



## Begutachtung

Auftraggeber



Teilnehmer:



Zeitraum: 10:15 Uhr bis 13:45 Uhr

Objekt:



Datum:





## **Inhaltsverzeichnis**

1. Auftragsbeschreibung.....	3
2. Durchgeführte Messungen.....	3
a. Wärmebildkamera.....	3
b. Infrarot-Thermometer.....	3
3. Undichtigkeiten an den Fenstern/Türen.....	4
4. Mögliche Wärmebrücken.....	5
5. Weitere Feststellungen.....	6
6. Fazit und Empfehlung.....	6
7. Messgeräte.....	7
8. Fotodokumentation.....	8



## 1. Auftragsbeschreibung

Im Rahmen der Begehung sollten mögliche Undichtigkeiten an den Fenstern begutachtet und geprüft werden und ob im Baukörper Wärmebrücken vorhanden sind.

Zur Feststellung und Analyse der möglichen Stellen wurden folgende Geräte verwendet:

- **Wärmebildkamera:** Um eventuelle Feuchtigkeitsansammlungen oder Wärmebrücken sichtbar zu machen, die auf mögliche undichte Stellen oder Feuchtigkeitseintritt hinweisen könnten.
- **Infrarot-Thermometer:** Zur Messung der Oberflächentemperaturen an den relevanten Stellen, um Kältebrücken oder Temperaturunterschiede festzustellen, die mit Feuchtigkeit in Verbindung stehen könnten.

## 2. Durchgeführte Messungen

### a. Wärmebildkamera

Die Wärmebildkamera zeigte signifikante Temperaturunterschiede an den Ecken der Dachfenster sowie im unteren Bereich aller Fensterelemente und an der Eingangstür. Potenzielle Undichtigkeiten konnten somit identifiziert werden.

### b. Infrarot-Thermometer

Das Messgerät hilft beim Auffinden möglicher Wärmebrücken. Unter Berücksichtigung der Innen- und Außentemperatur wird ermittelt, ob die Oberflächentemperatur den Mindestanforderungen an den Wärmeschutz entspricht. Es handelt sich hier um eine Momentaufnahme. Bei Unterschreitung der Mindestanforderung wird von einem strukturellen Mangel ausgegangen und vor einer Wärmebrücke gewarnt. Das Messgerät unterstützt ebenfalls beim Auffinden von schimmelgefährdeten Stellen. Im Taupunkt-Modus wird aus der zusätzlich gemessenen Umgebungstemperatur und relativen Luftfeuchtigkeit die Taupunkttemperatur berechnet. An dem Tag betrug die Außentemperatur 3 °C Celsius.



---

### 3. Undichtigkeiten an den Fenstern/Türen

Mittels der Wärmebildkamera wurden alle Fenster geprüft.

#### Dachfenster

Die Temperatur an den Fensterrahmen lag bei beiden Fensterelementen bei ca. 18 °C.

Im Kinderzimmer lag die Temperatur an den unteren Ecken bei ca. 12 bis 13 °C. Das entspricht einem Temperaturunterschied zum Fensterrahmen von 5 bis 6 °C. Der Unterschied bei diesem Fenster ist zu hoch. Die Differenz zwischen den Lufttemperaturen am Kopf- und Fußbereich bei einem EnEV-Fenster beträgt etwa 3 °C, bei einem Passivhaus-Fenster ca. 1,6 °C. Bei diesem Fenster werden beide Werte überschritten. An der Leibung hat sich die Tapete gewölbt, was ebenfalls darauf hindeutet, dass die Leibung durch die Undichtigkeit feucht wird. Im Elternschlafzimmer lag die Temperatur an den unteren Ecken bei ca. 14,8 bis 16,1 °C. Das entspricht einem Temperaturunterschied zum Fensterrahmen von 1,9 bis 3,2 °C.

Die Infrarot-Messungen zeigt auch die Taupunkttemperatur an. Die Taupunkttemperatur gibt an, bei welcher Temperatur der in der Luft enthaltene Wasserdampf zu kondensieren beginnt. Die Taupunkttemperatur ist abhängig von der relativen Luftfeuchtigkeit und der Lufttemperatur. Ist die Temperatur einer Oberfläche niedriger als die Taupunkttemperatur, dann beginnt Wasser auf dieser Oberfläche zu kondensieren. Kondenswasser auf Oberflächen ist eine Hauptursache für die Schimmelbildung.

