

Nachvollziehbare Beurteilung von Gebäudethermogrammen mit der Methode „QualiThermo“

Christoph Tanner

*Ing.-Büro Baueck-Tanner, Irchelstrasse 28, CH-8400 Winterthur
bct@baueck-tanner.ch*

KURZFASSUNG

Jeder Gebäude-Thermograf weiss, dass die Farbkeilskalierung bei Gebäudeaufnahmen ein Schlüsselproblem darstellt. Insbesondere dann, wenn man aus IR-Aussenaufnahmen auch energetische Aussagen ableiten will. Ein Ansatz für die Problemlösung ist QualiThermo. Mit dieser Methode werden die IR-Bildskalierungen standardisiert dargestellt, indem die Spannweite der Skalierung den Temperaturdifferenzen innen-aussen angepasst wird. Damit können auch bei unterschiedlichen Meteo-Bedingungen (Aussentemperatur!) immer etwa gleichwertige IR-Bilder erzeugt und miteinander verglichen werden. Diese Methodik entstand auf empirischer Basis und wurde im Rahmen eines vom Schweizerischen Bundesamt für Energie (BFE) finanzierten Forschungsprojektes überprüft und weiterentwickelt. Im Rahmen dieses Projekts wurde auch ein Testgebäude über eine Wintersaison detailliert ausgemessen und mit zwei IR-Kameras beobachtet. Mit den gewonnenen Daten konnten anschliessend Simulationsberechnungen und Sensitivitätsanalysen durchgeführt werden, womit diejenigen Meteo-Faktoren erkannt wurden, welche für die Genauigkeit der Abschätzung von Wärmeverlusten von Bauteilen entscheidend sind. Mit dem QualiThermo-Verfahren steht dem Thermografen somit ein Instrument zur Verfügung, welches in beschränktem Rahmen vergleichbare und nachvollziehbare IR-Bildauswertungen zulässt. Aus den gewonnenen Erkenntnissen und den gesammelten Erfahrungen wurden viele Hinweise und Tipps für die Praxis abgeleitet und in einem Schlussbericht [2] ausführlich dokumentiert.

SCHLÜSSELWÖRTER

QualiThermo, Gebäude-Thermografie, Thermograf, Thermogramm-Darstellung, Skalierungsmethode, Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert).

AUSGANGSLAGE

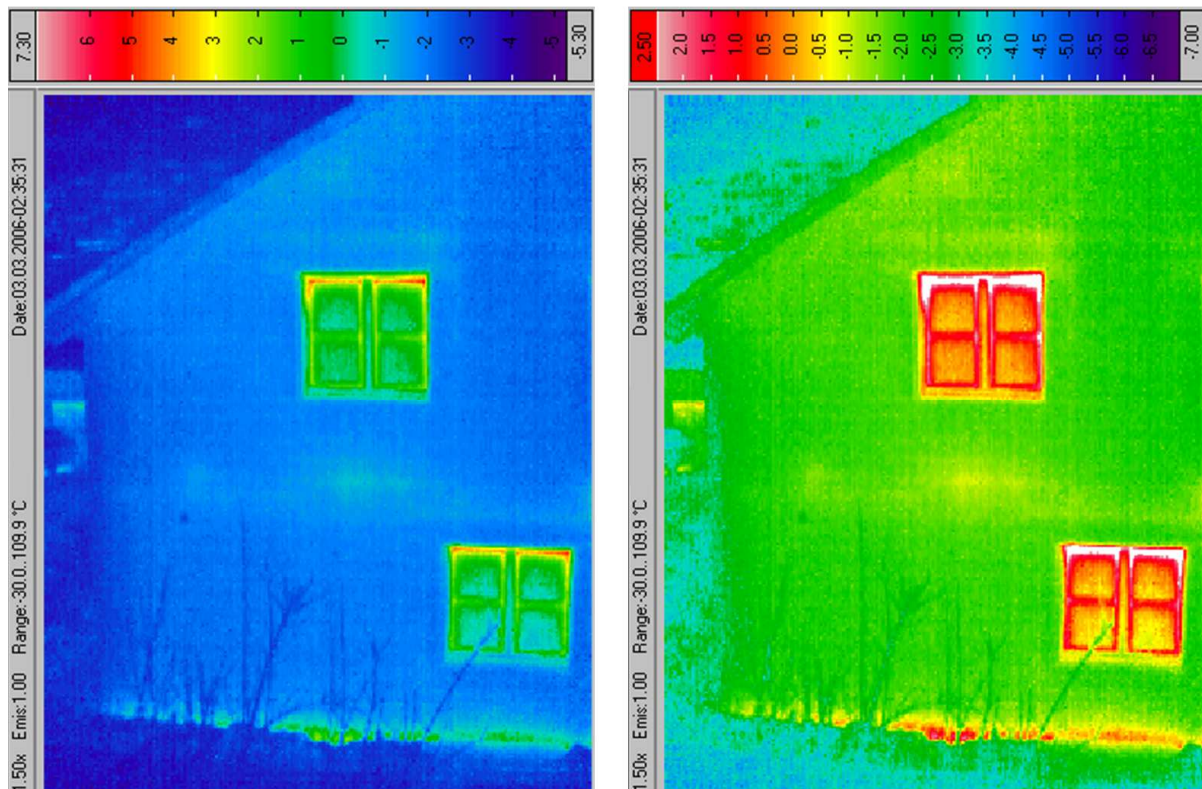
Neue Infrarot (IR)-Kameras werden immer leistungsfähiger und kostengünstiger. Da wir im Zeitalter der energetischen Gebäudesanierungen leben, sind bereits viele Thermografie-Anbieter auf dem Markt, die schnell und günstig Wärmebilder erstellen. Bei diesen Schnellverfahren bleiben allerdings die Fachkenntnisse und die seriöse Bildauswertung und -Interpretation oft auf der Strecke, und es resultieren leider oft Fehlinterpretationen.

