

Thermografienaufnahmen der Gebäudehülle

Auftraggeber

Empa Abteilung 118, Bautechnologien
Dr. Karim Ghazi Wakili
Überlandstrasse 129
8600 Dübendorf

Auftragsnummer:

11-06

IR-Aufnahmen vom

17.02.2011 bct
15.04.2011 bct / Gh

Objekt:

EFH Fichtenstrasse 14, 8032 Zürich

Anzahl Seiten inkl. Anhang

31



Winterthur, 19.05.2011



Christoph Tanner
Infrarot- und Bauschadenexperte

Tel. 079 528 10 28
bct@bauchek-tanner.ch

Die Bearbeitung dieses Auftrages erfolgt nach bestem Wissen und Gewissen, basierend auf dem aktuellen Stand der Technik, bzw. der Kenntnisse im Bereich Gebäudethermografie. Trotzdem kann Baucheck-Tanner und die von ihm beauftragten Personen weder belangt noch in irgendeiner Form haftbar gemacht werden für die Aussagen und Beurteilungen im vorliegenden Dokument. Davon ausgenommen sind Fälle von grober Fahrlässigkeit.

Impressum:

Autor:	Christoph Tanner, dipl. Arch HTL / FH
Gegenlesung:	Andreas Haase / QC-Expert AG
Dokument:	Bericht-IR-Fichtenstrasse.doc / pdf
© Copyright:	Copyright bei Baucheck-Tanner

Inhaltsverzeichnis

1. Erläuterungen zum Auftrag.....	4
2. Angaben zum untersuchten Gebäude	5
3. Verwendete IR-Ausrüstung und Software	5
4. Farbkeileinstellungen und Beurteilung der IR-Bilder ...	6
5. Zusammenfassung der Ergebnisse	9
6. IR-Bilder	9
7. Bedingungen für die IR-Aufnahmen.....	22
8. Nachweis der Wärmebrückenfreiheit bei den WFM-Messstellen	26
9. Messung der Mauerdicken	30

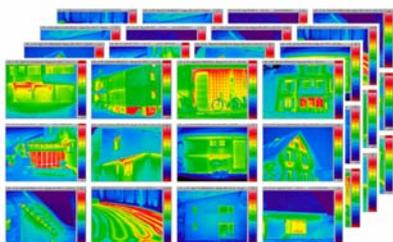
Anhang:

Grundsatzinformationen zur Gebäudethermografie



Thermografie Verband Schweiz
www.thech.ch

Infrarotaufnahmen von Gebäuden



von Christoph Tanner

Erläuterungen und Hintergründe zu den am meisten beobachteten
Problemstellen bei Wärmebildern von Gebäude-Aussenaufnahmen

Separate Beilage:

Dokumentation „Infrarotaufnahmen von Gebäuden“ Musterbilder von Gebäude-Aussenaufnahmen

Erläuterungen und Hintergründe zu den am meisten beobachteten Problemstellen bei Wärmebildern von Gebäude-Aussenaufnahmen.

1 Erläuterungen zum Auftrag

Beim vorliegenden Auftrag handelt es sich um messtechnische Überprüfungen einer Gebäudehülle im Rahmen des folgenden BFE-Projektes:

Auftraggeber: Bundesamt für Energie, Forschungsprogramm Energie in Gebäuden
Auftragnehmer: Vera Gloor AG, Herr M. Wenger
BFE-Projektnummer: 500533
BFE-Bereichsleiter: Andreas Eckmanns
BFE-Programmleiter: Charles Filleux
Projekttitel: Erneuerung Fichtenstrasse 14, Zürich
Sanierung der Fassade des denkmalgeschützten Mehrfamilienhauses aus dem Jahr 1877 mit verputzter Aerogel-Hochleistungswärmedämmung

Für die messtechnischen Überprüfungen wurde die Empa Abteilung Bautechnologien beauftragt (Dr. Karim Ghazi Wakili), welche Ihrerseits für folgende Aufgaben einen Unterauftrag an Baueck-Tanner weitergab:

- **Thermografische Kontrolle von aussen inkl. Vergleich mit Nachbarhaus**
- **Aufnahme der Raumtemperaturen, die vor und während den IR-Aufnahmen herrschen**
- **IR-Innenaufnahmen zum Nachweis der Homogenität der Wandflächen, an welchen die Wärmeflussmessungen der Empa stattgefunden haben.**
- **Ermitteln der Wanddicken nach der Sanierung.**

Informationen:

Als ehemaliger Empa-Mitarbeiter kennt Baueck-Tanner das Umfeld und die Bedürfnisse der Empa bestens und arbeitet in verschiedenen Projekten mit der Abt. Bautechnologien zusammen.

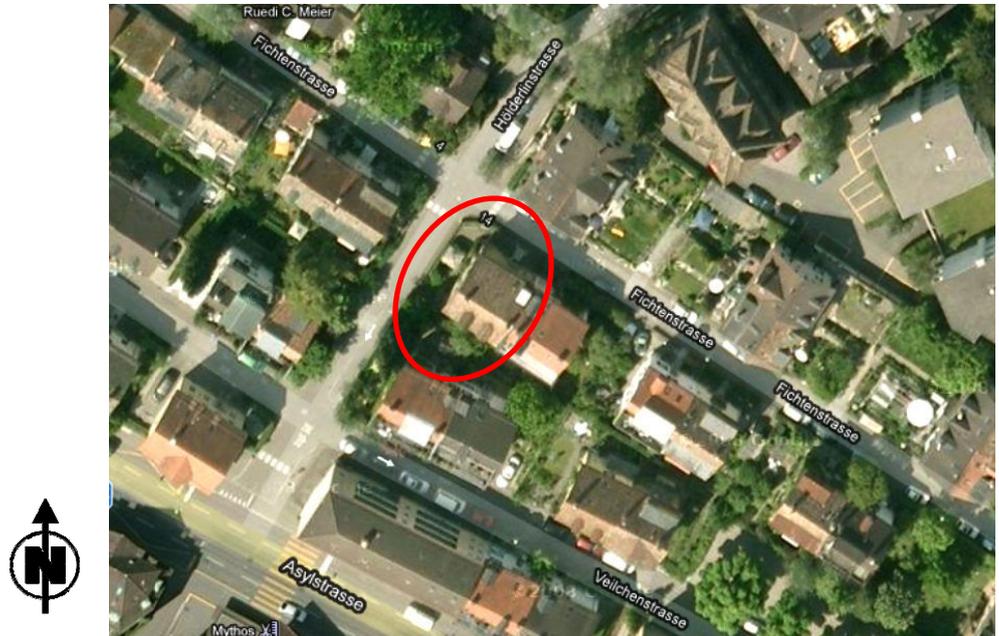
Der Auftrag für die IR-Aufnahmen bei der Fichtenstrasse in Zürich kam erst gegen Ende der IR-Saison 2010 / 2011 zu Baueck-Tanner. Durch diverse Ferienabwesenheiten wurde die Ausführung zudem vorerst blockiert. Damit trotzdem noch vor dem Sommer beurteilungsfähige IR-Aufnahmen vorliegen, wurden bei sehr unterschiedlichen Meteobedingungen zweimal IR-Aufnahmen gemacht. Das erste Mal am 17.02.2011 (bei Abwesenheit und ohne Vorinformation der Bewohner) und das zweite Mal am 15.04.2011 (mit Vorinformation und Erfassung der Innen- und Aussentemperaturen).

Im Bericht werden die IR-Bilder der beiden Aufnahmedaten jeweils einander gegenüber gestellt.

2 Angaben zum untersuchten Gebäude

Gebäudetyp, Adresse MFH Fichtenstrasse 14, 8032 Zürich

Luftbild



Quelle: www.google.ch

3 Verwendete IR-Ausrüstung und Software

IR-Kameratyp:

- nec TH 7700
- UFPA (ungekühlt)
- 8 bis 14 μm
- 320 x 240 Pixel

Einstellungen (Umgebungskompensation):

- Umgebungstemperatur 0 °C
- r. F. 80% auf 15m
(weitere Informationen siehe IR-Bildkopfeilen)



Auswertungssoftware

PicWin-IRIS (ebs), Version 7.1

Auswertungsverfahren

Programm QualiThermo®, Version 2.2

4 Farbkeileinstellungen und Beurteilung der IR-Bilder

4.1 Methode QualiThermo®

QualiThermo® wird ein IR-Tool genannt, mit dem Thermografieaufnahmen von Gebäuden standardisiert und nachvollziehbar dargestellt werden können. Damit werden visuelle Vergleiche von IR-Bildern möglich, die unter verschiedenen Aussen- und Innenlufttemperatur-Bedingungen aufgenommen wurden. Die Resultate werden allerdings von verschiedenen Randbedingungen stark beeinflusst, allen voran von den Meteobedingungen vor- und während den IR-Aufnahmen.

17.02.2011 Aufnahmezeit: ca. 22 Uhr

IR-Farbkeileinstellungen nach der Methode QualiThermo®, (Version 2.2)

Obere und untere Temperatureinstellung für eine vergleichbare Darstellung der IR-Bilder

Raumtemperatur innen	+ 22 °C	(Annahme)
Lufttemperatur aussen	+ 3.5 °C	(Messung)
Vorgabe QualiThermo oben	+ 10.8 °C	
Vorgabe QualiThermo unten	+ 0.4 °C	
korrigierter Ist-Wert oben *)	+ 9.8 °C	
Spreizung	10.4 K	
korrigierter Ist-Wert unten *)	- 0.6 °C	
Unterkühlung (UK)	1 K	



*) Anpassungen des Farbkeils

Je nach Meteobedingungen, Gebäudekonstruktion und Nutzungszustand ist eine Korrektur sinnvoll.

Am meisten vorkommend bei klarem Nachthimmel (Unterkühlung → Untergrenze wird tiefer gesetzt.)

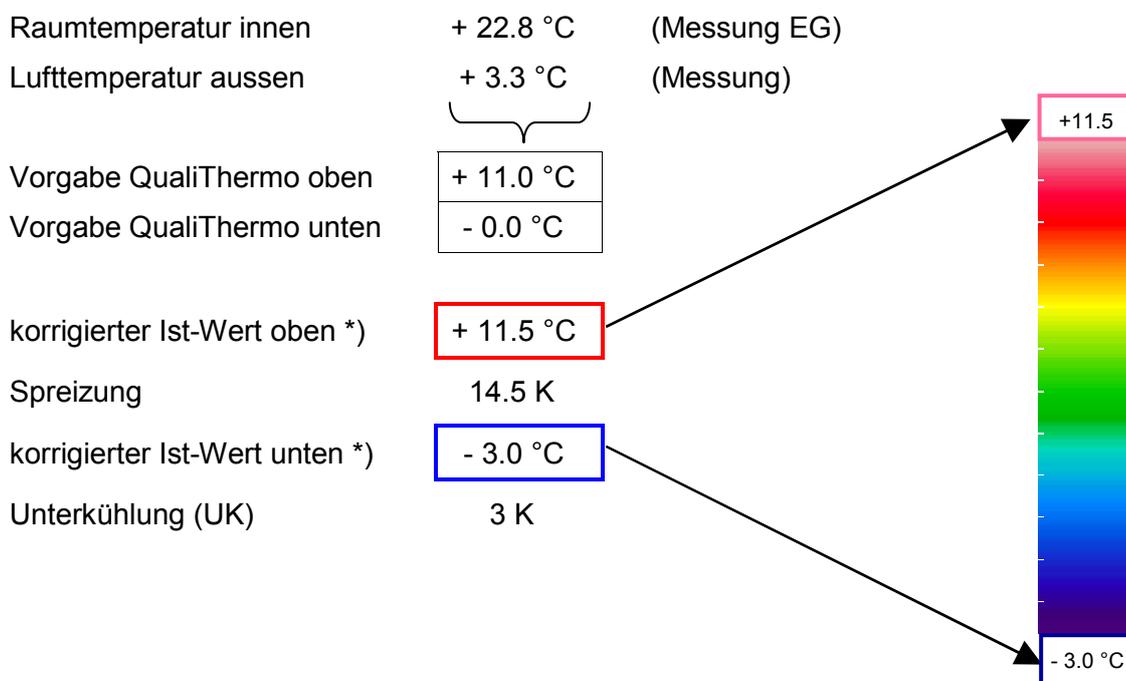
Detaillierte Datengrundlagen siehe Kapitel 7.1

Hier wurde die Anpassung in Folge der Hintergrundtemperatur (Himmel) und für die möglichst gute Vergleichbarkeit mit den IR-Bildern vom 15.04.2011 vorgenommen.

15.04.2011 Aufnahmezeit ca. 07:30 Uhr (bei Tagesanbruch)

IR-Farbkeileinstellungen nach der Methode QualiThermo[®], (Version 2.2)

Obere und untere Temperatureinstellung für eine vergleichbare Darstellung der IR-Bilder



*) Anpassungen des Farbkeils

Je nach Meteobedingungen, Gebäudekonstruktion und Nutzungszustand ist eine Korrektur sinnvoll.

Am meisten vorkommend bei klarem Nachthimmel (Unterkühlung → Untergrenze wird tiefer gesetzt.)

Detaillierte Datengrundlagen siehe Kapitel 7.2

Hier wurde die Anpassung in Folge der Hintergrundtemperatur (Himmel) und für die möglichst gute Vergleichbarkeit mit den IR-Bildern vom 15.04.2011 vorgenommen.

4.2 Beurteilung von Bauteilen und Schwachstellen

Mit der standardisierten Darstellung der Methode QualiThermo® können bei IR-Aufnahmen einige Bauteile anhand der Farben bezüglich Energieverluste eingeordnet werden. Der dazu notwendige „**Interpretationsschlüssel**“ ist unten abgebildet.

