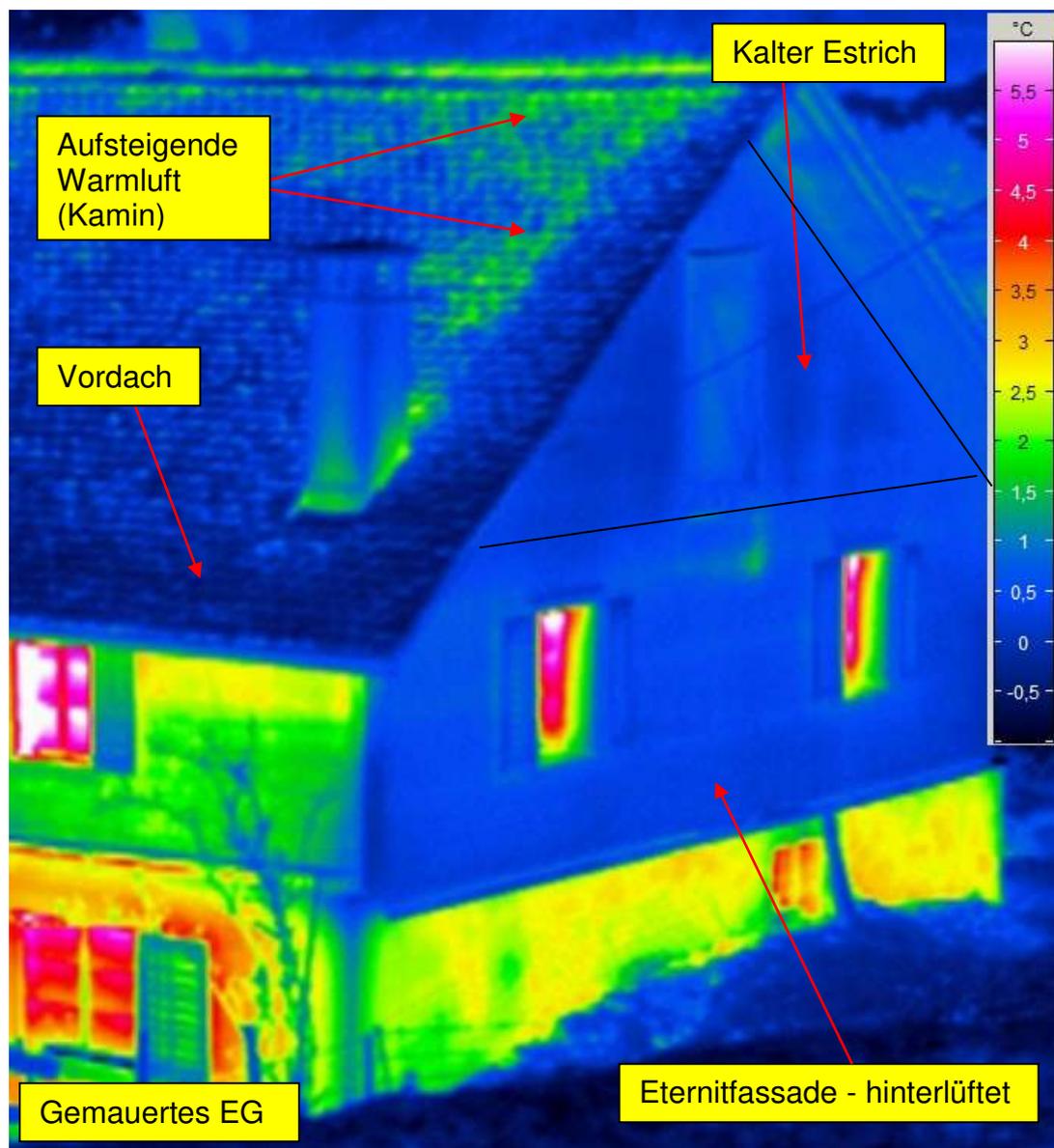


# Thermografiebilder Richtig interpretieren und verstehen

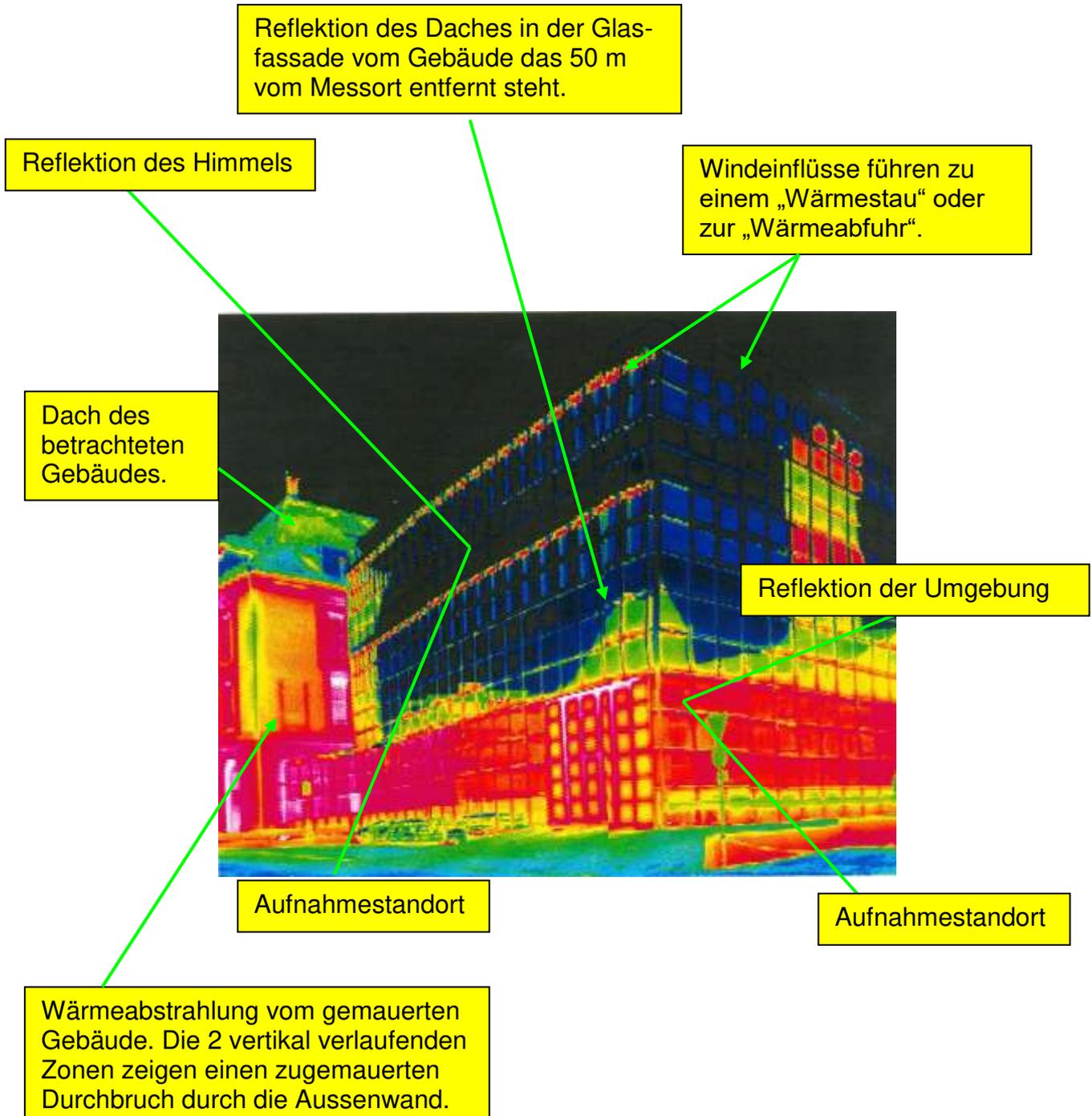


Das Infrarotbild zeigt die Wärmeabstrahlungen auf Gebäudeoberflächen in einer farb- oder grauwert- kodierten Skala. Blau entspricht einer tieferen- , rot/weiss einer höheren Wärmeabstrahlung.

## Beispiel 1

In der Glasfassade des Gebäudes spiegelt sich alles aus der Umgebung weil „Glas“ im infraroten Spektralbereich wie ein Spiegel im sichtbaren Bereich wirkt.

Reflektionen haben keinen Zusammenhang mit der Wärmeabstrahlung eines Gebäudes!



Ein Infrarotbild ist nur dann hilfreich, wenn Antworten zu einer klaren Fragestellung gesucht werden.

**Die Ausgangslage für die wärmetechnische Einstufung eines Gebäudes ist die Gebäudeanalyse.**

Darin sind alle am Energieverbrauch eines Hauses beteiligten Elemente enthalten, d.h. die Haustechnik, die Bautechnik und auch der Bewohner.

Wärmebildmessungen (Thermografie) stellen dann eine objektive Hilfe dar, wenn sie richtig ausgeführt und interpretiert werden.

Am Objekt gemessene U-Werte ermöglichen die Überprüfung vertraglich festgelegter Vereinbarungen- und eine unbestechliche Beurteilung der Bauteile in Bezug auf die Wärmedämmung. Sie sind für alle am Bau Beteiligten von Interesse.



