Thermografie-Aufnahmen

Willi Graf Schule

Ostpreußendamm 166
12207 Berlin

Thermografie-Aufnahmen vom 15.01.2013

MUTZ

Thermografie-Aufnahmen

Willi Graf Schule

Ostpreußendamm 166
12207 Berlin

Thermografie-Aufnahmen vom 15.01.2013

Auftraggeber:	Bezirksamt Steglitz-Zehlendorf Umweltamt Um36 Kirchstraße 1 14163 Berlin Herr Schrage-Aden 030 / 90299-6142
Auftragnehmer:	M.UT.Z. GmbH Wattstraße 10 13355 Berlin
Ansprechpartner:	Dipl.-Ing. Andreas Lühr
Tel.nr.:	030 / 46 78 13 – 0
Fax.nr.:	030 / 46 78 13 – 33

Allgemeine Angaben

Die thermografische Untersuchung wurde am 15.01.2013 zwischen 10:00 und 10:30 Uhr durchgeführt.

Die thermografische Analyse am Gebäude beinhaltete eine Untersuchung der Fassaden- und Fensterflächen von innen und außen.

Gerätetechnik:
Die thermografische Untersuchung wurde mit einer Thermografie-Kamera der Firma FLIR, Modell S65 HS durchgeführt. Es können Temperaturunterschiede bis zu 0,05°C gemessen und farblich sichtbar gemacht werden. Der Messfehler beträgt maximal 2%. Die Kamera misst im Wellenlängenbereich von 7500 bis 14000 nm. Die geometrische Auflösung mit dem Standardobjektiv (24°) liegt bei 1,3 mrad. Die Kamera ermittelt Temperaturen von -20° bis 1.500°C.

Untersuchung:
Für die Untersuchungen wurde im Messbereich 1 zwischen -20°C bis 120° C gemessen.
Alle untersuchten Flächen wurden hinsichtlich auffälliger Temperaturen betrachtet und die erkannten Schwachstellen dokumentiert.

Auswertung/Dokumentation:
Dokumentiert wurden lediglich die ermittelten Schwachstellen.
Die Einstellungen der Thermogramme werden als Standardangaben in einer Tabelle beschrieben. Die auftretenden "Hot Spots" werden

- als Temperaturpunkte mit SP01, SP02.... oder
- als maximale / minimale Temperatur innerhalb der Fläche AR01, AR02....

ebenfalls tabellarisch angegeben.

Die Standardeinstellung des Emissionsgrades lag bei 0,95. Dies ist ein hinreichend genauer Wert für verputzte Oberflächen, Holz und stark verschmutzte, korrodierte Metalle.

Untersuchungsbedingungen:
Dem Auftraggeber war bekannt, dass für eine Bewertung der untersuchten Bauteile das Gebäude mindestens 6 Stunden vor der Untersuchung gleichmäßig beheizt sein sollte.

Die Außentemperatur lag bei ca. -5°C, der Wind kam aus südöstlicher Richtung mit Windstärke 2 auf der Beaufortskala (entspricht 5,5 bis 11,9 km/h), der Himmel war bedeckt (Bedeckungsgrad 8/8), der Luftdruck lag bei 1012 hPa und die relative Luftfeuchtigkeit bei 93%. Die Raumluft-Innentemperatur im Gebäude variierte zwischen 19° - 22 °C.

Bewertung

Erkannte Schwachstellen:

In den Gebäuden der Willi-Graf-Schule wurden im Zeitraum der letzten 3 Jahre großflächig die Fenster erneuert. Auf den thermografischen Aufnahmen ist gut die deutlich verbesserte energetische Qualität der neuen Fenster gegenüber den Bestandsfenstern zu erkennen.

Die Einscheibenverglasung der Bestandsfenster weist einen niedrigen Wärmewiderstand auf und transportiert gut die Wärme, die der Scheibe einerseits durch Wärmeübertragung von der Raumluft, andererseits auch durch die Wärmestrahlung der Innenflächen zugeführt wird. Auch an den Rahmen treten erhöhte Wärmeverluste auf.

Weiterhin auffällig sind die Wärmeverluste in den Bereichen der Heizkörpernischen. Die Außenwände in diesem Bereich sind überdurchschnittlich erwärmt (durch die warme Luft am Heizkörper und der Wärmestrahlung des Heizkörpers) und weisen eine geringere Dicke und somit auch einen geringeren Wärmewiderstand auf.

An den Einbindungen des Fensters in der Mensa wurden sehr niedrige Oberflächentemperaturen ermittelt. Die Oberflächentemperaturen liegen dort ausreichend niedrig, dass sich die Raumluft so weit abkühlen kann, dass ihre relative Luftfeuchtigkeit auf 80% und mehr ansteigt.

Empfohlene Maßnahmen:

Eine vergleichsweise kostengünstige und einfach umzusetzende Maßnahme zur Energieeinsparung wäre die Dämmung der Heizkörpernischen von innen - vorausgesetzt der Abstand zwischen Heizkörper und Wand ist ausreichend groß. Hier sollten geeignete Dämmstoffe mit ausreichender Kapillarität eingesetzt werden, um Schimmelpilzproblemen an der Grenzschicht Wärmedämmung zur Außenwand vorzubeugen.

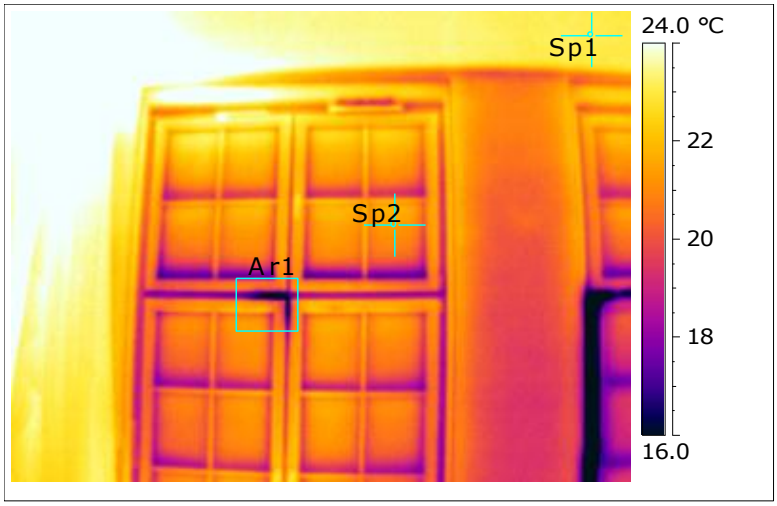
An den Heizkörpern im Treppenhaus, die direkt vor Fensterflächen montiert wurden, sollte ein Strahlungsschutz angebracht werden. Dieser reflektiert die Wärmestrahlung des Heizkörpers zurück in den Raum und vermindert so die Verluste über das Fenster.