Sollen nur verborgene Konstruktionsdetails (z.B. verputzte Holzriegel) erkannt werden, so ist dies wenig aufwändig und wenig anspruchsvoll. Sollen jedoch IR-Aufnahmen als visuelle Grundlage und Entscheidungshilfe für ein Sanierungskonzept dienen oder bei einem Neubau als energetische Qualitätskontrolle mit sichtbarem Beleg, so beinhaltet dies teilweise quantitative Beurteilungen mit viel höheren Anforderungen an den Thermografen. In solchen Fällen sind bei den Vorbereitungen, den Aufnahmen, den Auswertungen und den Interpretationen der IR-Bilder viele Punkte zu beachten, die einen erheblichen Zeitaufwand mit sich bringen.

Fakt ist, dass heute sehr viele Gebäude mit wenig Aufwand thermografiert werden, wobei dann trotzdem sorglos Angaben zu Energieverlusten von Bauteilen abgeleitet werden. Ergeben sich daraus falsche Entscheidungen für die Sanierung, so kommt das günstige Schnellverfahren den Hauseigentümer teuer zu stehen.

IDEE ZUR STANDARDISIERUNG DER IR-BILDDARSTELLUNG

Eine IR-Aufnahme ist eine radiometrische Messung. Das Resultat ist eine Zahlenmatrix, aus der mittels farbkodierter Darstellung ein Falschfarbenbild erzeugt wird. Für die IR-Bilderzeugung muss also zuerst eine Farbpalette und eine Temperaturskalierung festgelegt werden. Dafür gibt es aber keine Normen oder Richtlinien, die beschreiben, wie intensiv gewisse Schwachstellen dargestellt werden sollen. Konsequenz: Jeder Thermograf erstellt die IR-Bilder individuell nach seinen eigenen Empfindungen und Erfahrungen. Wird eine Fassade von 3 verschiedenen Thermografen aufgenommen, so resultieren 3 unterschiedliche Wärmebilder. Aber damit nicht genug, denn 3 Tage später, bei einer kälteren Aussentemperatur, gäbe es 3 weitere Varianten. Da Wärmebilder via deren Farbwirkung vorwiegend emotional bewertet werden (nach dem Muster rot = schlecht), ist eine subjektive Bildskalierung höchst problematisch. Dies kann dazu führen, dass Fenster ersetzt werden, weil deren Rahmen in einem Thermografiebericht rot erscheinen. In einem anderen Bericht erscheinen gleiche Rahmen gelb oder grün und werden als akzeptabel beurteilt. Musterbeispiel: Siehe Bilder 1a und 1b.



Bilder 1a und 1b: Aus einer einzelnen IR-Aufnahme generierte IR-Bilder mit unterschiedlichen Temperatur-Skalierungen: Links eine Darstellung mit grosser Spannweite der Skalierung (= geringe Empfindlichkeit), rechts eine kleine Spannweite (= hohe Empfindlichkeit).

