Wärmebilder genannt - eine energetische Beurteilung ableiten. Resultieren beim Kind 38 °C, so ist klar, dass der „Schulgrenzwert“ überschritten ist und das Kind zu Hause bleibt. Welches aber ist der Alarm-Grenzwert bei Wärmebildern vom Haus?

### Ein Fieberindex fürs Gebäude: Der Energieausweis

Eine einfache Antwort mit klaren, quantitativen Werten liefert die Energiekennzahl oder die davon abgeleitete Energieetikette. Für Gebäude gibt es dafür zwei verschiedene Berechnungsvarianten, und in Fachkreisen werden verschiedene Vorschläge für eine einfache Anwendung in der Schweiz noch diskutiert. Ist die Energiekennzahl von einem bestehenden Gebäude bekannt, so kann ein Eigentümer selber entscheiden, ob er die Fieberzahl seines Gebäudes noch irgendwie senken will. Für Neubauten gibt es jedoch bezüglich Energiebedarf Grenzwerte, und wer ein MINERGIE-Gebäude will, der muss noch tiefere Werte vorweisen als die gesetzlichen. Alles klar - aber was bringen denn die Wärmebilder noch?

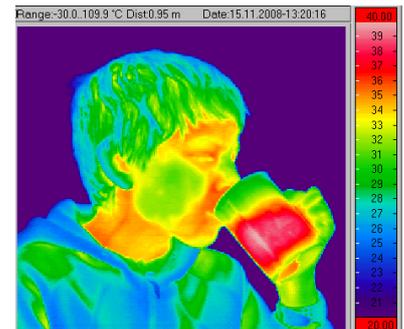


### **Wärmebilder visualisieren die Energieverluste**

Hat das Kind Fieber, so heisst die Lösung meist: Betruhe, abwarten und Tee trinken. Beim Gebäude funktioniert das leider nicht. Nur wenn man weiss, WO die wesentlichen Wärmeverluste sind, kann der Fachmann beginnen, ein Rezept zu verschreiben.

Genau diese Frage nach dem WO können Wärmebilder hervorragend beantworten. Dies kann mit Aussen- oder mit Innenaufnahmen geschehen (Details dazu siehe Kasten). Wesentlich ist, dass bei IR-Aufnahmen die zu betrachtende Konstruktion einer Temperaturdifferenz ausgesetzt ist (zwischen innen und aussen in der Regel  $> 15\text{ °C}$ ), denn nur mit einem genügend grossen Wärmeabfluss zeigen sich in den IR-Bildern die unterschiedlichen Oberflächentemperaturen.

Aber auch ein versierter Baufachmann mit guten Kenntnissen im Energiebereich, kann mit einer Gebäudeuntersuchung vor Ort (Zustandserfassung) viele wärmetechnische Schwachstellen erkennen. Für genauere Diagnosen kann es dann aber auch notwendig werden, Probeöffnungen oder bauphysikalische Messungen zu veranlassen. Beide Methoden, sowohl Wärmebilder, als auch ein Augenschein im Gebäude, liefern normalerweise gute Informationen, die zum grossen Teil überschneidend sind, in wesentlichen Punkten aber auch ergänzend. Am aussagekräftigsten ist die Kombination, indem die Wärmebilder für den Baufachmann als Grundlage bereit liegen.

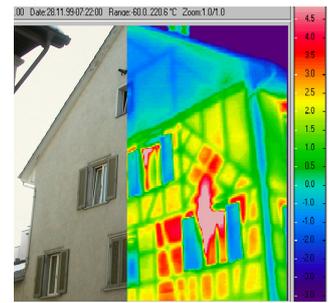


### Entscheidend ist, was man wissen will

Werden IR-Aufnahmen von einem Gebäude erstellt, so kommt es sehr darauf an, wozu man die Bilder braucht. Geht es nur darum, hinter dem Putz versteckte Riegelstrukturen zu erkennen oder Dübelstellen von Wärmedämmplatten aufzufinden, so ist das kein Problem und der Thermograf hat nur wenig Aufwand.