Die Messungen liegen an den Leibungen im roten Bereich. Es besteht erhöhte Schimmelgefahr, da die Luftfeuchtigkeit zu hoch oder die Oberflächentemperatur nahe am Bereich der Taupunkttemperatur ist.

#### Fenster 2. Obergeschoss

Elternschlafzimmer: Die Temperatur an den Fensterrahmen lag bei beiden Fensterelementen bei ca. 20 bis 20,5 °C. Bei dem linken Fenster beträgt die Temperatur unterhalb des Fensterflügels 13,5 °C und bei dem rechten Fenster 16,4 °C. Das entspricht einem Temperaturunterschied zum Fensterrahmen von 4 bis 7 °C. Der Unterschied ist bei beiden Fenstern zu hoch. Die Differenz zwischen den Lufttemperaturen am Kopf- und Fußbereich bei einem EnEV-Fenster beträgt etwa 3 °C, bei einem Passivhaus-Fenster ca. 1,6 °C. Bei diesem Fenster werden beide Werte überschritten.

Wenn man die Fensterflügel öffnet, befinden sich in der Ebene hinter den Fensterabläufen Wassertropfen. In dieser Ebene darf kein Wasser stehen, da es sonst in den Innenbereich läuft und den Fensterrahmen durchnässt, was auf ein Dichtigkeitsproblem des Fensters hinweist.



Im Badezimmer sowie im Arbeitszimmer wiederholen sich die o.g. Feststellungen. Insbesondere im Badezimmer ist im linken unteren Bereich des Fensterrahmens eine sehr kalte Stelle sichtbar. Hier sollte zusätzlich überprüft werden, ob der Rahmen eine Beschädigung aufweist oder durchnässt ist.

#### Fenster 1.Obergeschoss und Erdgeschoss

Auch hier wiederholen sich die gleichen Feststellungen wie bei den Fenstern im 2. Obergeschoss.

#### Eingangstür Erdgeschoss

Auch bei der Eingangstür zeigen sich größere Temperaturunterschiede zwischen dem unteren Bereich und dem oberen Bereich. Die Temperaturen im unteren Bereich variieren zwischen 8,4 und 11,2 °C, während sie im oberen Bereich bei ca. 16 °C liegen. Daraus ergibt sich ein Unterschied von etwa 5 bis 7,5 °C zwischen den oberen und unteren Bereichen. Auch hier ist der Unterschied zu groß.

### **4. Mögliche Wärmebrücken**

Unter Berücksichtigung der Innen- und Außentemperatur wird ermittelt, ob die Oberflächentemperatur den Mindestanforderungen an den Wärmeschutz entspricht. Bei Unterschreitung der Mindestanforderung wird von einem strukturellen Mangel ausgegangen und vor einer Wärmebrücke gewarnt. Eine Wärmebrücke bezeichnet eine Stelle an der Außenwand eines Gebäudes, an der es durch die Konstruktion zu einem örtlich erhöhten Wärmeverlust kommt. Um Wärmebrücken bewerten zu können, kann die in DIN 4108-2 beschriebene Mindestanforderung an den Wärmeschutz herangezogen werden. Nach DIN 4108-2 wird die Mindestanforderung an den Wärmeschutz erfüllt, wenn der Temperaturfaktor  $f_{Rsi}$  größer als 0,7 ist.

Im Dachgeschoss habe ich im Schlafzimmer und im Kinderzimmer Messungen mit der Wärmebildkamera und dem Infrarot-Thermometer durchgeführt. Mit der Wärmebildkamera wurden an den Ecken der Außenwände unterschiedliche Temperaturbereiche festgestellt. Das Infrarot-Thermometer weist im Kinderzimmer auf eine mögliche Wärmebrücke hin, da der  $f_{Rsi}$ -Faktor bei 0,59 (+0,05) liegt.

