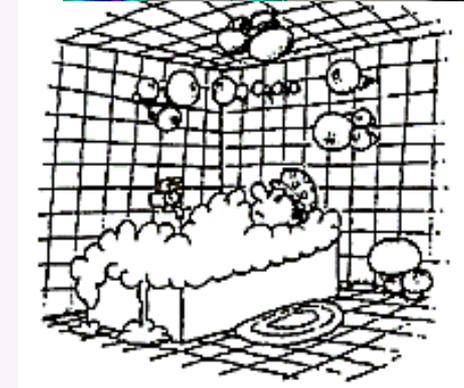
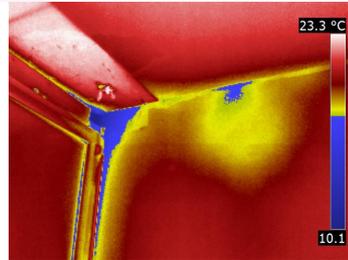
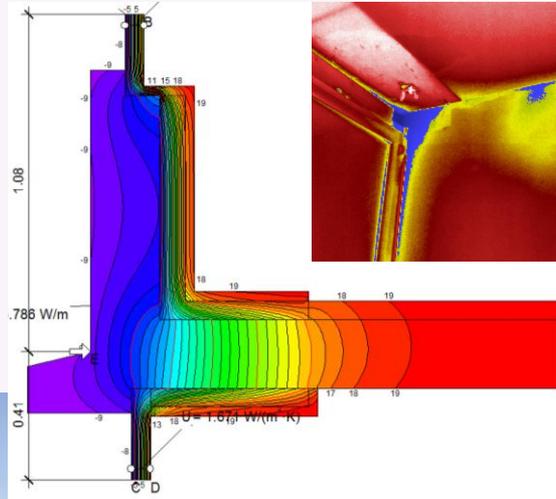
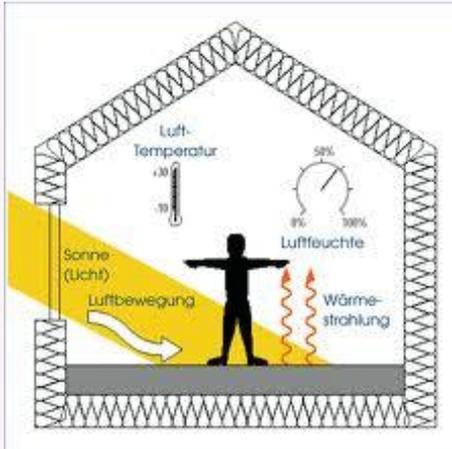


theCH Workshop Bau 2011

Bauphysik & Thermografie



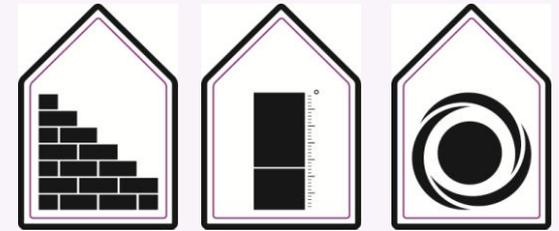
Die **Bauphysik** ist die Anwendung der Physik auf Bauwerke und Gebäude

[wikipedia.org]



InfraBLOW.Siegrist

Harald Siegrist



- **Dipl. Architekt FH** **1994**
- Anstellungen als Bauphysiker und Architekt (CH/D) 1994-2009
- **zertifizierter Bauthermograf EN 473 Stufe 2** **6/2008**
- Vorstandsmitglied Thermografie Verband Schweiz theCH 3/2009
- **Gründung InfraBLOW.Siegrist** **10/2009**
- Mitglied Fachkommission TT - EN 473 (SGZP) 7/2010
- assoziiertes Mitglied Schweiz. Kammer technischer und wissenschaftlicher Gerichtsexperten SEC 10/2010
- Minergie Fachpartner | Energieplaner 12/2010
- CAS Bauphysik (fhnw) ab 10/2011



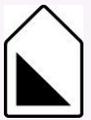
SIA 180 „Wärme- und Feuchteschutz im Hochbau“

aktuell gültige Ausgabe 1999
Seit 1. Januar 2000 in Kraft.

"Zweck dieser Norm ist die Sicherstellung eines behaglichen Raumklimas und die Vermeidung von Bauschäden."

"Neue" Ausgabe in der Vernehmlassung





SIA 180 „Wärme- und Feuchteschutz im Hochbau“

Kapitel

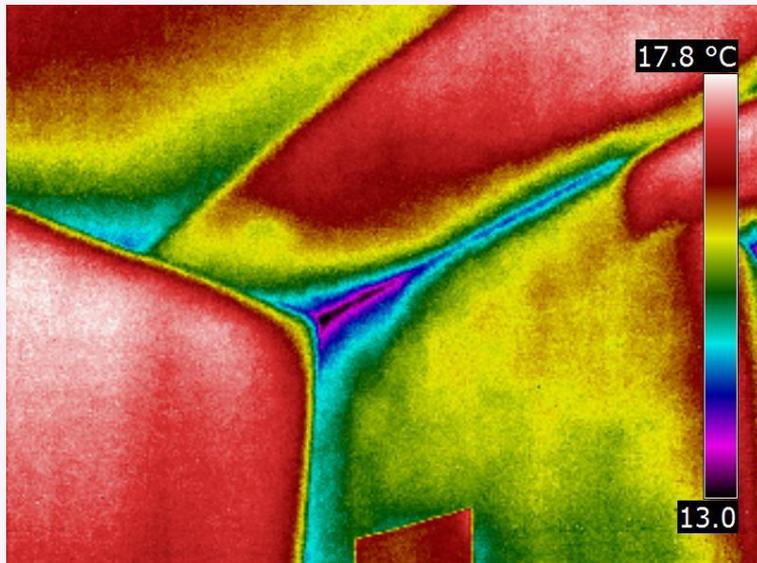
- 2) Thermische Behaglichkeit
- 3) Lüftung
- 4) Wärmeschutz im Winter
- 5) Wärmeschutz im Sommer
- 6) Feuchteschutz
- 7) Anhang