Gilt es aber zu erkennen, ob die Fenster wärmetechnisch gut sind, welchen Wärmedämmzustand die Wände haben und ob die Luftleckstellen unter dem Vordach ein energetisches Problem oder sogar ein potenzielles Bauschadenrisiko darstellen, so sind das keine einfachen Fragestellungen mehr. Dann muss schon für die IR-Aufnahmen auf die Wetterbedingungen und den Temperaturgang geachtet werden und die Auswertung der Aufnahmen kann nicht mehr mit der Autofunktion der IR-Software gemacht werden. Sehr schnell kann sonst eine Fehlprognose resultieren, weil z.B. eine Südwand eines Hauses noch zu viel Sonnenwärme vom Tag gespeichert hat oder wenn Fassadenoberflächen die Umgebungsstrahlung reflektieren. Nur der erfahrene, bauphysikalisch geschulte Thermograf kann das aber erkennen.

Warum ist das „Lesen“ der IR-Bilder denn so schwierig? Die roten Bereiche zeigen doch ganz einfach die problematischen Stellen. Das medizinische Vergleichsbeispiel liegt hier beim Röntgenbild: Einen verschluckten Nagel erkennt jedes Kind. Geht es aber darum, Schädigungen des Lungengewebes oder Schwächen der Herzfunktion zu erkennen, so kann das nur der Facharzt.



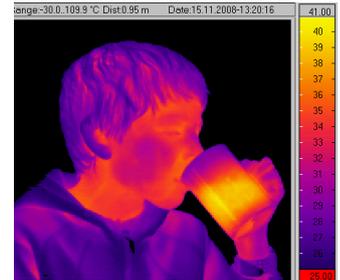
### **Der Thermograf hat eine Freiheit, die zur Schwierigkeit wird**

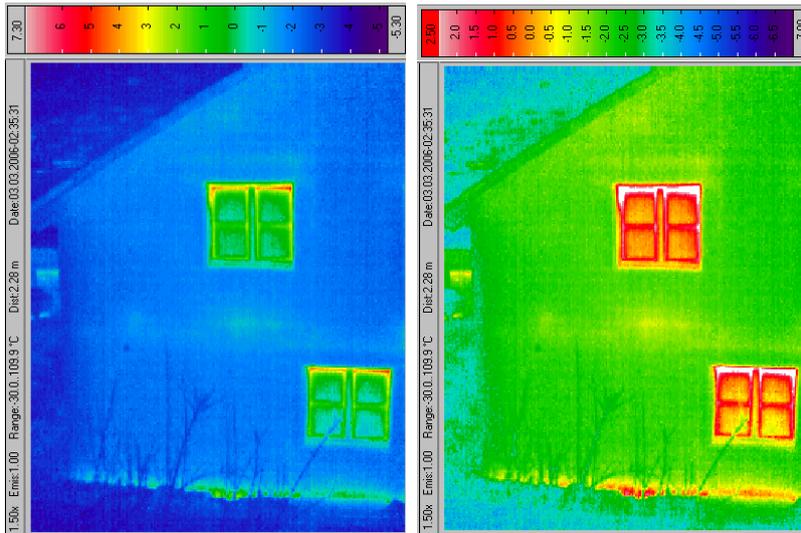
Das Röntgenbild des Arztes wird erstellt, entwickelt und ist fertig. Nicht so die IR-Aufnahme. Diese kann x-beliebig dargestellt werden (siehe Kasten: Wie entsteht ein IR-Bild). Bis heute gibt es aber keine Normen, Richtlinien und Empfehlungen, die beschreiben, wie intensiv gewisse Schwachstellen in den Wärmebildern dargestellt werden sollen. Das bedeutet, dass jeder Thermograf die Bild-Skalierung nach seinen eigenen Empfindungen und Erfahrungen einstellt (vgl. Bildbeispiel 1). Wird eine Fassade von 3 verschiedenen Thermografen aufgenommen, so resultieren 3 verschiedene Wärmebilder und demzufolge wahrscheinlich auch 3 unterschiedliche Bewertungen. Aber damit nicht genug, denn 3 Tage später, bei einer kälteren Aussentemperatur, kämen nochmals 3 Variationen dazu. In vielen Fachartikeln wird erwähnt, dass Wärmebilder nur qualitative Auskünfte geben. Fakt ist aber, dass jedes Bild, den Farben entsprechend, emotional bewertet wird und somit auf Grund der subjektiven Bildeinstellung des Thermografen eine quantitative Beurteilung abgeleitet wird, nachdem Muster rot = schlecht. Mögliche Konsequenz am erwähnten Fassadenbeispiel: In einem Bericht erscheinen die Fensterrahmen rot und es wird ein Fensterersatz empfohlen, in einem andern erscheinen sie gelb und werden als akzeptabel beurteilt.