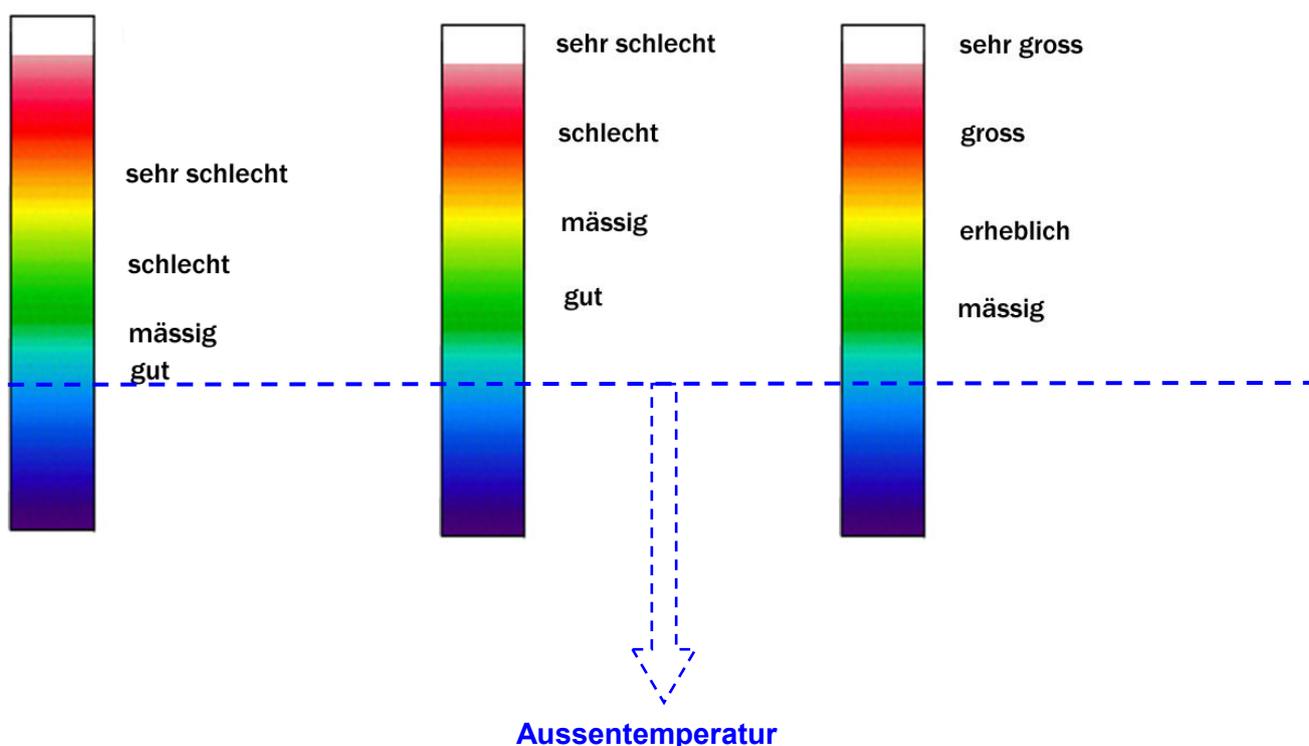
Bemerkung: In gewissen Situationen können diese Ableitungen fehlerhaft werden. Beispiele: Spiegelungen in den Fenstern (vgl. Doku S. 14) oder Unterkühlungen (vgl. Doku S. 38).

Bewertung der Bauteile und Schwachstellen

**Wärmedämmung
Aussenwände**

**Wärmedämmung
Fenster (Gläser)**

**Schwachstellen
Wärmebrücken Luftdurchtritte**



Aussentemperatur
Was kälter ist, ist unterkühlt
oder spiegelt evtl. den Himmel.

Je näher die äussere Gebäudeoberflächen-Temperatur bei der Aussenluft-Temperatur liegt, desto ungenauer wird eine Aussage über den Wärmeverlust des Bauteils!

5 Zusammenfassung

Die Wärmebilder des sanierten MFH Fichtenstrasse 14 wurden zur Kontrolle im Rahmen des BFE Projektes 500533 aufgenommen. Durch verschiedene Umstände wurden 2 Bildserien erstellt, einmal unter guten- und einmal unter ungünstigen Meteobedingungen für IR-Aufnahmen.

Die Bildauswertung erfolgte mit der Methode "QualiThermo", die in beschränktem Rahmen vergleichbare Skalierungseinstellungen vorgibt, so dass die IR-Bilder visuell miteinander verglichen werden können, auch wenn unterschiedliche Aussentemperaturen herrschen.

Die IR-Aufnahmen zeigen primär den erheblichen Unterschied, der zwischen gedämmten und ungedämmten Konstruktionen entsteht.

Beim sanierten Haus 14 sind keine relevanten Warmluftaustritte erkennbar und die Fenster entsprechen dem heute üblichen Standard. Bei den Fenstereinfassungen sind hingegen die konstruktiv bedingten Wärmebrücken der Steineinfassungen gut zu erkennen.

Vergleicht man die IR-Bilder von Haus 14 mit dem unsanierten Haus 16 so ist Vorsicht geboten: Die Innenraumtemperaturen im Haus 16 waren / sind deutlich tiefer als im Haus 14, was sich auch auf die Oberflächentemperaturen, bzw. die Wärmeverluste auswirkt.

6 IR-Bilder

Auf den folgenden Seiten sind die aufbereiteten IR-Aufnahmen dargestellt. Von verschiedenen Bauteilen und auffällige Stellen führen Markierungen zu einzelnen Boxen. Darin ist - soweit möglich -, eine verbale Beurteilung der Schwachstelle angegeben.

Die Beurteilungen des Experten basieren auf den visualisierten Wärmeverlusten in den IR-Bildern zum Aufnahmezeitpunkt. Diese Wärmeverluste können nicht ohne weiteres mit der Dämmqualität des Bauteils und somit mit dem U-Wert (= Wärmedurchgangskoeffizient) gleichgesetzt werden. Nur wenn gesicherte Werte über Innentemperaturen, Meteodaten, Konstruktion und Benutzereinflüsse bekannt sind, können Abschätzungen der Dämmqualität vorgenommen werden.

Die Beurteilung ist eine grundsätzlich subjektive Beurteilung des IR-Experten. Er versucht, die oben beschriebenen Faktoren - soweit vorhanden - zu berücksichtigen und zu gewichten, ist aber auch auf Erfahrungswerte und Vergleichsbeispiele angewiesen (siehe beiliegende Dokumentation).

Die Beurteilung erfolgt nach den im vorangehenden Kapitel 4.2 aufgezeigten Grundlagen der farblichen Erscheinungsbilder der einzelnen Bauteile. Wo Abweichungen auftreten, erfolgt dies auf Grund von Erfahrungswerten in ähnlichen Fällen.

Das folgende Kapitel mit den IR-Bildern zeigt 2 Serien von Thermografieaufnahmen:

Links: Bilder vom 17.02.2011

*Gebäudezustand: Fichtenstrasse 14:
unbewohnt, aber normal beheizt
(= Angabe der Bewohner).*

*Gebäudezustand: Fichtenstrasse 16:
wahrscheinlich bewohnt.
Keine gesicherten Angaben*

*Bemerkung:
Die IR-Aufnahmebedingungen sind gut.*

Rechts: Bilder vom 15.04.2011

*Gebäudezustand: Fichtenstrasse 14:
bewohnt, normal beheizt.*

Effektive Innentemperaturen: siehe Kap. 7.4

*Gebäudezustand: Fichtenstrasse 16:
bewohnt.*

Effektive Innentemperatur DG: siehe Kap. 7.4

*Bemerkung:
Die IR-Aufnahmebedingungen sind im April
wegen der starken Temperaturschwankungen
zwischen Tag und Nacht meist ungünstig.*

17.02.2011 IR-Bild 055 und 054: Nordfassade

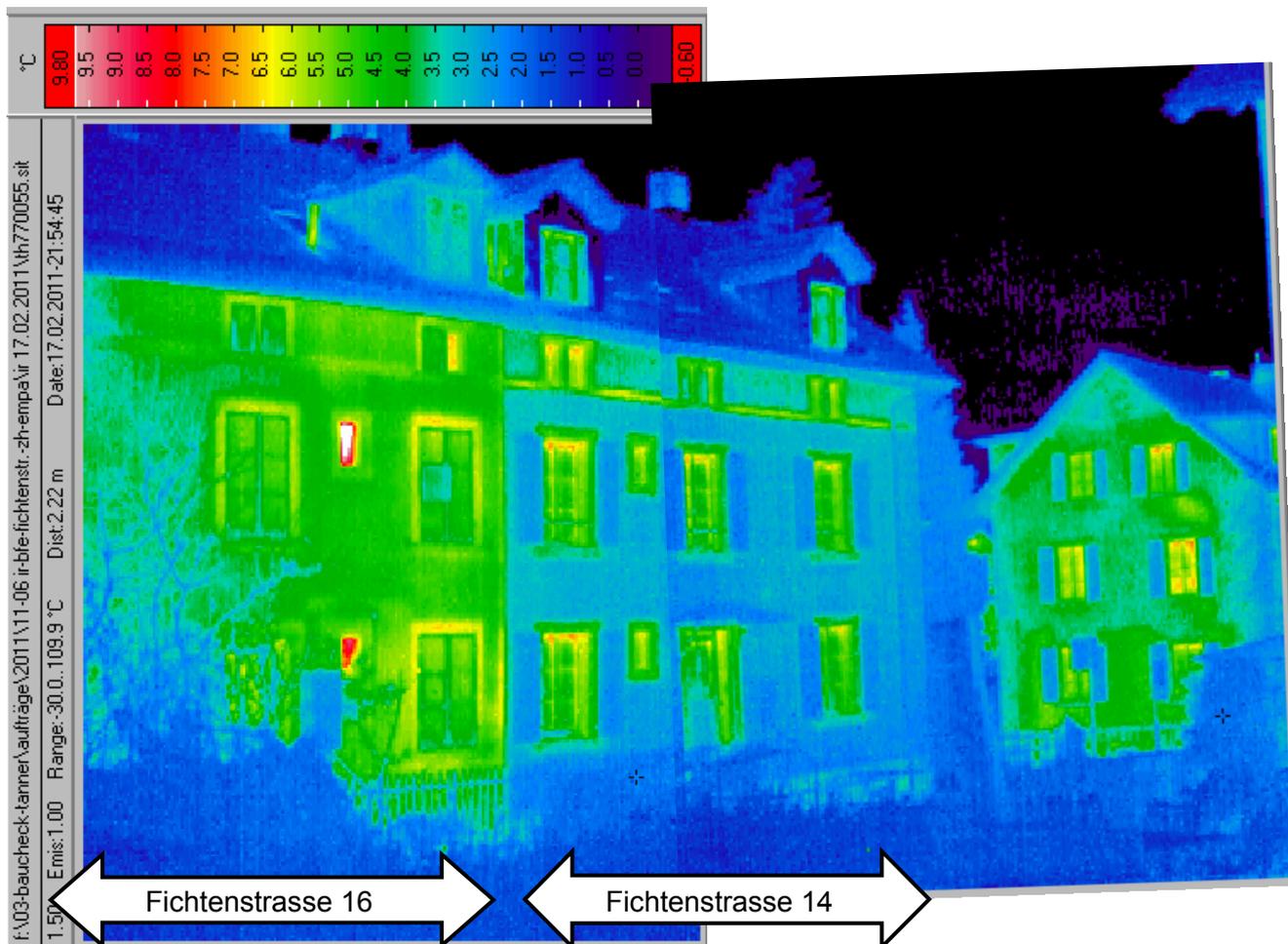


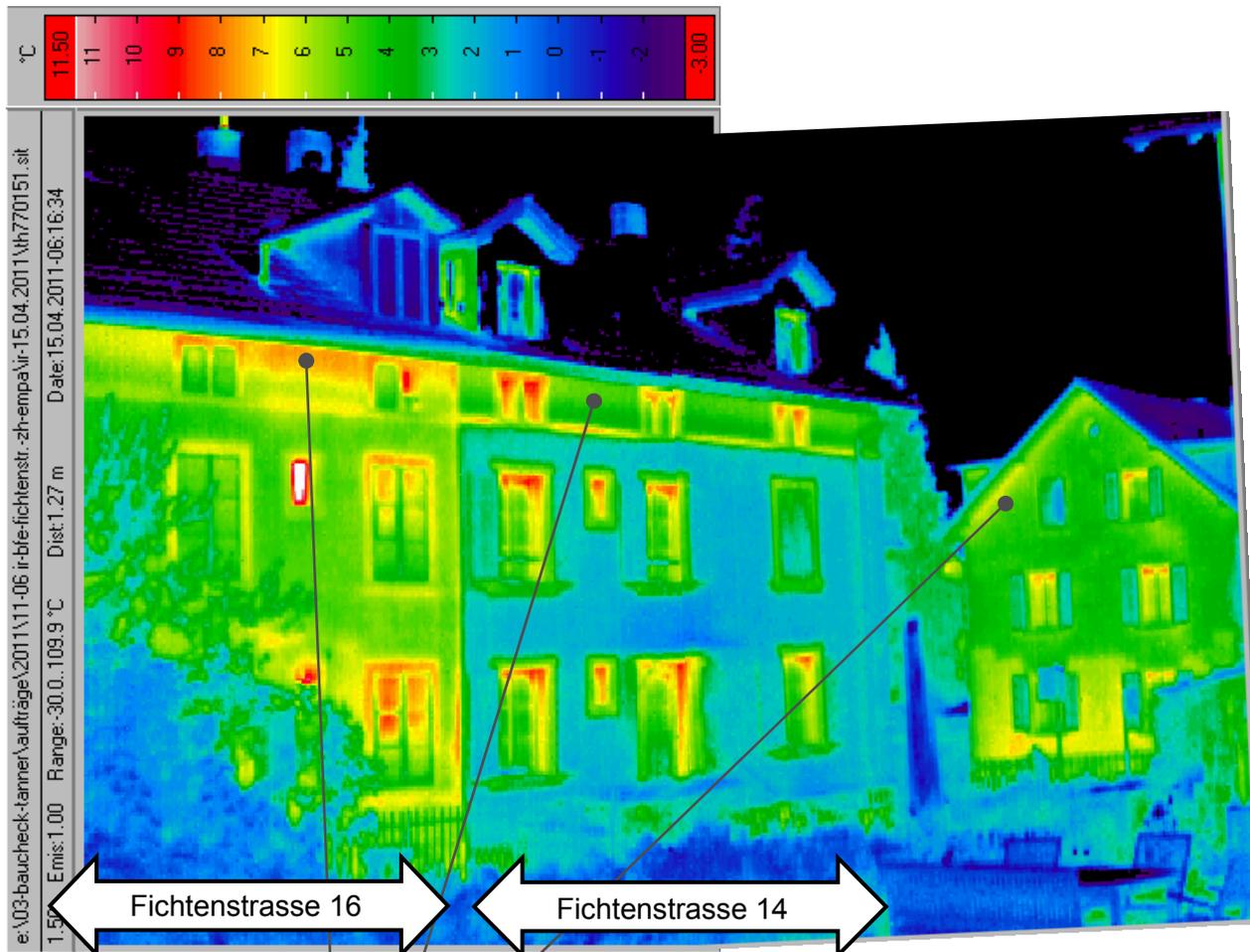
Foto: IMGP2487

Aussenwand mit Aerogel und Wärmedämmputz

Der Unterschied Haus 16 / 14 ungedämmt / gedämmt ist klar erkennbar.