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite		Seite		
0	Geltungsbereich	5	4	Wärmeschutz im Winter	28
0.1	Abgrenzung	5	4.1	Anforderungen	28
0.2	Normative Verweisungen	5	4.1.1	Wärmedämmung	28
0.3	Hinweise für die Anwendung	7	4.1.2	Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile	28
1	Verständigung	8	4.1.3	Materialwahl für die Wärmedämmung	29
1.1	Begriffe und Bezeichnungen	8	4.2	Berechnungsmethoden	29
1.2	Verzeichnis der Indizes	9	4.2.1	Wärmedurchgangskoeffizient U	29
1.3	Begriffe	9	4.2.2	Wärmebrücken	29
1.3.1	Thermische Behaglichkeit	9	4.2.3	Rechenwerte	29
1.3.2	Lüftung, Luftdurchlässigkeit	11	4.2.4	Wärmeübergangswiderstände	29
1.3.3	Wärmeübertragung und Wärmedurchgang	12	4.3	Messmethoden	30
1.3.4	Interne Wärmegewinne	13	4.3.1	Wärmedurchgangskoeffizient U	30
1.3.5	Solare Wärmegewinne	13	4.3.2	Nachweis von Unregelmäßig- keiten in der Wärmedämmung der Gebäudehülle	30
1.3.6	Thermische Trägheit	14			
1.3.7	Feuchte	14	5	Wärmeschutz im Sommer	31
2	Thermische Behaglichkeit	17	5.1	Anforderungen	31
2.1	Anforderungen	17	5.1.1	Allgemeines	31
2.1.1	Allgemeine Bedingungen	17	5.1.2	Grundsätzliche Anforderung: die thermische Behaglichkeit	31
2.1.2	Optimale Raumtemperatur	17	5.1.3	Kombinierte Massnahmen zur Erfüllung der Anforderungen	31
2.1.3	Zuglufterscheinungen	18	5.1.4	Einfache Massnahmen zur Erfüllung der Anforderungen	31
2.1.4	Raumbedingungen im Winter (Heizbetrieb)	18	5.1.5	Spezielle Massnahmen für Dachräume	32
2.1.5	Raumbedingungen im Sommer	19	5.1.6	Sonnenschutz	32
2.2	Berechnungsmethode	19	5.2	Berechnungsmethoden	32
2.2.1	Optimale Raumtemperatur und Anteil unzufriedener Personen	19	5.2.1	Wärmeverlustkoeffizient	32
2.2.2	Klagen wegen Zugluft	20	5.2.2	Wärmespeicherfähigkeit (Wärmekapazität)	33
2.3	Bauliche Massnahmen	20	5.2.3	Zeitkonstante T	33
2.3.1	Behaglichkeit im Winter	20	5.2.4	Dynamischer Wärmedurchgangs- koeffizient U_T	33
2.3.2	Kaltluftabfall an Innenoberflächen	20	5.2.5	Berechnung der Raumtemperatur im Sommer	34
2.3.3	Behaglichkeit im Sommer	21			
2.3.4	Technische Anlagen	21			
3	Lüftung	22			
3.1	Anforderungen	22			
3.1.1	Allgemeines	22			
3.1.2	Minimaler Aussenluft-Volumenstrom	22			
3.1.3	Feuchtebelastung	22			
3.1.4	Luftdurchlässigkeit der Gebäudehülle	24			
3.2	Messmethoden	26			
3.3	Bauliche Massnahmen	26			
3.3.1	Grundsätze	26			
3.3.2	Gebäudehülle	26			
3.3.3	Minimale Lüftung	27			
3.3.4	Lüftungstechnische Anlagen	27			
6	Feuchteschutz	35			
6.1	Ziele des Feuchteschutzes	35			
6.2	Kritische Oberflächenfeuchte	35			
6.2.1	Anforderungen	35	A.1	Klimakennwerte	41
6.2.2	Vereinfachter Nachweis	35	A.2	Wasserdampfdrucksättigungsdruck p_{sat} in Pa	48
6.2.3	Rechnerischer Nachweis	36	A.3	Berechnung des minimalen Aussenluft-Volumenstroms	50
6.3	Begrenzung der Feuchte in der Konstruktion	37	A.4	Beispiel für die Messung der Luft- durchlässigkeit der Gebäudehülle	52
6.3.1	Anforderungen	37	A.5	Rechenbeispiel für die Speicher- kapazität und die Zeitkonstante	54
6.3.2	Nachweisverfahren	37	A.6	Berechnung des minimalen Ober- flächentemperaturfaktors	55
6.3.3	Vom Nachweis der Feuchtebildung befreite Konstruktionen	38	A.7	Publikationen	60
6.3.4	Bauliche und konstruktive Massnahmen	38			

Was ist mit IR messbar?

- Raumbedingungen
- Oberflächentemperaturen
- Asymmetrie Strahlungstemperaturen



2	Thermische Behaglichkeit	17
2.1	Anforderungen	17
2.1.1	Allgemeine Bedingungen	17
2.1.2	Optimale Raumtemperatur	17
2.1.3	Zuglufterscheinungen	18
2.1.4	Raumbedingungen im Winter (Heizbetrieb)	18
2.1.5	Raumbedingungen im Sommer	19
2.2	Berechnungsmethode	19
2.2.1	Optimale Raumtemperatur und Anteil unzufriedener Personen	19
2.2.2	Klagen wegen Zugluft	20
2.3	Bauliche Massnahmen	20
2.3.1	Behaglichkeit im Winter	20
2.3.2	Kaltluftabfall an Innenoberflächen ..	20
2.3.3	Behaglichkeit im Sommer	21
2.3.4	Technische Anlagen	21

Was ist mit IR messbar?

- Unterstützung bei Blower-Door-Messungen (Leckagensuche)

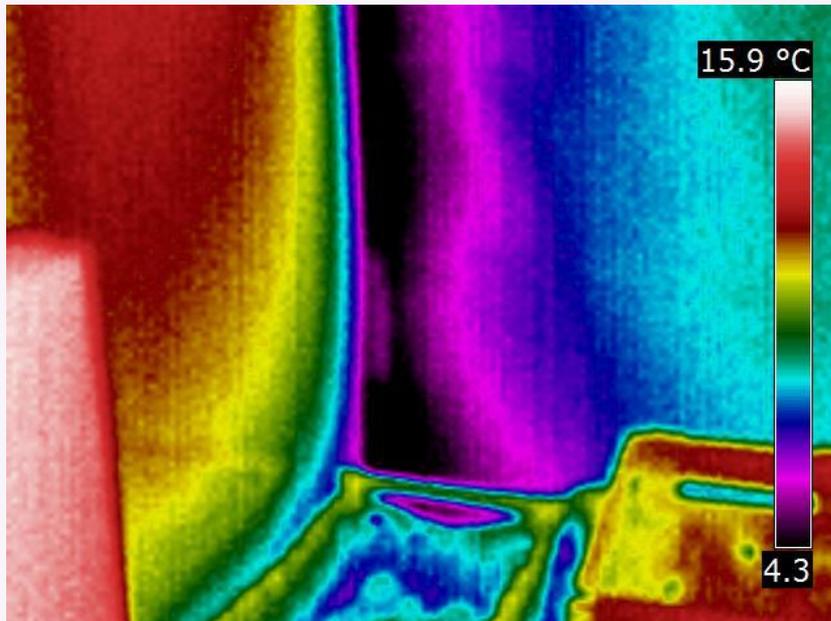


3	Lüftung	22
3.1	Anforderungen	22
3.1.1	Allgemeines	22
3.1.2	Minimaler Aussenluft-Volumenstrom ..	22
3.1.3	Feuchtebelastung	22
3.1.4	Luftdurchlässigkeit der Gebäudehülle ..	24
3.2	Messmethoden	26
3.3	Bauliche Massnahmen	26
3.3.1	Grundsätze	26
3.3.2	Gebäudehülle	26
3.3.3	Minimale Lüftung	27
3.3.4	Lüftungstechnische Anlagen	27



Was ist mit IR messbar?

- Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert-Kontrolle)
- Nachweis von Wärmebrücken

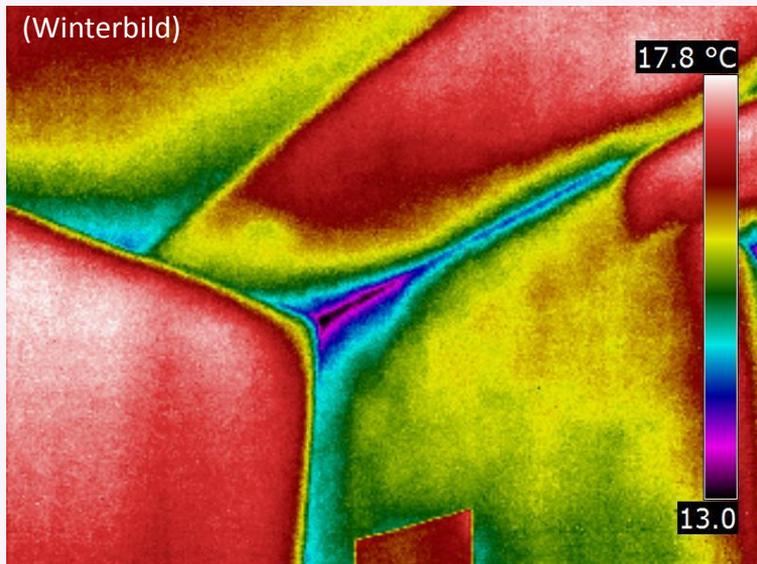


4	Wärmeschutz im Winter	28
4.1	Anforderungen	28
4.1.1	Wärmedämmung	28
4.1.2	Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile	28
4.1.3	Materialwahl für die Wärmedämmung	29
4.2	Berechnungsmethoden	29
4.2.1	Wärmedurchgangskoeffizient U	29
4.2.2	Wärmebrücken	29
4.2.3	Rechenwerte	29
4.2.4	Wärmeübergangswiderstände	29
4.3	Messmethoden	30
4.3.1	Wärmedurchgangskoeffizient U	30
4.3.2	Nachweis von Unregelmäßigkeiten in der Wärmedämmung der Gebäudehülle	30



Was ist mit IR messbar?

- Asymmetrie Strahlungstemperaturen (Kapitel 2)

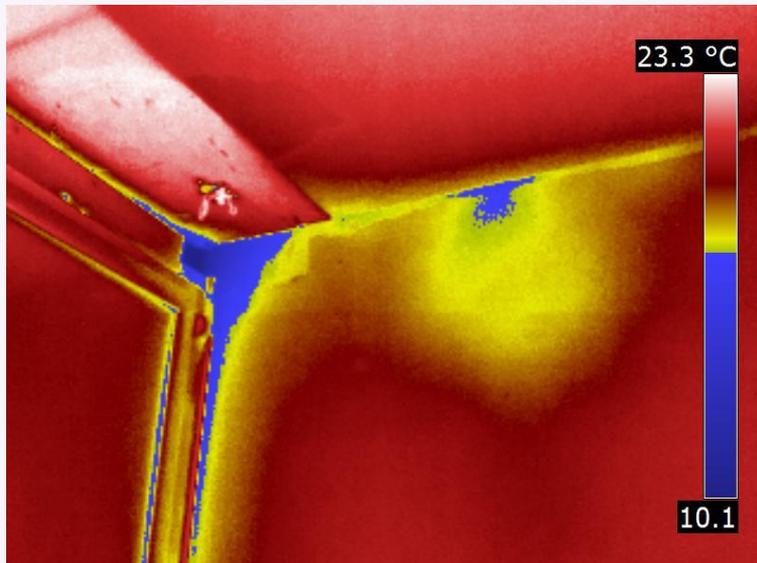


5	Wärmeschutz im Sommer	31
5.1	Anforderungen	31
5.1.1	Allgemeines	31
5.1.2	Grundsätzliche Anforderung: die thermische Behaglichkeit	31
5.1.3	Kombinierte Massnahmen zur Erfüllung der Anforderungen	31
5.1.4	Einfache Massnahmen zur Erfüllung der Anforderungen	31
5.1.5	Spezielle Massnahmen für Dachräume	32
5.1.6	Sonnenschutz	32
5.2	Berechnungsmethoden	32
5.2.1	Wärmeverlustkoeffizient	32
5.2.2	Wärmespeicherfähigkeit (Wärmekapazität)	33
5.2.3	Zeitkonstante T	33
5.2.4	Dynamischer Wärmedurchgangs- koeffizient U_T	33
5.2.5	Berechnung der Raumtemperatur im Sommer	34



Was ist mit IR messbar?

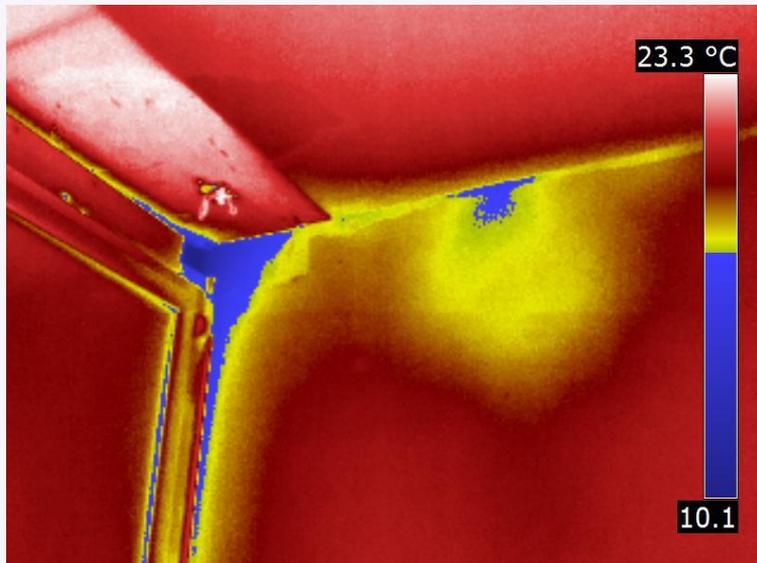
- Oberflächentemperaturfaktor f_{Rsi}



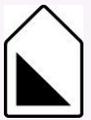
6	Feuchteschutz	35
6.1	Ziele des Feuchteschutzes	35
6.2	Kritische Oberflächenfeuchte.....	35
6.2.1	Anforderungen	35
6.2.2	Vereinfachter Nachweis	35
6.2.3	Rechnerischer Nachweis	36
6.3	Begrenzung der Feuchte in der Konstruktion	37
6.3.1	Anforderungen	37
6.3.2	Nachweisverfahren	37
6.3.3	Vom Nachweis der Feuchtebildung befreite Konstruktionen	38
6.3.4	Bauliche und konstruktive Massnahmen	38

Was ist mit IR messbar?

