

# Wärmebilder - heiss begehrt und doch umstritten

Das Einsparen von fossilen Energien gewinnt zunehmend an Bedeutung. Beim Bauen oder Sanieren von Gebäuden öffnen sich viele Einsparmöglichkeiten, insbesondere die Wärmedämmung bietet ein grosses Potential. Wärmebilder bringen - bei korrekter Handhabung - die Schwachstellen an den Tag. Autor: Christoph Tanner

**Wärmeverluste von Gebäuden können mit Wärmebildern dargestellt werden.** Dabei werden wärmetechnische Schwachstellen qualitativ visualisiert, was eine ideale Ergänzung zum Gebäude-Energieausweis ist, der eine quantitative Information abgibt. Wärmebilder von Gebäuden müssen in der kalten Jahreszeit erstellt werden und sind nur dann eine wertvolle Planungshilfe oder ein optisches Kontrollmittel, wenn wesentliche Randbedingungen bei den Aufnahmen und bei der Bildauswertung beachtet werden.

Auf Grund der heutigen Klimadiskussionen und dem Thema Energiesparen ist der Bedarf für Wärmebilder seitens Hauseigentümer sehr gross, denn Wärmebilder können eine optimale Grundlage für Sanierungsentscheide sein oder nach einer Sanierung als energetische Qualitätskontrolle dienen, mit sichtbarem Beleg.

## Funktion der Infrarotkamera

Ein Wärmebild (= Infrarotbild = IR-Bild = Thermogramm) zeigt ein Abbild der Oberflächen-temperaturen. Es entsteht, indem mit einer IR-Kamera die Wärmeabstrahlung einer Oberfläche, die dem menschlichen Auge verborgen bleibt, gemessen wird. Übliche IR-Kameras messen heute mit einer Auflösung von 320 x 240 Pixel. Durch einen Rechner wird dann >



**Kombination Digitalfoto-Wärmebild:** Zu erkennen sind hier linienförmige Wärmebrücken, verursacht durch die ungedämmten Stirnen der Betondecken.

Combinaison photo numérique-image thermique : On distingue ici des ponts thermiques linéaires, provoqués par les fronts non isolés des revêtements en béton.

## THERMOGRAPHIE ET PHYSIQUE DU BÂTIMENT

# Images thermiques très demandées et pourtant controversées

La construction ou la rénovation de bâtiments fournissent, notamment par isolation thermique, de nombreuses occasions de procéder à des économies d'énergie. Les images thermiques, pratiquées correctement, font apparaître les faiblesses au grand jour.

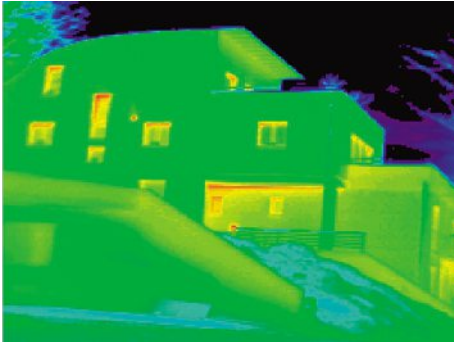
**Les images thermiques montrent les pertes de chaleur des bâtiments.** Elles permettent de visualiser les points faibles thermiques de manière qualitative et sont un complément idéal à la certification énergétique

des bâtiments qui fournit une information quantitative. Les images thermiques doivent être prises par temps froid. Elles ne deviennent un outil de planification précieux ou un moyen de contrôle optique que si des condi-

tions bien précises sont respectées lors de la photo et de son exploitation.

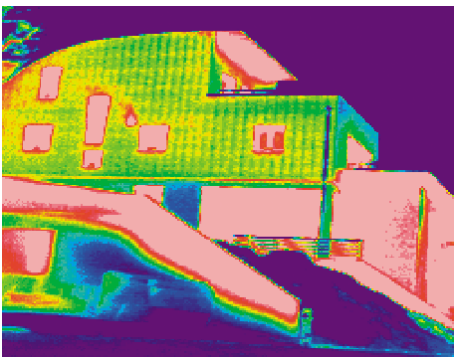
**Fonction de la caméra infrarouge**  
Une image thermique (= image in-

frarouge = image IR = thermogramme) fournit une représentation des températures en surface. La caméra IR mesure le rayonnement thermique d'une surface et produit une image. Les caméras habituelles me-



② Darstellung eines Gebäudes im Temperaturbereich von -6 bis +17 °C. Zu erkennen sind die erhöhten Temperaturen unter den Fensterstürzen sowie an der Untersicht des Eingangs.