Der Temperaturfaktor  $f_{Rsi}$  berechnet sich folgendermaßen:

$$f_{Rsi} = (T1 - T2) / (T3 - T2) > 0,7$$

T1 : Oberflächentemperatur innen

T2 : Außentemperatur

T3 : Umgebungstemperatur innen



An der Stelle im Kinderzimmer liegt die Taupunkttemperatur ebenfalls im roten Bereich. Die relative Luftfeuchtigkeit lag zwischen 70 % und 80 %. Da im Haus eine Lüftungsanlage vorhanden ist, sollte das Raumklima optimal sein. Daher sollte auch eine Überprüfung der Lüftungsanlage durchgeführt werden und die Anlage an den Räumlichkeiten angepasst werden.

Um eine bessere Beurteilung der Eckausbildungen vornehmen zu können, wäre es sinnvoll, wenn die Detailpläne sowie eventuell die Wärmebrückennachweise und der Wärmeschutznachweis vom Architekten bereitgestellt werden und wenn möglich auch Fotos während der Ausführung.

## **5. Weitere Feststellungen**

In dem Flur im Erdgeschoss wurde festgestellt, dass der Boden kalt ist, obwohl die Fußbodenheizung auf Stufe 3 – 4 eingestellt ist. Ich vermute, dass hier nur eine geringe Anzahl an Schlaufen verlegt wurde. Sollte dies nicht der Fall sein, könnte ein hydraulischer Abgleich notwendig sein, um die Fußbodenheizung gleichmäßig anzupassen.

Auf dem Flachdach im Bereich des Eckpunkts zwischen Flachdach und Schrägdach liegen die Firstziegel nicht in einer Linie. An der linken Seite sind die Kopffalzrippen der Pfannen sowie die Kopffalznut sichtbar.

Die Zu- und Abluft der Lüftungsanlage liegen unmittelbar nebeneinander und haben die gleiche Abdeckung. Hier sollte die Herstellerrichtlinie der Lüftungsanlage von dem Architekten bereitgestellt werden, um zu prüfen, ob das fachgerecht verlegt wurde.

## **6. Fazit und Empfehlungen**

Bei der Begehung und den durchgeführten Messungen, insbesondere im Dachgeschoss und in den relevanten Räumen wie dem Kinderzimmer und Schlafzimmer, wurden mehrere bauliche und funktionale Mängel festgestellt, die auf mögliche Wärmebrücken und eine unzureichende Dichtigkeit der Fenster hinweisen.

Im Kinderzimmer und im Schlafzimmer wurde mit der Wärmebildkamera und dem Infrarot-Thermometer eine auffällige Temperaturdifferenz an den Fensterrahmen sowie an den Ecken der Außenwände festgestellt. Die gemessenen Werte, insbesondere der Temperaturfaktor  $f_{Rsi}$  im Kinderzimmer ( $0,59 \pm 0,05$ ), deuten auf eine potenzielle Wärmebrücke hin. Dies könnte zu einem erhöhten Energieverlust, einem unzureichenden Wärmeschutz und zu Schimmelbildung führen.



Darüber hinaus wurde an den Fenstern eine signifikante Temperaturabweichung zwischen den oberen und unteren Bereichen festgestellt, was auf eine mögliche Undichtigkeit der Fenster hindeutet.

Zusätzlich wurde an der Eingangstür eine ähnliche Problematik beobachtet, die auch hier auf undichte Stellen schließen lässt. Im Flur wurde ein weiterer Mangel in der Fußbodenheizung festgestellt, da der Boden trotz Einstellung auf eine hohe Stufe der Fußbodenheizung kalt blieb (19 °C), was auf eine geringe Anzahl an Schlaufen hinweisen könnte.

Es wird dringend empfohlen, eine detaillierte Überprüfung der Fensterdichtungen und eine Inspektion der Bausubstanz in den betroffenen Bereichen durchzuführen, um die Ursachen für die Wärmebrücken und die Undichtigkeiten zu identifizieren und entsprechende Reparaturen vorzunehmen. Dabei sollten insbesondere die Fensterrahmen und die Verbindungen an den Ecken der Außenwände überprüft werden. Für eine präzisere Beurteilung der baulichen Gegebenheiten, insbesondere der ECKAusbildungen, wäre es sinnvoll, die Detailpläne sowie die Wärmebrückennachweise und den Wärmeschutznachweis vom Architekten anzufordern.