Weitere Vergleiche siehe beiliegende Dokumentation Kapitel 6.1

15.04.2011 IR-Bild 151 und 150: Nordfassade



Wärmeschatten infolge verminderter Abstrahlung

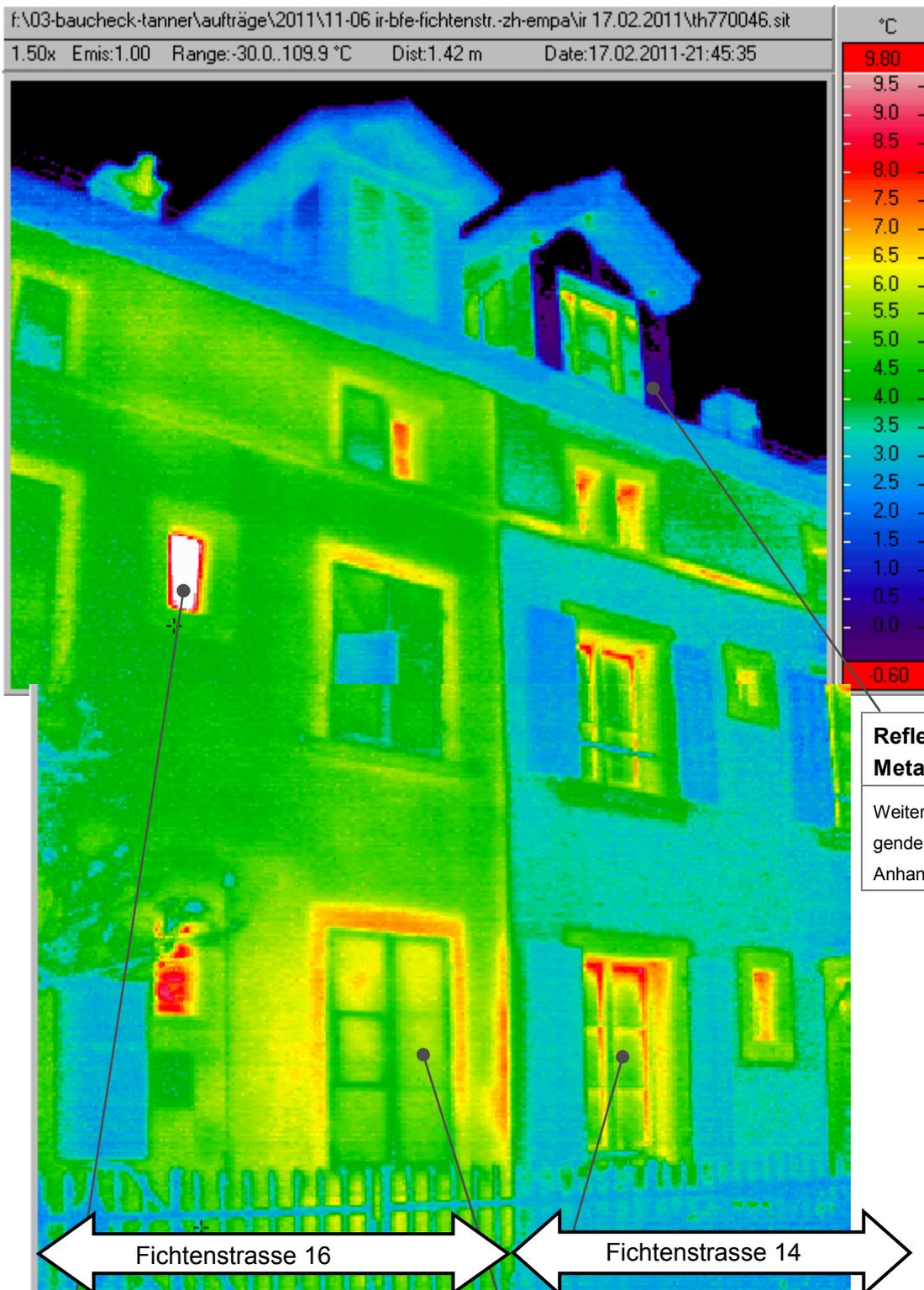
Deutlich erkennbar (im Vergleich zum IR-Bild links) ist hier die höhere Oberflächentemperatur unter dem Vordach. Ursache: Das Vordach schützt vor Abstrahlung. **Die Oberflächen unterkühlen sich nicht, weil sie den kalten, klaren Nachthimmel „nicht sehen“.**

Weitere Infos und Bsp. siehe beiliegende Dokumentation Kapitel 12.1 und Anhang 10

Aussenwände analog Bild links

Aus der Doku Kapitel 11.1:
„Bei Neubauten (bzw. gut gedämmten Bauten) kann mit Wärmebildern nicht mehr erkannt werden, ob ein Gebäude gut oder sehr gut gedämmt ist!“

17.02.2011 IR-Bild 046 und 047: Nordfassade



offenes Fenster

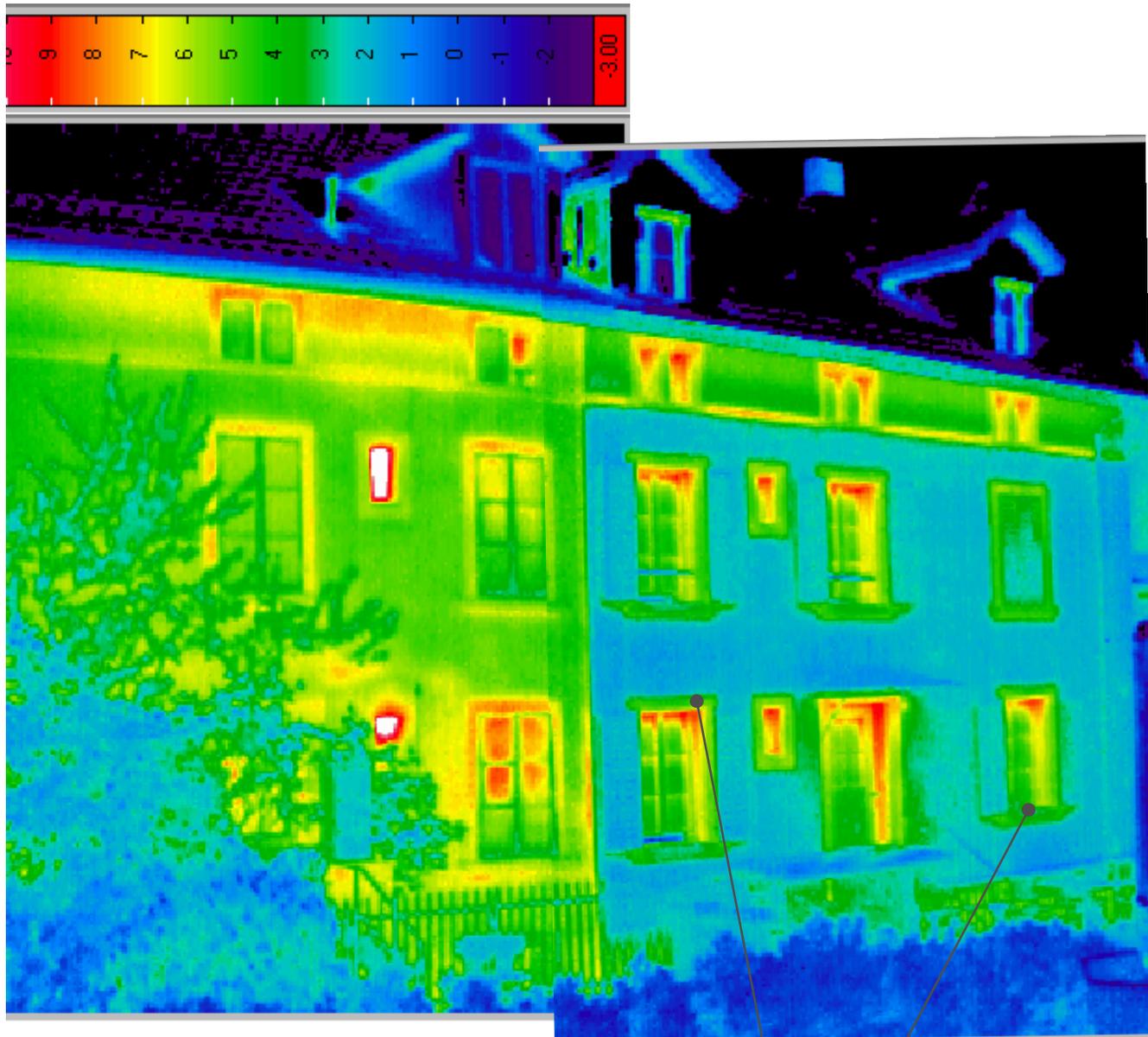
Weitere Infos siehe beiliegende Dokumentation Kapitel 4.4

Fenster

Rechts: Gut gedämmte Fenster nach heutigem Standard.
Links: Ist die Raumtemperatur deutlich tiefer, so zeigt auch ein altes Fenster (mit Vorfenster!) wenig Wärmeverluste.

Weitere Infos siehe beiliegende Dokumentation Kapitel 4

15.04.2011 IR-Bild 149 und 148: Nordfassade



Stark unterkühlte Dachflächen

Exponierte Flächen können sich bei klarem Himmel (wie hier) um bis zu 6 K unterkühlen.

Weitere Infos und Bsp. siehe beiliegende Dokumentation Kapitel 12.1 und Anhang 10

Wärmebrücken

Die Wärmebrückenwirkung der Fenster-einfassungen ist deutlich erkennbar.