Représentation d'un bâtiment dans un domaine de température entre -6 et +17°C. On reconnaît les températures élevées sous les linteaux ainsi que dans les vues du bas de l'entrée.



③ Zeigt den gleichen Aufnahmebereich wie im Bild oben. Jedoch ist hier die Skalierung mit +3,8 bis +7,0 °C sehr fein gewählt, so dass kleinste Temperaturunterschiede (Wärmebrücken) sichtbar werden, welche die Skelettstruktur der Holzbau-Konstruktion erkennen lassen (hier energetisch unproblematisch).

L'échelle finement sélectionnée, entre +3,8 et +7,0°C, permet de voir les plus petits écarts de température (ponts thermiques) qui laissent entrevoir la structure de l'ossature de la construction en bois (sur un plan énergétique sans importance ici).

> jedem Messpunkt - dem Temperaturwert entsprechend - eine bestimmte Farbe zugeordnet, womit das IR-Bild entsteht. Das Vorgeben einer max. und min. Temperatur auf der Farbskala bewirkt, dass eine grössere oder kleinere Spannweite von Temperaturen aufgezeigt wird. Im Extremfall kann eine Bilddarstellung gewählt werden, die noch Temperaturunterschiede von 1/10 °C aufzeigen kann. Die gleiche IR-Aufnahme lässt sich also mit veränderten Skalierungen zu optisch völlig unterschiedlichen IR-Bildern verarbeiten (vgl. Bild ② und ③). Farbskalen in üblichen IR-Bildern zeigen kalte Oberflächen mit Blau-Tönen und warme mit Rot-Gelb-Tönen.

### Wärmebild-Aktionen im Trend

Auf dem Markt gibt es immer mehr Anbieter für Infrarot-Dienstleistungen und die Infrarot-Kameras sind in den letzten Jahren technisch markant verbessert und handlicher geworden. Landauf und landab sind zurzeit sehr günstige Wärmebild-Aktionen im Gang, bei denen auch Firmen auf besonders tiefem Preisniveau anbieten. So sind Wärmebilder für Einfamilienhäuser, inkl. Berichterstattung, im Bereich von Fr. 100.- bis Fr. 1000.- zu haben. Es ist einleuchtend, auf welcher Basis da die grösste Nachfrage besteht.

Was aber bekommen die Kunden in Sachen Qualität? Ist es wesentlich, etwas über die Hintergründe und die Entstehung der Wärmebilder zu wissen oder genügt es, auf den Wärmebildern die roten Bereiche zu erkennen und dort mit der Sanierung zu beginnen?

Was die «günstig»-Wärmebildkunden und selbst viele Fachleute im Energieberatungssektor nicht wissen ist, dass die Qualität und die Aussagekraft von IR-Bildern auf der Strecke bleiben, wenn nicht viele wichtige Randbedingungen beim Erstellen, beim Auswerten und beim Beurteilen der IR-Aufnahmen beachtet werden. Dies kann im Bereich Bauthermografie meist nur ein ausgewiesener Spezialist mit vertieften Kenntnissen und Erfahrungen in den Bereichen Thermografie und Bauphysik. Dazu sind auch Kenntnisse der regionalen >

surent avec une résolution de 320 x 240 pixels. Par ordinateur, on détermine pour chaque point de mesure correspondant à une température définie, une couleur. C'est l'image IR. Le procédé de températures sur une échelle de couleurs fait apparaître un éventail de températures plus ou moins grand. Dans le pire des cas, une reproduction imagée montrant des différences thermiques de 1/10°C peut être choisie. Une même photo IR peut donc être traitée avec des valeurs différentes et transfor-

mer totalement les images IR sur le plan optique (comparer les images ② et ③). Habituellement, les couleurs bleues indiquent les surfaces froides et les couleurs rouge-jaune, les chaudes.

### Les offres spéciales sur les images thermiques en vogue

Actuellement, les prestataires de services dans le domaine de l'infrarouge sont de plus en plus nombreux. Les caméras infrarouges se sont perfectionnées et sont devenues plus faciles à uti-

liser. Des offres d'images thermiques à des prix avantageux sont très répandues : pour un pavillon individuel, rapport inclus, entre CHF 100.- et 1'000.-.

