

Die Darstellungsneutralität von Thermogrammen

Georg DITTIÉ *

* Schütte, Thobrock und Partner, Bonn

Beueler Bahnhofplatz 16, 53225 Bonn, www.stp-bia.de

Kurzfassung

Die Thermografie ist dafür populär, dass sie Bilder in Farben produziert, die eigentlich die jeweiligen Temperaturen codieren. Das diese zugeordneten Farben aber nur künstlich sind und keine eigene Aussage haben, wird aber sehr leicht übersehen, es gilt gerade bei den in der Allgemeinheit bekannteren Anwendungsgebieten das Motto: Je bunter, desto besser. Dabei kommt es immer wieder regelmäßig dazu, daß Thermogramme ganz subjektiv über die Farbgebung interpretiert werden, anstatt den tatsächlichen Temperaturmesswert zur Auswertung heran zu ziehen. Um diese subjektiven Einflüsse zumindest auf ein sinnvolles Maß zu begrenzen, bedarf es Regeln, wie Thermogramme möglichst aussageneutral einzufärben sind.



Die aussageneutrale Darstellung von Gebäudethermografien

Farbwahl, Kontrast und Helligkeit richtig wählen

- Worum es eigentlich geht ...
- Wie entsteht ein Thermogrammbild?
- Kontrast- und Helligkeitsbegriff in der Thermografie
- Zuordnung von künstlichen Farbpaletten
- Der Farbkontrast
- Vorschlag für Darstellungsregeln für die Bauthermografie

1



Bedeutung der Gestaltung für die Aussagekraft

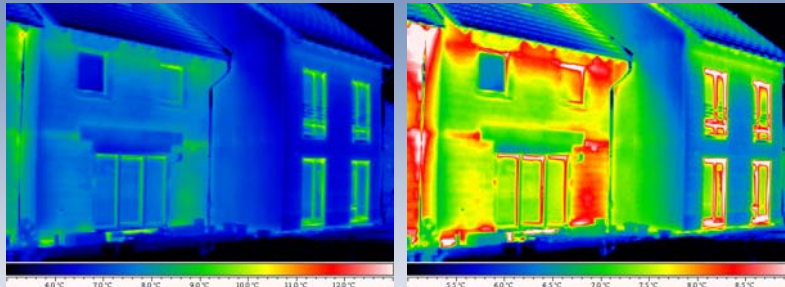


Aus jeder „Energieschleuder“ kann man mit *geeigneter Skalierung* ein Niedrigenergiehaus machen ...

2



Bedeutung der Gestaltung für die Aussagekraft



... genauso, wie man aus echten Niedrigenergiehäusern mühelos „Energie-Katastrophen“ machen kann.

Die Gestaltung von Thermogrammen muß genau definierten Regeln folgen.

3



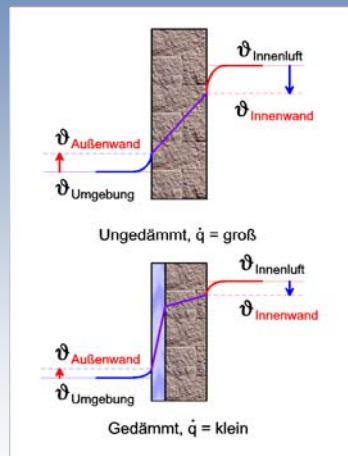
Entstehung eines Gebäudethermogramms

- Ein passives Bauthermogramm entsteht durch die Wirkung eines Wärmewiderstandes auf einen Wärmestrom, der eine sichtbare Temperaturdifferenz erzeugt.
- Dieser Wärmestrom kommt dadurch zustande, daß ein Temperaturgefälle beiderseits des Bauteils besteht, das diesen Wärmestrom antreibt. Im Effekt wird die unterschiedliche Wärmeleitfähigkeit der Baukonstruktion abgebildet.
- Je größer der Wärmewiderstand bei gleicher Temperaturdifferenz dabei ist, desto größer ist der Temperaturkontrast im Thermogramm. **(gewollt)**
- Je größer die Temperaturdifferenz bei gleichem Wärmewiderstand ist, desto größer ist der Temperaturkontrast im Thermogramm. **(ungewollt)**

4



Entstehung eines Gebäudethermogramms



Vergleich der Temperaturen an Wänden mit unterschiedlichem Wärmestrom bzw. Wärmewiderstand

$$\begin{aligned} q' &= \alpha_{\text{innen}} * (T_{\text{innen}} - T_{\text{Innenwand}}) \\ &= \lambda / D_{\text{wand}} * (T_{\text{Innenwand}} - T_{\text{Außenwand}}) \\ &= \alpha_{\text{außen}} * (T_{\text{Außenwand}} - T_{\text{Umgebung}}) \end{aligned}$$