**Grundsätzlich ist der Königsweg das richtige Vorgehen zur nachhaltigen Steigerung der Energie- Effizienz.**

**Die Gebäudeanalyse zeigt auf, wo welche Energiemengen verloren gehen und wie sich Verbesserungen auf den Energieverbrauch auswirken.**

**Wärmebildmessungen sind dann hilfreich, wenn sie gezielt eingesetzt werden um Aussagen in Zusammenhang mit der Gebäudeanalyse zu untermauern oder zu bestätigen.**

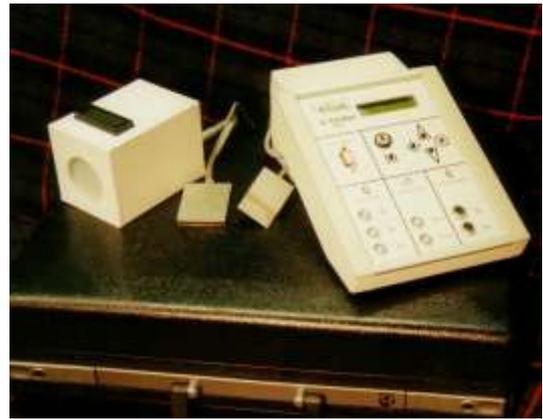
Im Rahmen der Anstrengungen um einen rationellen Energiehaushalt und im Rahmen der Produkthaftpflicht bestehen für den Wohnungs-, Gewerbe- und Industriebau Vorschriften über den U-Wert einer ganzen Konstruktion oder der Einzelbauteile.

Die Vorschriften über den Wärmeschutz und die Luftdurchlässigkeit der Gebäudehülle oder von Bauteilverbindungen müssen grundsätzlich eingehalten werden. Die Gesetzgebung sowie Empfehlungen der Berufsverbände entsprechen dem heutigen Stand der Technik.

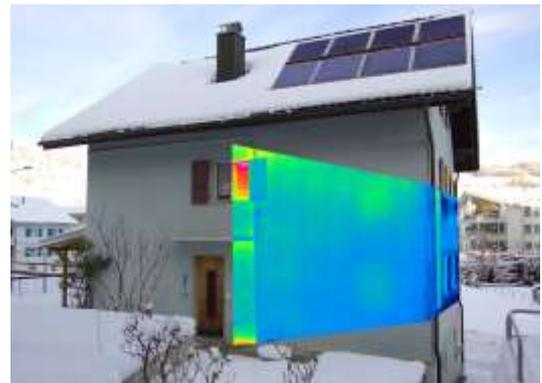
Moderne Messgeräte erlauben es, die Wärmedämmeigenschaft oder die Luftundichtigkeit am fertigen Objekt zu überprüfen oder an einem bestehenden Objekt zu messen.

Der **U-Wert- Tester** wird dort eingesetzt, wo U-Werte von Einzelbauteilen festgestellt oder nachgewiesen werden müssen.

Verschiedene Fühler werden am zu untersuchenden Bauelement angebracht. Die Daten werden laufend abgespeichert sodass nach etwa 24 Stunden Messzeit ein U- Wert wie er am Bauteil ist, extrahiert werden kann.



Die **Wärmebildtechnik** (Thermografie) wird dort eingesetzt, wo Temperaturverteilungen grossflächig erfasst und bewertet werden müssen. Wärmebildsysteme liefern Thermogramme, welche auf jedem Rechner verarbeitet werden können.



**IR- Handmessgeräte** werden zur groben Kontrolle oder zur berührungslosen Erfassung von Temperaturwerten in den kritischen Bereichen eingesetzt.

Die Geräte sind einfach in der Handhabung und können von jedem, der Temperaturen messen muss, verwendet werden.



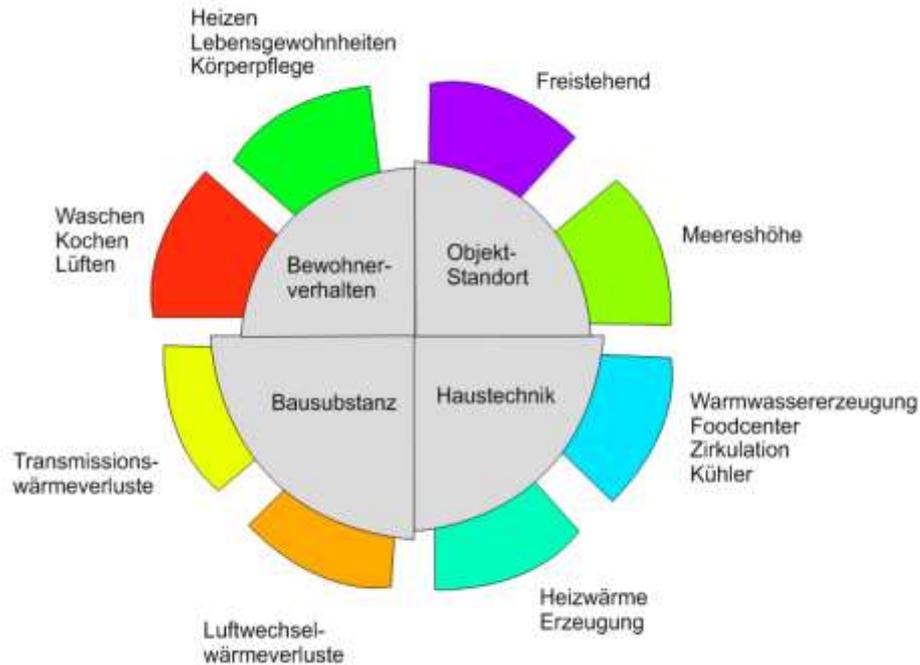
**Fragen Sie nach weiteren Informationen, wir stellen Ihnen diese gerne zur Verfügung oder beantworten auch gerne Ihre offenen fragen.**

### 3. Gründe für Wärmemessungen:

Wenn sich Bauteile im Verbund aus Planungs-, Ausführungs- oder Materialgründen nicht so verhalten, wie dies aufgrund der getroffenen Annahmen zu erwarten gewesen wäre, ist der Einsatz messtechnischer Verfahren empfehlenswert. In diesen Fällen liefern Wärmemessungen Ergebnisse über die tatsächliche Situation mit dem geringst möglichen Aufwand.

Auf den Energieverbrauch eines Gebäudes wirken sich die Bauhülle (Wärmedämmung und Luftdichtigkeit), die Wärmeenergieerzeugung (Heizung, Warmwasser- und Wärmeverteilung) sowie das Benutzerverhalten massgeblich aus. Die folgende Darstellung zeigt, dass nur der Objektstandort nicht beeinflusst werden kann, die übrigen Anteile jedoch schon. Die

Grafik zeigt, dass Thermogramme von der Aussenseite eines Gebäudes nur Aufschluss über die Transmissionswärmeverluste geben.



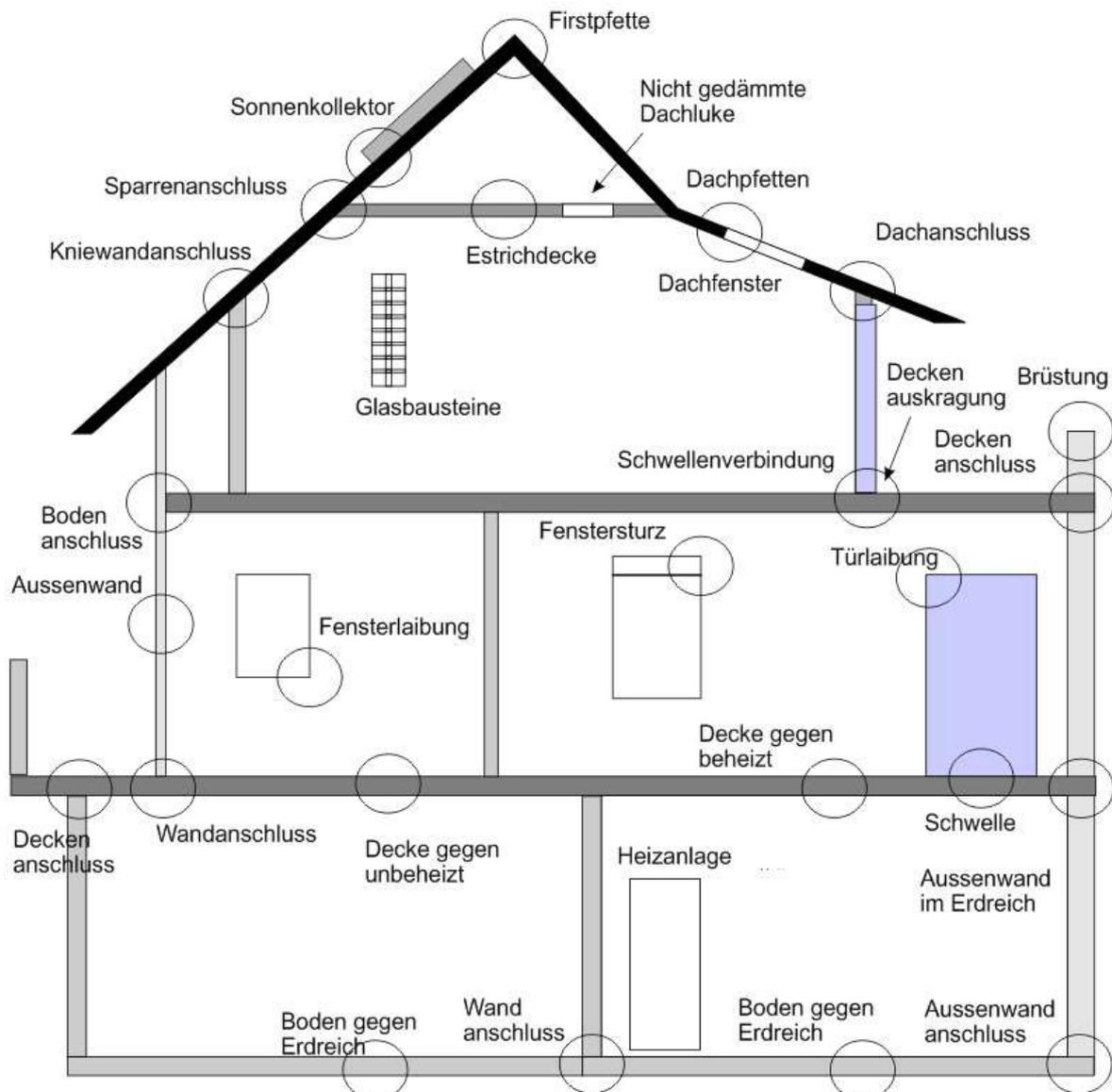
Nur die komplette Gebäudeanalyse unter Beachtung aller Faktoren liefern die notwendigen Informationen für die Ausarbeitung von Empfehlungen zur Verbesserung der Energie-Effizienz weil darin die technischen Einrichtungen sowie die Luftdichtigkeit und das Benutzerverhalten durch einen Fachmann beurteilt werden.