Quels bénéfices les clients en retirent-ils en termes de qualité ? Doit-on connaître le comment du pourquoi et savoir comment l'image thermique apparaît ou suffit-il de reconnaître les zones rouges des images thermiques et de commencer la rénovation par là ? Beaucoup de clients d'images thermiques « bon marché » et de >

## THERMOGRAFIE UND BAUPHYSIK

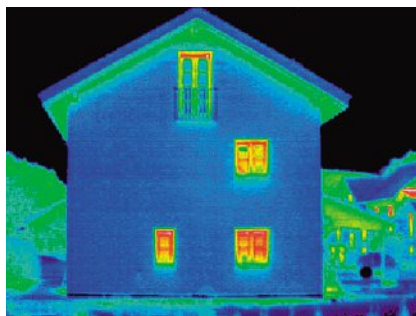
### Beispiel 1

#### Fehlinterpretation durch «rot-gleich-schlecht»

Das Gebäude hat eine gut gedämmte Aussenwand. Eine linienförmige Wärmebrücke zeigt sich beim Anschluss Dach-Wand. Die Fenster sollten ersetzt werden. Insbesondere im Erdgeschoss sind deutlich höhere Wärmeverluste durch die Fenster zu erkennen als im Dachgeschoss.

Tatsache ist: Es handelt sich hier um ein neues (2003), gut gedämmtes Gebäude. Die Unterseiten des Vordaches sind infolge geringerer Abstrahlung etwas wärmer (keine Wärmebrücke). Alle Fenster haben Wärmeschutzgläser, alle Gläser sind gleich. Die Fenster sind rot, weil die Farbkeil-Einstellung bezüglich Umgebungstemperatur und Gebäude ungünstig ist. Das obere Fenster erscheint kühl, weil sich der kalte Nachthimmel im Fenster spiegelt.

(PS: Auch unterschiedliche Raumtemperaturen haben einen Einfluss auf die äusseren Oberflächentemperaturen.)



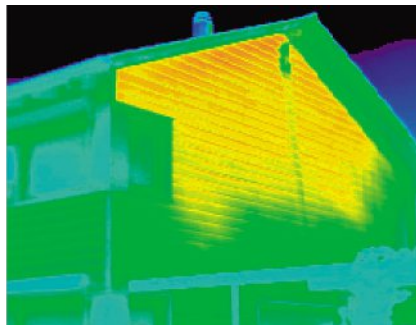
Beispiel 1

Exemple 1

### Beispiel 2

#### Massive Wärmeverluste bei dieser Hauswand! Sanierung dringend notwendig.

Tatsache ist: Die Aufnahme entstand an einem nebligen Morgen. Diffuses Sonnenlicht beginnt den oberen Teil der Ostfassade zu erwärmen. Wird der Farbkeil, die Objektposition sowie der Aufnahmetag und die Zeit nicht deklariert, so ist auch für Spezialisten nicht nachvollziehbar, ob eine Bildinterpretation plausibel ist oder nicht.



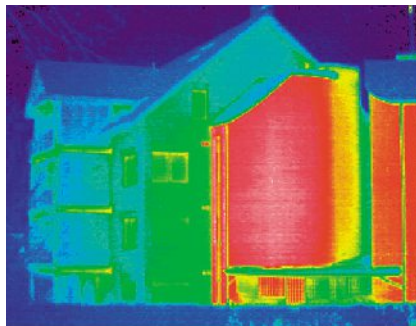
Beispiel 2

Exemple 2

### Beispiel 3

#### Massive Wärmeverluste bei diesem Betonturm. Sanierung dringend notwendig.

Tatsache ist: Die IR-Aufnahme entstand nach einer kalten Frühlingnacht. Am Vortag waren die Lufttemperaturen relativ hoch. Am frühen Morgen zeigt sich nun auf dem IR-Bild der Betonturm wegen seiner hohen Wärmespeicherfähigkeit noch immer relativ warm. Dies im Gegensatz zu den dahinter liegenden Hauswänden, die sich mit der verputzten Aussenwärmeeisolation relativ schnell an die Umgebungstemperatur anpassen.