Im Hinblick auf die Fußbodenheizung im Flur sollte ebenfalls eine Kontrolle durch einen Fachmann erfolgen, um sicherzustellen, dass die Heizsysteme korrekt installiert sind und ein hydraulischer Abgleich gegebenenfalls durchgeführt wird, um eine gleichmäßige Wärmeverteilung zu gewährleisten.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die identifizierten Probleme, insbesondere die Undichtigkeiten an den Fenstern, behoben werden müssen, um den Wärmeschutz zu optimieren und langfristige Energieverluste sowie mögliche Feuchtigkeitsschäden und Schimmelbildung zu vermeiden.

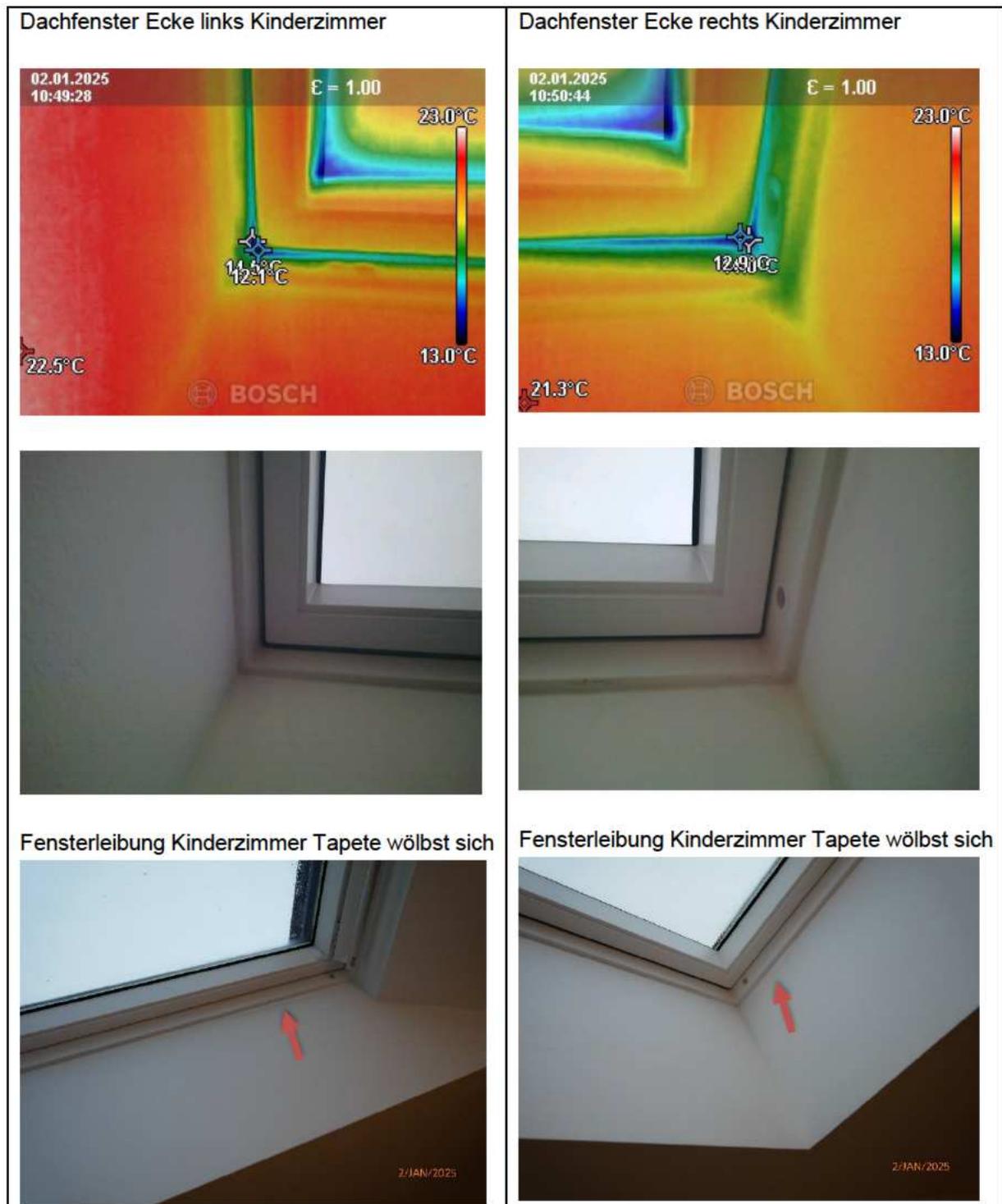
## **7. Messgeräte**

Wärmebildkamera Bosch Professional GTC 400c: Die Funktionsweise einer Wärmebildkamera basiert auf einem Sensor, der Infrarotstrahlung empfängt und in elektrische Signale umwandelt. Diese Signale werden dann in ein Bild umgewandelt, das verschiedene **Temperaturbereiche** farblich darstellt.