Die Thermografie wird in der Regel gezielt eingesetzt, um noch offene Fragen, die sich aus der Gebäudeanalyse ergeben, zu klären oder um einen Nachweis über die Qualität ausgeführter Arbeiten am Objekt zu erbringen.

## Wärmemessungen am Bau

Die Thermografie wird bereits seit mehr als 30 Jahren im Bauwesen eingesetzt um wärmetechnische Zusammenhänge bildlich darzustellen. In den letzten Jahren haben sich die Geräte- und die Anwendungstechnik stürmisch entwickelt.



Der U-Tester liefert exakte Angaben über den Wärmestrom an den Orten, wo die Fühler montiert worden sind.

Das Infrarot-Handmessgerät dient zur schnellen Überprüfung einer Konstruktion in den neuralgischen Zonen. (Beachte die Skizze oben) Werden grosse Temperaturunterschiede festgestellt, werden weitere Messungen empfohlen.

Die Thermographie liefert nur dann hilfreiche Aussagen, wenn sie richtig angewendet wird und wenn die Bilder durch erfahrene Fachleute interpretiert werden.

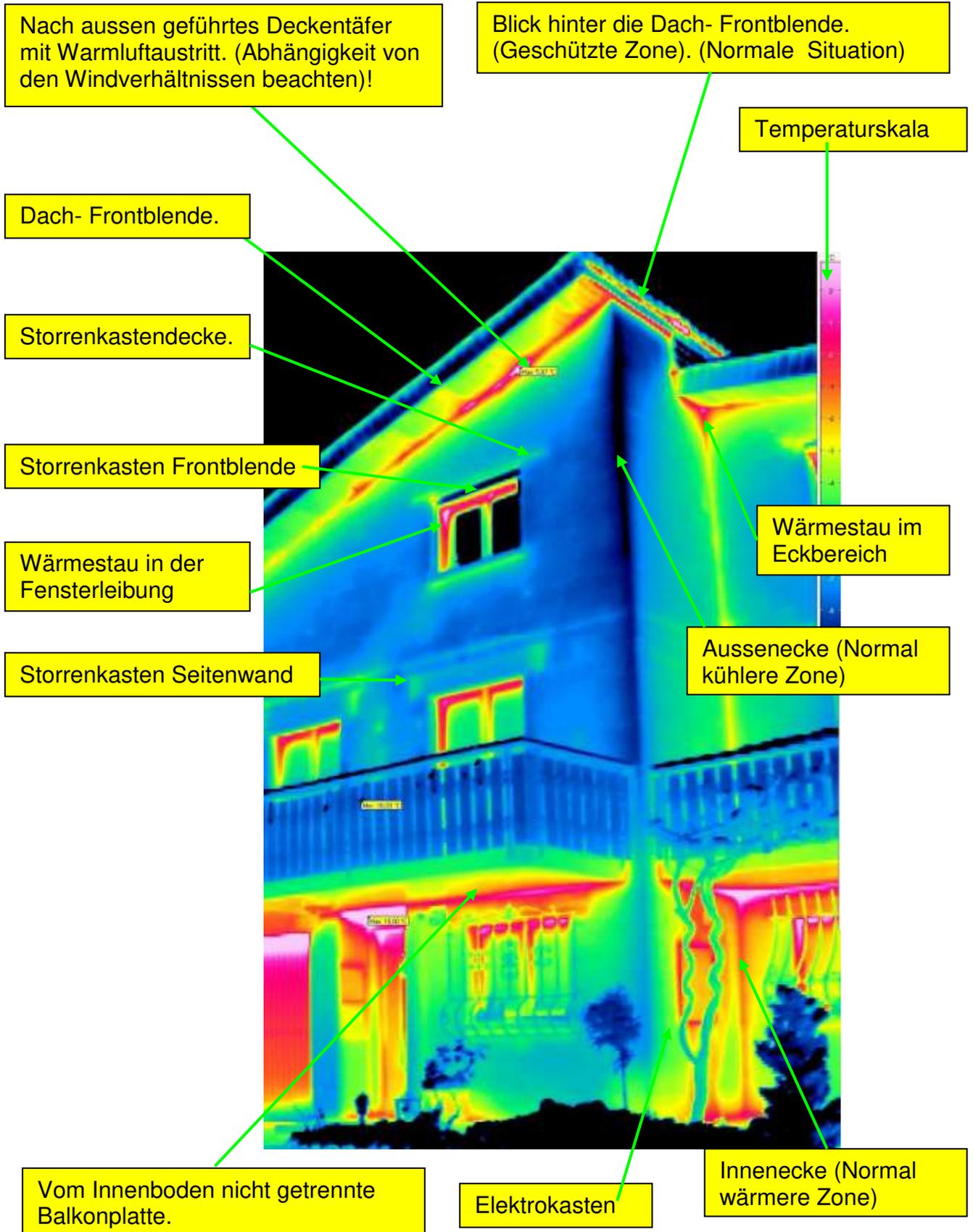
**Das absolut Wichtigste bei der Verbesserung der Energie- Effizienz ist:**

**Systematisch vorgehen und die Gebäudeanalyse an den Anfang zur nachhaltigen Steigerung der Energie- Effizienz stellen.**

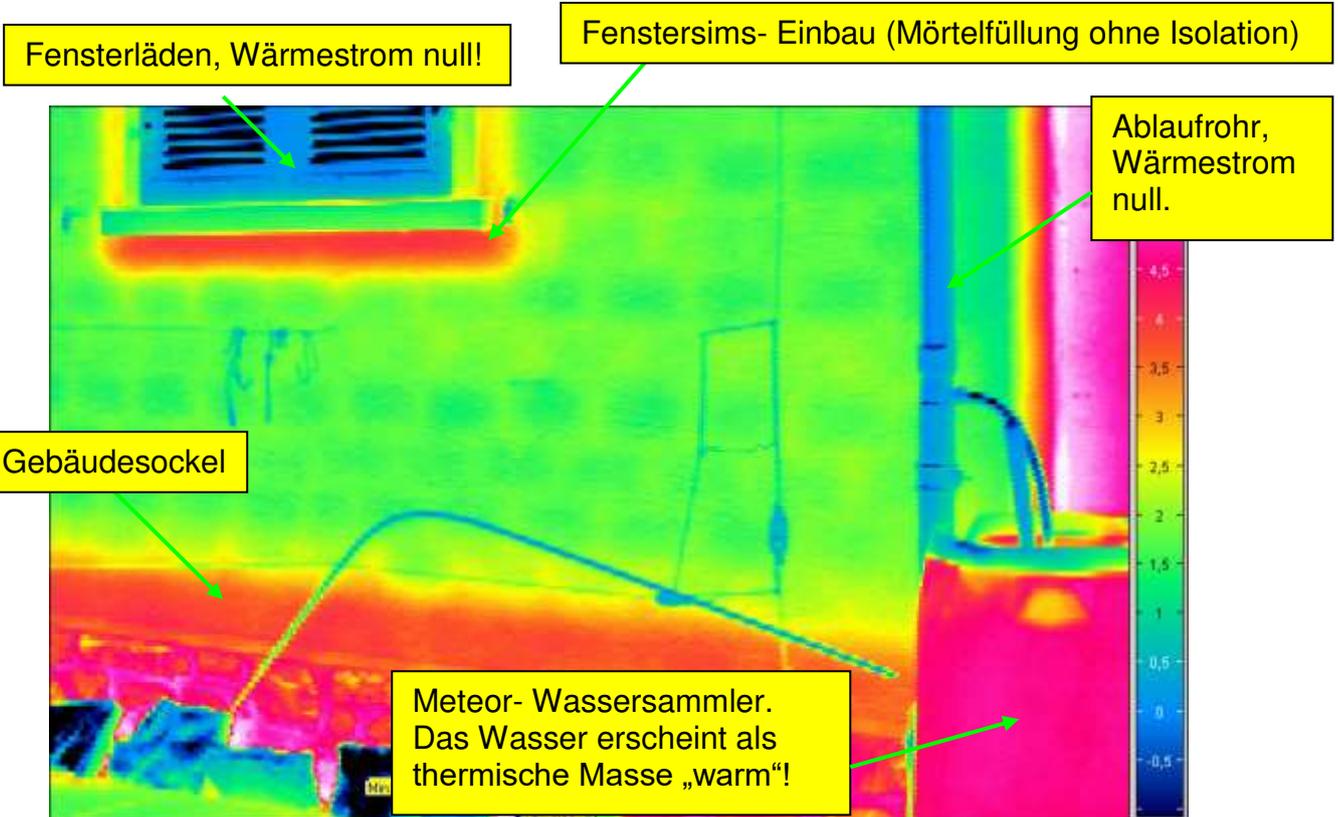
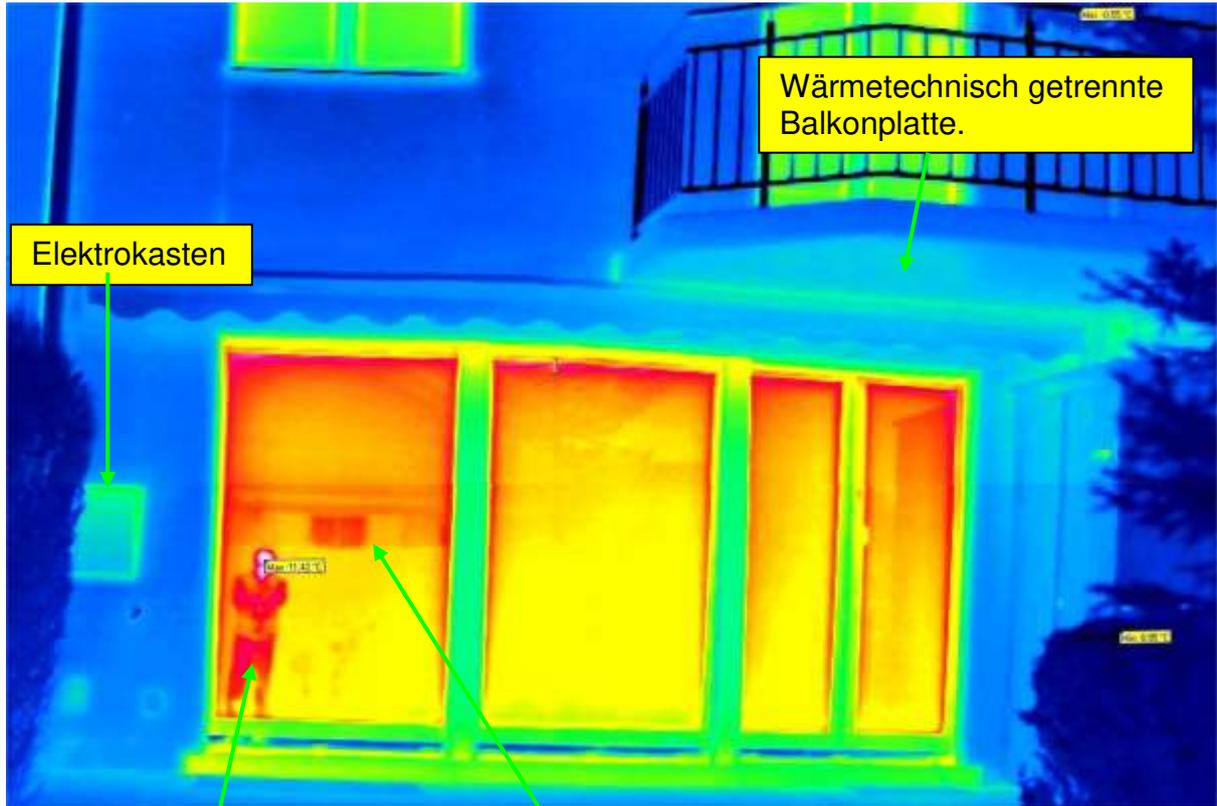
Dazu gehört die Gebäudebegehung mit einem Experten, die Bewertung der Bausubstanz und der haustechnischen Einrichtungen.