Aus diesen Erkenntnissen kam die Idee, das zentrale Element für die Bilddarstellung - die Skalierung des Farbkeils - zu standardisieren. Einzige Norm, die in Anlehnung zur Thematik beigezogen werden kann, ist die EN 13187 [1]. Darin ist u.a. zu lesen: *„Die Auswertung von Thermogrammen, die bei instationären Bedingungen gewonnen werden, erfordert einen hohen Grad an Erfahrung und Fachwissen über Bauphysik.“* Zudem werden Referenzbilder, Berechnungen, Laboruntersuchungen oder Erfahrungswerte gefordert, die zum Vergleich eine klar bekannte oder berechnete Situation zeigen sollen.

Die ersten Versuche mit einem Standardisierungs-Tool entstanden bei QC-Expert AG bereits 2006. Um diese Umsetzung der Idee weiter entwickeln zu können, wurde 2008 das vom Schweizerischen Bundesamt für Energie (BFE) finanzierte Forschungsprojekt *„Energetische Beurteilung von Gebäuden mit Thermografie und der Methode QualiThermo“* lanciert. Ziel war es, mittels Messungen und Simulationsberechnungen an einem Testgebäude die empirische Methode, nun „QualiThermo“ genannt, zu überprüfen und die wichtigsten Parameter für die Genauigkeit zu erkennen. Dafür wurden vor allem die kritischen Meteo-Einflussfaktoren untersucht. Mit Simulationen und Sensitivitätsanalysen wurden soweit möglich, Grenzen definiert, unter welchen Bedingungen IR-Aufnahmen und energetische Beurteilungen noch akzeptabel sind.

Es war jedoch klar, dass nicht alle Einflüsse (vgl. Einflussfaktoren Tabelle 1) wissenschaftlich detailliert untersucht werden können. Es galt deshalb, pragmatische Ansätze anzunehmen, um innert nützlicher Frist möglichst viele praxisrelevante Erkenntnisse abzuleiten. Die hier vorgestellten Resultate stammen hauptsächlich aus diesem Forschungsprojekt, an dem die Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), die Hochschule Luzern (Technik und Architektur, ZIG) sowie QC-Expert AG, ein Spin-off der Empa, beteiligt waren.

Eine Kofinanzierung des Projekts erfolgte u.a. durch den Thermografie Verband Schweiz (theCH), wo auch der BFE-Schlussbericht [2] bezogen werden kann (www.thech.ch). Eine ausführliche Zusammenfassung der Projektarbeiten findet sich ausserdem in einem Aufsatz der Zeitschrift „Bauphysik“ Heft 6/2011 [3].

Der Name „QualiThermo“ ist markenrechtlich geschützt. (Registereintrag beim Eidgenössischen Institut für geistiges Eigentum, vom 12.03.2009, Nr. 584'146). Wer den Begriff „QualiThermo“ verwendet, verpflichtet sich, die Methode gemäss den aktuellen Beschreibungen anzuwenden und alle notwendigen Randbedingungen, insbesondere die Meteo-Daten, zwecks Nachvollziehbarkeit zu deklarieren.

EINFLUSSFAKTOREN

Wie gut sich IR-Aufnahmen durchführen, auswerten und interpretieren lassen, hängt von vielen verschiedenen Faktoren ab. Tabelle 1 enthält eine Übersicht dazu. Es ist die Kunst des Thermografen, dem Auftrag entsprechend und situationsgerecht die wichtigsten Faktoren und deren Auswirkungen zu erkennen und darauf angemessen zu reagieren.

Tabelle 1: Zusammenstellung der Einflussfaktoren bei der Gebäude-Thermografie.