Weitere Infos siehe beiliegende Dokumentation Kapitel 4.6

17.02.2011 IR-Bild 042 und 043: Westfassade

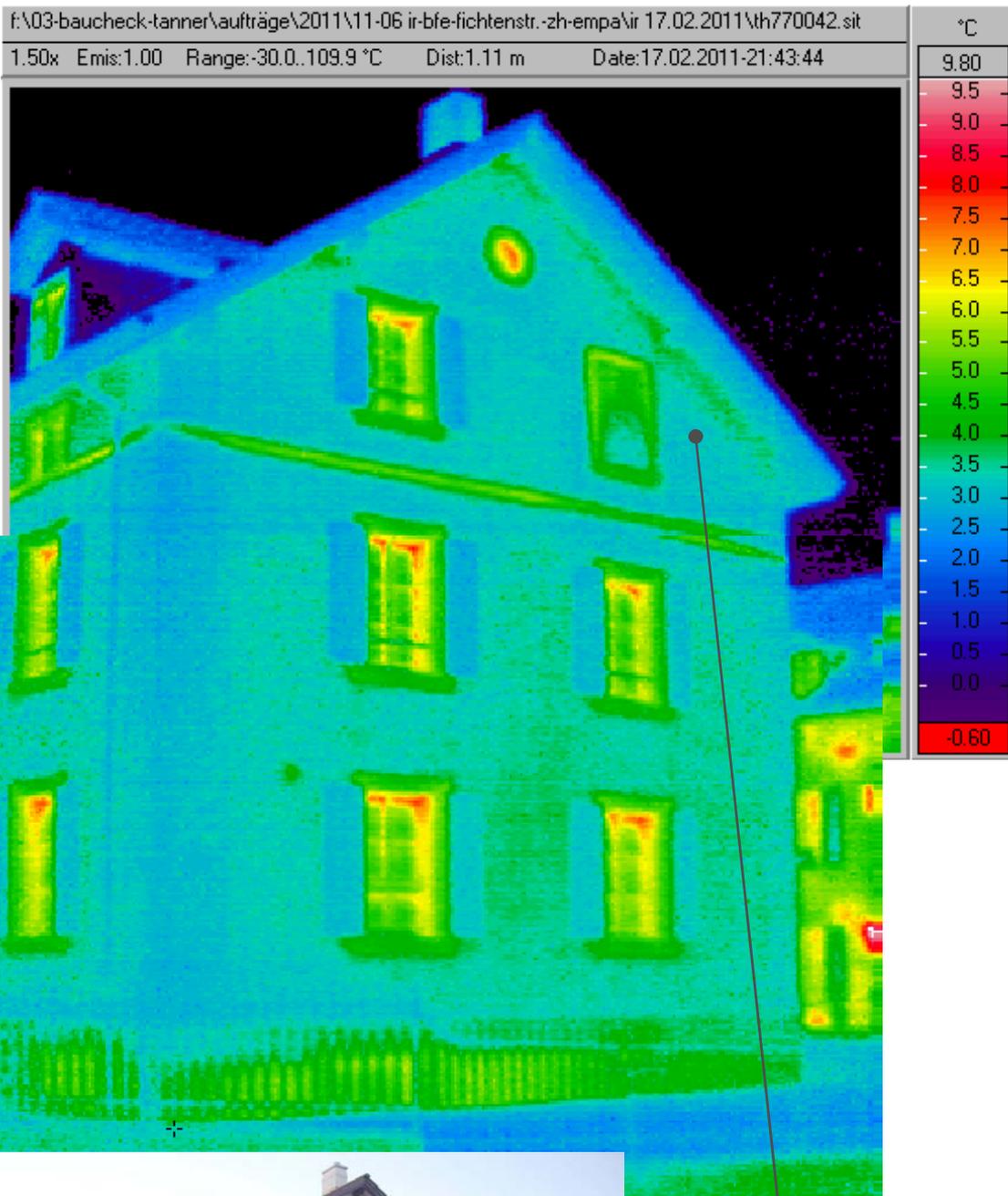


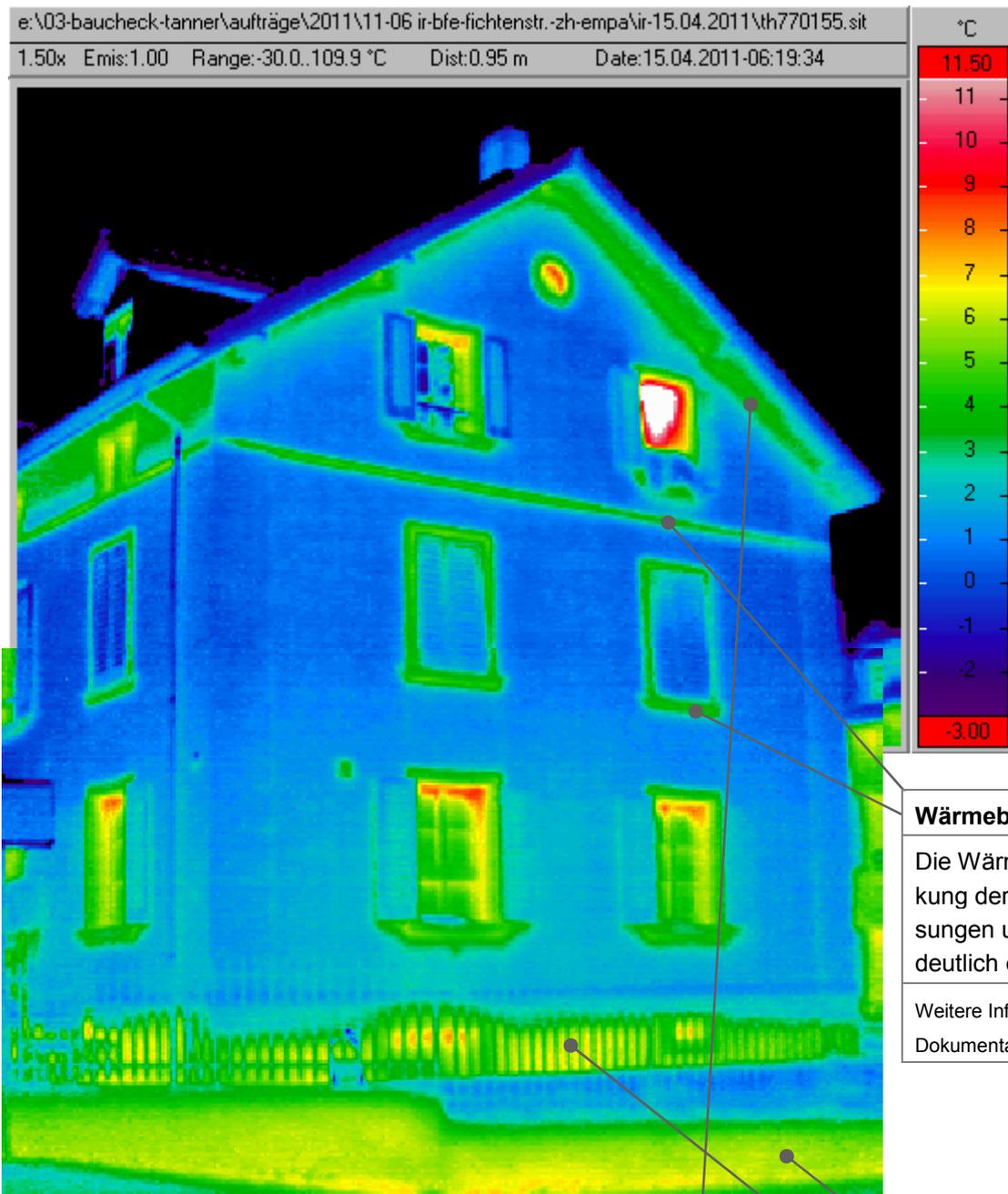
Foto: IMG2491

Steildach / Dachraum

Es sind keine relevanten Schwachstellen oder Wärmeluftaustritte erkennbar.
Gute Meteo-Aufnahmebedingungen !

Weitere Infos siehe beiliegende Dokumentation
Kapitel 9.3

15.04.2011 IR-Bild 155 und 156: Westfassade



Wärmebrücken

Die Wärmebrückenwirkung der Fenstereinfassungen und Lisenen ist deutlich erkennbar.

Weitere Infos siehe beiliegende Dokumentation Kapitel 4.6

Steildach / Dachraum

Es sind keine relevanten Schwachstellen oder Wärmeluftaustritte erkennbar.

Ungünstige Meteo-Aufnahmebedingungen, Wärmeschatten beim Vordach !

Weitere Infos siehe beiliegende Dokumentation Kapitel 9.3 und 12.1

Gebäudesockel und Gartenmauer

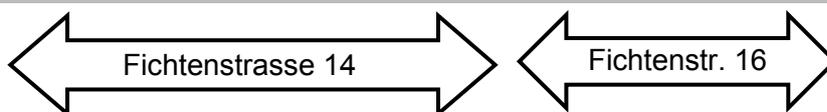
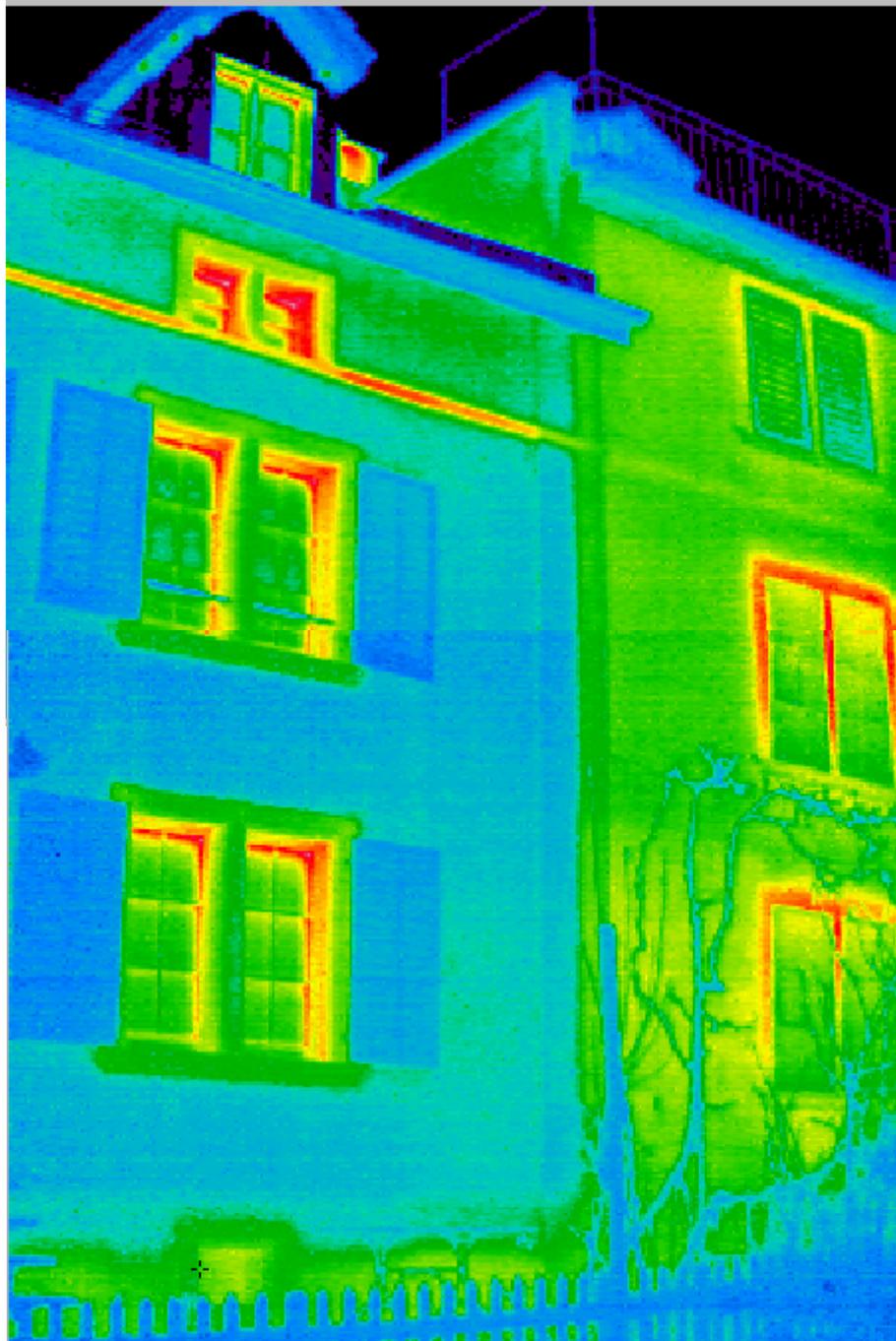
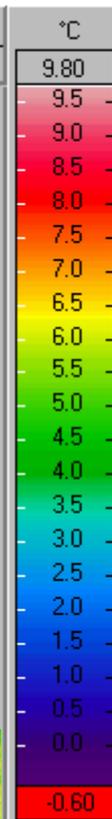
Mässige Wärmeverluste. Hier ist der Sockel infolge Wärmespeicherung noch deutlich wärmer, als auf dem analogen Bild vom 17.02.2011.

Weitere Infos siehe beiliegende Dokumentation Kapitel 6.5

17.02.2011 IR-Bild 049 und 050: Südfassade

baueck-tanner\aufträge\2011\11-06 ir-bfe-fichtenstr.-zh-empa\ir 17.02.2011\th770049.sit

Emis:1.00 Range:-30.0..109.9 °C Dist:1.12 m Date:17.02.2011-21:47:41



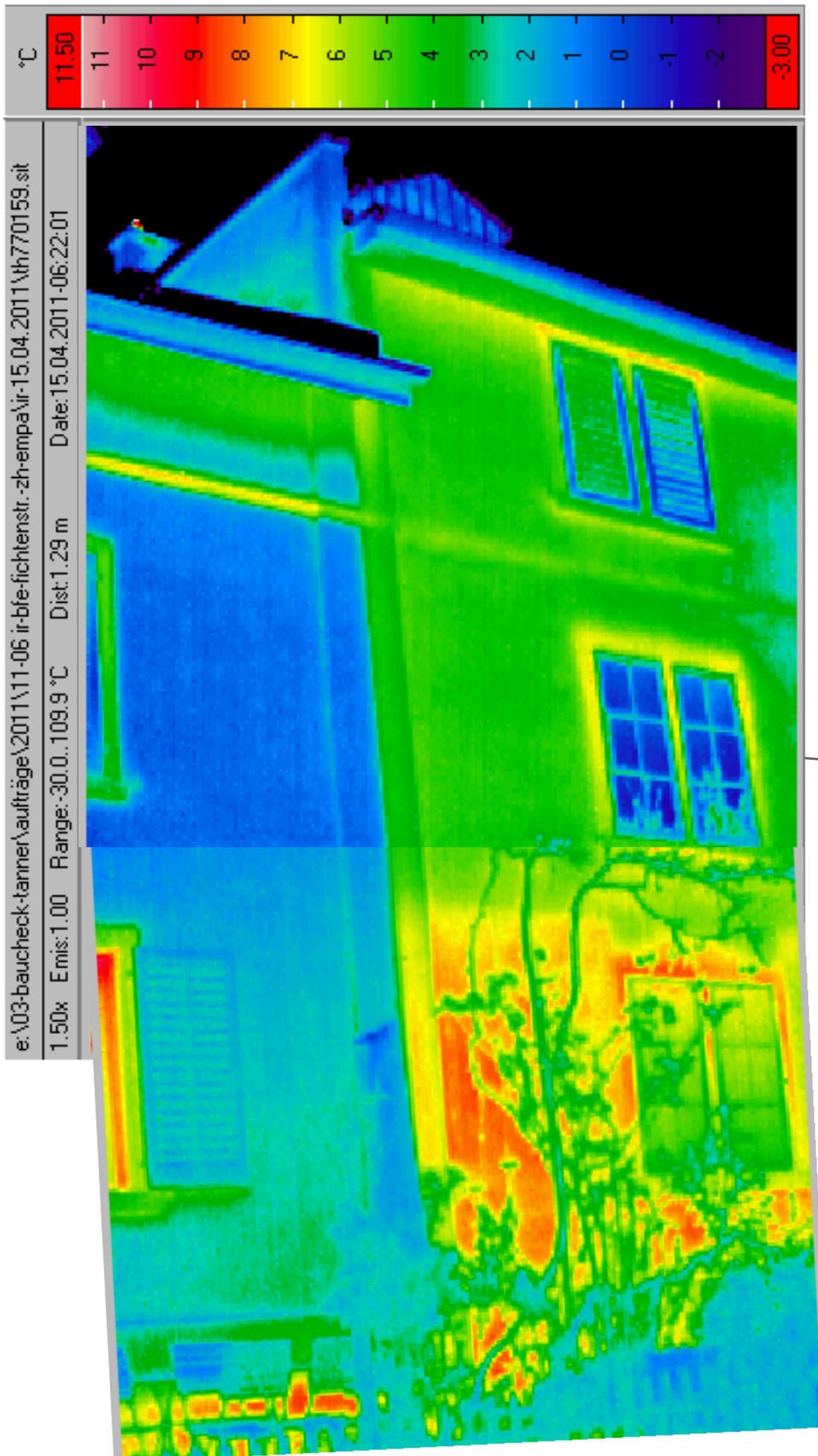
Aussenwand mit Aerogel und Wärmedämmputz

Der Unterschied Haus 14 / 16 gedämmt / ungedämmt ist klar erkennbar.

Weitere Vergleiche siehe beiliegende Dokumentation Kapitel 6.1



15.04.2011 IR-Bild 159 und 160: Südfassade



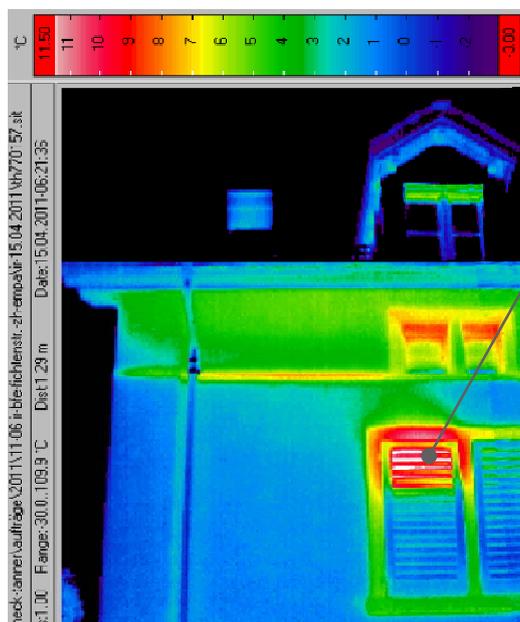
Fenster

Sobald sich im Fensterglas der kalte Nachthimmel spiegelt sind Aussagen zum Wärmedurchgang sehr schwierig.