## Wärmebilder verstehen:

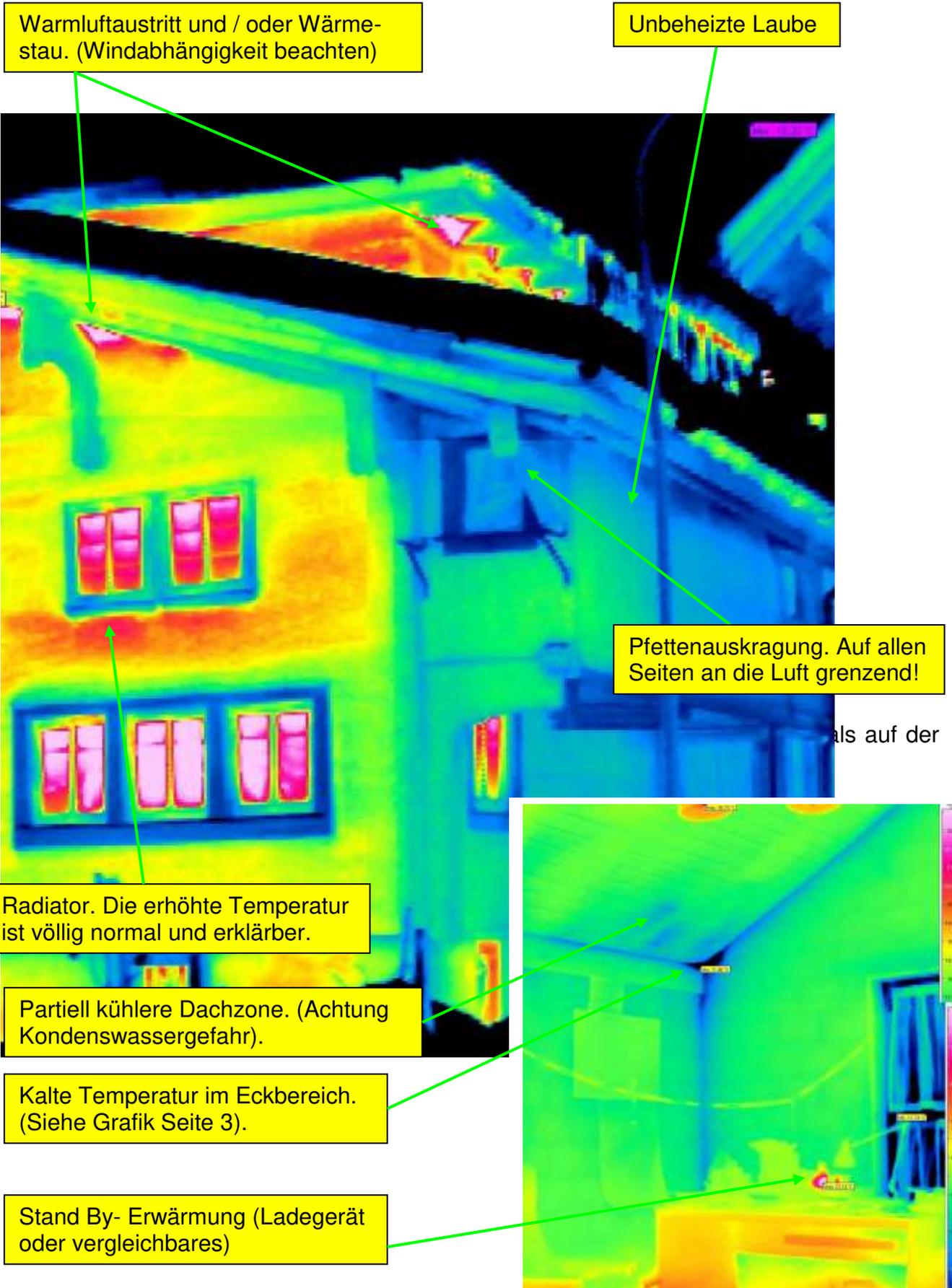
### Beispiel 2



Beispiel 3



Beispiel 4



## Beispiel 5



Beispiel 6

Fensterladen Wärmeabstrahlung Null, weil sich Aussenluft auf beiden Seiten befindet.

Pflasterfugen



Sockel des Gebäudes. (Vielfach in Stahlbeton ohne Isolation ausgeführt)

Aussenecke (links, kühler) und Innenecke (rechts, wärmer). (Unterschiede physikalisch erklärbar)

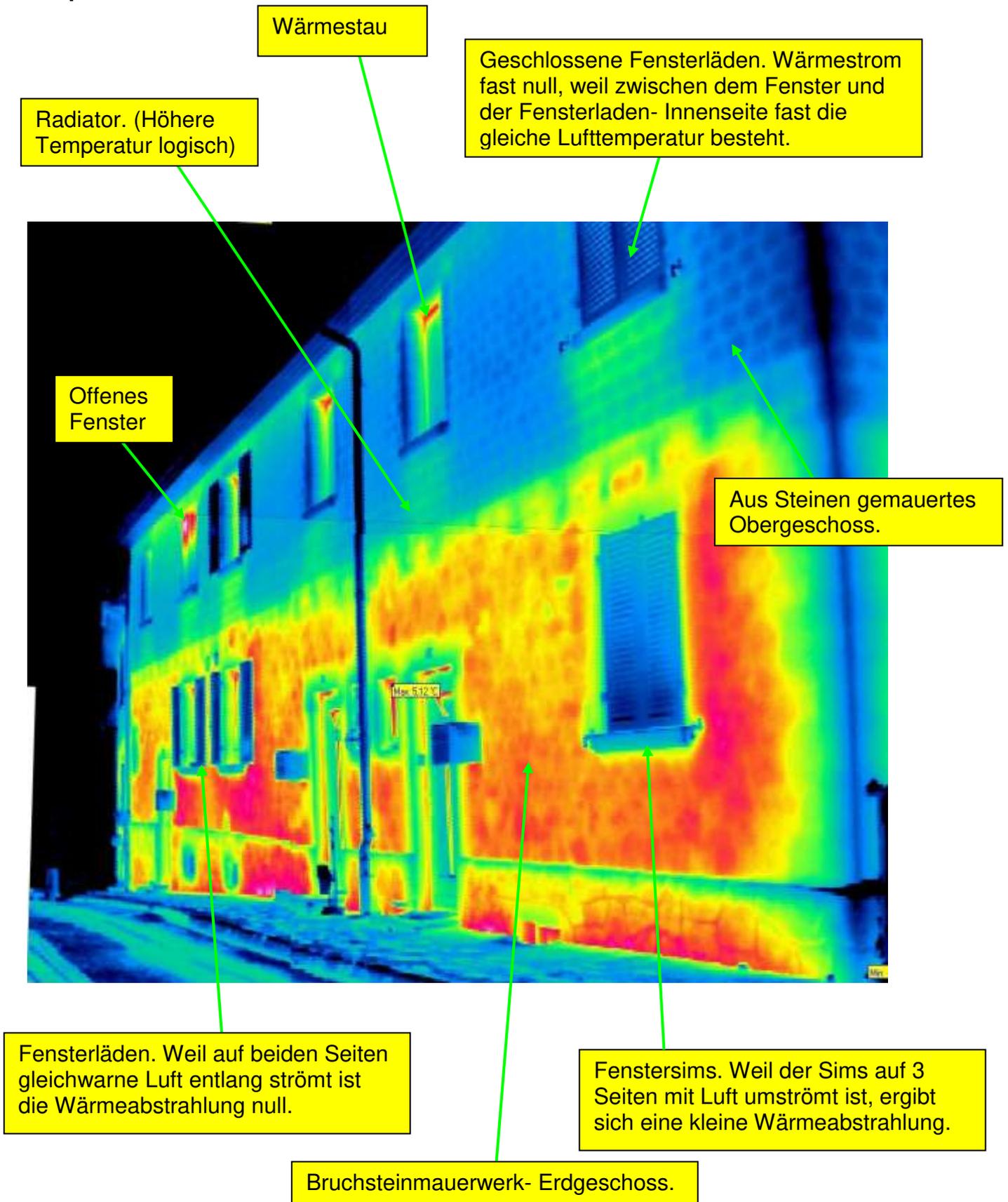
Fenstersprossen bilden Wärmebrücken, kein Glas.