Eine Plausibilitätskontrolle einer Beurteilung kann nur dann gemacht werden, wenn die wesentlichen Randbedingungen zu den Aufnahmen ermittelt und deklariert werden. Dazu gehören Angaben über die Entwicklung der Lufttemperaturen vor den Aufnahmen sowie Aussagen zum Bewölkungsgrad, Niederschlag und Windstärke vor Ort. Das Wichtigste aber, was zu jedem IR-Bild gehört, ist der Farbkeil mit der Temperaturzuordnung sowie das Aufnahmedatum mit Zeitangabe. Aber auch Hinweise zur Exposition des abgebildeten Bauteils, zur Konstruktion und zu den Oberflächenmaterialien gehören dazu. Es muss also einiges an Aufwand betrieben werden, um Fehlbeurteilungen zu verhindern und die Nachvollziehbarkeit zu gewährleisten. Ein IR-Billigprodukt wird diese Qualitätsanforderungen kaum erfüllen können.

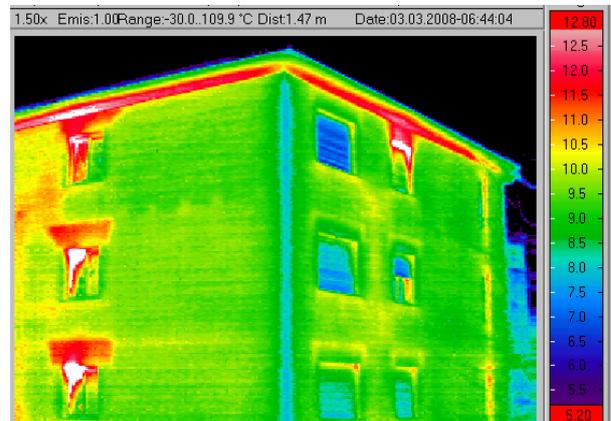
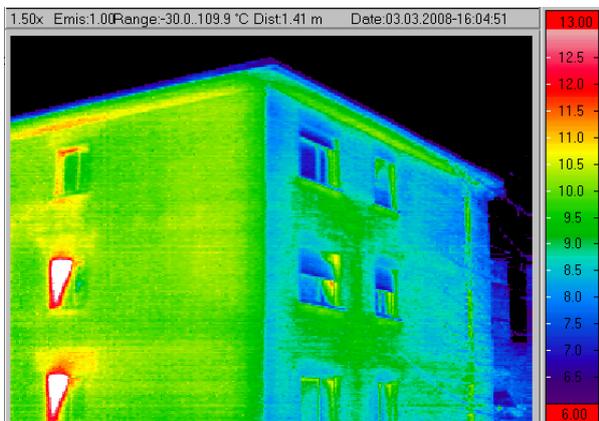
### **Aktivitäten rund um die Gebäudethermografie**