Vergleiche Bild links, mit guten IR-Meteo-Bedingungen.

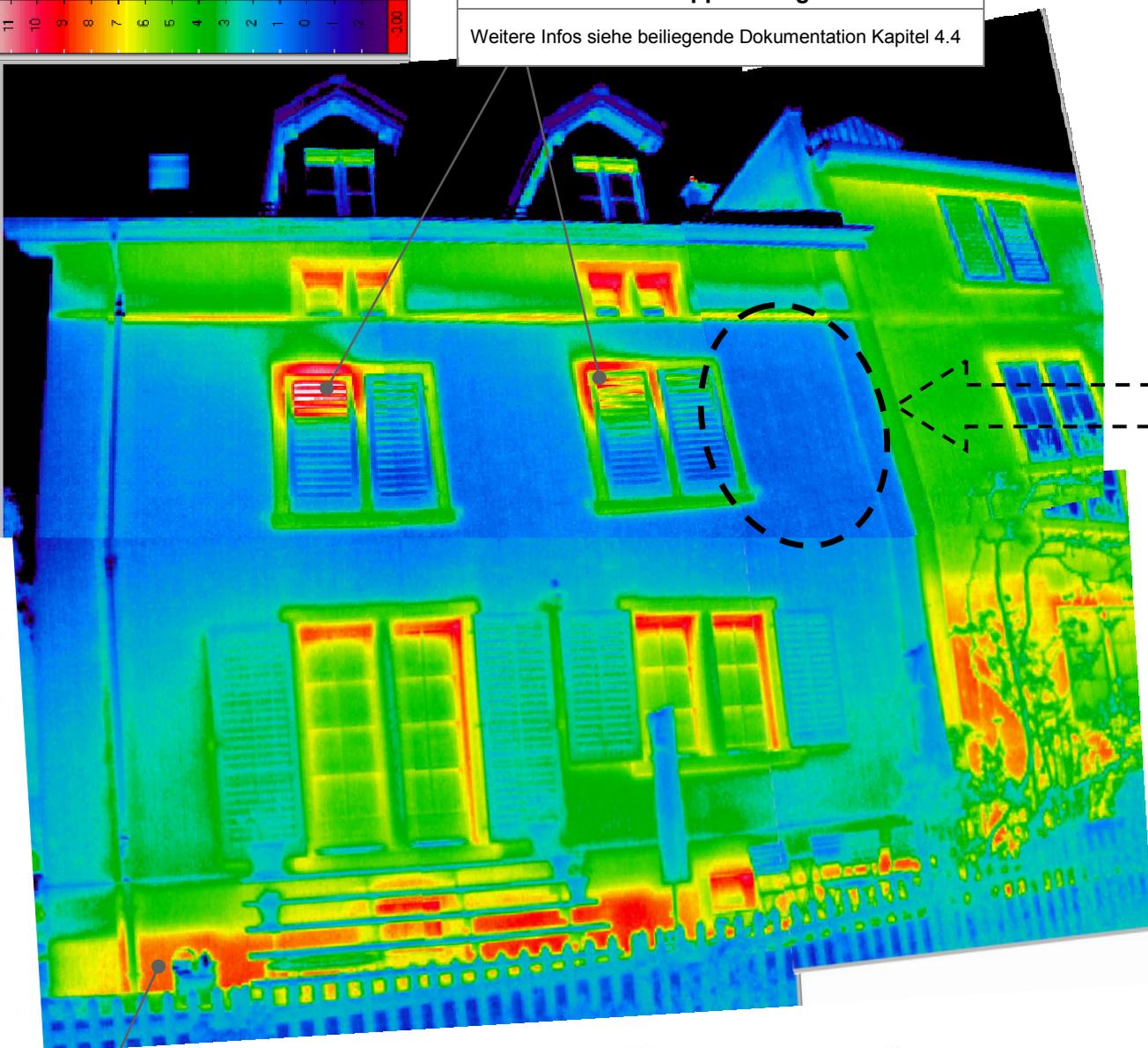
Weitere Infos siehe beiliegende Dokumentation Kapitel 4.3

15.04.2011 IR-Bild 157 bis 162: Südfassade



offene Fenster in Kippstellung

Weitere Infos siehe beiliegende Dokumentation Kapitel 4.4



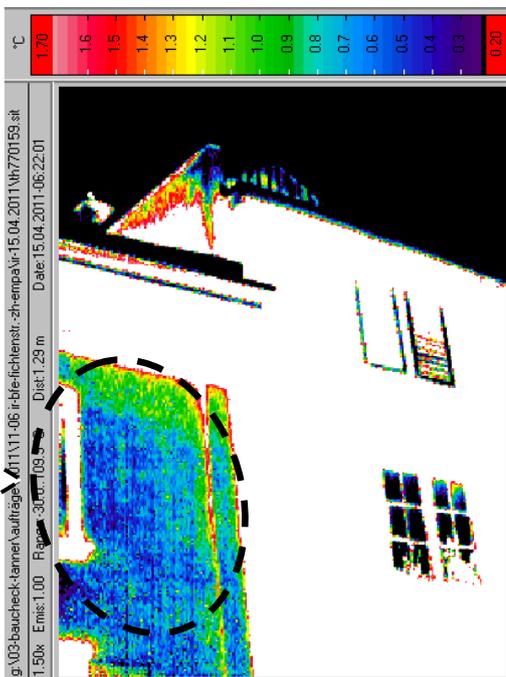
Gebäudesockel

Hier sind keine Aussagen mehr zum Wärmeverlust des Gebäudesockels möglich! Die Meteobedingungen - mit der intensiven Sonnenstrahlung am Vortag - sorgten insbesondere hier auf der Südfassade für einen hohen Wärmeeintrag, der auch jetzt am darauf folgenden Morgen noch mit deutlich höheren Oberflächentemperaturen erkennbar ist. vgl. dazu auch IR-Bilder S. 17 und 18.

Weitere Infos siehe beiliegende Dokumentation Kapitel 6.5



Foto: IMG2492/93



Punktuelle Wärmebrücken durch Dübel Bildausschnitt von links, mit neuer Skalierung

Wärmedämmplatten / -Matten oder Geflechte werden oft mit Haltedübeln im Untergrund befestigt. Diese Dübel ergeben punktuelle Wärmebrücken. Die energetische Auswirkung der hier verwendeten Dübel ist sehr gering, denn Sie sind auf dem IR-Bild kaum erkennbar. Auch mit sehr hoher Empfindlichkeit der Skalierung sind sie nur schwer zu erkennen.

Dies jedoch auch deshalb, weil hier 20 mm Wärmedämmputz über den Dübelköpfen liegt, und nicht nur ein Dünnputz, wie bei einer konventionellen AWD.

Weitere Infos siehe beiliegende Dokumentation Kapitel 7.5

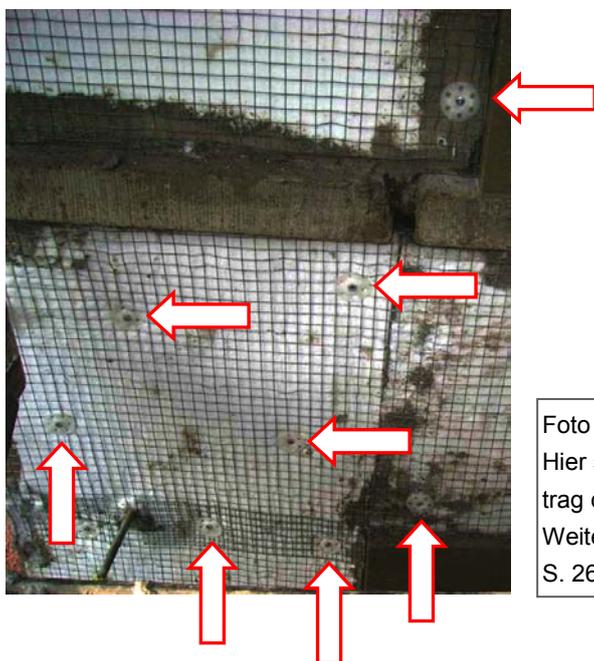
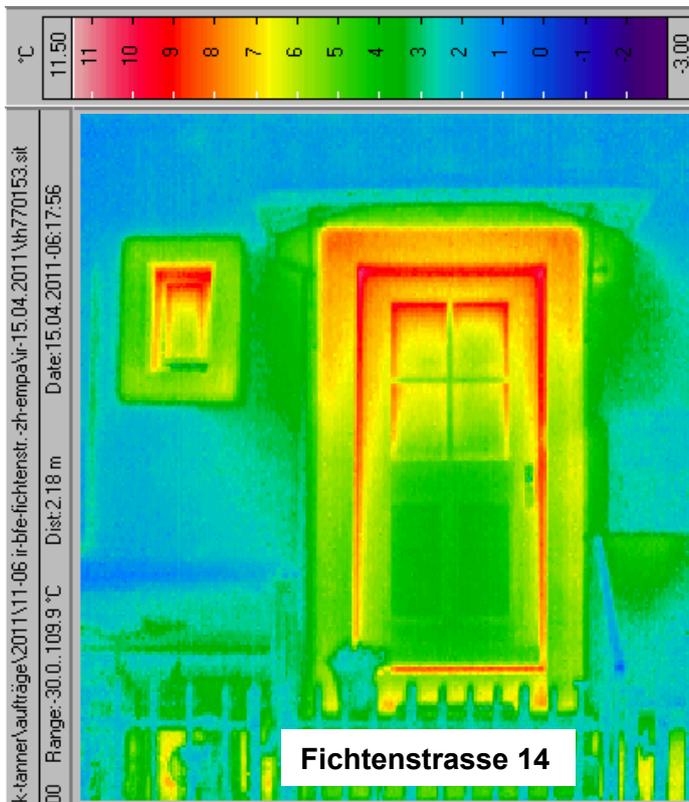
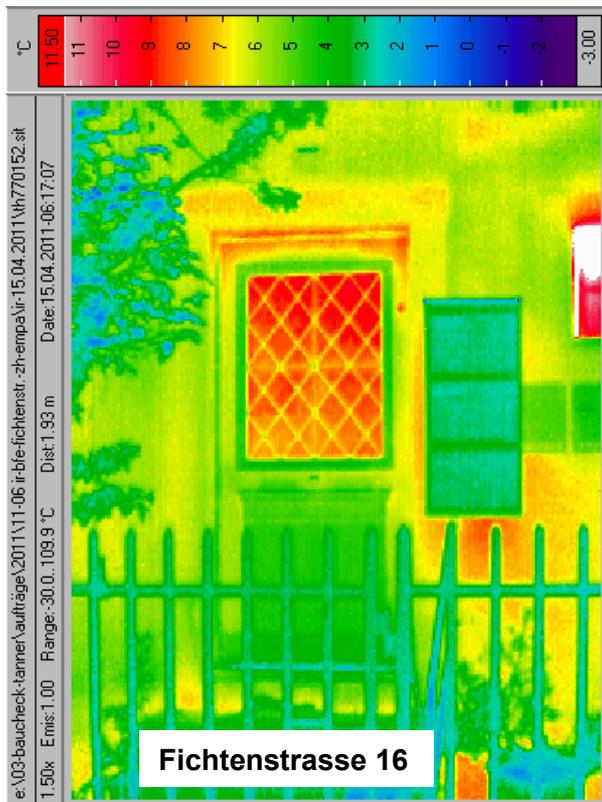


Foto aus der Bauphase (aus Zwischenbericht 30.11.2010)
Hier sind einige der die verwendeten Dübel vor dem Auftrag des Wärmedämmputzes sichtbar.
Weitere Infos zum Wärmebrückennachweis siehe S. 26 bis 29.

15.04.2011 IR-Bild 152 und 153: Nordfassade, Detail Hauseingänge



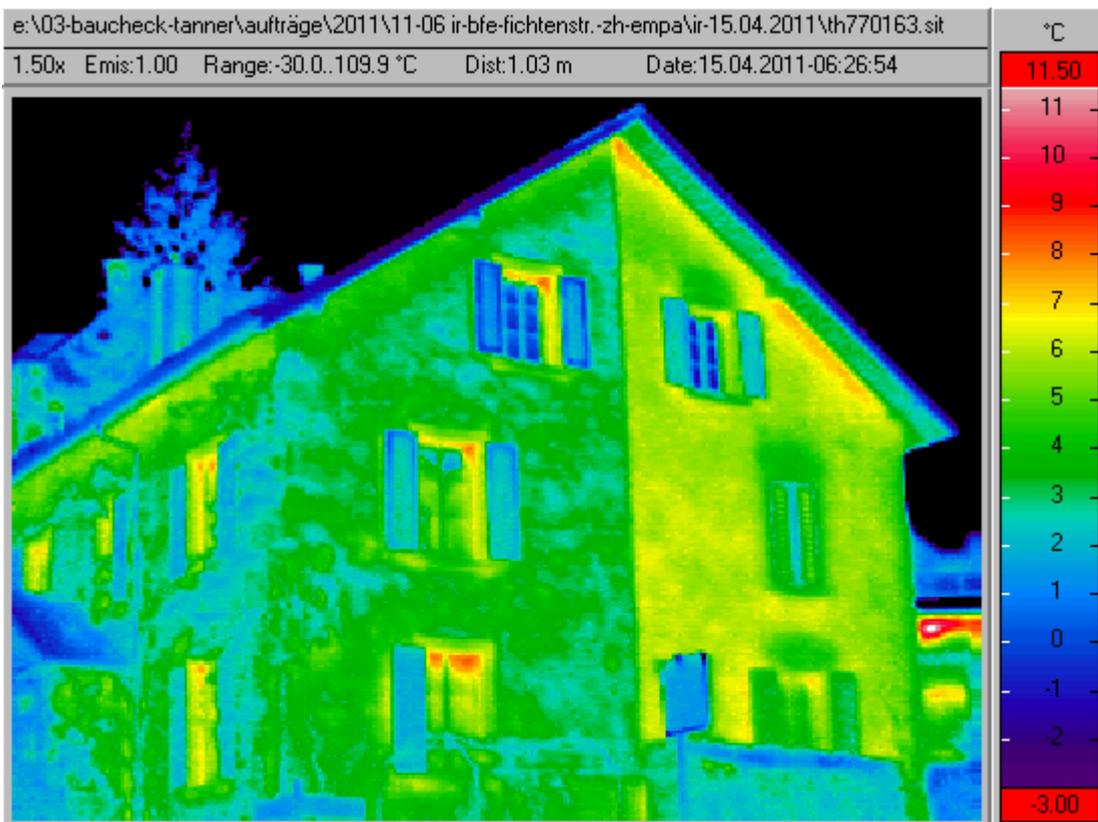
Hauseingänge

Mässige Wärmeverluste. Zu beachten: Haus 16 hat hinter der Tür wesentlich tiefere Raumtemperaturen!