Türschmuck  
Speichert die Umgebungsluft und erscheint deshalb „Kalt“, die Türe dahinter weist aber trotzdem eine hohe Wärmeabstrahlung auf.

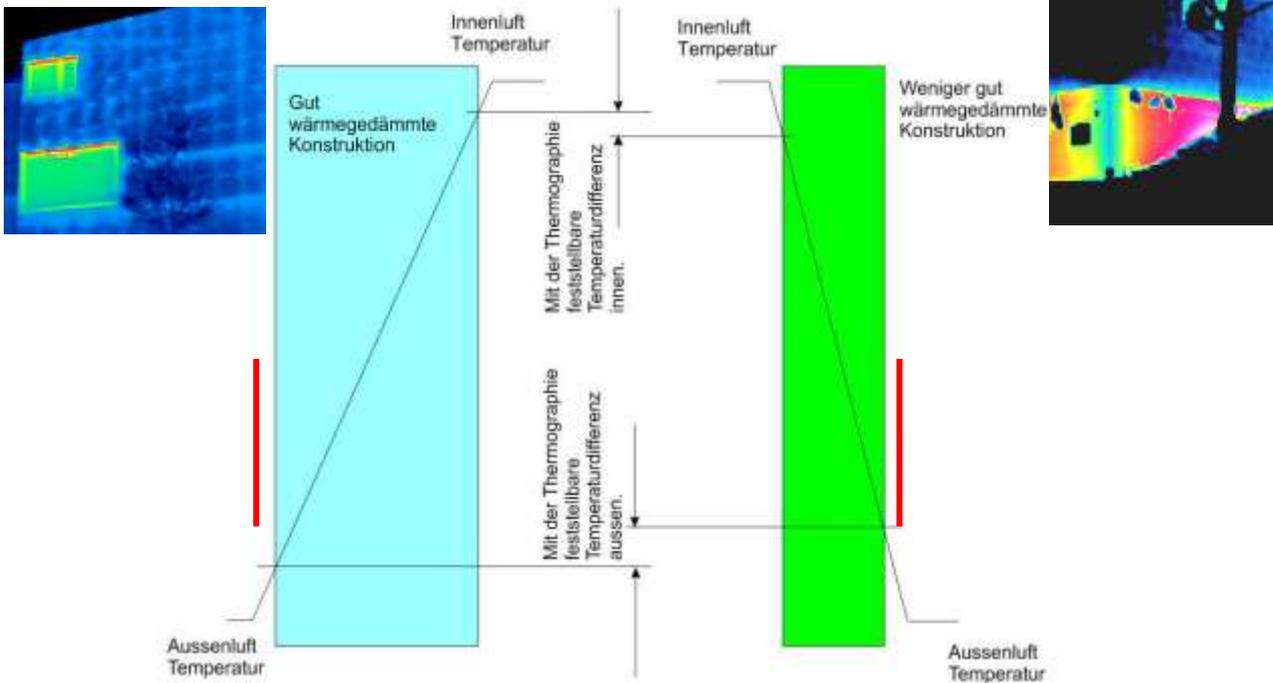
Stark erhöhte Wärmeabstrahlung durch die Türe in der Türleibung und beim Sockel.

## Beispiel 7

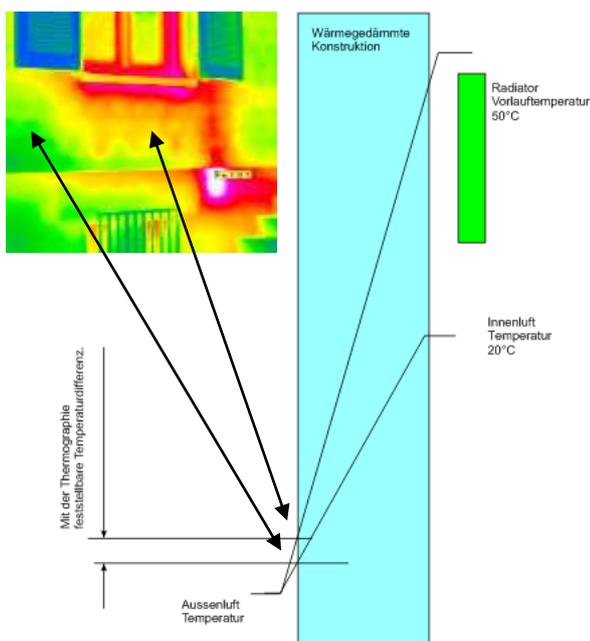


## Gemauerte Konstruktion

Nur die Temperaturdifferenz zwischen einem gut isolierten Bauteil und einem schlecht isolierten Bauteil wird im Infrarotbild sichtbar. (Bild unten rechts, betonierter Keller, gemauertes Wohngeschoss). Bestehen keine Temperaturunterschiede erscheint im Infrarotbild eine einheitliche (Homogene) Abstrahlung.



Eine hinterlüftete Fassade (Rote vertikale Linie in der Grafik und Bild oben links) zeigt die Temperaturdifferenzen nicht direkt, weil vor und hinter der Fassadenverkleidung ähnlich warme Luft zirkuliert.

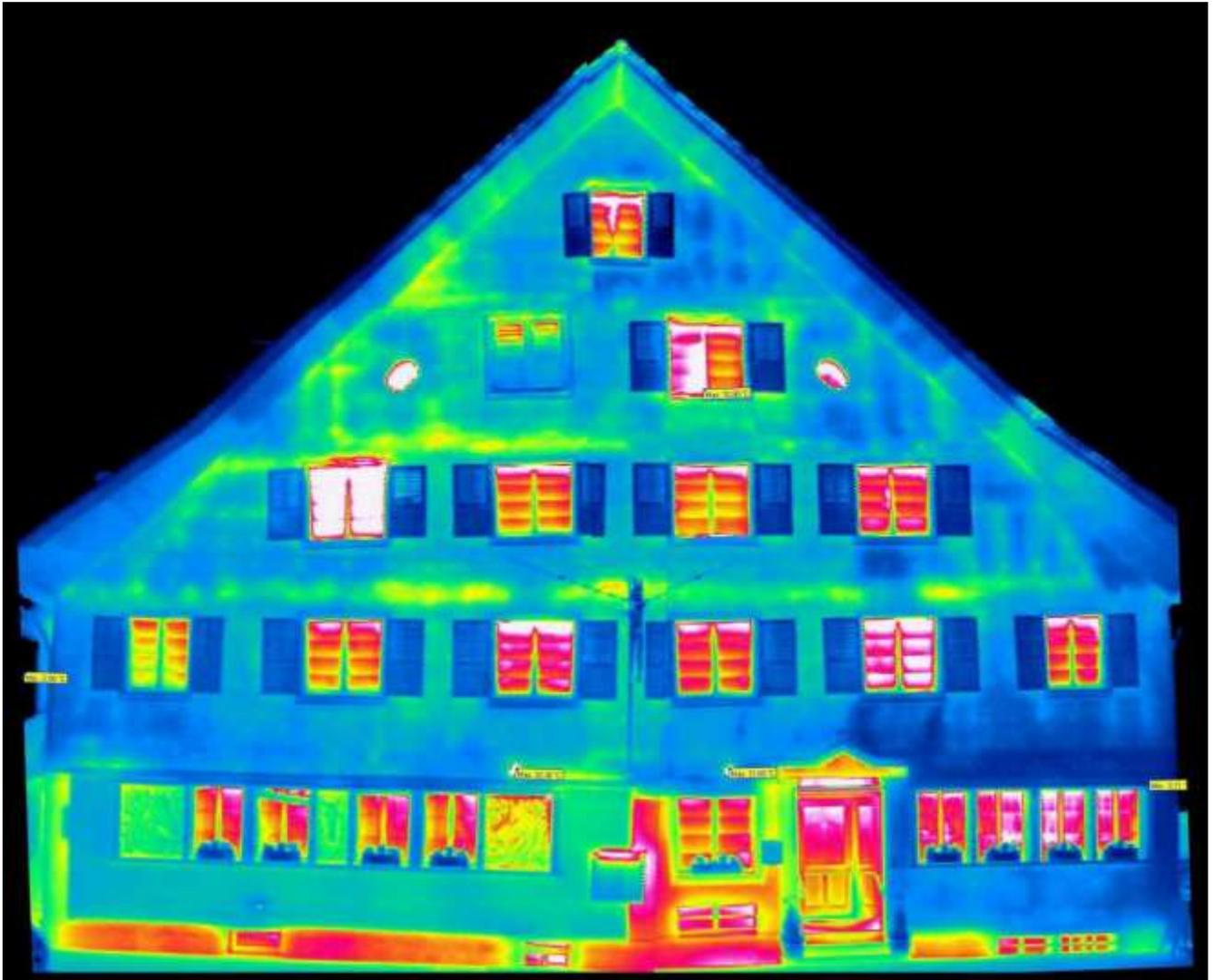


Die Temperatur auf der Gebäude- Aussenseite ist im Bereich von Heizkörpern höher, weil auch auf der Innenseite eine höhere Temperatur besteht.