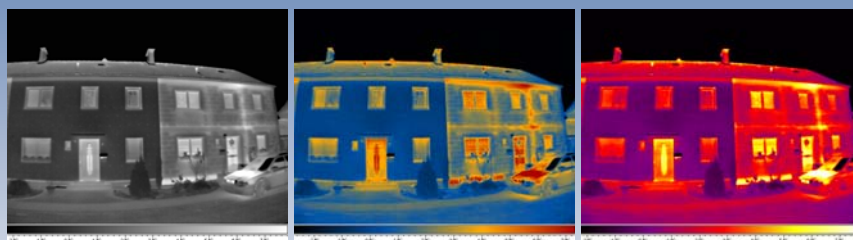
Die Thermokamera sieht die Temperaturdifferenzen zwischen Außenluft bzw. Innenluft und Wandoberfläche.

Das Verhältnis der einzelnen Temperaturen zueinander ist dabei im stationären Fall konstant.

5



Der Einfluß der Farbpalette



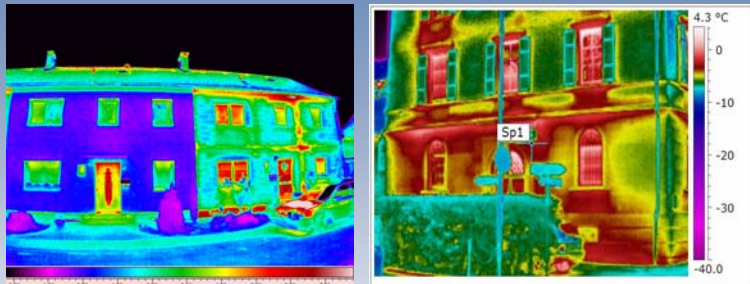
Vergleich von diversen Farbpaletten, durch angemessene Kontrastierung ist trotz verschiedener Einfärbung auf allen Thermogrammen das gleiche erkennbar.

Dennoch wirken die Thermogramme „irgendwie“ anders ...

6



Der Einfluß der Farbpalette



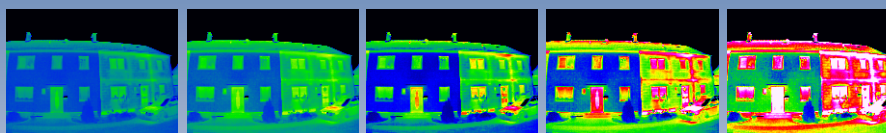
Man kann es auch übertreiben ... Links mehr oder minder willkürliche Hell-Dunkelwechsel, rechts verwirrende nichtlineare Verzerrung der Farbzuoordnung entgegen jeder Alltagserfahrung.

Die Farbpalette sollte nicht zu viele „kontrastverstärkende“ Eigenschaften haben

7



Kontrast eines Thermogramms



1,4 ΔT

1,0 ΔT

0,7 ΔT

0,5 ΔT

0,35 ΔT

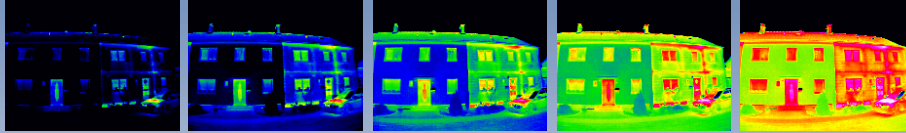
Der Kontrast eines Thermogramms ist durch das Verhältnis aus dem Unterschied zwischen oberer und unterer Grenztemperatur (im Fachjargon „Span“ oder „Range genannt) und der Wärmestrom erzeugenden Temperaturdifferenz zwischen innen und außen definiert.

Hierbei ist immer zu beachten, daß der Kontrast ansteigt, wenn bei gleich bleibenden Grenztemperaturen die treibende Temperaturdifferenz ansteigt.

8



Kontrast eines Thermogramms



Temperaturuntergrenze bei

Tu + 2 K

Tu

Tu - 2 K

Tu - 4 K

Tu - 6 K

Die Helligkeit eines Thermogramms ist durch die Lage der allgemeinen Umwelttemperatur innerhalb der dargestellten Temperaturskala definiert.