Weitere Infos siehe beiliegende Dokumentation Kapitel 3



15.04.2011 IR-Bild 163: Südfassade, Haus vis a vis (Fichtenstr. 15/17)



Zum Vergleich: Das Nachbarhaus

Ursache der Unterschiede: Wahrscheinlich stark unterschiedliche Raumtemperaturen oder allenfalls links mit Innendämmung. Fleckenmuster: Unter dem Putz ist ein Bruchsteinmauerwerk.

Weitere Infos siehe beiliegende Dokumentation Kapitel 12.3 Bruchsteinmauerwerk: Dokumentation Kapitel 6.4

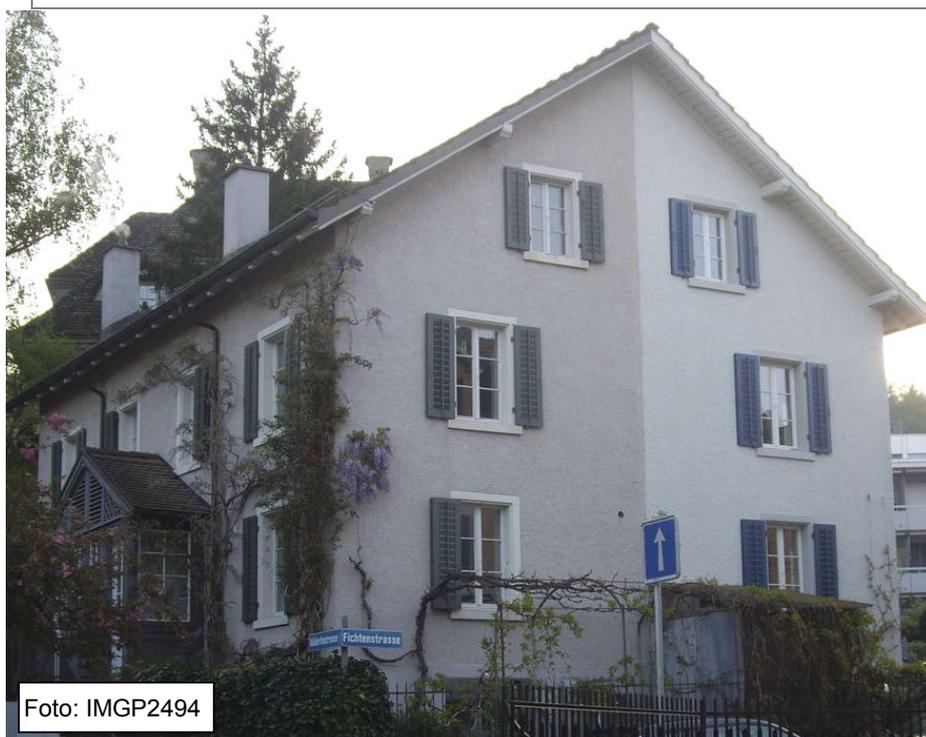
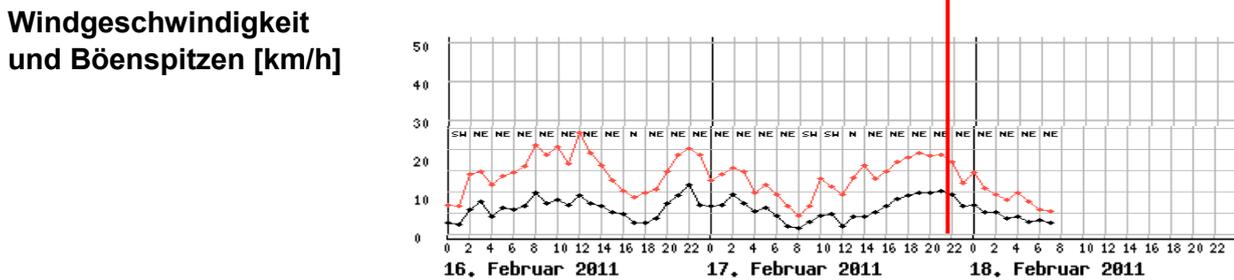
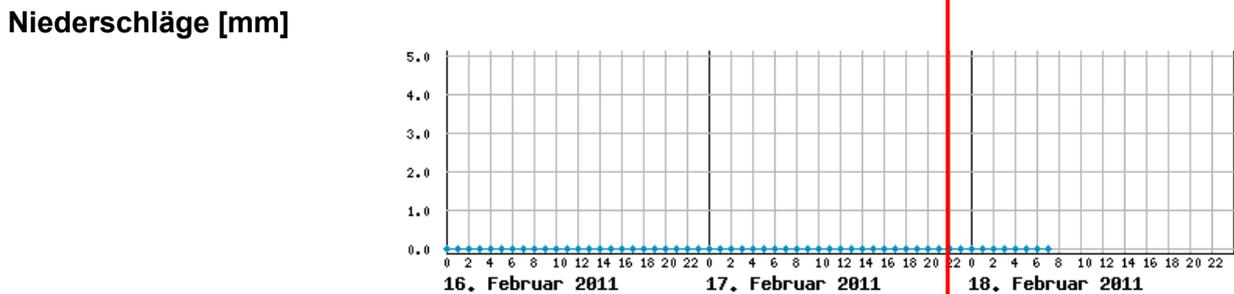
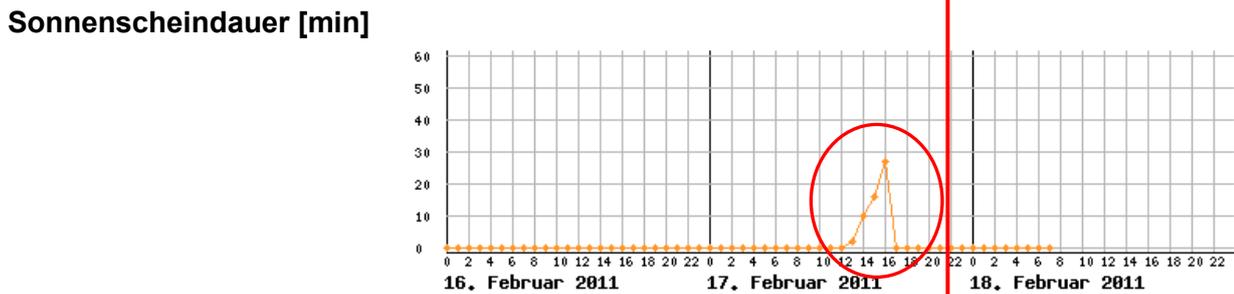
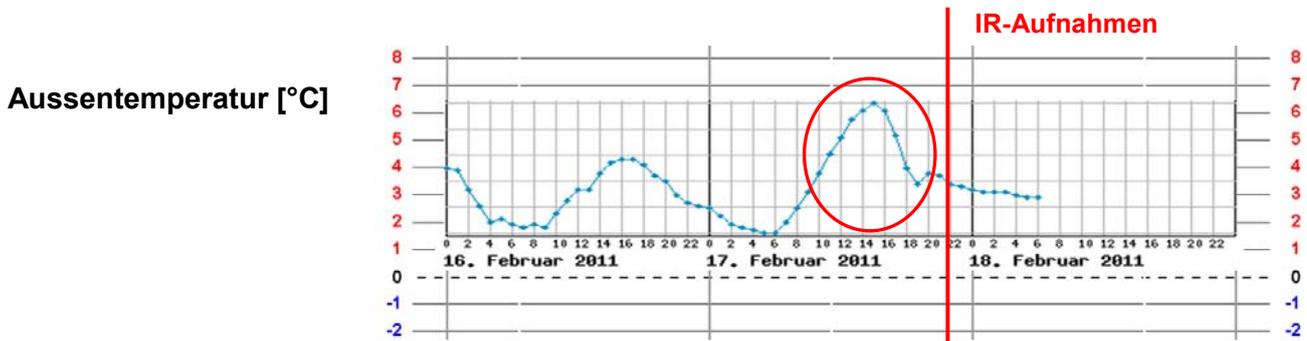


Foto: IMG2494

7.1 Bedingungen für die IR-Aufnahmen 17.02.2011

24h-Entwicklung der Meteo-Daten bis zu den IR-Aufnahmen ab nächstgelegener Messstation:
Zürich / Fluntern, Stationshöhe: 556 m ü.M.

Quelle: <http://www.meteoschweiz.admin.ch/web/de/wetter.html>



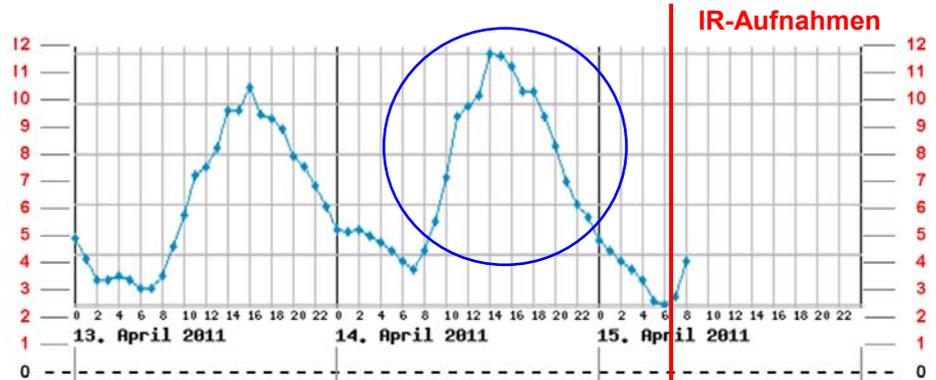
Differenz Aussenlufttemperatur - Hintergrundtemperatur (Himmel): $+ 3.5 \text{ °} / - 2.0 \text{ °} = \text{ca. } 5.5 \text{ K}$

7.2 Bedingungen für die IR-Aufnahmen 15.04.2011

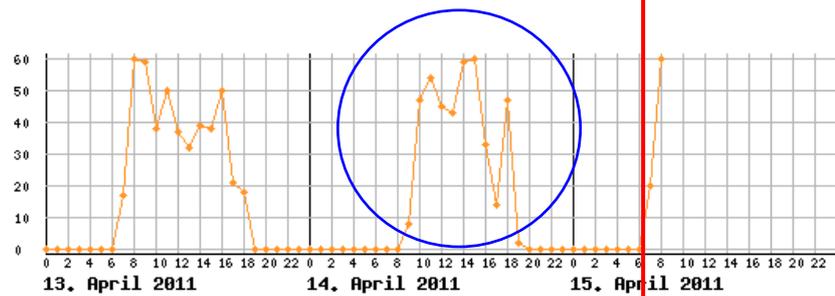
24h-Entwicklung der Meteo-Daten bis zu den IR-Aufnahmen ab nächstgelegener Messstation:
Zürich / Fluntern, Stationshöhe: 556 m ü.M.

Quelle: <http://www.meteoschweiz.admin.ch/web/de/wetter.html>

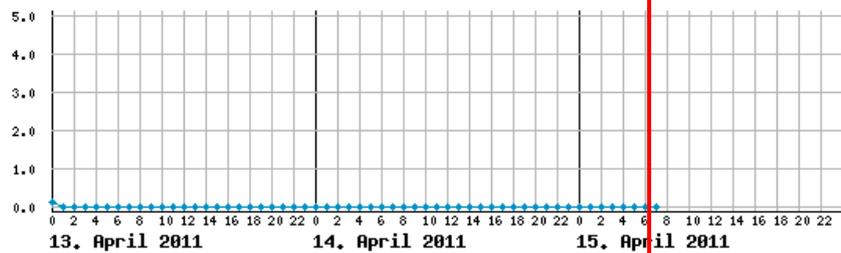
Aussentemperatur [°C]



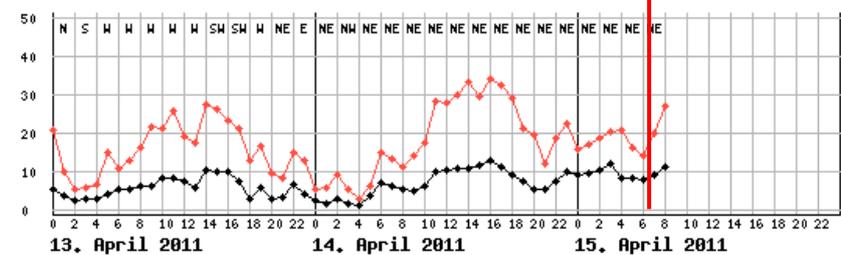
Sonnenscheindauer [min]



Niederschläge [mm]



Windgeschwindigkeit
und Böenspitzen [km/h]



7.3 Beobachtungen vor Ort, nach den IR-Aufnahmen (15.04.2011):

Datum, Zeit 15.04.2011 ca. 06.30 Uhr

Meteo:

IR-Aussenlufttemperatur	(Messung)	- 3.3 °C
IR-Hintergrundtemperatur	(Messung)	„under“ (= klarer Nachthimmel, T = < -30 °C)
Differenz IR-Luft - Hintergrund	(Berechnung)	„under“
Bewölkung	(Beobachtung)	0/8 (= keine Bewölkung)
Niederschläge	(Beobachtung)	keine
Windstärke	(Abschätzung)	bis 1 m/s

Bewertung der Temperaturentwicklung: sehr gut / gut / mässig / schlecht

Bewertung des Strahlungsaustausches: sehr gut / gut / mässig / schlecht

(Detaillierte Informationen zu den Meteo-Aufnahmebedingungen siehe Doku S. 55).