<p>Meteo</p> <p>Aktuelle Luft- und Strahlungstemperatur Aktueller Gradient (momentane Temperaturveränderung) Temperaturverlauf (vergangene 48 h) Solarer Strahlungsverlauf (vergangene 48 h) Momentaner Bewölkungsgrad Momentane Temperatur des Himmels Momentane und vergangene Windstärke Windrichtung Luftfeuchtigkeit Niederschläge / Intensität von Schnee, Regen</p>	<p>Kamera/Technik</p> <p>Leistungsdaten der IR-Kamera</p> <p>Anzahl Pixel (Auflösung) Messunsicherheit Drift oder Offset der Kamera (gekühlt/ungekühlt?) Wartung/Kalibrierung Volle Bildschärfe garantiert?</p> <p>Auswertesoftware</p> <p>Bildwiedergabe mit notwendigen Daten? Individuelle oder automatische Bildgenerierung Verwendung von QualiThermo</p>
<p>Objekt</p> <p>Gebäudekonstruktion</p> <p>Konstruktionen bekannt (z.B. hinterlüftete Fassaden)? Materialien bekannt (mit/ohne Wärmedämmung)? Emissionsverhalten der Oberflächen? Wärmedurchgang bekannt? Struktur der Fassaden (Verwinkelungen) Gebäudealter Sanierungen / Umbauten EFH - MFH - Industrie - Lager etc.</p> <p>Gebäudeumgebung</p> <p>Hanglage Variable Messdistanzen möglich? (→ Messfleckgrösse!) Störende Vegetation? (Bäume, Hecken, Spalier etc.) Störstrahlung aus Umgebung? (Nachbar, Stadt?) Distanz zu Nachbargebäuden Bewohner informiert und instruiert?</p> <p>Betriebszustand / Nutzung</p> <p>Innentemperaturen ($21 \pm 1^\circ\text{C}$)? Bewohner anwesend? Beheizung mit Nachtabsenkung? Unbeheizte Räume?</p>	<p>Dienstleister, Subjektives</p> <p>Zweck der IR-Aufnahmen</p> <p>Visualisierung von Schwachstellen Energetische Beurteilungen Aussen- oder/und Innenaufnahmen IR „nur“ zur Unterstützung von anderen Messungen</p> <p>Ausbildung / Erfahrung</p> <p>Bauphysik Energieberatung Baukonstruktion Kameratechnik Erfahrung?</p>

FUNKTION UND METHODIK VON QualiThermo

Definitionen für QualiThermo

Um bei verschiedenen Aussentemperaturen mit der Methode QualiThermo immer gleiche Farben (bzw. gleich wirkende Bilder) eines Objektes erzeugen zu können, müssen bei der IR-Bildgestaltung verschiedene Anforderungen erfüllt sein. Eine Grundvoraussetzung ist, dass sich das Gebäude in einem quasi-stationären Zustand befindet. D.h. es soll möglichst frei von Störeinflüssen sein, wie beispielsweise von kürzlicher Solareinstrahlung, Windeinflüssen, Nässe durch Regen, etc. Die Solarstrahlung ist auch der Hauptgrund, warum IR-Aussenaufnahmen grundsätzlich nur in der 2. Nachthälfte und idealerweise bei bewölktem Himmel erstellt werden

QualiThermo kann auch für IR-Innenaufnahmen verwendet werden. Dabei gelten die analogen Definitionen, allerdings bezogen auf die Innenseite (siehe Bild 2, graue Linien oben). Für IR-Innenaufnahmen sind die aktuellen Meteo-Daten weniger relevant, dafür braucht es genauere Innentemperaturen.

QualiThermo ist kein Wunderding! Es ist lediglich eine einfache Umsetzung der beschriebenen Idee. Das Werkzeug, basierend auf einem Excel-File, dient primär für IR-Aussenaufnahmen, ist aber ebenso einsetzbar für Innenaufnahmen.

Funktionsbeispiel

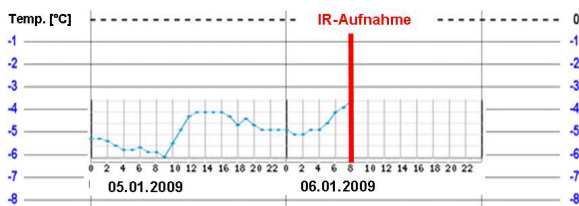


Bild 3: Wärmebild eines alten MFH mit ungedämmtem Backsteinmauerwerk. Temperatur-Skalierung mit QualiThermo. Darunter der Aussentemperaturverlauf der nächstgelegenen Meteo-Station.

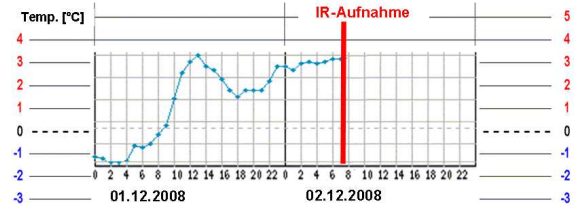
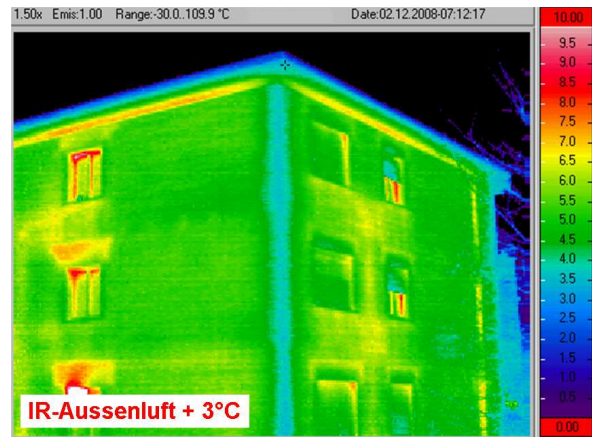