Inhaltsverzeichnis

Messort:	Bemerkung:	Seite
Raum 123, Fenster links	neue Fenster	6
Raum 123, Fenster links	keine Auffälligkeiten	7
Raum 123, Fenster Mitte	erhöhter Luftwärmeverlust	8
Raum 123, Fenster rechts	leicht erhöhter Wärmeverlust	9
Flurfenster Richtung Hof	erhöhter Wärmeverlust	10
Flurfenster	erhöhter Wärmeverlust	11
Raum 213, Fenster links	keine Auffälligkeiten	12
Raum 213, Fenster links	keine Auffälligkeiten	13
Raum 217	leicht erhöhter Wärmeverlust	14
Fassade Raum 217	leicht erhöhter Wärmeverlust	15
Innenhof	erhöhter Luftwärmeverlust	16
Innenhof	erhöhter Wärmeverlust an den alten Fenstern	17
Innenhof	saniertes Fenster	18
Innenhof, Fenster EG	Fenster geöffnet	19
Innenhof, Treppenhausfenster	erhöhter Wärmeverlust	20
Innenhof, Fassade Raum 123	erhöhter Wärmeverlust über die Heizkörpernischen	21
Innenhof, Fassade Raum 123	erhöhter Wärmeverlust über die Heizkörpernischen	22
Innenhof, Treppenhausfenster	erhöhter Wärmeverlust	23
Mensa, Fenster Richtung Straße	erhöhter Wärmeverlust	24
Mensa, Fenster Richtung Straße	erhöhter Wärmeverlust	25
Mensa, Fenster Richtung Straße	erhöhter Wärmeverlust	26
Straßenseite	erhöhter Wärmeverlust an alten Fenstern	27
Straßenseite, Eingangsbereich	erhöhter Wärmeverlust	28
Straßenseite, links vom Eingang	erhöhter Wärmeverlust an den alten Fenstern	29
Straßenseite links, Fassade Matheraum	leicht erhöhter Wärmeverlust	30

Thermografieaufnahmen Willi-Graf-Schule

Kürzlich saniertes Fenster, mit einer leichten Undichtigkeit an der Fensterschließungsfläche (Ar1) – eventuell wurde hier aber auch absichtlich zur Zwangsbelüftung ein Teil der Dichtung entfernt. Auch wenn thermografisch nur sehr eingeschränkt Aussagen über die energetische Qualität von Glasflächen treffen lassen (siehe Hinweis unten auf dieser Seite), kann im Vergleich mit den Aufnahmen der Einscheibenverglasung in den Fluren (z.B. Seite 10) festgestellt werden, dass die Glasflächen der neuen Fenster gute Wärmedämmeigenschaften aufweisen.



Emissionsgrad	0.95
Bild Datum	15.01.2013
Bild Uhrzeit	10:02:48
Ar1 Min. Temperatur	14.1 °C
Ar1 Max. Temperatur	21.9 °C
Sp1 Temperatur	23.1 °C
Sp2 Temperatur	21.3 °C

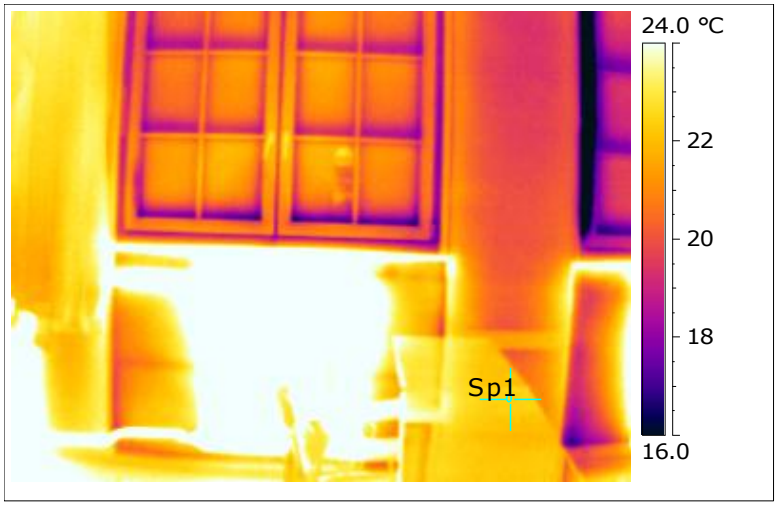
Hinweis zu Glasflächen:

Die Oberflächentemperatur der Glasfläche stellt eine Mischung aus der Wärmestrahlung des Glases (die im Wesentlichen von der Wärmedämmwirkung des Scheibenaufbaus bestimmt wird) und der reflektierten Wärmestrahlung der Umgebung dar – bei bestimmten Glassorten käme noch ein Anteil für die Transmission der Wärmestrahlung von außen dazu, dies ist bei Fensterglas jedoch nicht der Fall, das für Wellenlängen im Infrarotbereich undurchlässig ist. Je mehr sich die Strahlungsanteile unterscheiden, desto größer ist die Abweichung der ermittelten Temperatur von der realen Objekttemperatur.

Auf den Innenaufnahmen erscheint die Oberflächentemperatur der Glasflächen dadurch meist höher (Innenwände, Möbel usw. haben meist eine höhere Temperatur als die Glasscheiben). Auf Außenaufnahmen ist dies schwieriger zu beurteilen, da das reflektierte Objekt bekannt sein muss, zum Beispiel Gebäude (erhöhte Oberflächentemperaturen), Bäume (relativ niedrige Temperatur bzw. Umgebungslufttemperatur), oder die Wärmestrahlung der Atmosphäre.

Messort:	**Raum 123, Fenster links**
Bemerkung:	**neue Fenster**

Thermografieaufnahmen Willi-Graf-Schule

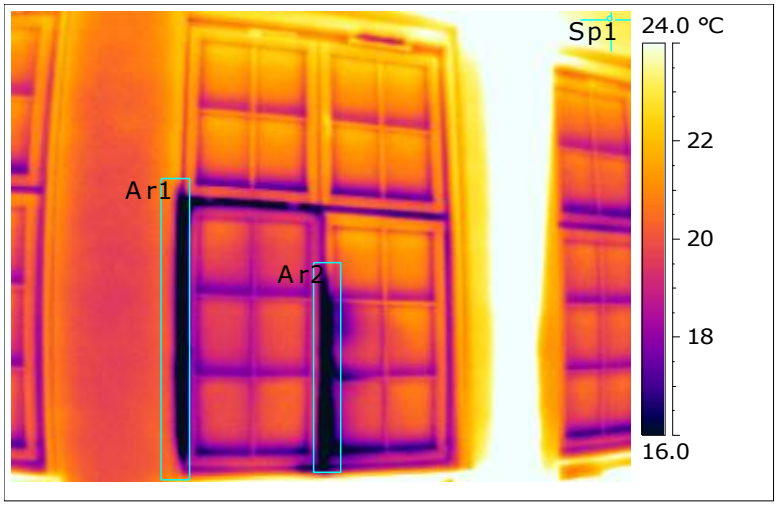


Emissionsgrad	0.95
Bild Datum	15.01.2013
Bild Uhrzeit	10:03:37
Sp1 Temperatur	22.3 °C

Messort:	**Raum 123, Fenster links**
Bemerkung:	**keine Auffälligkeiten**

Thermografieaufnahmen Willi-Graf-Schule

Das Fenster ist angekippt. Bei längeren Lüften sollten immer die Heizkörper abgedreht werden (sofern dies nicht sowieso schon geschieht).