Umgebungsverhältnisse:

Zustand Dachflächen (Beobachtung) kein Schnee auf Dach, trocken

Zustand Wandoberflächen (Beobachtung) trocken

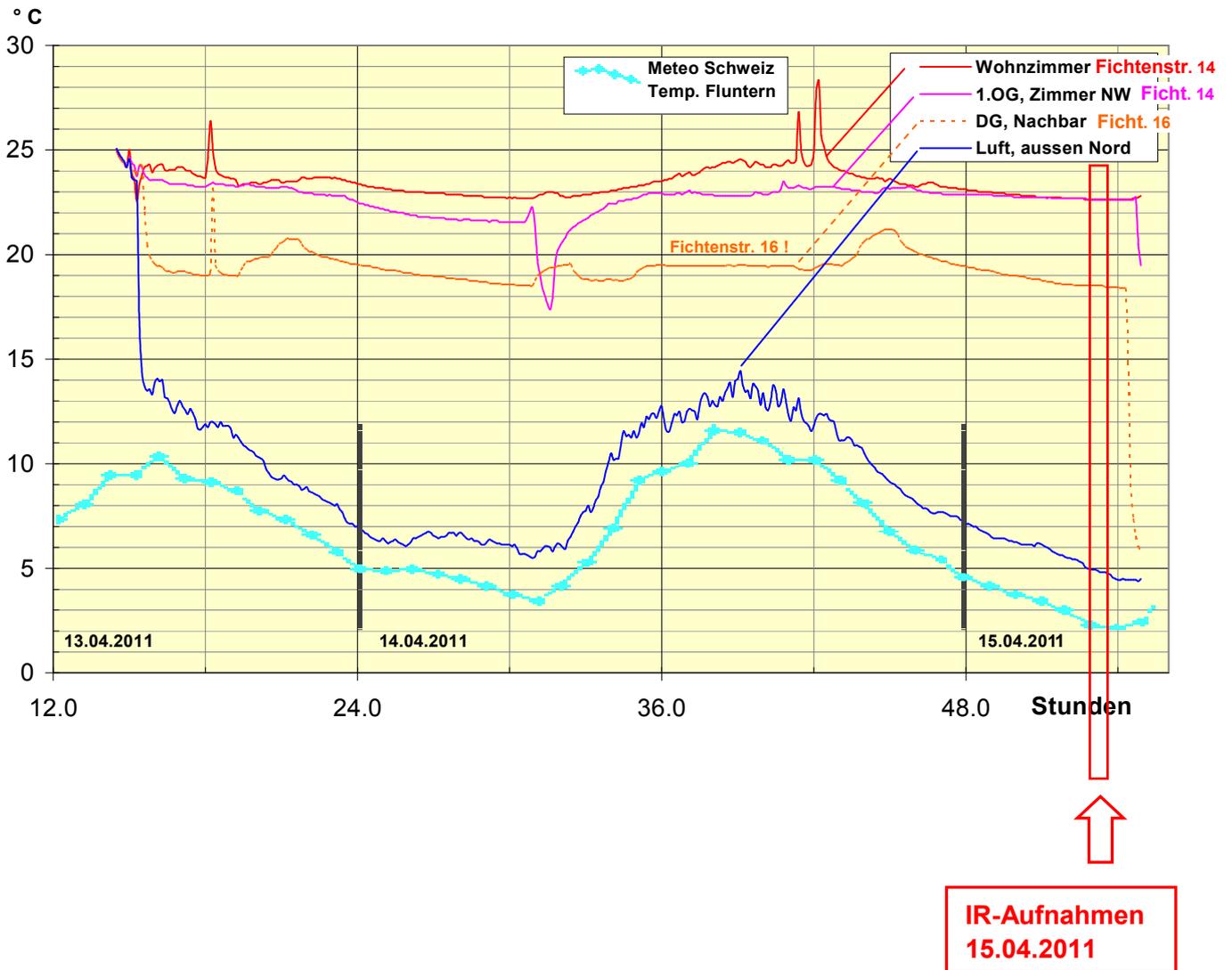
Besonderes

Im Normalfall sollten für energetische Interpretationen im April keine IR-Aussenaufnahmen mehr gemacht werden.

Hier dienen die Aufnahmen aber zum Vergleich mit denjenigen vom 15. Februar 2011.

Umgebungsverhältnisse vor Ort: sehr gut / gut / mässig / schlecht

7.4 Messung der Temperaturen, vor- und während den IR-Aufnahmen



Eingesetzte Logger für Temperatur und Feuchtigkeit (r.F.):

ECOLOG, Elpro, eingestellte Messintervalle: 6 min.

8 Nachweis der Wärmebrückenfreiheit bei den WFM-Messstellen

8.1 Empa Wärmeflussmessung Nordseite, Erdgeschoss

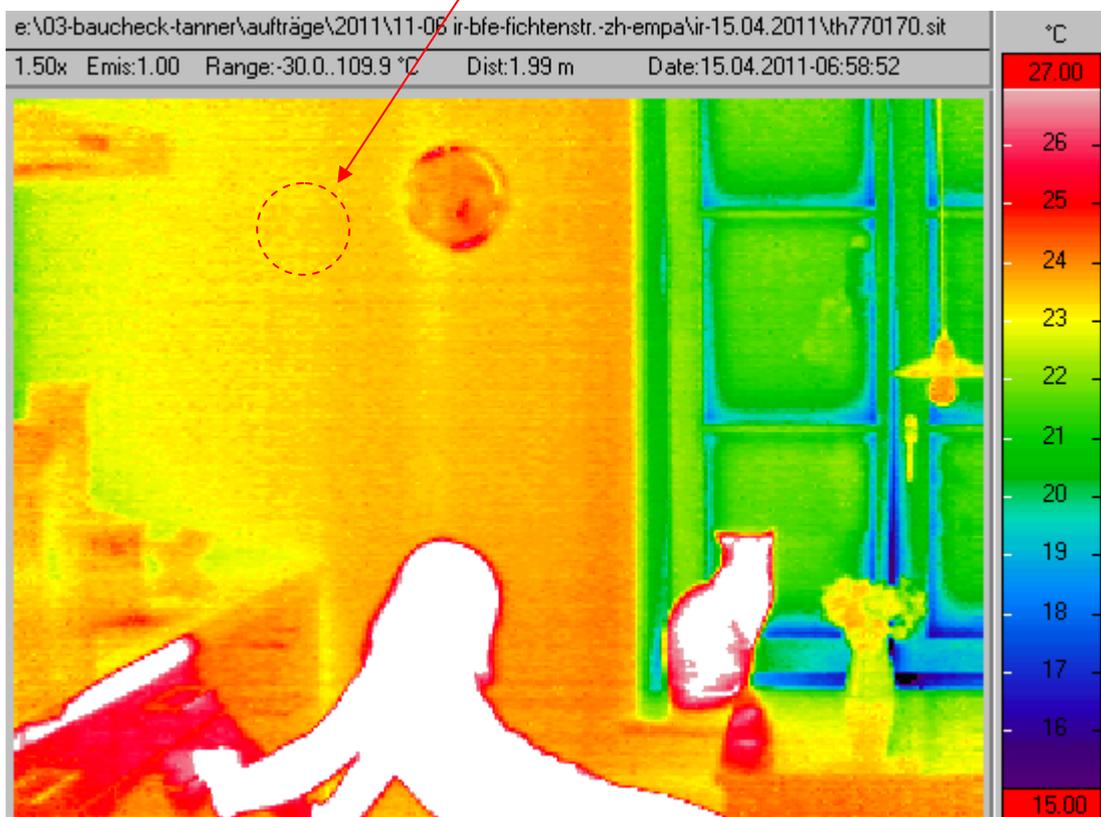


Einsatzzeit der Empa WFM:
24.09.2010 bis 13.12.2010

Wärmeflussmessung (WFM) der Empa

Subjektive Beurteilung von Ch. Tanner für die Wärmebrückenfreiheit **innen**:

OK, es sind keine relevanten Inhomogenitäten erkennbar.

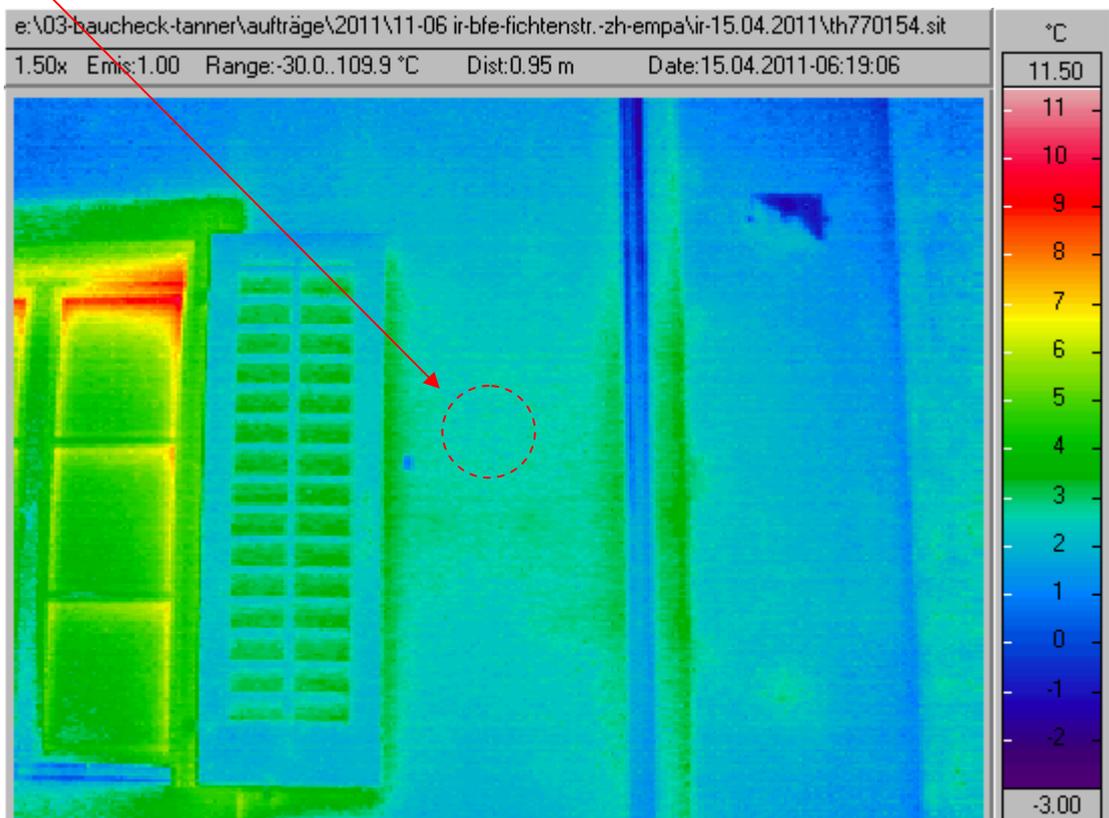


Subjektive Beurteilung von Ch. Tanner für die Wärmebrückenfreiheit **aussen**:

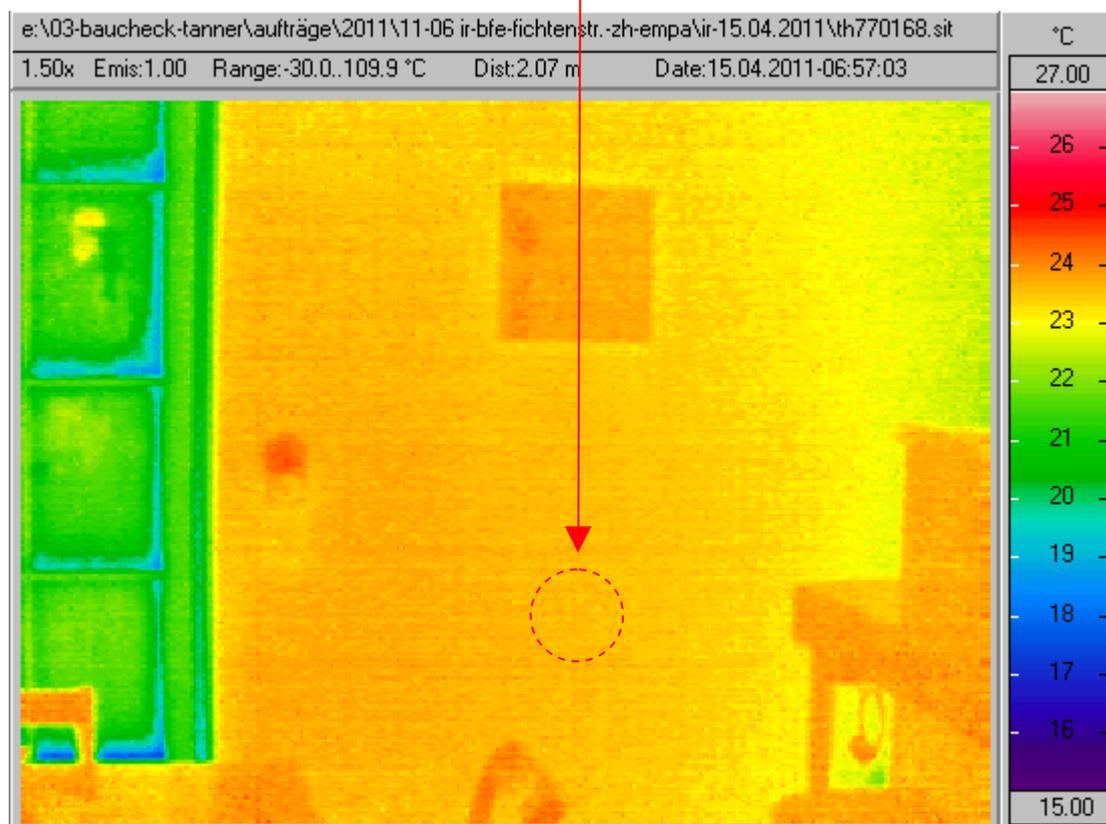
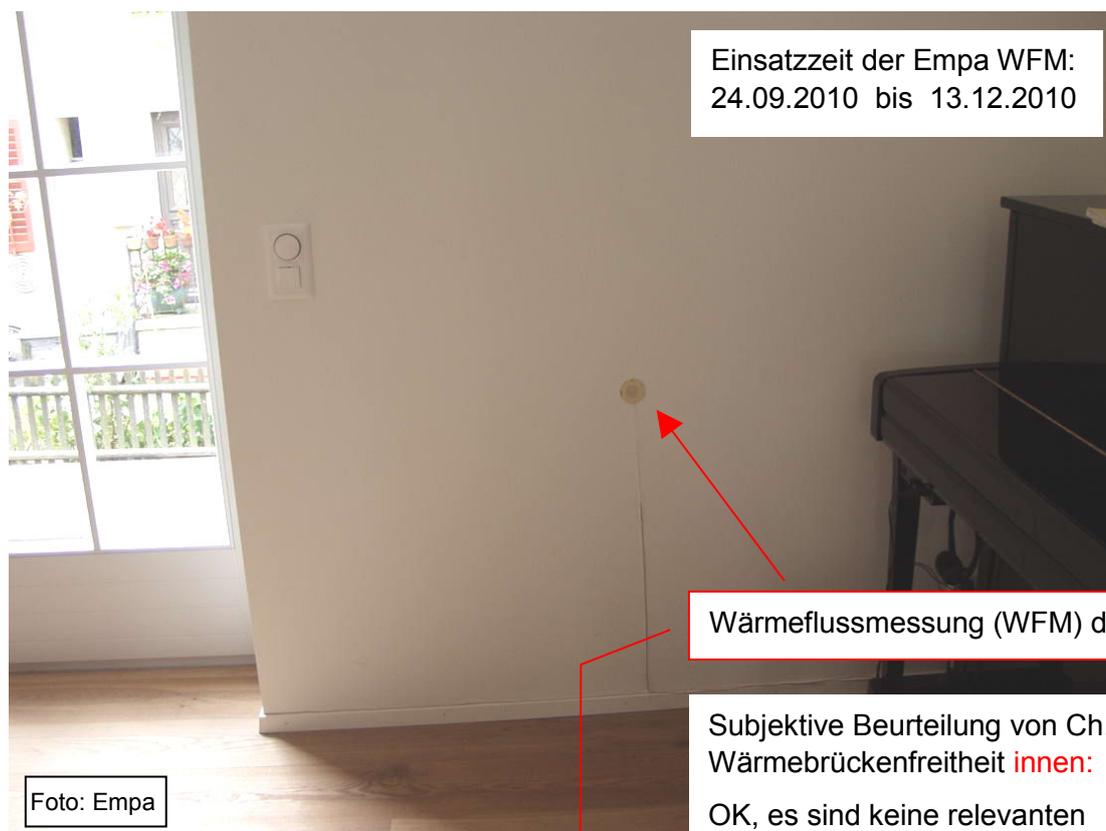
Trotz der verwendeten Dämmstoffdübel OK.