Bild 4: Wärmebild des gleichen Gebäudes, jedoch bei einer anderen Aussentemperatur. Skalierung ebenfalls mit QualiThermo. Darunter der entsprechende Aussentemperaturverlauf.

Die Bilder 3 und 4 zeigen das gleiche, alte MFH. Obwohl die zwei IR-Aufnahmen bei ganz unterschiedlichen Aussentemperaturen entstanden, konnten mittels QualiThermo gleichwertige Bilddarstellungen erzeugt werden. Dabei ist erkennbar, dass es sich um ein ungedämmtes Mauerwerk mit einem U-Wert im Bereich von ca. 1.2 bis 1.5 W/m²·K handelt. Die Fenster zeigen nur mässige Wärmeverluste. Es dürfte sich also um 2-IV-Gläser mit WS handeln, was bedeutet, dass die Fenster in den letzten Jahren einmal ersetzt wurden.

Weitere Beispiele, was mit Wärmebildern alles erkannt werden kann, zeigt die Dokumentation „Infrarotaufnahmen von Gebäuden“ [5]. Dort sind die meisten Aufnahmen bereits nach dem Prinzip von QualiThermo dargestellt.

Anpassungen der Skalierung

Wie erwähnt, herrschen optimale Aufnahmebedingungen, wenn sich das Gebäude in einem quasi-stationären Zustand befindet. Dies ist in der Praxis jedoch kaum je der Fall, da sich die Oberflächentemperaturen infolge ständig wechselnder Meteorologischen Bedingungen dauernd verändern. Im Rahmen des BFE-Projekts wurden dazu umfangreiche Untersuchungen gemacht, beispielsweise wie die Strahlungstemperatur der Aussenumgebung berücksichtigt werden kann (vor allem wirksam bei klarem oder nur teilweise bewölktem Nachthimmel) oder welche Auswirkungen die Faktoren Wind und Temperatur-Gradient haben. Ob sich ein klarer Nachthimmel einstellt, hängt von der Genauigkeit der Meteorologischen Prognosen ab. Somit lässt sich nicht verhindern, dass sich ab und an ungünstige Situationen ergeben, insbesondere in Bergregionen, wo es kaum Hochnebel gibt. Es ist deshalb sinnvoll, in jedem Fall die wichtigste Strahlungskomponente, die Himmelstemperatur, während den Aufnahmen zu bestimmen. Daraus kann bei Bedarf eine Anpassung der Skalierung abgeleitet werden. Bei plausibler Begründung können solche Anpassungen auch für andere Ursachen, wie z.B. für das träge Verhalten einer Betonkonstruktion, angewendet werden. Grundsätzlich sind jedoch günstige Aufnahmebedingungen anzustreben und Skalierungsanpassungen sollten nur in Ausnahmefällen vorgenommen werden.

Interpretationsschlüssel

Werden die Kriterien und Bedingungen von QualiThermo eingehalten, so können den Bauteilen anhand der Farben in beschränktem Rahmen Energieverluste zugeordnet werden. Ein möglicher „Interpretationsschlüssel“ dazu ist unten in Bild 5 dargestellt. Der Schlüssel ist ein pragmatischer, unscharfer Ansatz, gültig für „ausgezeichnete“ oder „gute“ Aufnahmebedingungen!

Achtung: Werden Spiegelungen (z.B. bei Fenstergläsern), lokale Meteorologische Ereignisse und Konstruktionsgegebenheiten nicht beachtet, so können trotz Standardisierung Fehlinterpretationen entstehen. An lokalen Stellen (z.B. bei Wärmebrücken) kann deshalb nicht ohne zusätzliche Informationen einfach ein U-Wert abgeleitet werden. Hier sind bauphysikalisches Wissen und Erfahrung entscheidend. Unbedingt zu beachten sind zudem die Hinweise im Abschnitt „Unsicherheiten und Toleranzen“.