Bei der Dämmung der Radiatornischen ist darauf zu achten, dass sich kein Kondenswasser im Mauerwerk ansammelt.

Weitere Informationen oder Auskünfte sowie das Handbuch „Wärmedämmung sichtbar gemacht“ erhalten Sie auf Anfrage.

# Thermografie lässt Details nur erkennen



## wenn man's richtig macht.

Das Infrarotbild (Beispiel oben) zeigt die Wärmeabstrahlungen auf Gebäudeoberflächen in einer farb- oder grauwert- kodierten Skala. Blau entspricht einer tieferen-, rot/weiss einer höheren Wärmeabstrahlung. Das wissen die Auftraggeber, aber sie können die Unterschiede nicht gewichten oder bewerten.

Werden Thermogramme zur Beurteilung des wärmetechnischen Gebäudezustandes beigezogen, so ist folgendes zu beachten:

1. Thermografie ist nützlich wenn auch Details über die Wärmeabstrahlung erkennbar sind. Sind keine Details erkennbar, täuschen vor, das Gebäude habe eine kleine Wärmeabstrahlung.

2. Thermografieaufnahmen am Nachmittag oder nach Sonnenuntergang bei einer Aussentemperatur von 4°C– 6°C sind unbrauchbar, vor allem wenn zudem noch die Tagesmitteltemperatur schwankt. (Wenn es wärmer und kühler wird im Tagesverlauf).
3. Es müssen stabile Witterungsverhältnisse bestehen um aus den thermischen Differenzen einer Oberfläche richtige Schlüsse ziehen zu können.
4. Die Darstellung einer Fassade in „Blau“, (Nur eine Farbstufe) erlaubt keine Differenzierung der thermischen Situation des betrachteten Bauteils.
5. Ist die Temperaturskala im Thermogramm über mehr als 10°C gespreizt, sind kleine Differenzen nicht mehr erkennbar.
6. Der Unterschied in der Oberflächen- Temperatur auf Grund von Unterschieden in der Wärmedämmung ist wie folgt:

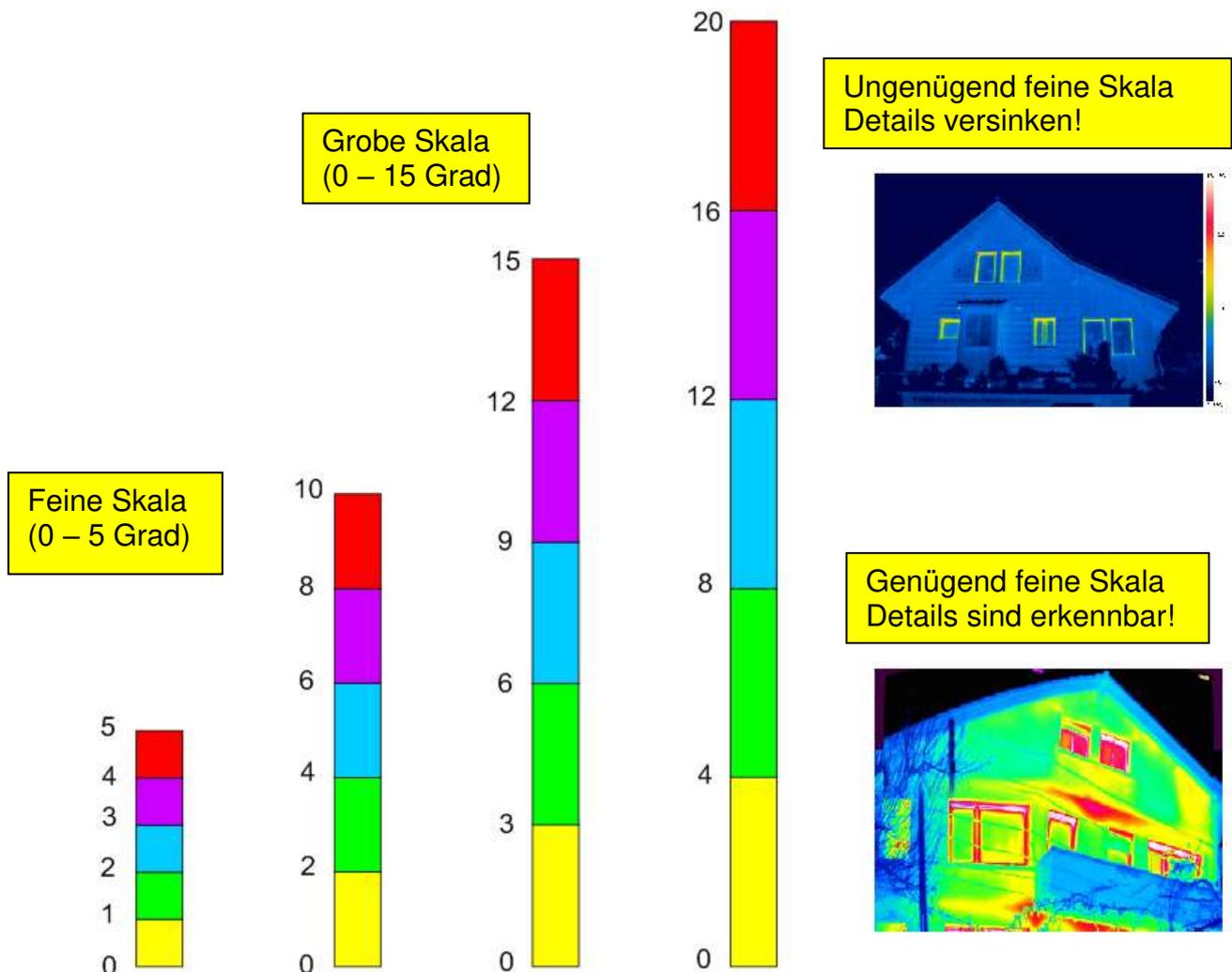
Isolationsdicke	U- Wert	To (Wand) (Wandoberflächentemperatur)	Vorschrift ab Jahr
15 - 20 cm	0,2 W/m <sup>2</sup> K	0,4°C	2010
5 - 10 cm	0,4 W/m <sup>2</sup> K	0,8°C	1990
bis 5 cm	0,8 W/m <sup>2</sup> K	1,6°C	1970

Bei einem U- Wert von 0.2 W/m<sup>2</sup>K ist die Oberflächentemperatur aussen 0.4°C

Bei einem U- Wert von 0.4 W/m<sup>2</sup>K ist die Oberflächentemperatur aussen 0.8°C

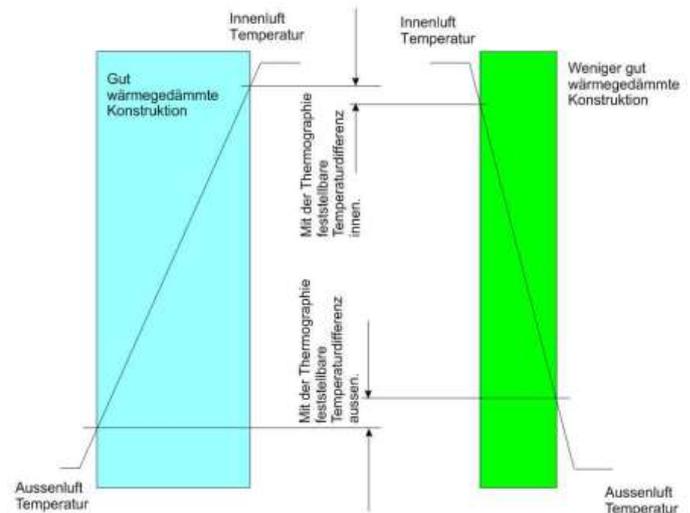
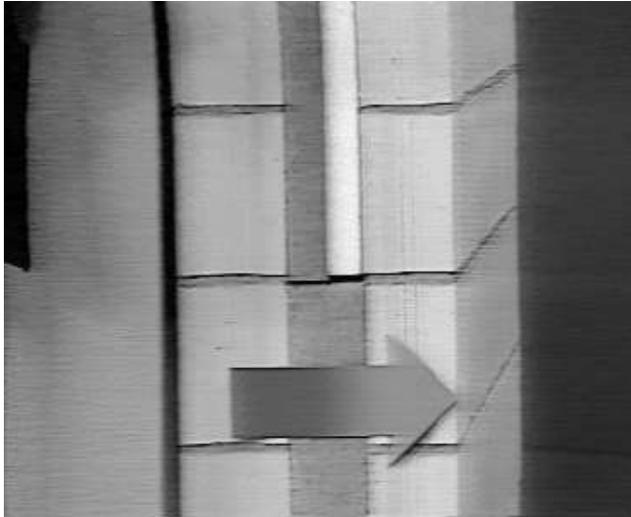
Bei einem U- Wert von 0.8 W/m<sup>2</sup>K ist die Oberflächentemperatur aussen 1.6°C

(Gerechnet für gleiche und homogene Konstruktion, Aussenluft- Temperatur 0°C, Innenluft- Temperatur 20°C)



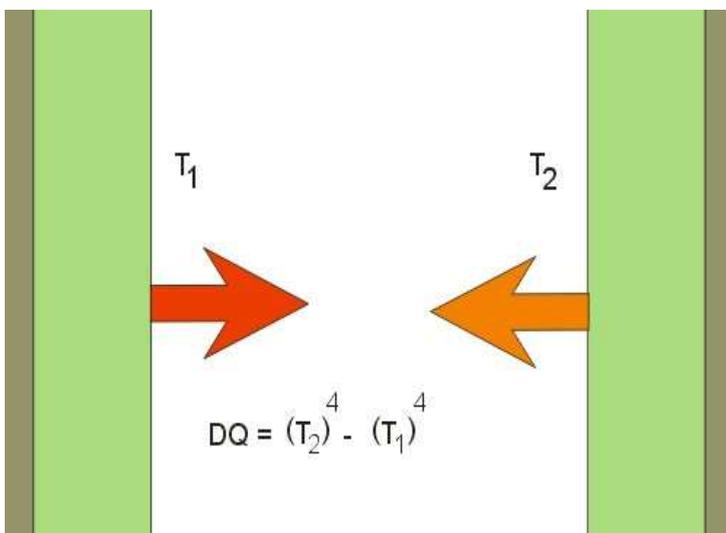
## Wie entstehen Temperaturunterschiede auf einer Gebäudeoberfläche

Wärme „wandert“ von der warmen Seite zur kalten Seite durch eine Baukonstruktion. Dabei ist unter gleichen Bedingungen (Gleiche Lufttemperatur innen und aussen) die Oberflächentemperatur auf der Innenseite bei der dickeren (besser isolierten) Wand (Hellblau) höher als bei der dünneren (weniger gut isolierten Wand) (Grün).