- Berechnung Oberflächentemperaturfaktor.....
(zur Kontrolle/Vergleich)

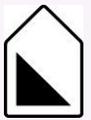


Anhang	41
A.1 Klimakennwerte.	41
A.2 Wasserdampf-sättigungsdruck p_{sat} in Pa	48
A.3 Berechnung des minimalen Aussenluft-Volumenstroms	50
A.4 Beispiel für die Messung der Luft- durchlässigkeit der Gebäudehülle ...	52
A.5 Rechenbeispiel für die Speicher- kapazität und die Zeitkonstante	54
A.6 Berechnung des minimalen Ober- flächentemperaturfaktors	55
A.7 Publikationen	60



Was ist mit IR messbar – eventuell folgende Punkte

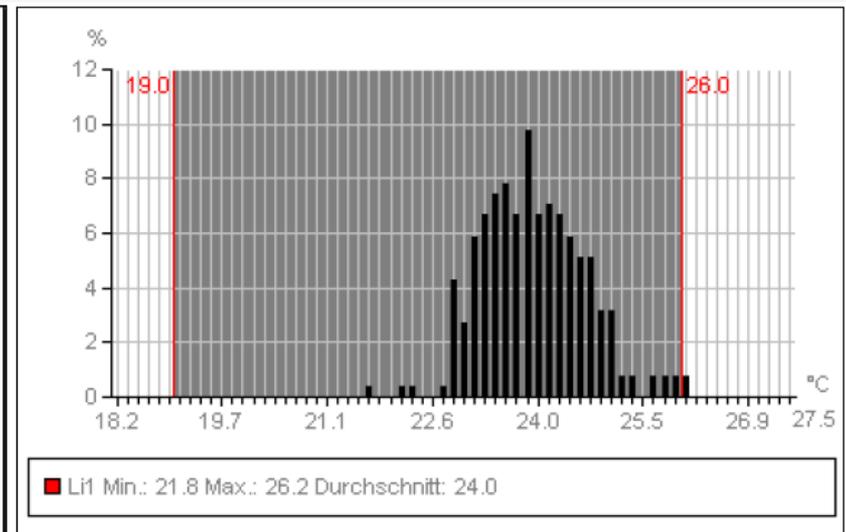
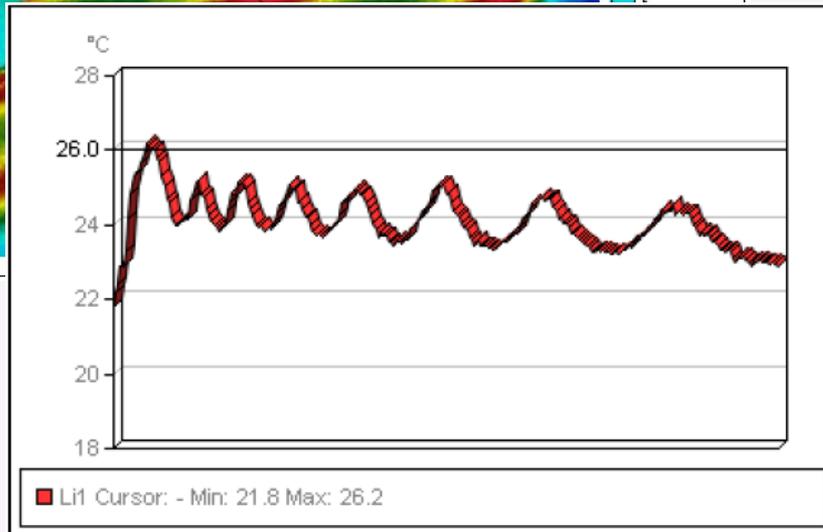
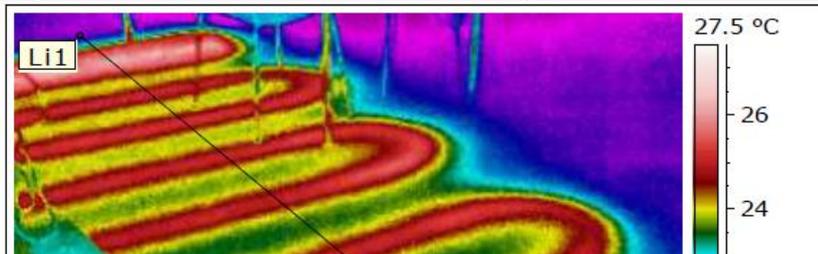
- **Oberflächentemperaturen /
Asymmetrie Strahlungstemperaturen**
- **Unterstützung Blower-Door-Messungen**
- **Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert)**
- **Nachweis von Wärmebrücken**
- **Oberflächentemperaturfaktor**

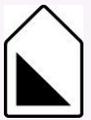


Norm SIA 180:1999 | Thermische Behaglichkeit

2.1.4.1 Raumbedingungen im Winter

c) Fussbodentemperatur zwischen 19 und 26°C





Norm SIA 180:1999 | Thermische Behaglichkeit

2.1.4.1 Raumbedingungen im Winter

d) maximale Asymmetrie der Strahlungstemperatur

- zwischen oben und unten bei Heizdecken 4 K
- zwischen zwei Seiten bei kalten Wänden 10 K
- zwischen zwei Seiten bei warmen Wänden 20 K