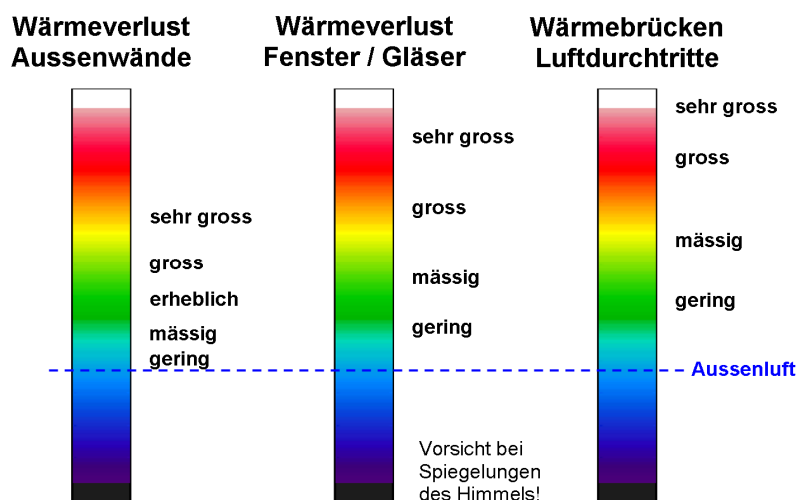


Bild 5: Mögliche Formulierungen als Interpretationsschlüssel für Bauteil-Bewertungen, basierend auf der QualiThermo-Farbkeilskalierung.

Der „Interpretationsschlüssel“ ist relativ, also bezogen auf das Potenzial des Bauteils. Bei Abschätzungen zum Gesamtenergieverlust sind auch die Flächenanteile zu beachten. „Erhebliche“ Wärmeverluste der Wände können summarisch viel höhere Energieverluste ergeben, als eine Haustür oder eine Wärmebrücke mit „grossen“ Verlusten.

Ob eine Bewertung nachvollziehbar und plausibel ist, hängt entscheidend von der Art der Berichterstattung ab. Deshalb beschreibt auch die EN 13187 [2], was in einem Untersuchungsbericht alles anzugeben ist. Das BFE-Projekt zeigt weitere wichtige Faktoren, die bei der Anwendung von QualiThermo zu deklarieren sind. Solche Angaben sind für den Fachmann von grosser Bedeutung, was auch in den Qualitätsstandards für Thermografieaufnahmen erläutert wird, siehe z.B. theCH [6].

DIE METEO-SCHLÜSSELFAKTOREN

Will man energetische Interpretationen von IR-Bildern ableiten, so braucht es vor- und während den IR-Aufnahmen spezielle, stabile Meteo-Bedingungen.

Ein reales Gebäude ist jedoch immer einer Temperaturdynamik unterworfen, und es gilt sicher zu stellen, dass mindestens die wesentlichsten Faktoren „unter Kontrolle“ sind. Folgende Daten sind deshalb für die Nachvollziehbarkeit von Aussagen zu Wärmebildern unerlässlich und deshalb zu erfassen, zu speichern und zu deklarieren. Beispiele der Datenerfassung aus dem Internet, siehe Bilder 3, 4, 6a, 6b.

- **Aktuelle Lufttemperatur** (muss mit der IR-Kamera ermittelt werden!)
- **Momentaner Bewölkungsgrad / Momentane Himmelstemperatur**
- **Windstärke, Windrichtung**
- Niederschläge / Intensität von Schnee, Regen *)
- **Temperaturverlauf** (vergangene 48 h)
- **Solarer Strahlungsinput vom Vortag**
- Luftfeuchtigkeit

*) Leichter Regen ist für IR-Aufnahmen OK, solange die Fassaden nicht nass werden.

Liegt keine klare Information über die fett gedruckten Faktoren vor, so ist eine IR-Bildinterpretation kaum nachvollziehbar.