Gerade anders stellt man diese Erscheinung auf der Aussenseite der Wand fest. Die Oberflächentemperatur auf der Aussenseite bei der dickeren (besser isolierten) Wand (Hellblau) ist tiefer als bei der dünneren (weniger gut isolierten Wand) (Grün).

Diese „Temperaturdifferenzen“ erfasst eine Thermografiekamera in Form eines Bildes, welches eigentlich den Strahlungsaustausch zwischen dem Sensor und der Wand darstellt.



Der Strahlungsaustausch zwischen dem Sensor und der Wand ist abhängig von der Wandtemperatur und der Sensortemperatur (in 4ter Potenz) und von der Strahlungseigenschaft zwischen der Wand und dem Sensor.

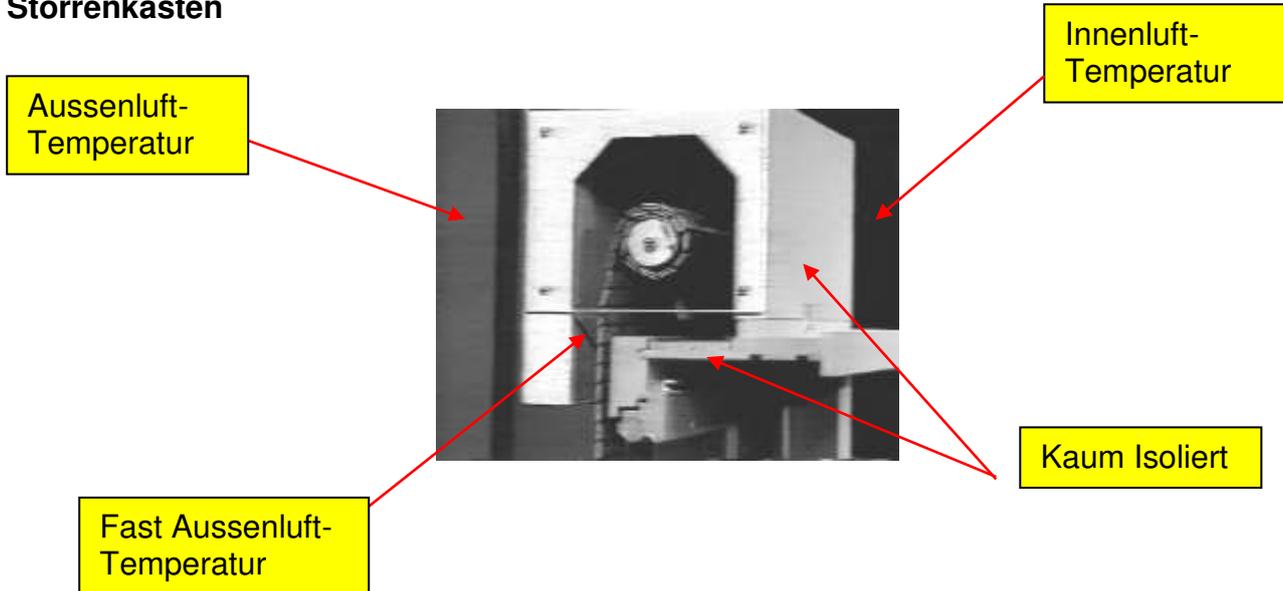
Zudem wird die Oberflächentemperatur durch  $\alpha$ , den Wärmeübergangswert zwischen der Luft und der Oberfläche beeinflusst. Der  $\alpha$ -Wert ist ein Wert, der durch viele Faktoren beeinflusst wird, nämlich durch:

- Rauheit der Fassade
- Höhe der Fassade
- Temperaturdifferenz zwischen Fassade und Luft
- Windeinfluss
- Umgebung
- Gebäudeform

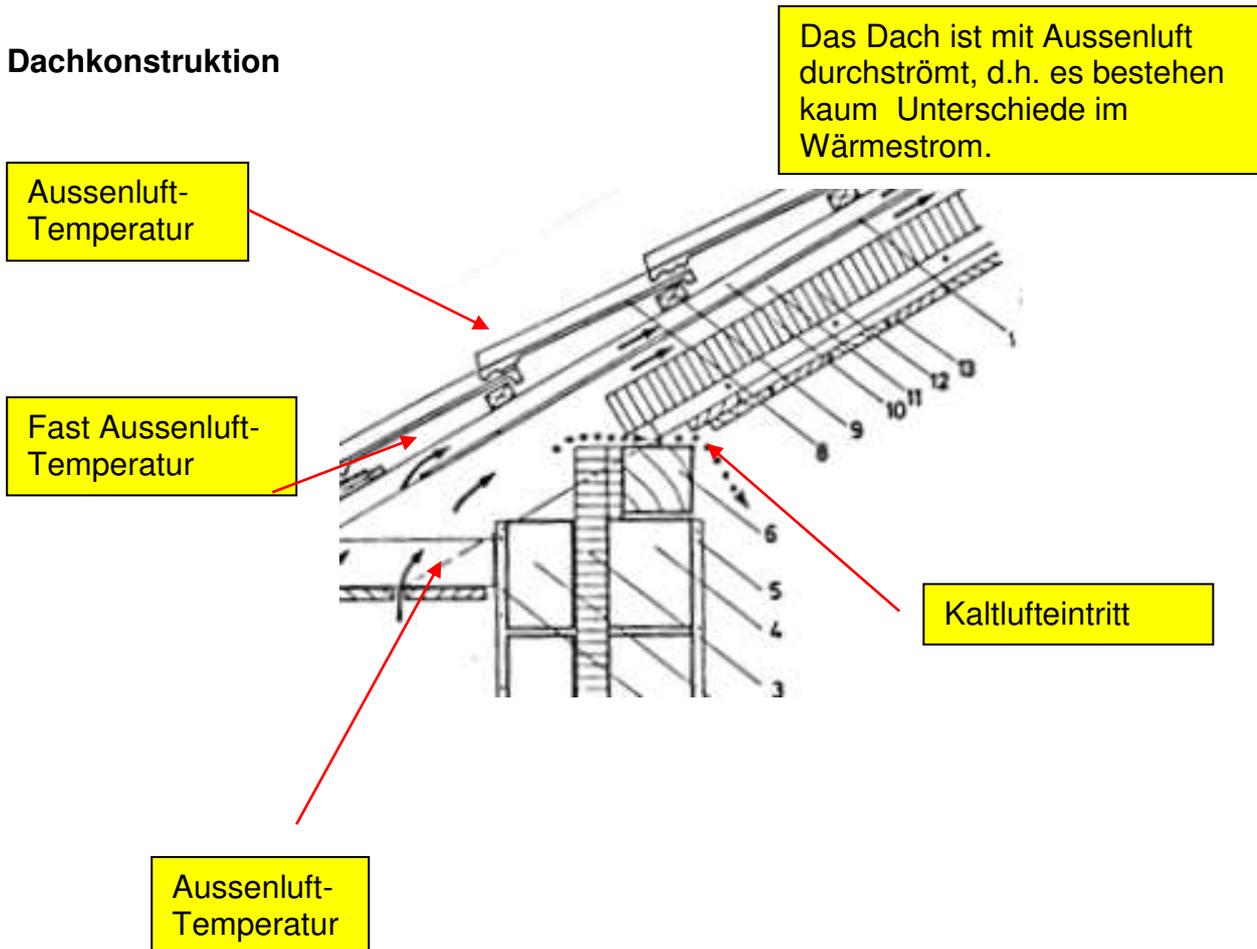
## Warum gibt es unterschiedliche Oberflächentemperaturen

Der Storrenkasten ist auf der Aussenseite kalt weil im Innern des Kastens nahezu die gleiche Temperatur herrscht wie die Lufttemperatur aussen. Die dünne Isolation beim Revisionsbrett oder bei der Innenseite des Kastens werden von aussen nicht gesehen.