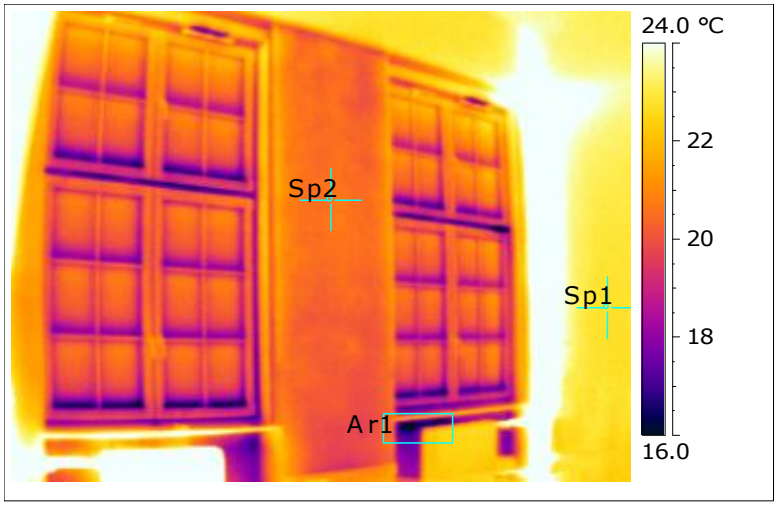


Emissionsgrad	0.95
Bild Datum	15.01.2013
Bild Uhrzeit	10:04:06
Ar1 Min. Temperatur	5.5 °C
Ar2 Min. Temperatur	9.0 °C
Sp1 Temperatur	23.0 °C

Messort:	**Raum 123, Fenster Mitte**
Bemerkung:	**erhöhter Luftwärmeverlust**

Thermografieaufnahmen Willi-Graf-Schule

An den Fenstern sind hier keine thermischen Auffälligkeiten zu erkennen. Im Bereich der Heizkörpernische (Ar1) können jedoch niedrige Oberflächentemperaturen gemessen werden. Die Außenwände sind von mäßiger energetischer Qualität. Die Anbringung einer Dämmplatte im Bereich der Heizkörpernischen könnten zumindest die erhöhten Verluste aufgrund der starken Erwärmung der Wand in diesem Bereich (durch am Heizkörper erwärmte Luft und Wärmestrahlung) verringern.

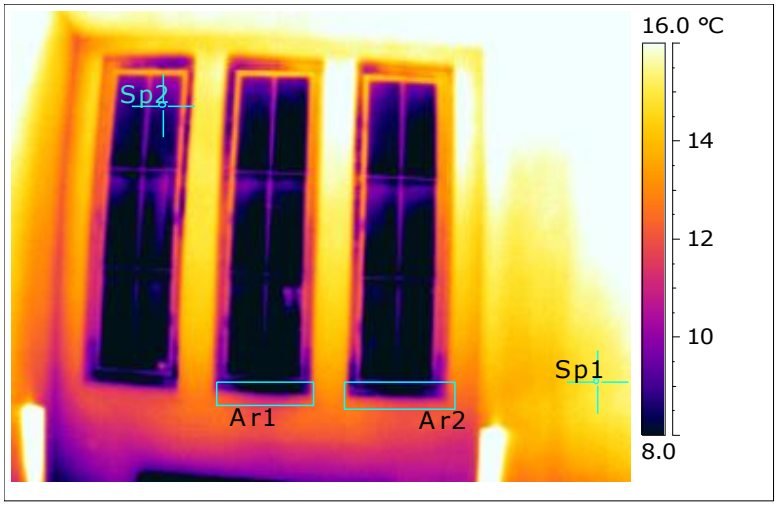


Emissionsgrad	0.95
Bild Datum	15.01.2013
Bild Uhrzeit	10:04:41
Ar1 Min. Temperatur	15.9 °C
Sp1 Temperatur	22.7 °C
Sp2 Temperatur	20.8 °C

Messort:	**Raum 123, Fenster rechts**
Bemerkung:	**leicht erhöhter Wärmeverlust**

Thermografieaufnahmen Willi-Graf-Schule

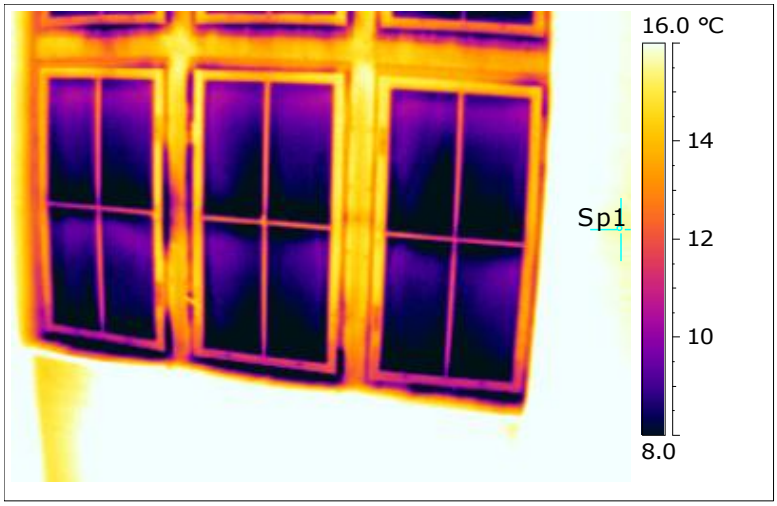
Auf dieser Aufnahme sind Undichtigkeiten an den Schließungsflächen der Fensterflügel zu erkennen (Ar1, Ar2). Weiterhin ist die niedrige "Oberflächentemperatur" (siehe Hinweis auf Seite 6) auffällig – die hier hauptsächlich auf die schlechte Wärmedämmwirkung der Einscheibenverglasung zurückzuführen ist.