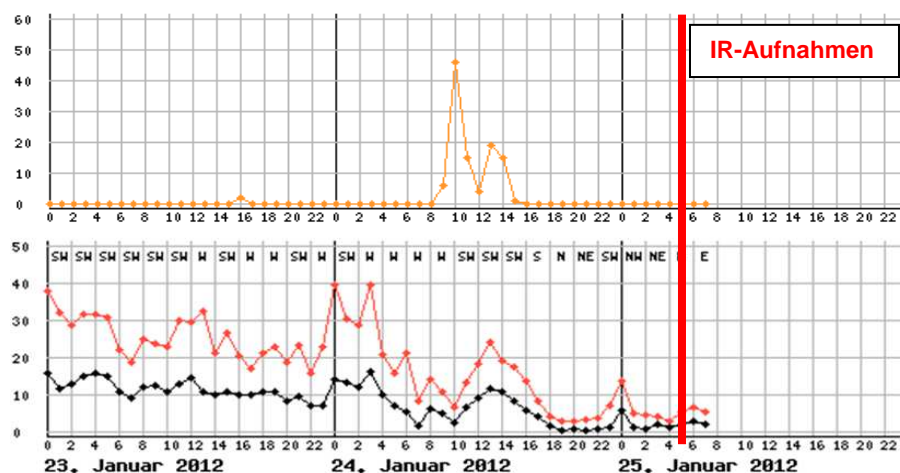


Bild 6a:
Deklaration der
Sonnenscheindauer
Bsp: Zürich-Affoltern

Bild 6b:
Deklaration der
Windgeschwindigkeit
Bsp: Zürich-Affoltern

Bsp. mit Temperaturen
siehe Bilder 3 und 4.
Datenquelle: [7]

UNSICHERHEITEN UND TOLERANZEN BEI AUSSAGEN ZUM U-WERT

Bei der Anwendung der Thermografie am Bau müssen grundsätzlich zwei Problemkreise berücksichtigt und getrennt voneinander analysiert werden:

1. Bestimmung der „wahren“ Oberflächentemperaturen.
2. Interpretation der Oberflächentemperaturen bezüglich Wärmedämmvermögen des Bauteils unter Berücksichtigung aller gegebenen Randbedingungen.

Für diese Aufgaben sind bauphysikalische Kenntnisse zum instationären Wärmedurchgang erforderlich. Es muss beurteilt werden, wie nahe sich ein Bauteil beim quasi-stationären Zustand befindet. Dazu benötigt man qualitative Angaben zur thermischen Vergangenheit und es sind diverse Meteo-Informationen erforderlich (Lufttemperatur, Luftfeuchte, Windeinwirkung, kurz- und langwellige Strahlungszustände), aber auch Hinweise über den Aufbau der Konstruktion.

Will man nun aus IR-Bildern auf Grund der Oberflächentemperaturen U-Werte ableiten, so haben die Unsicherheit der Messungen sowie die Interpretation der Oberflächentemperaturen einen entscheidenden Einfluss auf die Genauigkeit der Aussage. Bei einer definierten, akzeptierten Toleranz der Oberflächentemperatur und einem bekannten Wärmeübergangskoeffizienten aussen, kann die Unsicherheit des abgeschätzten U-Wertes ermittelt werden (siehe Bild 7). Details zur Berechnung siehe [2].

Im BFE-Projekt wurden Betrachtungen mit 3 Toleranzgrenzen $\Delta\vartheta_{se}$ durchgeführt:

- ± 0.3 K für ausgezeichnete Aufnahmebedingungen
- ± 0.5 K für gute Aufnahmebedingungen
- ± 1.0 K für mässige Aufnahmebedingungen