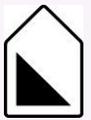


Norm SIA 180:1999 | Thermische Behaglichkeit

2.1.5 Raumbedingungen im Sommer

d) maximale Asymmetrie der Strahlungstemperatur

- bei kalten Wänden 10 K
- bei kalten Decken 13 K
- bei warmen Decken 5 K



Norm SIA 180:1999 | Lüftung

3.4.1 Luftdurchlässigkeit der Gebäudehülle





Norm SIA 180:1999 | Wärmeschutz im Winter

4.3.1 Wärmedurchgangskoeffizient U

➤ kein Hinweis auf thermografische Messmethode

➤ Praxisversuch an einer Vorstadtvilla in Bern

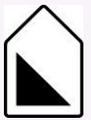




Norm SIA 180:1999 | Wärmeschutz im Winter

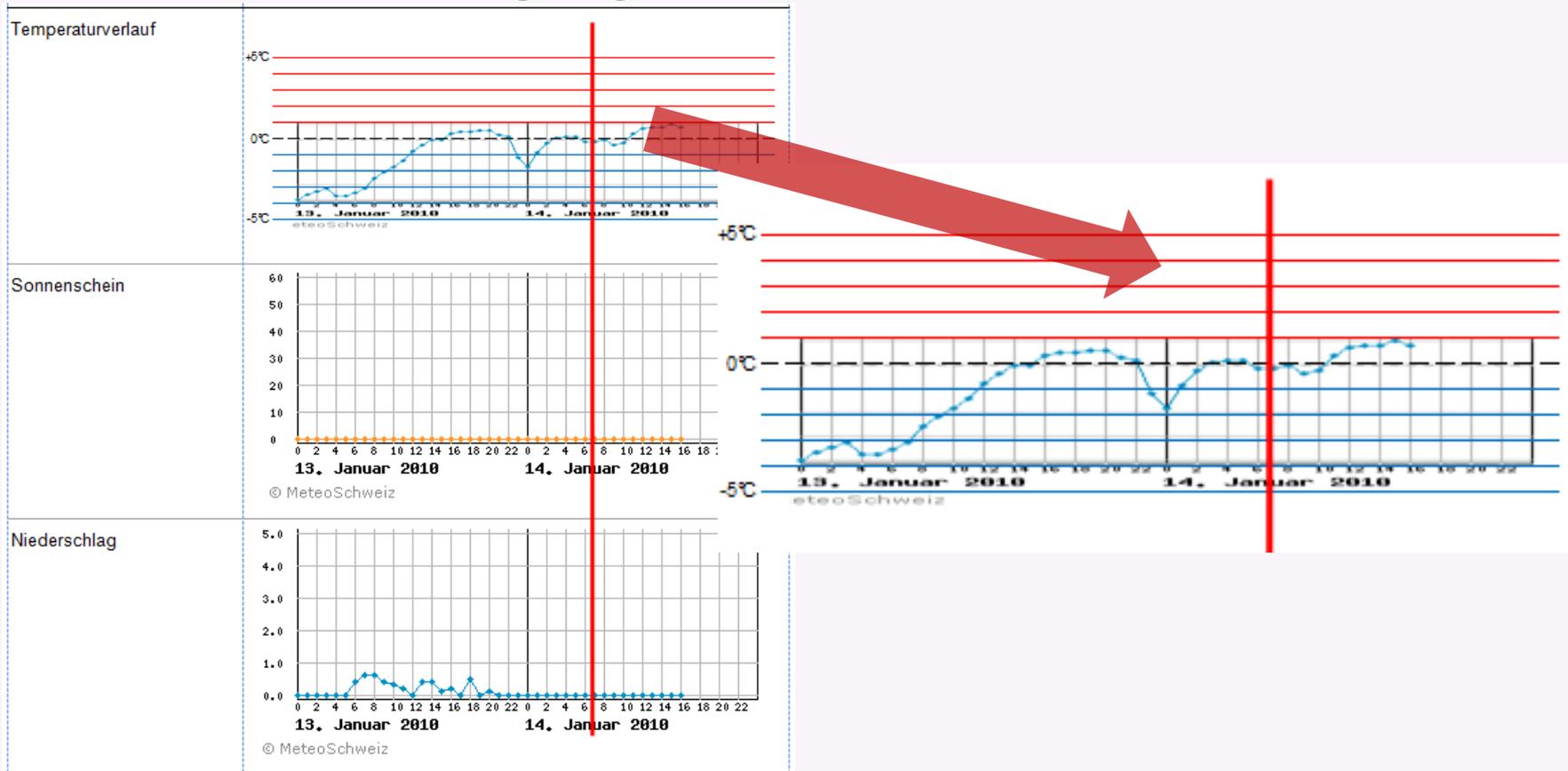
4.3.1 Wärmedurchgangskoeffizient U





Norm SIA 180:1999 | Wärmeschutz im Winter

4.3.1 Wärmedurchgangskoeffizient U



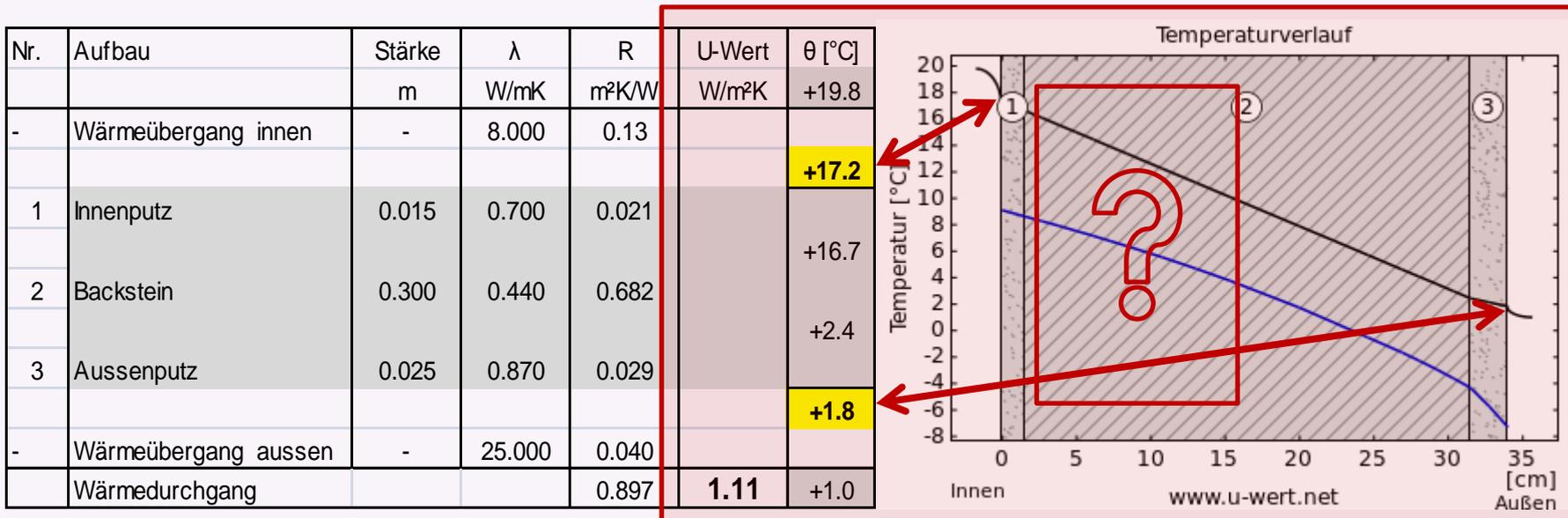
Quelle: www.meteoschweiz.ch; Wetterstation Bern / Zollikofen, Stationshöhe: 553 m ü.M.