Beispiel 3

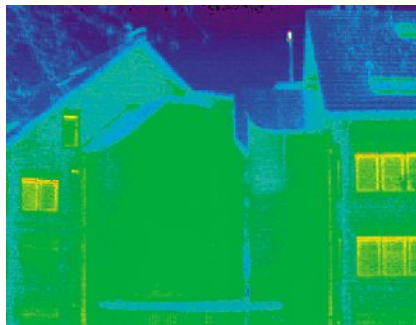
Exemple 3

### Beispiel 4

#### Den Beweis für Beispiel 3 liefert dieses Bild. >

Hier sind die Bedingungen für die IR-Aufnahmen gut, denn die Temperaturen des Vortages waren nur wenig höher als zum Zeitpunkt der IR-Aufnahme, so dass die Wärmeabgabe des Betonturmes infolge Speicherverhalten geringer war.

Folge: Eine Deklaration der Temperaturkurve über die letzten 24 Std. vor den Aufnahmen und Kenntnisse über die Baumaterialien liefern hier die unbedingt notwendigen Informationen, um eine Fehlbeurteilung verhindern zu können.



Beispiel 4

Exemple 4

### Exemple 1

#### Interprétation erronée « rouge = défaut »

Paroi extérieure bien isolée. Un pont thermique linéaire apparaît au niveau du raccordement entre le toit et le mur. Les fenêtres doivent être remplacées. Les déperditions de chaleur au niveau des fenêtres sont plus importantes au rez-de-chaussée que sous le toit.

En fait : il s'agit d'un nouveau bâtiment (de 2003) bien isolé. Le bas de l'avent est légèrement plus chaud car le rayonnement est plus faible (aucun pont thermique). Toutes les fenêtres ont des vitres de protection anti-chaaleur. Elles sont identiques. Les fenêtres sont rouges car le réglage du colorimètre ne convient pas à la température ambiante et à celle du bâtiment. La fenêtre supérieure semble fraîche car le ciel froid nocturne se reflète dans la fenêtre.

(PS : les différences de température intérieure des pièces influent sur les températures extérieures.)

### Exemple 2

#### Déperditions de chaleur importantes par mur extérieur ! Rénovation indispensable, urgente.

En fait: photo prise par un matin brumeux. La lumière diffuse du soleil commence à réchauffer la partie supérieure de la façade est. Si le colorimètre, la position de l'objet, le jour de la photo ainsi que l'heure ne sont pas mentionnés, il est difficile pour les spécialistes de constater si l'interprétation d'une image est plausible ou non.

### Exemple 3

#### Déperditions de chaleur importantes sur tour en béton! Rénovation indispensable, urgente.

En fait: photo IR effectuée en fin de nuit printanière froide. La veille, les températures de l'air étaient relativement élevées. Tôt le matin, la tour en béton semble, sur l'image IR, dégager encore de la chaleur grâce à sa capacité à conserver la chaleur. Ceci contraste avec les murs des maisons en arrière-plan disposant d'une isolation extérieure en crépis qui s'adapte relativement vite à la température ambiante.

### Exemple 4

#### < Cette image prouve ce qui ressort de l'exemple 3.

Les conditions pour les photos IR sont bonnes car les températures de la veille étaient à peine plus élevées que celles du jour de la photo. Le dégagement de chaleur de la tour en béton était moins élevé en raison de la chaleur emmagasinée.

Conclusion : une déclaration de la courbe de température au cours des dernières 24 heures avant la photo et des informations sur les matériaux de construction livrent les renseignements indispensables à des interprétations correctes.

## THERMOGRAPHIE ET PHYSIQUE DU BÂTIMENT

> spécialistes dans le secteur des économies d'énergie ignorent que la qualité et l'impact de photos IR ne sont valables que si certaines conditions concernant la création, l'exploitation et l'appréciation sont respectées. En règle générale, dans le domaine de la thermographie du bâtiment, seul un spécialiste qualifié avec des connaissances approfondies et de l'expérience dans les domaines

de la thermographie, de la physique du bâtiment et des méthodes de construction régionale est apte à réaliser ces images.

Il pourra tirer les conclusions adéquates si les interprétations des images IR sont correctes, fiables et compréhensibles. Dans le cas où des images thermiques ne seraient toutefois pas claires, il faut absolument le noter et l'expliquer dans le rapport.