Auf Grund der IR-Aufnahmen kann nicht beurteilt, ob genau bei der WFM Messstelle ein Dämmstoffdübel liegt. Eine genauere Abschätzung der Dübelwirkung müsste mit einer 3-D Simulation und den genauen Wand- und Dübelkennwerten gemacht werden.

Weitere Infos zu den Dübeln siehe S. 18 / 19.



8.2 Empa Wärmeflussmessung Südseite, Erdgeschoss

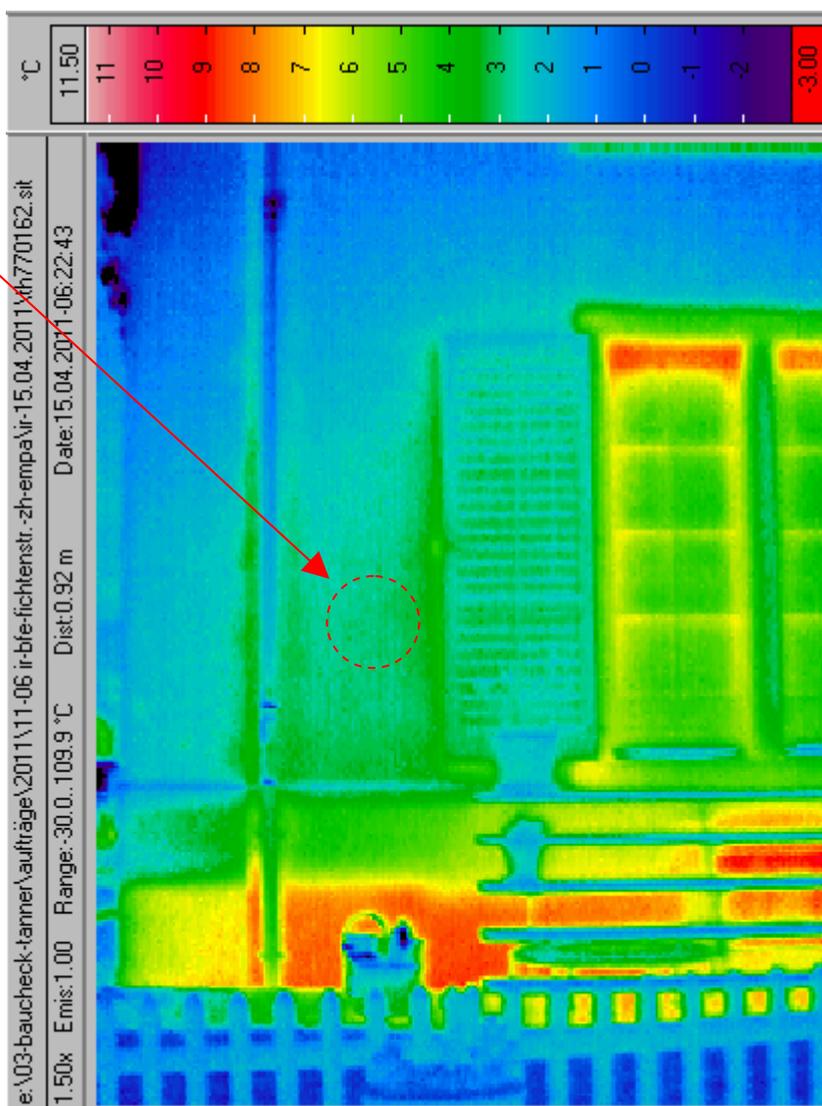


Subjektive Beurteilung von Ch. Tanner für die Wärmebrückenfreiheit [aussen](#):

Trotz der verwendeten Dämmstoffdübel OK.

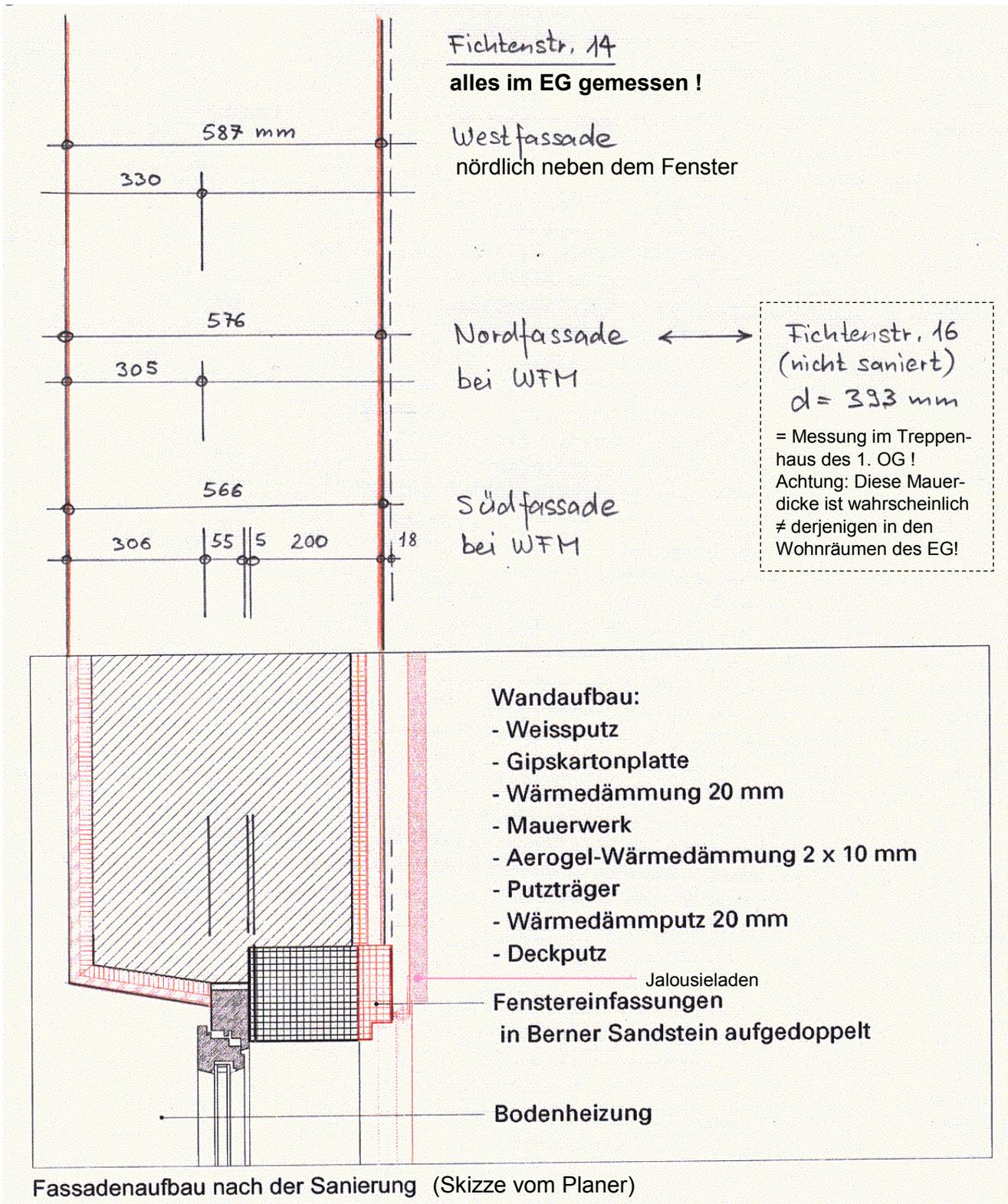
Auf Grund der IR-Aufnahmen kann nicht beurteilt, ob genau bei der WFM Messstelle ein Dämmstoffdübel liegt. Eine genauere Abschätzung der Dübelwirkung müsste mit einer 3-D Simulation und den genauen Wand- und Dübelkennwerten gemacht werden.

Weitere Infos zu den Dübeln siehe S. 18 / 19.



IR-Bild 162
15.04.2011

9 Messung der Mauerdicken (Fertigmass nach Sanierung)

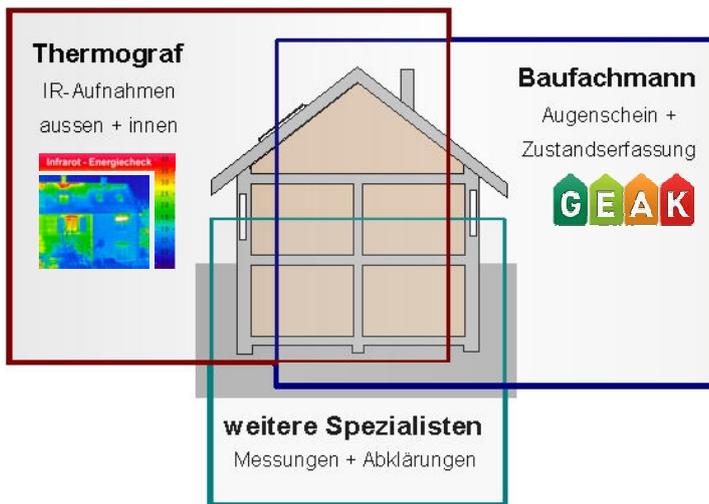


Messdaten von Ch. Tanner, 13.04.2011, Messgenauigkeit $\pm 2 \text{ mm}$

Anhang

Grundsatzinformationen zur Gebäudethermografie

Ziel der Infrarot-Schwachstellenanalyse ist es, interessierten Hauseigentümern mit Wärmebildern (auch Infrarotbilder oder Thermogramme genannt) eine bildliche, primär qualitative Darstellung des energetischen Zustands ihrer Gebäudefassaden zu geben. Daraus ist ablesbar, wo grosse Wärmeverluste auftreten und wo sich die thermischen Schwachstellen befinden.



Die IR-Thermografie deckt aber nur einen Teil der Analysemöglichkeiten ab. Eine andere Möglichkeit besteht darin, dass ein Baufachmann (Architekt/Bauphysiker) mit guten Kenntnissen im Energiebereich einen Rundgang durch das Gebäude macht und den Zustand der Gebäudehülle vor Ort überprüft (z.B. GEAK).

Im Fall eines Altbaus können Infrarotaufnahmen als visuelle Grundlage und Entscheidungshilfe für ein Sanierungskonzept dienen. Im Fall eines Neubaus oder nach einer Sanierung dienen Infrarotaufnahmen als energetische Qualitätskontrolle mit sichtbarem Beleg.

Die genaue Ursache von Wärmeverlusten kann aufgrund von Infrarotbildern nicht immer angegeben werden. Je nach Situation sind zusätzlich Detailuntersuchungen der Gebäudehülle oder Messungen in den Innenräumen erforderlich.

Alle Methoden, sowohl Wärmebilder, als auch ein Augenschein und Messungen im Gebäude, liefern normalerweise gute Informationen, die zum grossen Teil überschneidend sind (siehe Grafik oben), in wesentlichen Punkten aber auch ergänzend. Am aussagekräftigsten ist die Kombination, indem die Wärmebilder für den Baufachmann als Grundlage zum Augenschein bereit liegen.

Die Infrarotaufnahmen werden von Baueck-Tanner nach den Qualitätsansprüchen des Thermografie-Verbandes Schweiz (www.thech.ch) resp. in Anlehnung an die Norm EN 13187 ausgeführt. Die Bildauswertungen erfolgen nach „QualiThermo®“, einer speziellen Methode von CH. Tanner. Damit die Auftraggeber/Hauseigentümer die Wärmebilder besser einschätzen können, liegt dem Bericht die Dokumentation „Infrarotaufnahmen von Gebäuden“ bei. In dieser Dokumentation finden sich Musterbilder von Objekten, an denen die am häufigsten zu beobachtenden Schwachstellen repräsentativ erläutert werden.