Da die Infrarottechnik rasante Fortschritte macht und immer bessere und günstigere Kameras auf den Markt kommen, sind auch viele Einsteiger da, die Gebäudethermografie als Dienstleistung anbieten. Genau deswegen wurde Anfang 2007 der Thermografie Verband Schweiz (theCH) gegründet. Die wesentlichen Verbandsziele sind u.a. die Förderung der Thermografie und deren Möglichkeiten, gemeinsame Definition von Qualitätsstandards sowie Wissensvermittlung und Weiterbildung. Da es dringend notwendig ist, eine Definition und Empfehlungen zu haben, die eine nachvollziehbare Darstellung und Beurteilung von Wärmebildern ermöglichen, unterstützt das Bundesamt für Energie (BFE) Bestrebungen von QC-Expert AG, hier neue Wege zu gehen. Ein gemeinsames Projekt mit der EMPA liegt vor („QualiThermo“) und wird im Januar 2010 abgeschlossen.





**Beispiel 1: Bildgestaltung**  
 Aus einer einzigen IR-Aufnahme wurden hier zwei unterschiedliche Wärmebilder generiert. Ist das Gebäude gut oder schlecht gedämmt? Sind die Fenster neu oder alt?



**Beispiel 2: Aufnahmezeitpunkt**

Ein Gebäude ist dauernden Temperaturschwankungen ausgesetzt. Aber auch der Strahlungsaustausch (Sonne - kalter Nachthimmel), Feuchtigkeit und Reflexionen können die Oberflächentemperaturen beeinflussen. Im Beispiel oben wurde ein Gebäude zu zwei verschiedenen Zeiten aufgenommen. Ohne Zusatzinformationen ist hier keine nachvollziehbare Erklärung möglich. Eine Fehlinterpretation liegt auf der Hand.

### Weitere Informationen:

- [www.thech.ch](http://www.thech.ch) (Thermografie Verband Schweiz)
- <http://www.qc-expert.ch> (Publikationen / Fachartikel)
- <http://www.iqbp.ch> (Fachtagungen / 7. Fachtagung: Technische Überprüfung)

#### Wie entsteht ein IR-Bild

Ein Wärmebild ist ein Abbild von Oberflächentemperaturen. Eine IR-Kamera misst die dem menschlichen Auge verborgene Wärmeabstrahlung eines Objektes im Infrarotbereich. Die im Baubereich verwendeten IR-Kameras sollten min. 320 x 240 Bildpunkte erfassen. Jedem dieser Messpunkte wird dann via Rechenprozess – der Temperatur entsprechend – eine bestimmte Farbe zugeordnet. Diese Zuordnung kann beliebig verändert werden womit sich die gleiche IR-Aufnahme zu optisch völlig unterschiedlichen Wärmebildern „verarbeiten“ lässt.