Emissionsgrad	0.95
Bild Datum	15.01.2013
Bild Uhrzeit	10:07:06
Ar1 Min. Temperatur	4.8 °C
Ar2 Min. Temperatur	5.8 °C
Sp1 Temperatur	15.0 °C
Sp2 Temperatur	8.9 °C

Messort:	**Flurfenster Richtung Hof**
Bemerkung:	**erhöhter Wärmeverlust**

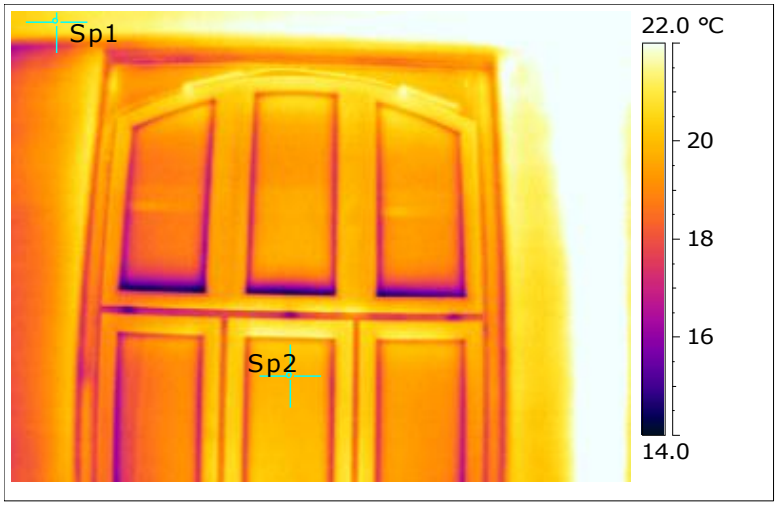
Thermografieaufnahmen Willi-Graf-Schule



Emissionsgrad	0.95
Bild Datum	15.01.2013
Bild Uhrzeit	10:07:50
Sp1 Temperatur	15.6 °C

Messort:	**Flurfenster**
Bemerkung:	**erhöhter Wärmeverlust**

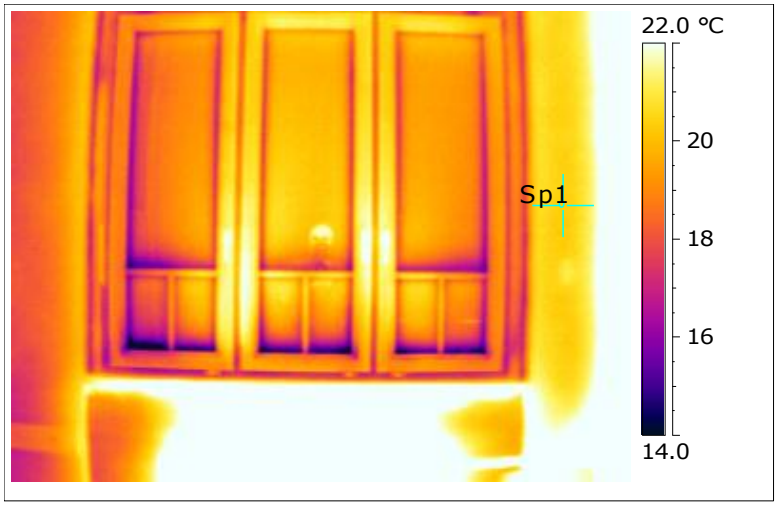
Thermografieaufnahmen Willi-Graf-Schule



Emissionsgrad	0.95
Bild Datum	15.01.2013
Bild Uhrzeit	10:09:09
Sp1 Temperatur	20.8 °C
Sp2 Temperatur	19.7 °C

Messort:	**Raum 213, Fenster links**
Bemerkung:	**keine Auffälligkeiten**

Thermografieaufnahmen Willi-Graf-Schule

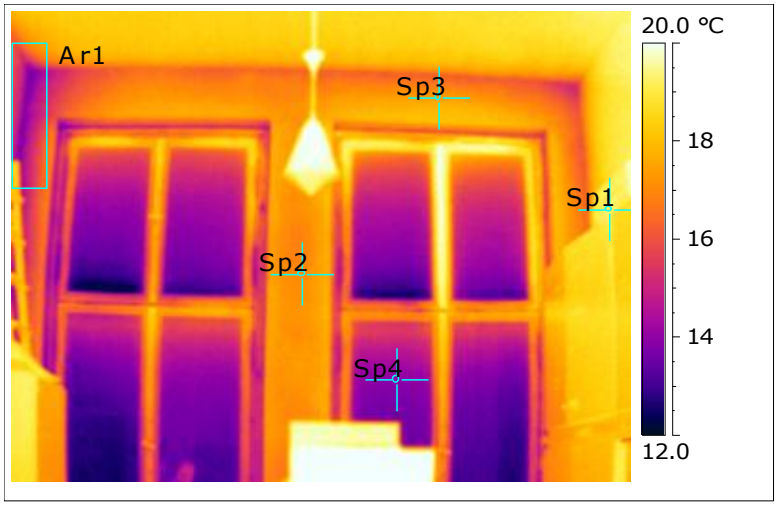


Emissionsgrad	0.95
Bild Datum	15.01.2013
Bild Uhrzeit	10:09:44
Sp1 Temperatur	20.2 °C

Messort:	**Raum 213, Fenster links**
Bemerkung:	**keine Auffälligkeiten**

Thermografieaufnahmen Willi-Graf-Schule

Leicht erhöhter Wärmeverlust an der Wandecke (Ar1). Die Fenster sind unsaniert.

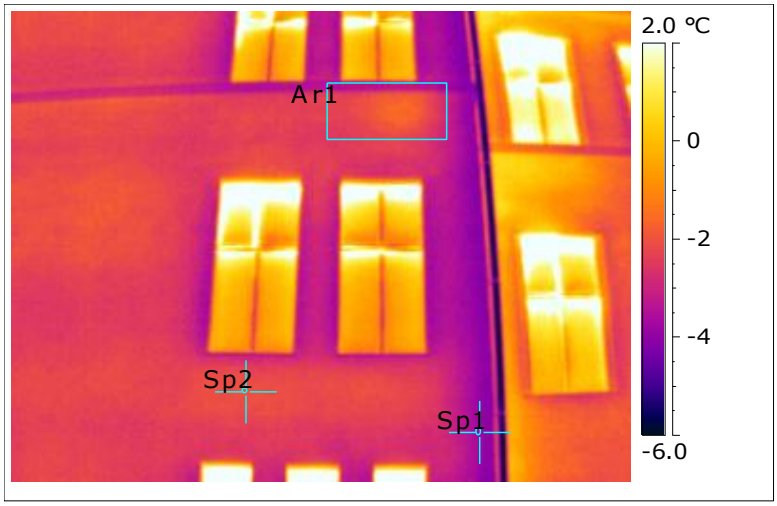


Emissionsgrad	0.95
Bild Datum	15.01.2013
Bild Uhrzeit	10:10:45
Ar1 Min. Temperatur	13.4 °C
Sp1 Temperatur	19.1 °C
Sp2 Temperatur	17.0 °C
Sp3 Temperatur	17.5 °C
Sp4 Temperatur	13.9 °C

Messort:	**Raum 217**
Bemerkung:	**leicht erhöhter Wärmeverlust**

Thermografieaufnahmen Willi-Graf-Schule

Leicht erhöhter (Transmissions-) Wärmeverlust im Bereich der Heizkörpernische (Ar1).