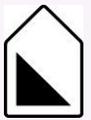


Norm SIA 180:1999 | Wärmeschutz im Winter

4.3.1 Wärmedurchgangskoeffizient U

- U-Wertberechnung
- mit Oberflächentemperaturen





Norm SIA 180:1999 | Wärmeschutz im Winter

➤ Abgleich mit der U-Wertberechnung

$$U_{\theta_e} = h_e * (\theta_{se} - \theta_e) / (\theta_i - \theta_e)$$

$$U_{\theta_i} = (\theta_i - \theta_{si}) / (\theta_i - \theta_e) * h_i$$

Innentemperatur	θ_i vorh	19.8 °C
Oberflächentemp. Innen	θ_{si} vorh	17.2 °C
Aussentemperatur	θ_e vorh	1.0 °C
Wärmeübergangswiderstand	R_{si}	0.130 m ² K/W
U-Wert vorhanden aus θ_{si}	U_i berechnet	1.11 W/m ² K
Oberflächentemp. Aussen	θ_{se} vorh	1.8 °C
Wärmeübergangswiderstand	R_{se}	0.040 m ² K/W
U-Wert vorhanden aus θ_{se}	U_e berechnet	1.06 W/m ² K

R	U-Wert	θ [°C]
		+19.8
0.13		+17.2
0.021		+16.7
0.682		+2.4
0.029		+1.8
0.040		+1.0
0.897	1.11	+1.0

➤ **Differenz ca. ± 5%** **± 0.4 Liter Heizöl / m²**



Norm SIA 180:1999 | Wärmeschutz im Winter

➤ Versuch 1 & 2 - Abgleich mit den gemessenen Oberflächentemperaturen

Innentemperatur	Θ_i vorh	19.8 °C
Oberflächentemp. Innen	Θ_{si} vorh	18.0 °C
Aussentemperatur	Θ_e vorh	1.0 °C
Wärmeübergangswiderstand	R_{si}	0.130 m ² K/W
V1	U-Wert vorhanden aus θ_{si}	U_i berechnet
		0.77 W/m ² K
Oberflächentemp. Aussen	Θ_{se} vorh	3.3 °C
Wärmeübergangswiderstand	R_{se}	0.040 m ² K/W
V2	U-Wert vorhanden aus θ_{se}	U_e berechnet
		3.06 W/m ² K

R	U-Wert	θ [°C]
m ² K/W	W/m ² K	+19.8
0.13		+17.2
0.021		+16.7
0.682		+2.4
0.029		+1.8
0.040		+1.0
0.897	1.11	+1.0

- **V1 Differenz -30% -3.0 Liter Heizöl / m²**
- **V2 Differenz +275% +17.2 Liter Heizöl / m²**



Norm SIA 180:1999 | Wärmeschutz im Winter

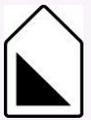
Versuch 3 - Oberflächentemperatur **innen**

- Wärmeübergangswiderstand in der oberen Raumhälfte $h_i = 4 \text{ W/mK}$ (gem. Norm $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2\text{K/W}$)

Innentemperatur	$\Theta_i, \text{ vorh}$	19.8 °C
Oberflächentemp.	$\Theta_{si}, \text{ vorh}$	18.0 °C
Aussentemperatur	$\Theta_e, \text{ vorh}$	1.0 °C
Wärmeübergangswiderstand	R_{si}	0.25 m ² K/W
U-Wert vorhanden	$U_{\text{berechnet}}$	0.38 W/m ² K

R	U-Wert	θ [°C]
		+19.8
0.13		+17.2
0.021		+16.7
0.682		+2.4
0.029		+1.8
0.040		
0.897	1.11	+1.0

➤ **Differenz ca. -66% -6.4 Liter Heizöl / m²**



Norm SIA 180:1999 | Wärmeschutz im Winter

Versuch 4 - Oberflächentemperatur **innen**

- Wärmeübergangswiderstand rechnerisch **angepasst** $h_i = 11.6 \text{ W/mK}$

Innentemperatur	Θ_i, vorh	19.8 °C
Oberflächentemp.	$\Theta_{si, \text{vorh}}$	18.0 °C
Aussentemperatur	Θ_e, vorh	1.0 °C
Wärmeübergangswiderstand	R_{si}	0.086 m ² K/W
U-Wert vorhanden	$U_{\text{berechnet}}$	1.11 W/m ² K

R	U-Wert	θ [°C]
m ² K/W	W/m ² K	+19.8
0.13		+17.2
0.021		+16.7
0.682		+2.4
0.029		+1.8
0.040		
0.897	1.11	+1.0

➤ **Keine Differenz**

Wärmeübergang korrekt ?



Norm SIA 180:1999 | Wärmeschutz im Winter

Versuch 5 - Oberflächentemperatur **aussen**

- Wärmeübergangswiderstand rechnerisch **angepasst** $h_e = 9 \text{ W/mK}$

Innentemperatur	Θ_i vorh	19.8 °C
Aussentemperatur	Θ_e vorh	1.0 °C
Oberflächentemp. Aussen	Θ_{se} vorh	3.3 °C
Wärmeübergangswiderstand	R_{se}	0.110 m ² K/W
U-Wert vorhanden aus θ_{se}	U_e berechnet	1.10 W/m ² K

R	U-Wert	θ [°C]
m ² K/W	W/m ² K	+19.8
0.13		+17.2
0.021		+16.7
0.682		+2.4
0.029		+1.8
0.040		
0.897	1.11	+1.0

➤ **Keine Differenz**

Wärmeübergang korrekt?



Norm SIA 180:1999 | Wärmeschutz im Winter

Versuch 6 - Oberflächentemperatur **aussen**

- Annahme Messungengenauigkeit **-1 K**
- Wärmeübergangswiderstand
SN EN ISO 13786 $h_e = 25 \text{ W/m}^2\text{K}$

Innentemperatur	Θ_i vorh	19.8 °C
Aussentemperatur	Θ_e vorh	1.0 °C
Oberflächentemp. Aussen	Θ_{se} vorh	2.3 °C
Wärmeübergangswiderstand	R_{se}	0.040 m ² K/W
U-Wert vorhanden aus θ_{se}	U_e berechnet	1.73 W/m ² K

R	U-Wert	θ [°C]
m ² K/W	W/m ² K	+19.8
0.13		+17.2
0.021		+16.7
0.682		+2.4
0.029		+1.8
0.040		
0.897	1.11	+1.0

➤ **Abweichung +56%** **+5.5 Liter Heizöl / m²**



Norm SIA 180:1999 | Wärmeschutz im Winter

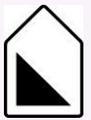
Versuch 7 - Oberflächentemperatur **aussen**

- Annahme Messungengenauigkeit **+1 K**
- Wärmeübergangswiderstand
SN EN ISO 13786 $h_e = 25 \text{ W/m}^2\text{K}$

Innentemperatur	Θ_i vorh	19.8 °C
Aussentemperatur	Θ_e vorh	1.0 °C
Oberflächentemp. Aussen	Θ_{se} vorh	4.3 °C
Wärmeübergangswiderstand	R_{se}	0.040 m ² K/W
U-Wert vorhanden aus θ_{se}	U_e berechnet	4.39 W/m ² K