36.1	36.1	30.0	33.3	33.9	35.2	36.1	27.4	26.7	27.5	27.3	35.4	35.3	34.8	34.6	32.6
36.1	36.1	38.9	33.4	33.9	35.3	36.1	27.2	26.5	27.8	27.7	36.3	35.2	35.3	35.2	32.4
35.9	36.1	38.8	33.6	28.9	29.1	30.1	29.8	30.1	29.8	30.3	30.3	31.1	31.8	35.2	32.4
36.4	36.0	38.3	33.8	28.9	29.4	30.3			30.1	30.3	30.3	31.3	32.5	35.0	32.4
36.0	35.8	37.5	34.0	30.0	30.2							33.6	33.8	34.8	32.4
35.0	35.8	37.0	34.1	30.8								34.2	34.7	32.4	
34.7	35.6	36.5	34.1	31.4								35.0	34.5	32.3	
34.7	35.6	36.4	34.0	32.6								34.2	34.5	32.4	
34.3	35.4	36.2	33.9	32.5								33.8	34.6	32.5	
34.1	35.4	36.3	33.9	31.0								33.2	34.5	32.6	
33.9	35.4	36.4	33.7	30.9								32.4	34.4	33.0	
33.4	35.3	36.1	33.5	29.8								31.8	34.2	33.2	
33.5	35.2	35.8	33.2	29.9								31.6	34.0	33.4	
33.8	35.2	35.7	33.1	28.7	28.1							31.4	33.8	33.2	
33.4	35.2	35.5	33.0	27.8	27.6							31.1	33.7	32.5	
33.2	34.9	35.0	33.1	27.4	27.4	27.8						31.3	33.8	31.3	
33.8	34.9	35.1	33.1	27.3	27.1	27.5	27.9	28.2				30.8	31.0	33.8	30.2
33.3	34.8	34.8	33.1	26.9	27.0	27.2	27.8	28.3	28.6	28.9	29.3	30.2	30.9	33.7	29.6
33.2	34.5	34.2	32.8	25.9	27.1	27.3	27.6	28.2	28.7	28.7	29.2	30.0	30.4	33.9	29.3
33.9	34.4	34.1	32.3	31.4	31.8	31.1	27.1	30.8	31.1	33.8	35.4	34.8	34.5	34.1	28.2
33.8	34.4	34.1	31.9	30.4	31.7	31.1	27.1	30.8	30.5	32.8	35.2	34.8	34.5	34.3	28.9
33.3	34.1	33.8	31.9	30.1	31.7	31.0	27.2	30.2	30.1	32.1	36.1	35.0	34.6	34.4	28.8
33.6	33.6	33.1	31.9	30.1	31.4	30.6	27.4	28.8	30.0	31.7	36.0	35.1	34.6	34.5	28.4

#### Aussen- oder Innenthermografie ?

IR-Innenaufnahmen sind eine ideale Ergänzung zu Aussenaufnahmen, denn diese können im Dach- und Kellerbereich nicht alle Wärmeverluste aufzeigen. Detailuntersuchungen wie z.B. die Lokalisierung von potenziellen Schimmelzonen, die Ortung von Luftleckstellen (mit Hilfe einer BlowerDoor Anlage) oder das Aufzeigen von Bodenheizungs-Rohren können nur von innen gemacht werden. Der Aufwand für eine umfassende Innenanalyse ist aber meist deutlich grösser und kann selten mit Aussenaufnahmen (Nachteinsätze!) verbunden werden. Anzumerken ist, dass die Gebäudethermografie aber auch klare Grenzen hat: Wohl kann man z.B. erkennen, ob eine Aussenwand gut oder schlecht gedämmt ist, aber man kann nicht unterscheiden, ob sie gut oder sehr gut gedämmt ist. Dafür sind die thermischen Differenzen auf der Oberfläche einfach zu klein. Auch ist nicht jedes Fassadenmaterial und jede Konstruktionsart (z.B. hinterlüftete Fassaden) gleich gut geeignet für IR-Beurteilungen.

### Zusammenfassung

- IR-Bilder zeigen, wo bei beheizten Gebäuden die grössten Wärmeverluste auftreten. Wärmebilder sind ideale Grundlagen für den Baufachmann, der vor Ort eine Zustandserfassung des Gebäudes macht, um ein Sanierungskonzept auszuarbeiten.
- IR-Bilder von Neubauten (oder nach einer Sanierung) dienen als energetische Qualitätskontrolle mit sichtbarem Beleg. Für IR-Bilder gibt es aber keine Grenzwerte.
- Für hochwertige IR-Aussenaufnahmen braucht es spezielle Wetterbedingungen (Nacht, kalt, bedeckter Himmel). Werden aus diesen IR-Bildern energetische Aussagen abgeleitet, sind Zusatzinformationen über das Gebäude notwendig und die Bildauswertung und -Darstellung sollte nachvollziehbar sein.
- IR-Innenaufnahmen sind eine ideale Ergänzung zu IR-Aussenaufnahmen und dienen auch bei erweiterten Fragestellungen. Der Aufwand dafür ist aber meist grösser.
- Um Fehlinterpretationen zu vermeiden, sollten hochwertige IR-Aufnahmen und Auswertungen nur Fachleute erstellen, die Erfahrung, Bauphysikwissen und geeignetes Equipment haben.