### Storrenkasten



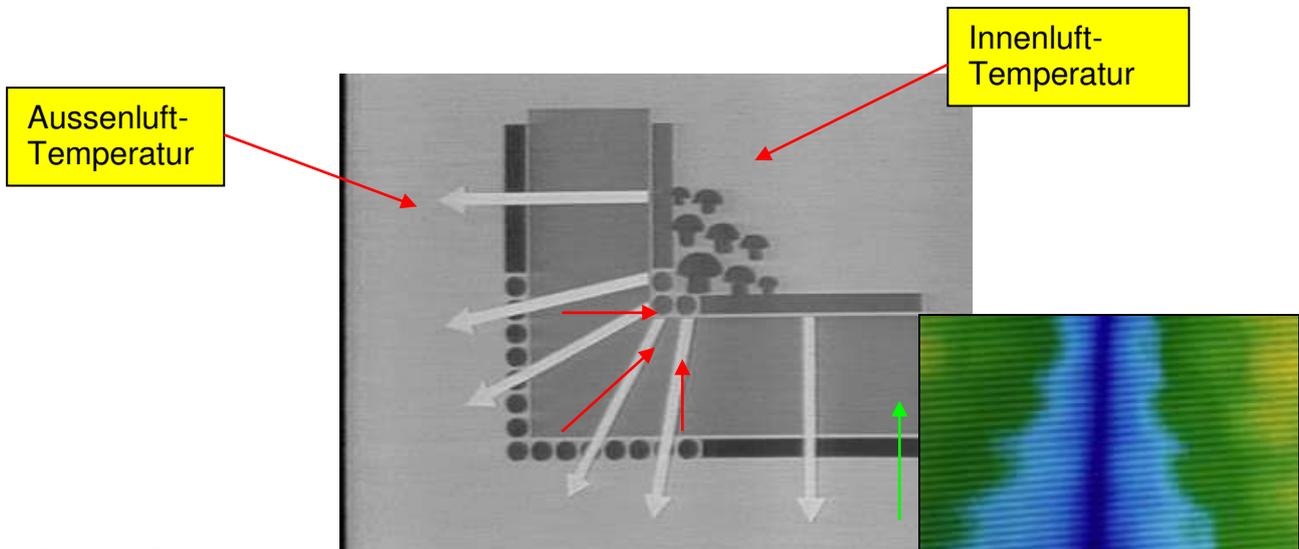
### Dachkonstruktion



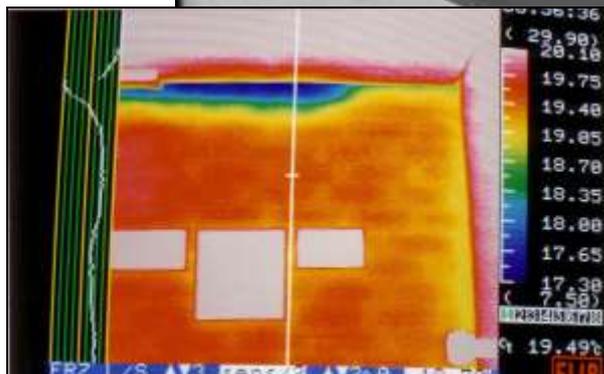
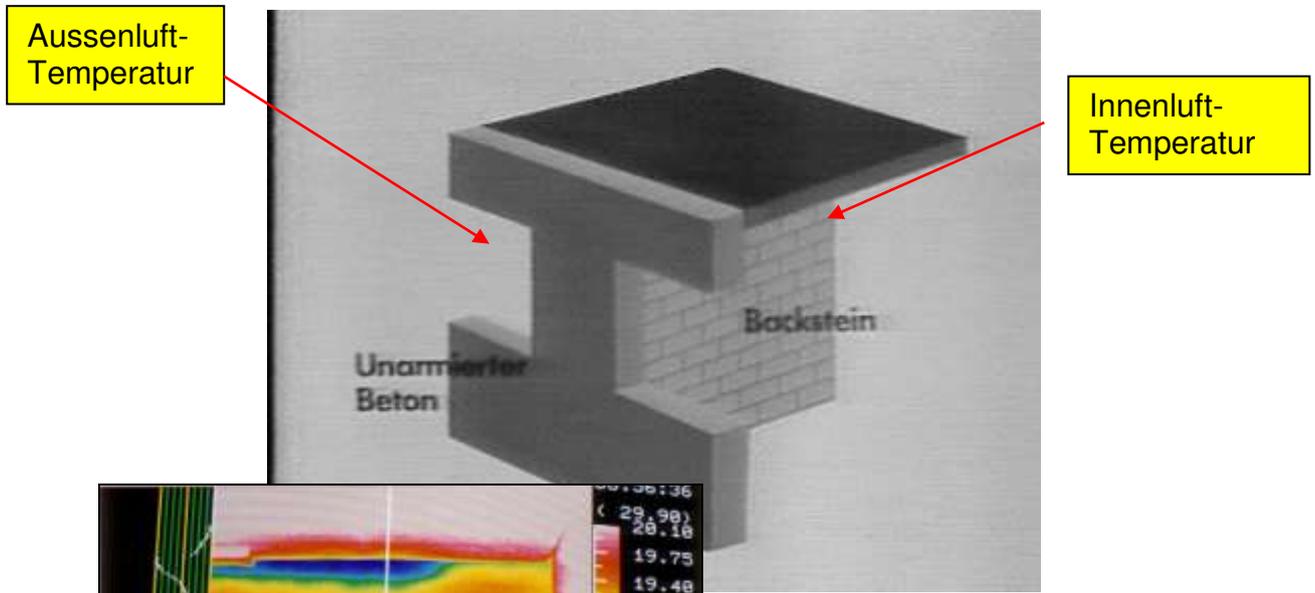
### Kalte Ecken

Dadurch bedingt, dass eine Ecke auf der Aussenseite eine bedeutend grössere Fläche hat als auf der Innenseite (Rote Pfeile) ergeben sich in der Eckzone im Warmbereich mehr oder weniger ausgeprägte Temperaturabweichungen gegenüber der normalen, nicht gestörten Wandkonstruktion (Grüner Pfeil).

Sinkt die Temperatur zu tief, so steigt in dieser Zone der Feuchtigkeit an, sodass sich auf der Innenseite Pilze bilden können.

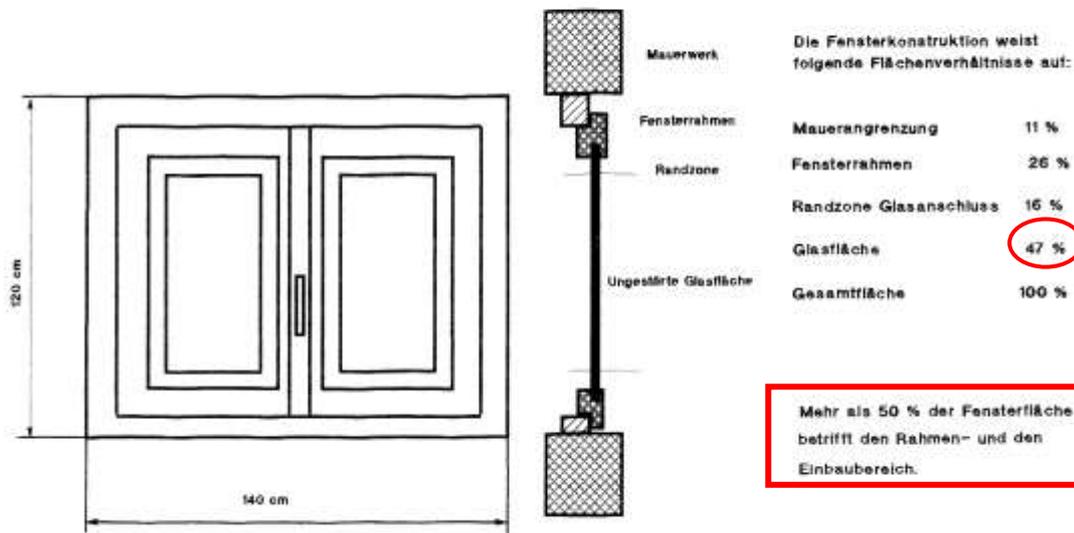


### Wärmebrücke



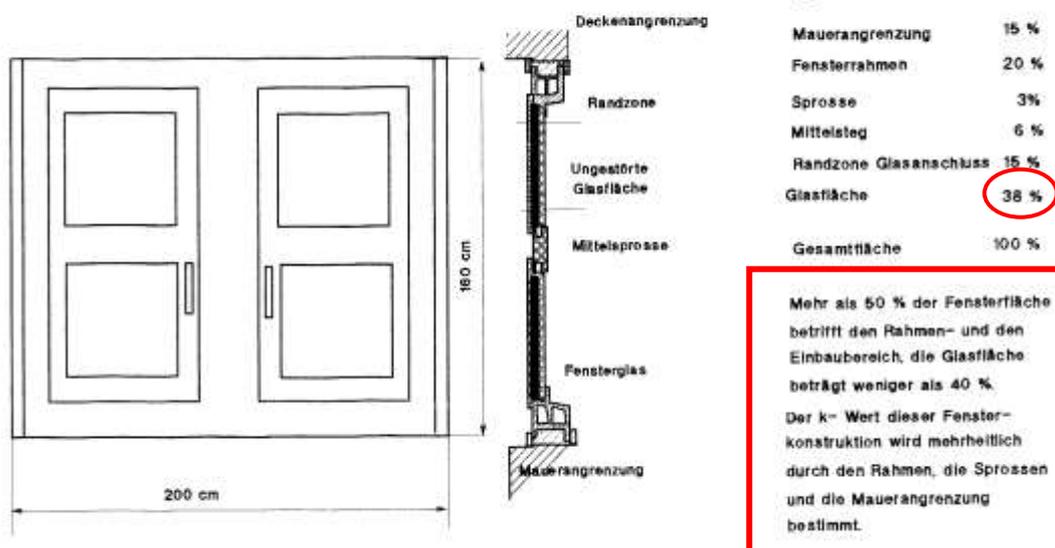
## Fenster Normale Fensterkonstruktion, keine Sprossen

### Fensterkonstruktion – Bestimmung des k- Wertes



## Beispiel 2 Fensterkonstruktion mit Sprossen

### Fensterkonstruktion – Bestimmung des k- Wertes



Das Ergebnis der Betrachtung zeigt, dass der Gesamt- U- Wert eines Fensters durch die Rahmenkonstruktion oder durch die Wahl der Fensterverglasung erheblich beeinflusst wird. Damit jedoch eine objektive Wahl für ein wärmetechnisch optimales Fenster getroffen werden kann, ist es notwendig, die Flächenanteile der Einzelbauteile einander gegenüberzustellen.

**Irscat.ch - photonics**

professionell nachhaltig effizient

Steinstücki

CH – 6373 Ennetbürgen, NW

Tel.: +41-41 870 55 16

[floir@sunrise.ch](mailto:floir@sunrise.ch)

[www.irscat.ch](http://www.irscat.ch)



# Impressionen aus der Energiestadt Stans