Infrarot-Thermometer Bosch Professional GIS 1000 C: Das Messwerkzeug wurde zur berührungslosen Messung der Oberflächentemperatur, Umgebungstemperatur und relativen Luftfeuchtigkeit eingesetzt. Es misst die Oberflächentemperatur mittels Infrarotstrahlung, die von der Oberfläche abgegeben wird, und ermittelt die

Umgebungstemperatur sowie Luftfeuchtigkeit durch eingebaute Sensoren. Anhand dieser Werte berechnet das Gerät die Taupunkttemperatur, um potenzielle Feuchtigkeitsansammlungen und Wärmebrücken zu identifizieren, die Schimmelbildung begünstigen können.

### 8. Fotos



Begehung: .

Kundenzeichen:

Objekt:

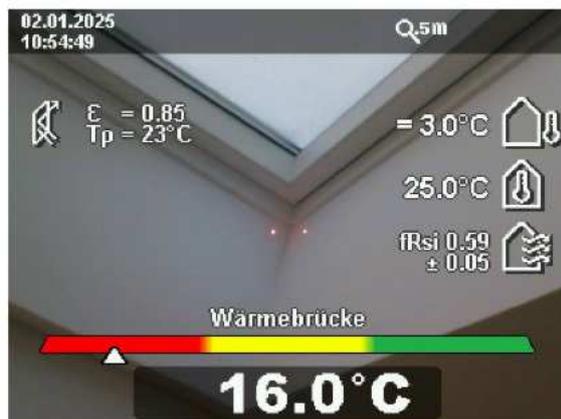
Taupunkttemperatur Kinderzimmer



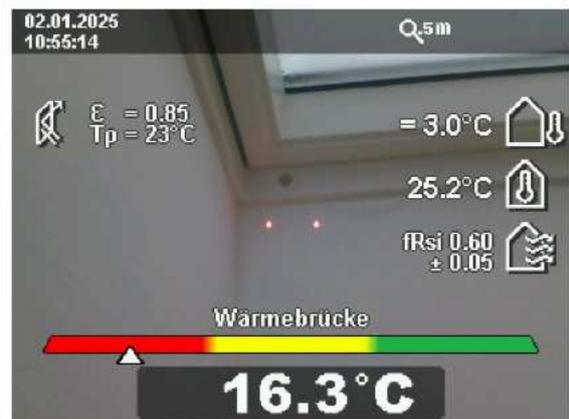
Taupunkttemperatur Kinderzimmer



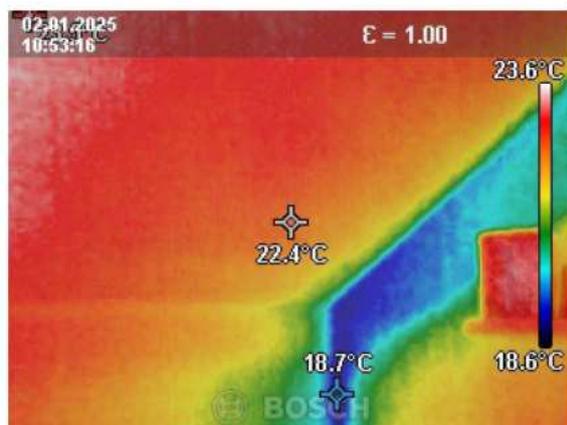
Wärmebrücke Fensterleibung Kinderzimmer



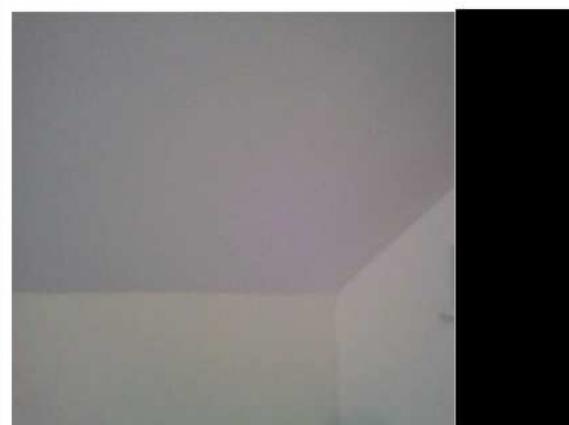
Wärmebrücke Fensterleibung Kinderzimmer



Kinderzimmer rechte Außenwanddecke



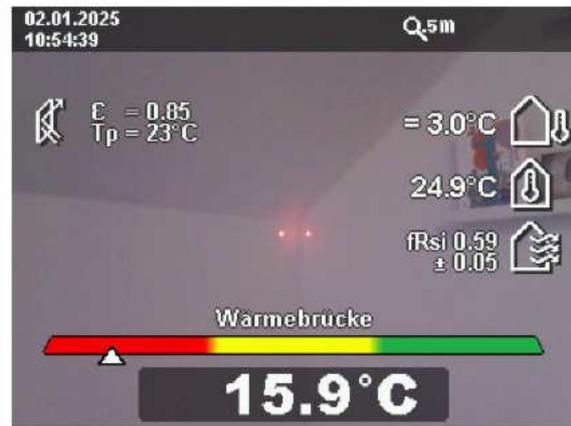
Kinderzimmer rechte Außenwanddecke



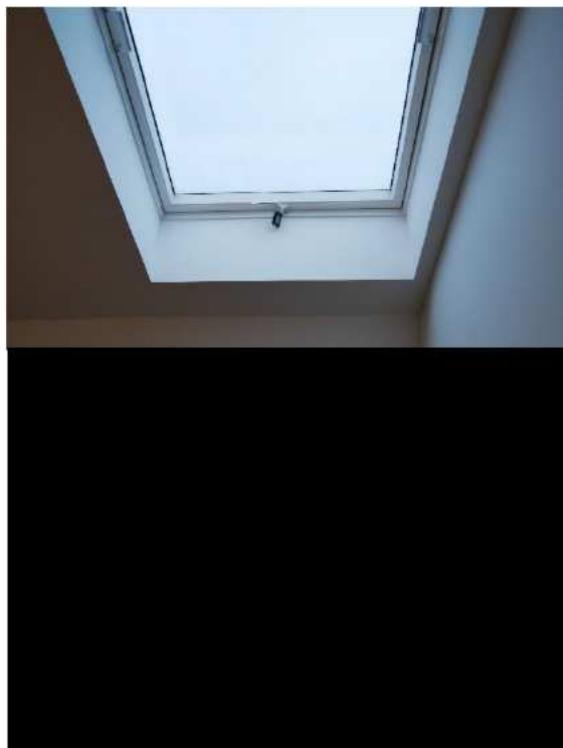
Taupunkttemperatur Kinderzimmer



Wärmebrücke Kinderzimmer

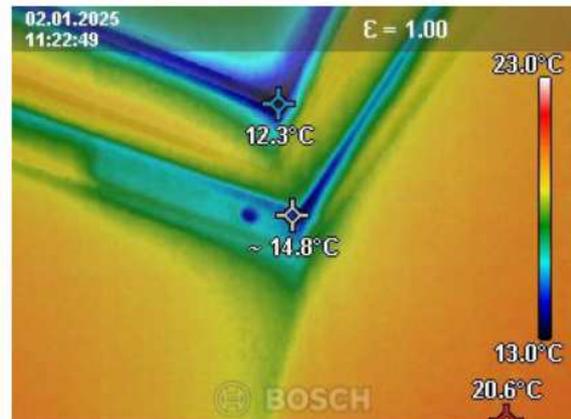


Elternschlafzimmer Dachfenster