#### Association suisse pour la thermographie

Pour définir les normes de qualité, l'« association suisse pour la thermographie » (theCH) [1] a été fondée par 6 membres du secteur suisse de l'industrie et des services. Les autres objectifs de l'association sont la promotion de la thermographie et de ses possibilités, la mise en valeur de nouveaux domaines d'utilisation,

l'échange d'expériences, l'entretien de contacts nationaux et internationaux, la transmission de savoir et la formation continue. La définition des normes de qualité de theCH pour les photos de bâtiment [2] se base sur la norme EN 13187 (1998) [3].

#### Exemples d'interprétations erronées

Sans disposer de connaissances spécialisées et d'expérience suffisante, il

> Bauweise notwendig. Resultieren durch nicht qualifiziertes Vorgehen Fehlinterpretationen, so wirkt sich das nicht nur für den Auftraggeber negativ aus, sondern es belastet auch das Image der Thermografie-Technik generell.

Nur wenn die Interpretationen der IR-Bilder korrekt, zuverlässig und nachvollziehbar sind, kann ein ausführender Baufachmann die richtigen Schlüsse im Hinblick auf eine Gebäudesanierung ziehen. Gibt es trotzdem einmal Wärmebilder mit Unklarheiten – das kann ab und zu vorkommen – ist dies im Bericht eindeutig festzuhalten und zu erläutern.

#### **Thermografie Verband Schweiz**

Nicht zuletzt um solche Qualitätsansprüche zu definieren wurde im Juli 2007 der «Thermografie Verband Schweiz» (theCH) [1] von 6 Mitgliedern aus der Industrie- und Dienstleistungsbranche der Schweiz gegründet. Weitere Ziele des Verbandes sind die Förderung der Ther-

## Ziel des Verbandes sind die Förderung der Thermografie und deren Möglichkeiten

mografie und deren Möglichkeiten, Erschliessung neuer Anwendungsbereiche, Austausch von Erfahrungen, Pflege nationaler und internationaler Kontakte, Wissensvermittlung und Weiterbildung.

Bei der Definition der theCH-Qualitätsansprüche für Gebäudeaufnahmen [2] dient die Norm EN 13187 (1998) [3] als Grundlage. Da aber die IR-Technik in den letzten 10 Jahren weiter fortgeschritten ist, fliessen in die Leitlinien des Verbandes auch die Erfahrungswerte und das heutige Know-how der theCH-Mitglieder ein.

#### **Verschiedene Beispiele von Fehlinterpretationen**

Ohne spezielles Fachwissen und Erfahrung ist es schwierig, in Wärmebildern all die komplexen Strahlungsmechanismen zu erkennen und sie richtig zu deuten. Die simple «rot-gleich-schlecht»-Information wird Wärmebildern nicht immer gerecht und kann zu Falschaussagen führen.

Bei den hier erläuterten Beispielen waren die Randbedingungen beim Erstellen der IR-Aufnahmen nicht immer ideal. Zudem sind auch bei der Bildbearbeitung nicht überall sinnvolle Darstellungen gewählt worden, so dass der Kommentar mit dem simplen Muster «rot-gleich-schlecht» schliesslich zur Fehlbeurteilung führt. Es ist darum unabdingbar, dass Aufnahmen, Auswertungen und Interpretationen von Wärmebildern für Gebäude nur von erfahrenen Fachleuten durchgeführt werden. Anzumerken ist hier, dass bei der Vergabe von Bauthermografie-Aufträgen die Erfahrung, das bauphysikalische Wissen und die Beachtung der Qualitätsgrundsätze klar höher gewichtet werden sollte als Zertifizierungspapiere von Kursen, die meist nur fachliche Grundlagen vermitteln. ■

est difficile de reconnaître tous les mécanismes de rayonnement complexes des images thermiques et de les interpréter correctement. L'information trop simple « rouge = défaut » n'est pas toujours juste et peut conduire à des déclarations erronées.

Les conditions existantes lors de la prise de vue IR n'étaient

pas toujours idéales dans les exemples ci-dessous. Il est à noter que lors de la commande d'une thermographie de bâtiment, l'expérience, les connaissances physiques et le respect des principes de qualité sont plus à prendre en considération que les attestations de formation. ■