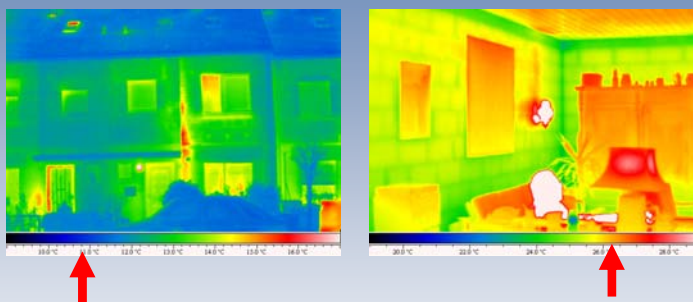
Hierbei ist immer zu beachten, daß die „Helligkeit“ zunimmt, wenn bei gleich bleibenden Grenztemperaturen die allgemeinen Temperaturniveaus ansteigen.

Untere und obere Grenztemperatur sind so zu wählen, das „Helligkeit“ und „Kontrast“ einen gleich bleibenden natürlichen Eindruck machen.

9



Gestaltungsregeln für die Darstellungsneutralität (1. Entwurf)

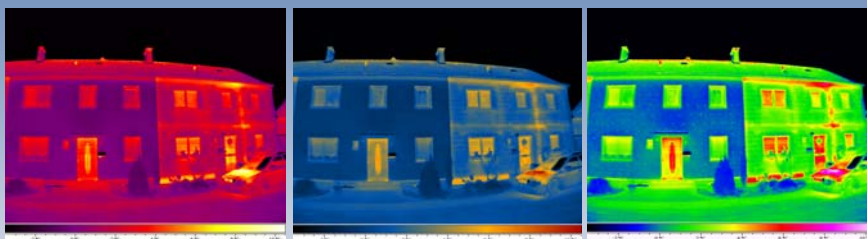


- Alle Thermogramme sollten grundsätzlich die selbe Farbpalette nutzen.
- Die Skalierung sollte um 0,7 mal der Temperaturdifferenz liegen.
- Bei Außenaufnahmen sollte die Umgebung bei etwa 20 % der Skala liegen.
- Bei Innenaufnahmen sollte die Innenraumtemperatur bei 70 % liegen.

10



Der Einfluß der Farbpalette auf die Regeln der Darstellungsneutralität



- Die dargestellte Farbpalette sollte dem vorläufigen Regelentwurf 0,7 mal der treibenden Temperaturdifferenz darstellen.
- Die allgemeine Umgebungstemperatur sollte für Außenaufnahmen bei etwa 20% des Vollausschlags liegen, für Innenaufnahmen bei 70%.

Das ist als verbindliche Regel leider zu kurz gegriffen, denn es gibt auch andere in der Praxis bewährte Farbpaletten, die soweit teilweise unnötig kontrastarm wirken.

11

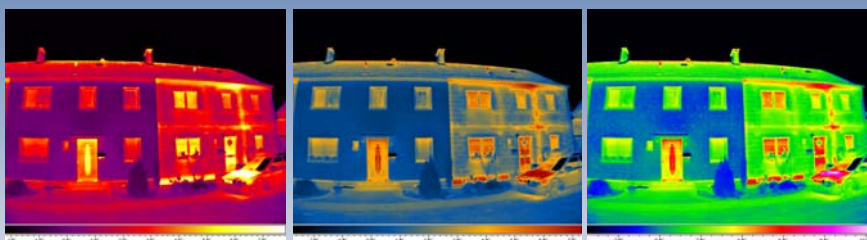
DGZfP-Kolloquium
Stuttgart 2013

Die Regeln der Darstellungsneutralität

Dr.-Ing. Georg Dittlé, Schütte Thobrock und Partner Bausachverständige



Der Einfluß der Farbpalette auf die Regeln der Darstellungsneutralität



Korrigierte Thermogramme: Die Glühfarbenpalette und die Kalt-Warmpalette müssen mit 0,5 statt 0,7 ΔT enger kontrastiert werden, damit der geringere Tonwertkontrast für den Betrachter ausgeglichen wird.

Sehr monoton und gleichförmig verlaufende Farbpaletten müssen dem geringeren Farbkontrast entsprechend enger eingestellt werden.

12

DGZfP-Kolloquium
Stuttgart 2013

Die Regeln der Darstellungsneutralität

Dr.-Ing. Georg Dittlé, Schütte Thobrock und Partner Bausachverständige



Gestaltungsregeln für die Darstellungsneutralität (Bauwesen)

- Alle Thermogramme in einem Projekt sollten grundsätzlich die selbe Farbpalette nutzen, die dem Farbkontrast angepasst ist.
- Die Skalierung sollte bei einem Faktor der Temperaturdifferenz liegen.
- Bei Außenaufnahmen sollte die Umgebung bei 20 – 30 % der Skala liegen.
- Bei Innenaufnahmen sollte die Innenraumtemperatur bei 70 % liegen.