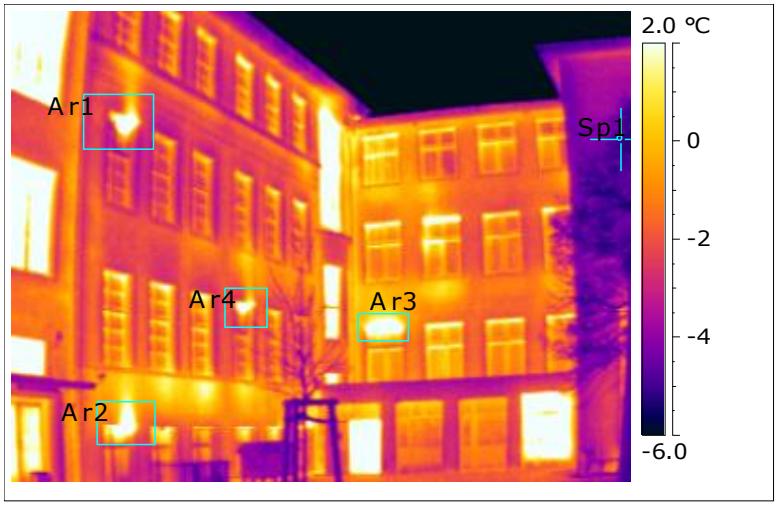


Emissionsgrad	0.95
Bild Datum	15.01.2013
Bild Uhrzeit	10:12:18
Ar1 Max. Temperatur	-1.4 °C
Sp1 Temperatur	-3.7 °C
Sp2 Temperatur	-2.0 °C

Messort:	**Fassade Raum 217**
Bemerkung:	**leicht erhöhter Wärmeverlust**

Thermografieaufnahmen Willi-Graf-Schule

Hier sind viele geöffnete Fenster zu erkennen (Ar1 – Ar4). Vor allem bei Kipplüftung (wie bei Ar1, Ar3 und Ar4 zu sehen) wird oftmals weiter geheizt und nicht, wie es energetisch sinnvoller wäre, die Beheizung des Raumes unterbrochen.

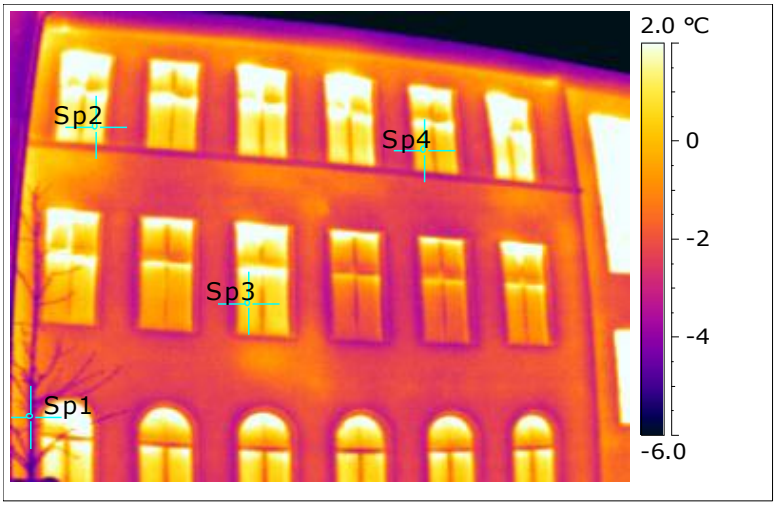


Emissionsgrad	0.95
Bild Datum	15.01.2013
Bild Uhrzeit	10:12:49
Ar1 Max. Temperatur	13.2 °C
Ar2 Max. Temperatur	10.4 °C
Ar3 Max. Temperatur	12.0 °C
Ar4 Max. Temperatur	13.7 °C
Sp1 Temperatur	-5.0 °C

Messort:	**Innenhof**
Bemerkung:	**erhöhter Luftwärmeverlust**

Thermografieaufnahmen Willi-Graf-Schule

Auf dieser Aufnahme ist gut die geringe energetische Qualität – bzw. Wärmedämmwirkung – der alten Fenster und deren Verglasungen erkennbar. Wie beim Hinweis auf Seite 6 erwähnt ist die "gemessene" Oberflächentemperatur der Scheiben eine Mischung aus der emittierten und reflektierten Wärmestrahlung. Die reflektierte (Temperatur-) Strahlung kann näherungsweise mit der Wärmestrahlung der Umgebung (bzw. deren Temperatur) gleichgesetzt werden, die hier also bei etwa -5°C liegt. Die eigentliche Oberflächentemperatur bei Sp2 bis Sp4 liegt demnach höher als die gemessene.

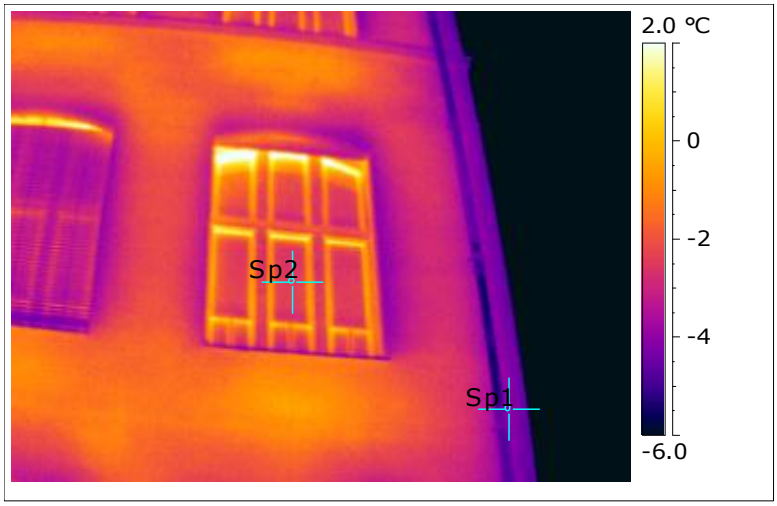


Emissionsgrad	0.95
Bild Datum	15.01.2013
Bild Uhrzeit	10:13:32
Sp1 Temperatur	-4.3 °C
Sp2 Temperatur	1.3 °C
Sp3 Temperatur	0.7 °C
Sp4 Temperatur	0.2 °C