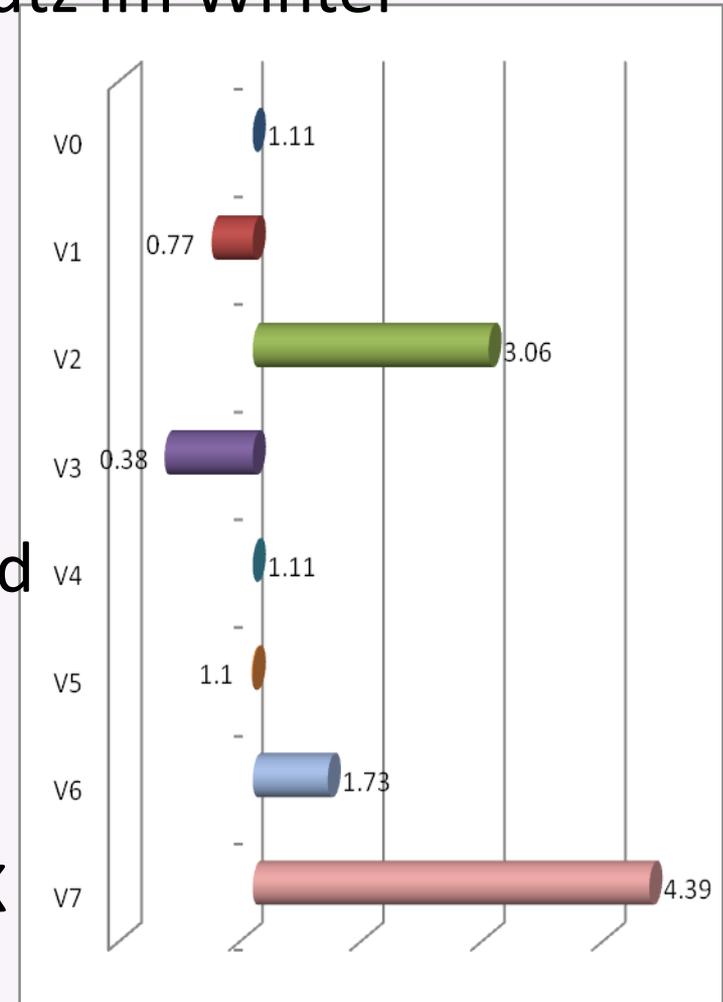
R	U-Wert	θ [°C]
m ² K/W	W/m ² K	+19.8
0.13		+17.2
0.021		+16.7
0.682		+2.4
0.029		+1.8
0.040		
0.897	1.11	+1.0

➤ **Abweichung +300% +29.0 Liter Heizöl / m²**



Norm SIA 180:1999 | Wärmeschutz im Winter

- V0 Abgleich ist i.O.
- V1 eff. innere θ_{si}
- V2 eff. äussere θ_{se}
- V3 obere Raumhälfte $h_i=4$
- V4 $h_i=11.6$ rechnerisch passend
- V5 $h_e=9$ rechnerisch passend
- V6 Messungenauigkeit θ_{se} **-1 K**
- V7 Messungenauigkeit θ_{se} **+1 K**

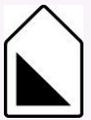




Norm SIA 180:1999 | Wärmeschutz im Winter

Auswahl weiterer Schwierigkeiten bei der Messung

- Genauigkeit $\pm 2^\circ\text{C}$ oder $\pm 2\%$ des Messwertes
(bei Flir B360)
 - θ_{si} von 17.0°C bis 20.0°C !
 - θ_{se} von 1.3°C bis 5.3°C !
- Äussere Luft-Infrarottemperatur !?!?
- exakter Aufbau des Bauteils, Berechnungsgrundlage
(hat der BN von 1905 wirklich $\lambda = 0.44 \text{ W/mK}$)
- lokale Windverhältnisse



Norm SIA 180:1999 | Wärmeschutz im Winter

4.3 Messmethode

4.3.2 Nachweis von Unregelmässigkeiten in der Wärmedämmung der Gebäudehülle

SN EN ISO 13187 Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Qualitativer Nachweis von Wärmebrücken in Gebäudehüllen – Infrarotverfahren (ISO 6781:1983, modifiziert)

Diese Norm beschreibt die richtige Anwendung der Infrarotkamera.

Vernehmlassung

SIA 180

Dieser Entwurf hat keine Gültigkeit und darf nicht angewendet werden.

Oktober 2010

4.5.2 Nachweis von Unregelmässigkeiten in der Wärmedämmung der Gebäudehülle

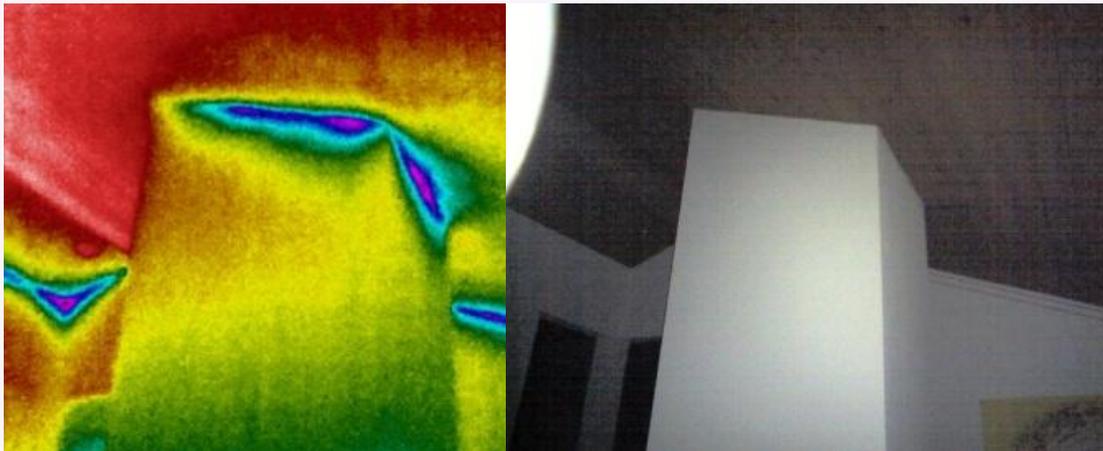
SN EN 13187 Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Qualitativer Nachweis von Wärmebrücken in Gebäudehüllen – Infrarot-Verfahren (ISO 6781:1983, modifiziert)

Diese Norm beschreibt die richtige Anwendung der Infrarotkamera.