	Graukeil:	$0,5 * \Delta T$
	Sepiafarben:	$0,5 * \Delta T$
	Glühfarben:	$0,5 * \Delta T$
	Gemäßigter Regenbogen	$0,6 * \Delta T$
	Starker Regenbogen	$0,7 - 0,8 * \Delta T$ (grenzwertig)
	Wechselnder Regenbogen	<i>nicht verwenden, verwirrend!</i>

13

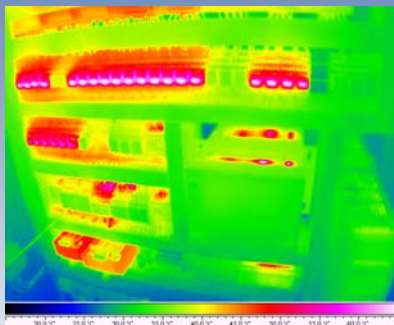
DGZfP-Kolloquium
Stuttgart 2013

Die Regeln der Darstellungsneutralität

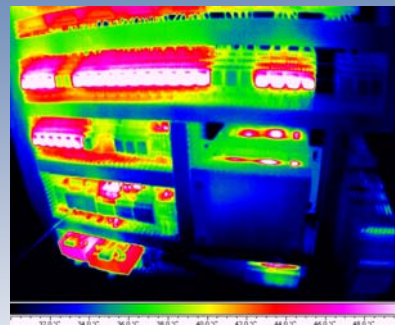
Dr.-Ing. Georg Dittlé, Schütte Thobrock und Partner Bausachverständige



Die Darstellung in der Elektrotechnik



Korrekte Darstellung eines Schaltschranks durch sinnvolle obere Warnschwelle



Zu alarmistische Darstellung durch nicht angepassten (engen) Kontrast

Aufgabe der Darstellungsregeln für die Elektrothermografie ist es, sinnvolle und angepasste Warnschwellen zu setzen, ab denen man genauer hinsehen sollte

14

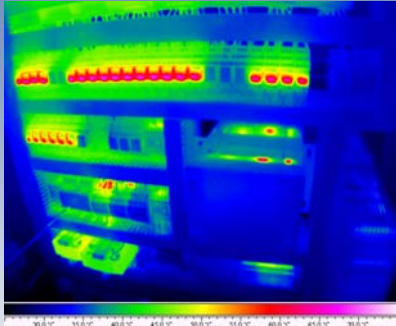
DGZfP-Kolloquium
Stuttgart 2013

Die Regeln der Darstellungsneutralität

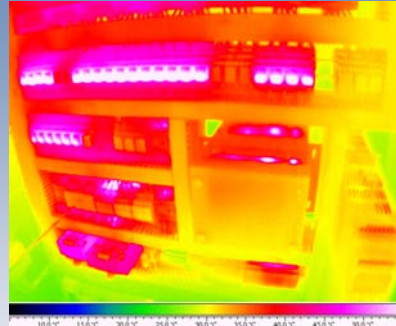
Dr.-Ing. Georg Dittlé, Schütte Thobrock und Partner Bausachverständige



Die Darstellung in der Elektrotechnik



Zu hohe Mitteltemperatur läßt Details verschwinden und warnt eventuell zu spät



Zu geringe Mitteltemperatur läßt auch normal betriebswarme Teile als zu heiß erscheinen

Aufgabe der Darstellungsregeln für die Elektrothermografie ist es, sinnvolle und angepasste Warnschwellen zu setzen, ab denen man genauer hinsehen sollte



Gestaltungsregeln für die Darstellungsneutralität (Elektrotechnik)

- Alle Thermogramme in einem Projekt sollten grundsätzlich die selbe Farbpalette nutzen, die dem Farbkontrast angepasst ist. Empfehlenswert ist eine Palette mit weißer Farbe für die Obergrenze.
- Die untere Temperatur sollte 10 K unter die Umgebungstemperatur gelegt werden, damit das Schaltfeld also solches im Thermogramm zu erkennen ist.
- Die obere Temperatur sollte auf die Warngrenze gelegt werden.
- Die Warngrenze selber sollte der Jahreszeit angepasst werden.
- Für Sommermessungen empfiehlt sich 70 – 75 °C, für Wintermessungen 65 °C als allgemeine obere Warnschwelle.
- Für Sonderfälle ist die Obergrenze einzeln festzulegen und auf dem Thermogramm als Kommentar anzumerken.

Das Ganze ist als Diskussionsvorschlag zu verstehen ...

16