Messort:	**Innenhof**
Bemerkung:	**erhöhter Wärmeverlust an den alten Fenstern**

Thermografieaufnahmen Willi-Graf-Schule

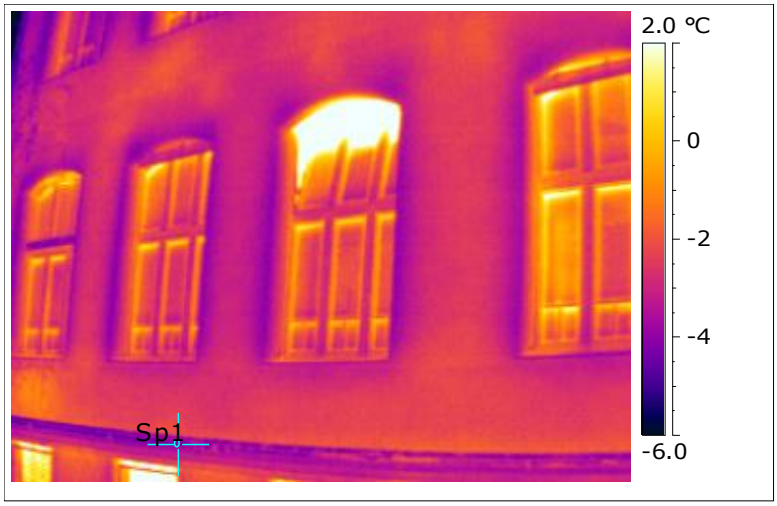
Diese Aufnahme zeigt ein Fenster, das vor 2 bis 3 Jahren erneuert wurde. Die ermittelte Oberflächentemperatur liegt deutlich unterhalb der der alten Fenster. Zu beachten ist allerdings, dass die Randbedingungen (reflektierte Wärmestrahlung, Raumtemperatur etc.) nicht genau die gleichen sind.



Emissionsgrad	0.95
Bild Datum	15.01.2013
Bild Uhrzeit	10:14:19
Sp1 Temperatur	-4.1 °C
Sp2 Temperatur	-2.5 °C

Messort:	**Innenhof**
Bemerkung:	**saniertes Fenster**

Thermografieaufnahmen Willi-Graf-Schule

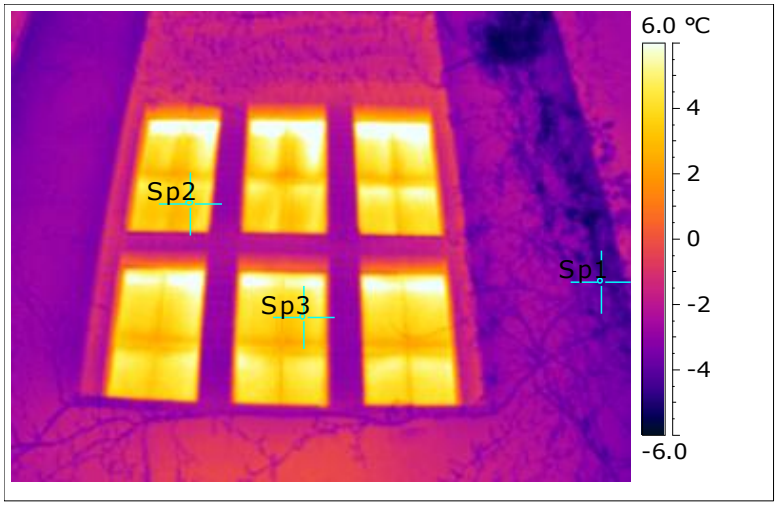


Emissionsgrad	0.95
Bild Datum	15.01.2013
Bild Uhrzeit	10:14:58
Sp1 Temperatur	-3.6 °C

Messort:	**Innenhof, Fenster EG**
Bemerkung:	**Fenster geöffnet**

Thermografieaufnahmen Willi-Graf-Schule

Schlechte Wärmedämmwirkung der Treppenhausfenster bzw. deren Einscheibenverglasung.



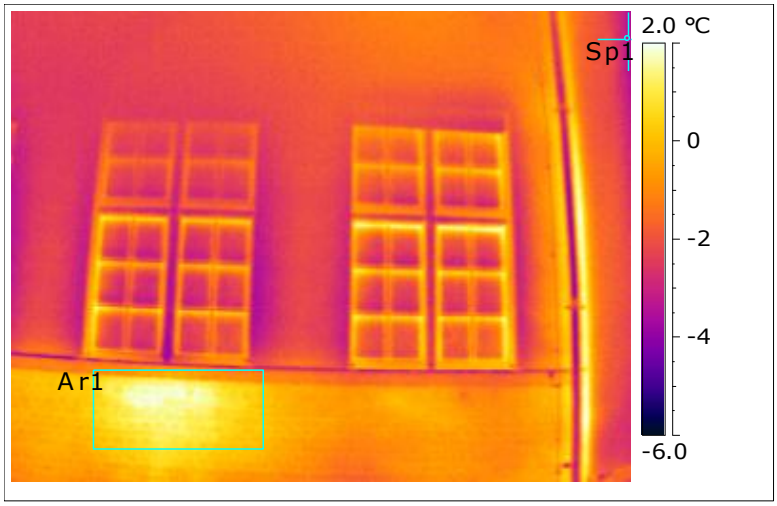
anderer Temperaturskalenbereich

Emissionsgrad	0.95
Bild Datum	15.01.2013
Bild Uhrzeit	10:15:40
Sp1 Temperatur	-4.5 °C
Sp2 Temperatur	3.3 °C
Sp3 Temperatur	3.6 °C

Messort:	**Innenhof, Treppenhausfenster**
Bemerkung:	**erhöhter Wärmeverlust**

Thermografieaufnahmen Willi-Graf-Schule

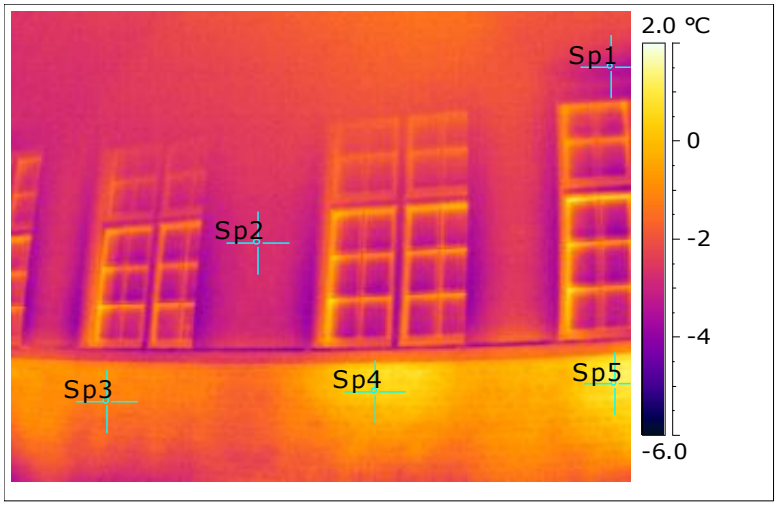
Hier ist der erhöhte Wärmeverlust im Bereich der Heizkörpernischen gut zu erkennen. Heizkörper geben ihre Wärme (bzw. die des Heizmediums) über Konvektion der Raumluft an der erwärmten Heizkörperfläche und über Wärmestrahlung ab. Einerseits liegt die Lufttemperatur in der Nähe der Heizkörper deutlich über der mittleren Raumlufttemperatur, andererseits trifft der Strahlungsanteil der nach außen zeigenden Heizkörperfläche auf die im Bereich der Heizkörpernische dünnere Außenwand – beides erwärmt die Wand in diesem Bereich überdurchschnittlich. Somit erhöht sich die Temperaturdifferenz der inneren und äußeren Wandoberfläche und der (Verlust-) Wärmestrom steigt entsprechend.