Norm SIA 180:1999 | Wärmeschutz im Winter

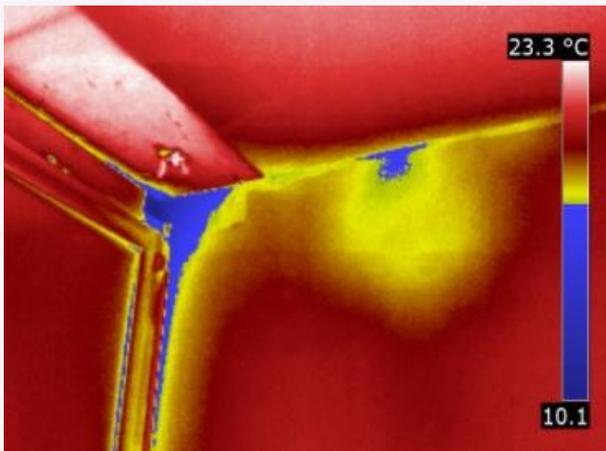
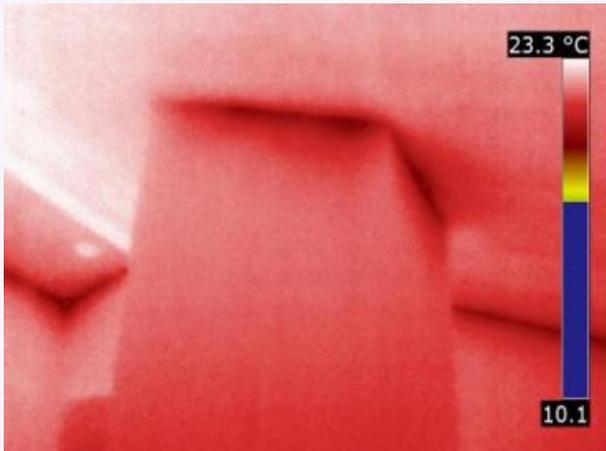
4.3.2 Nachweis von Wärmebrücken





Norm SIA 180:1999 | Wärmeschutz im Winter

4.3.2 Nachweis von Wärmebrücken – Skalierung !!





Norm SIA 180:1999 | Feuchteschutz

6.2 Kritische Oberflächenfeuchte

6.2.2 Vereinfachter Nachweis

...für konstruktive Wärmebrücken bei Bauteilen...

...minimal zulässiger

Oberflächentemperaturfaktor $f_{R_{si, \min}} \geq 0.75...$

$$f_{R_{si, \min}} = \frac{\theta_{si, \min} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

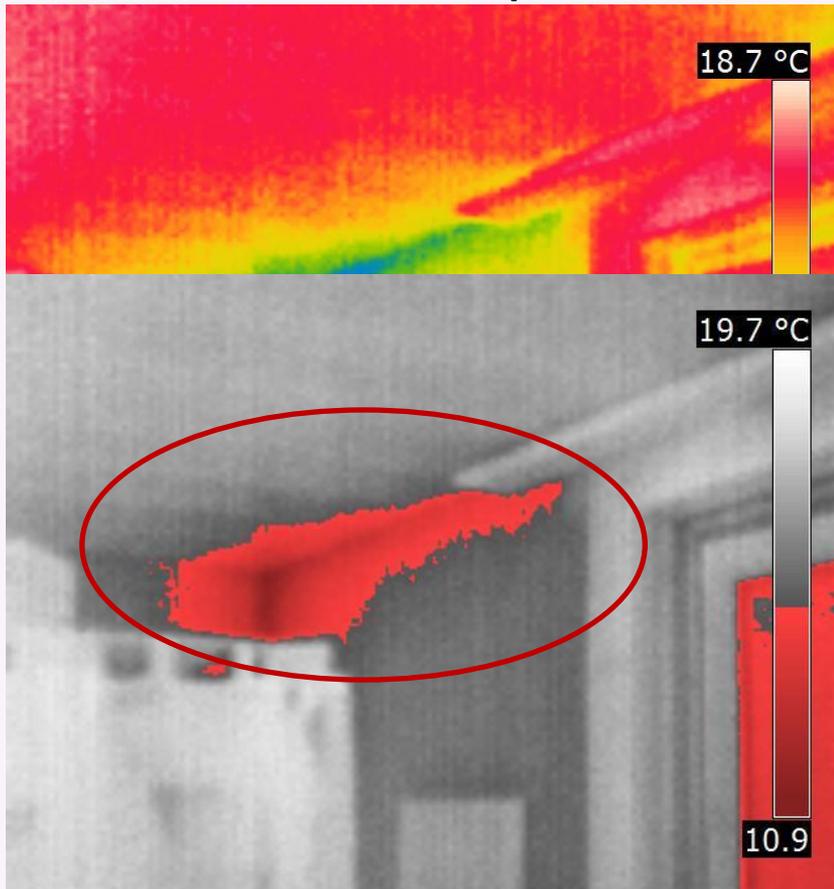
erforderliche Werte: Raumlufttemperatur innen
 Atmosphärentemp. aussen





Norm SIA 180:1999 | Feuchteschutz

Oberflächentemperaturfaktor f_{Rsi}



Bildeinstellungen [Flir Reporter Software]

Farben Isotherme Kommentare Objektparameter Voreinstellungen

Isotherme

Wärmedämmung Löschen

Farbe

Fest:

Kontrast:

Palette:

Öffnen...

Wärmedämmungsalarm

Innenlufttemperatur: 21.00 °C

Wärmedämmungsfaktor: 0.75

Außenlufttemperatur: -4.00 °C

f_{Rsi}

OK Abbrechen Übernehmen Hilfe



Norm SIA 180:1999 | Feuchteschutz

6.2 Kritische Oberflächenfeuchte

6.2.3 Rechnerischer Nachweis

- notwendig wenn zulässige Raumlufffeuchten überschritten sind.
- bei erheblichen Wärmebrücken $f_{Rsi} < 0.75$ erforderlich.
- für **Oberflächenkondensat- und Schimmelpilzfreiheit**

➤ Anhang A.6 Berechnung des minimalen
Oberflächentemperaturfaktors



SIA Dokumentation D 0166

- Leitfaden zur Norm 180
- sinnvolle Ergänzung
- Erklärungen und Beispiele





Die Norm SIA 180:1999 und Infrarot-Thermografie

➤ Thermische Behaglichkeit



➤ bei Blower-Door-Messungen



➤ U-Wert Analyse



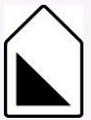
➤ Nachweis Wärmebrücken



➤ Oberflächentemperaturfaktor

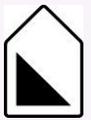


Persönliche Meinung/Analyse !



BFE Projekt QualiThermo® (Autor Christoph Tanner)

- IR-Bildskalierungen Standardisierung
- Spannweite der Skalierung den Temperaturdifferenzen innen-aussen angepasst
- Vergleichbarkeit der Bilder bei unterschiedlichen Meteobedingungen (Aussentemperatur!)
- Dokumentation Erscheinung Herbst/Winter 2011



Fragen | Diskussion | Ergänzungen | Meinungen



InfraBlow.Siegrist | Lutertalstrasse 39 | 3065 Bolligen | www.infrablowlow.ch