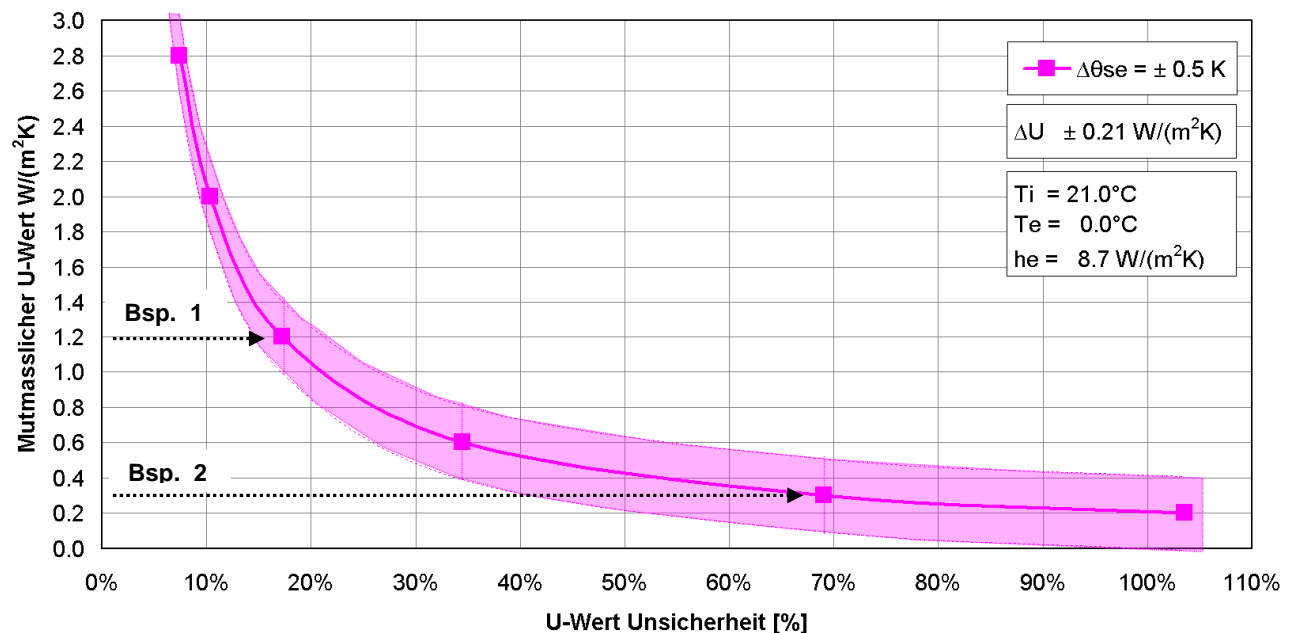


Bild 7: Genauigkeit einer U-Wert-Bestimmung mit der Toleranzgrenze ± 0.5 K. Grundsätzlich lässt sich daraus erkennen, dass die Aussage umso unsicherer wird, je besser ein Bauteil gedämmt ist. Weitere Definitionen und Berechnungsgrundlagen siehe [2].

Beispiel 1 zu Bild 7: Eine alte, ungedämmte Wandkonstruktion mit einem U-Wert im Bereich von $1.2 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ ist meist klar erkennbar. Die Unsicherheit der Aussage beträgt ca. $\pm 17 \%$. Bei einer Toleranz von $\pm 1 \text{ K}$ wären es jedoch bereits ca. $\pm 35 \%$!

Beispiel 2 zu Bild 7: Bei gut gedämmten Wänden ($U < 0.3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$) ist die Oberflächentemperatur nahe an der Aussentemperatur und wird von den Meteorologischen Bedingungen - relativ gesehen - stark beeinflusst. Deshalb liegt die Unsicherheit bei $\pm 70 \%$ und steigt bei einer Toleranz $\pm 1.0 \text{ K}$ sogar auf 140% !

Hinweis: Die Messunsicherheit der IR-Kamera muss sinnvollerweise innerhalb der definierten Toleranzgrenze liegen. Dies wird bei QualiThermo methodisch dadurch erreicht, indem die zu bestimmende Lufttemperatur ebenfalls mit der IR-Kamera gemessen wird (= „IR-Lufttemperatur“, Verfahren dazu siehe [2]). Damit basieren alle Messungen auf dem gleichen Messmittel und ein systematischer Fehler zur „wahren“ Temperatur entfällt.

Referenzen

- [1] EN 13187:1998, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Qualitativer Nachweis von Wärmebrücken in Gebäudehüllen - Infrarot-Verfahren* (ISO 6781:1983 modifiziert). Brüssel: CEN 1998.
- [2] Tanner, Ch., Lehmann, B., Frank, Th., Schlussbericht 2011, *Energetische Beurteilung von Gebäuden mit Thermografie und der Methode QualiThermo*, Bern: Bundesamt für Energie (BFE).
- [3] Tanner, Ch., Lehmann, B., Frank, Th., Ghazi Wakili K., 2011, *Vorschlag zur standardisierten Darstellung von Wärmebildern mit QualiThermo*, Bauphysik, Heft 6 / 2011.
- [4] Software PicWIN-IRIS Version 7.1, ebs-thermography München, Deutschland
- [5] Tanner, Ch.: 2009, *Infrarotaufnahmen von Gebäuden. Erläuterungen und Hintergründe zu den am meisten beobachteten Problemstellen bei Wärmebildern von Gebäude-Aussenaufnahmen*. Thermografie Verband Schweiz, www.thech.ch
- [6] *Qualitätsstandard Bau*, Thermografie Verband Schweiz (theCH), www.thech.ch/de/publikationen-literatur/normen-und-richtlinien
- [7] MeteoSchweiz: www.meteoschweiz.admin.ch/web/de/wetter/aktuelles_wetter.html