Emissionsgrad	0.95
Bild Datum	15.01.2013
Bild Uhrzeit	10:16:44
Ar1 Max. Temperatur	2.1 °C
Sp1 Temperatur	-3.9 °C

Messort:	**Innenhof, Fassade Raum 123**
Bemerkung:	**erhöhter Wärmeverlust über die Heizkörpernischen**

Thermografieaufnahmen Willi-Graf-Schule

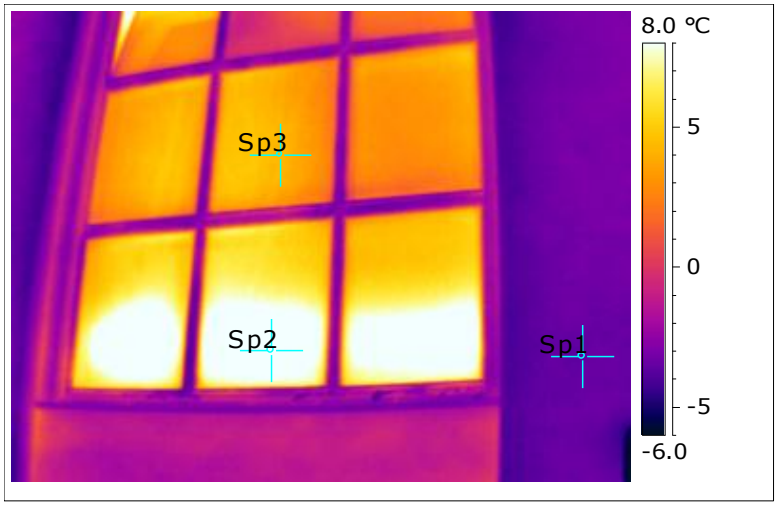


Emissionsgrad	0.95
Bild Datum	15.01.2013
Bild Uhrzeit	10:17:11
Sp1 Temperatur	-3.3 °C
Sp2 Temperatur	-2.8 °C
Sp3 Temperatur	-1.1 °C
Sp4 Temperatur	0.3 °C
Sp5 Temperatur	0.7 °C

Messort:	**Innenhof, Fassade Raum 123**
Bemerkung:	**erhöhter Wärmeverlust über die Heizkörpernischen**

Thermografieaufnahmen Willi-Graf-Schule

Übliches Fensterglas (und so auch dieses hier im Bild) ist zwar für Wärmestrahlung undurchlässig, das Glas absorbiert jedoch einen großen Anteil der Wärmestrahlung des Heizkörpers, erwärmt sich und führt diese Wärme nach außen ab. Das Nachrüsten eines Strahlungsschutzes im Bereich des Heizkörpers ist hier sinnvoll. Diese Maßnahme ahmt sozusagen die Beschichtung der inneren Gläser neuer Verglasungen nach, die infrarotes Licht reflektieren.

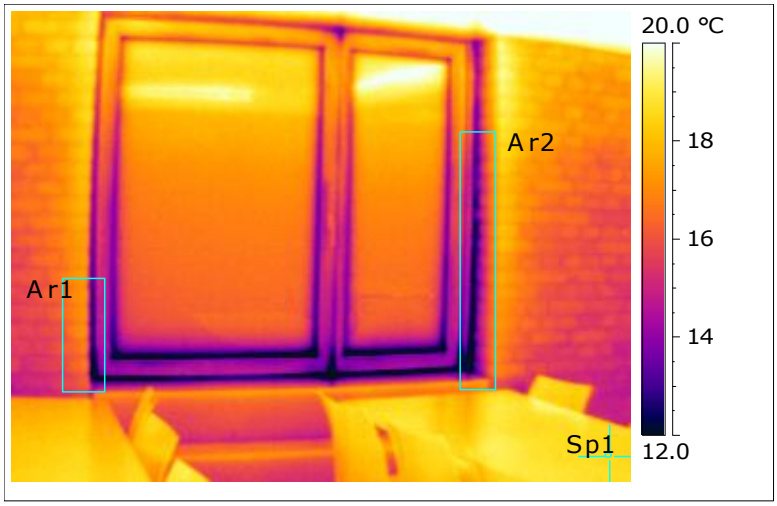


Emissionsgrad	0.95
Bild Datum	15.01.2013
Bild Uhrzeit	10:18:18
Sp1 Temperatur	-3.4 °C
Sp2 Temperatur	9.6 °C
Sp3 Temperatur	4.3 °C

anderer Temperaturskalenbereich

Messort:	**Innenhof, Treppenhausfenster**
Bemerkung:	**erhöhter Wärmeverlust**

Thermografieaufnahmen Willi-Graf-Schule

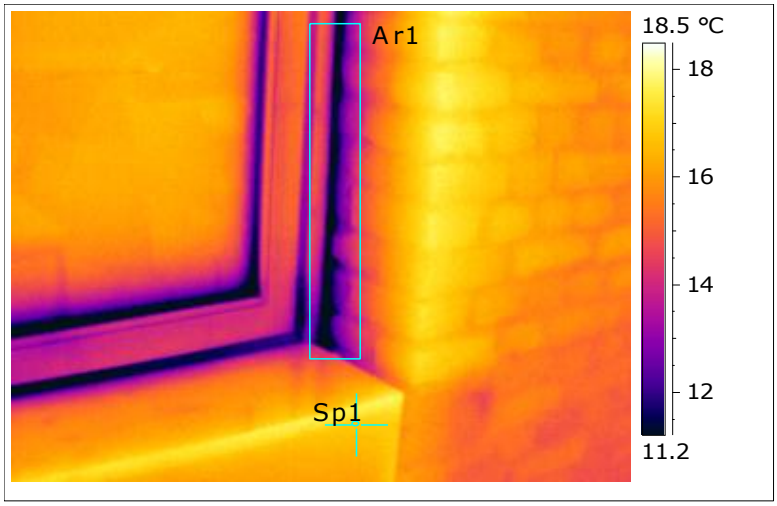


Emissionsgrad	0.95
Bild Datum	15.01.2013
Bild Uhrzeit	10:19:32
Ar1 Min. Temperatur	11.4 °C
Ar2 Min. Temperatur	11.1 °C
Sp1 Temperatur	18.6 °C

Messort:	**Mensa, Fenster Richtung Straße**
Bemerkung:	**erhöhter Wärmeverlust**

Thermografieaufnahmen Willi-Graf-Schule

Erhöhter Wärmeverlust entlang der Fenstereinbindung. Die minimale Oberflächentemperatur in diesem Bereich liegt mit 9,6°C unterhalb der Anforderungen der DIN4108-2 Abs.6.2. (Mindestoberflächentemperatur innenliegender und feuchteempfindlicher Bauteile von 11,8°C bei 19°C Raumluft- und -5°C Außentemperatur). Dieser Bereich kann somit als schimmelpilzgefährdet eingestuft werden. Hier scheint die Anschlussfuge zwischen Rahmen und Laibung nicht ausreichend mit Dämmmaterial ausgefüllt worden zu sein.

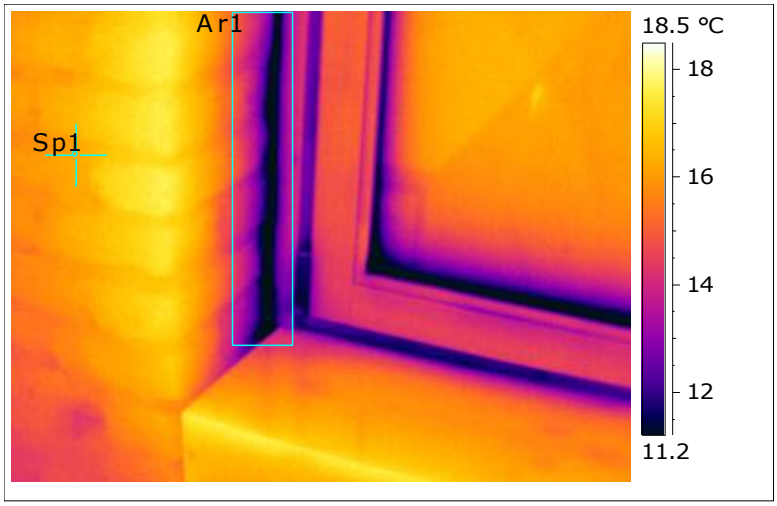


Emissionsgrad	0.95
Bild Datum	15.01.2013
Bild Uhrzeit	10:20:17
Ar1 Min. Temperatur	9.6 °C
Sp1 Temperatur	16.7 °C

Messort:	**Mensa, Fenster Richtung Straße**
Bemerkung:	**erhöhter Wärmeverlust**

Thermografieaufnahmen Willi-Graf-Schule

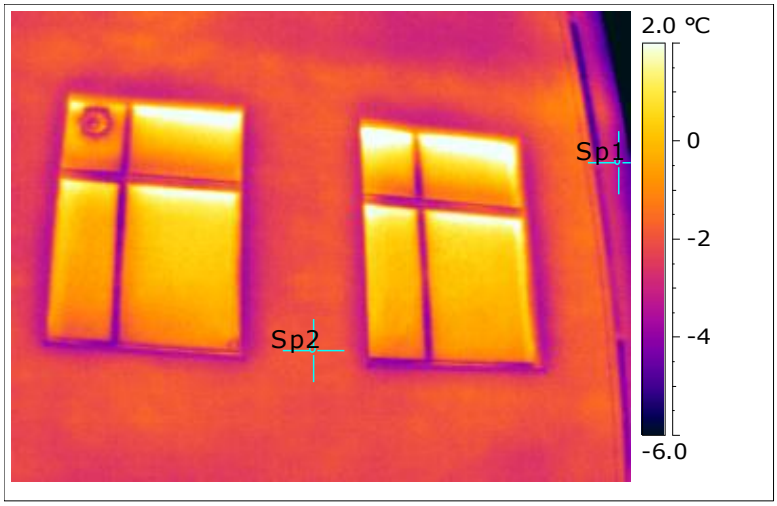
Niedrige Oberflächentemperatur entlang der Fenstereinbindung. Auch hier wird die Mindestoberflächentemperatur nach DIN4108-2 Abs.6.2. unterschritten (siehe Seite 25). Weiterhin liegt die gemessene, minimale Oberflächentemperatur von 8,5°C sehr nahe bei der Taupunkttemperatur von 8,35°C (bei 19°C Raumlufttemperatur und 50% relative Feuchte).



Emissionsgrad	0.95
Bild Datum	15.01.2013
Bild Uhrzeit	10:20:52
Ar1 Min. Temperatur	8.5 °C
Sp1 Temperatur	16.3 °C

Messort:	**Mensa, Fenster Richtung Straße**
Bemerkung:	**erhöhter Wärmeverlust**

Thermografieaufnahmen Willi-Graf-Schule



Emissionsgrad	0.95
Bild Datum	15.01.2013
Bild Uhrzeit	10:22:15
Sp1 Temperatur	-3.9 °C
Sp2 Temperatur	-2.0 °C

Messort:	**Straßenseite**
Bemerkung:	**erhöhter Wärmeverlust an alten Fenstern**

Thermografieaufnahmen Willi-Graf-Schule

Im Eingangsbereich – an der Tür wie am Treppenhausfenster – treten erhöhte Wärmeverluste auf. Auch im Bereich der Heizkörpernische (bei Sp2) können leicht erhöhte Wärmeverluste festgestellt werden.

Emissionsgrad	0.95
Bild Datum	15.01.2013
Bild Uhrzeit	10:23:08
Sp1 Temperatur	-4.0 °C
Sp2 Temperatur	-0.8 °C

Messort:	**Straßenseite, Eingangsbereich**
Bemerkung:	**erhöhter Wärmeverlust**

Thermografieaufnahmen Willi-Graf-Schule

Emissionsgrad	0.95
Bild Datum	15.01.2013
Bild Uhrzeit	10:23:48
Sp1 Temperatur	-4.3 °C

Messort:	**Straßenseite, links vom Eingang**
Bemerkung:	**erhöhter Wärmeverlust an den alten Fenstern**

Thermografieaufnahmen Willi-Graf-Schule

Emissionsgrad	0.95
Bild Datum	15.01.2013
Bild Uhrzeit	10:24:56
Ar1 Max. Temperatur	1.5 °C
Sp1 Temperatur	-3.9 °C
Sp2 Temperatur	-1.3 °C
Sp3 Temperatur	0.1 °C
Sp4 Temperatur	-0.1 °C

Messort:	**Straßenseite links, Fassade Matheraum**
Bemerkung:	**leicht erhöhter Wärmeverlust**