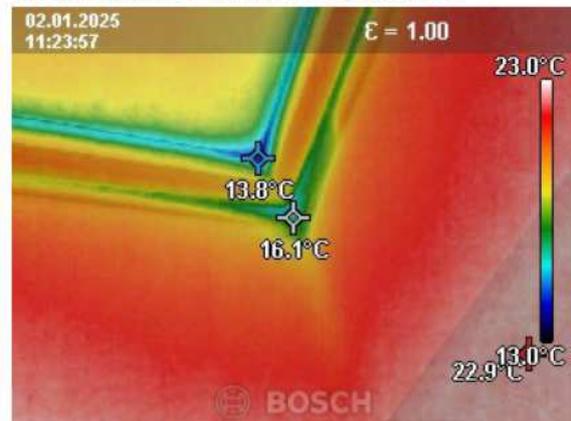


Elternschlafzimmer Dachfenster

Linke untere Ecke des Dachfensters



Rechte untere Ecke des Dachfensters



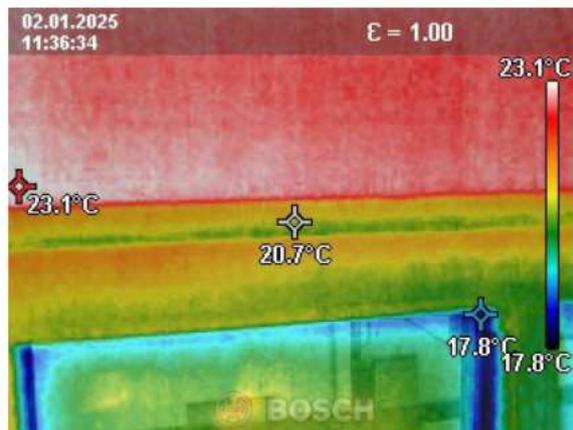
Elternschlafzimmer Fenster links



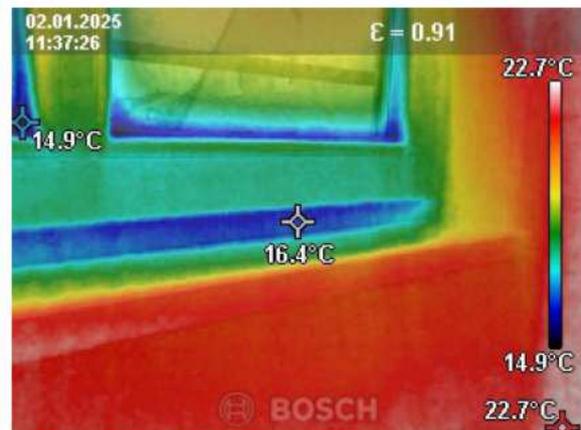
Elternschlafzimmer Fenster links



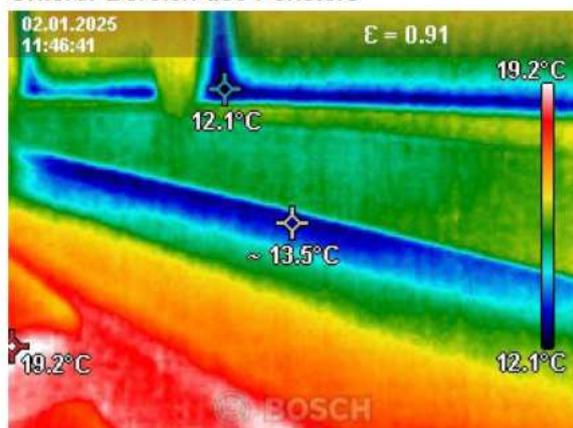
Oberer Bereich des Fensters



Unterer Bereich des Fensters



Unterer Bereich des Fensters



Elternschlafzimmer Fenster links

Wassertropfen im Innenbereich des Rahmens

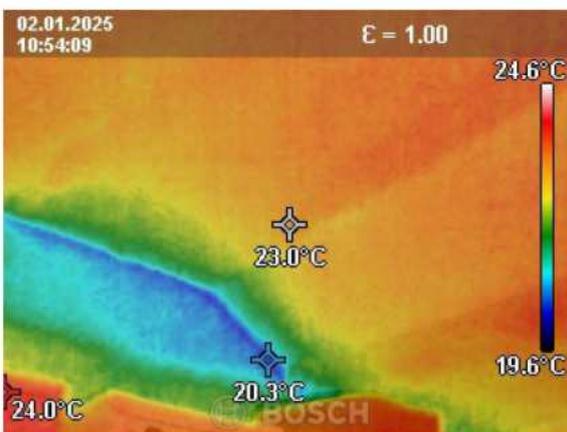


Elternschlafzimmer Fenster links

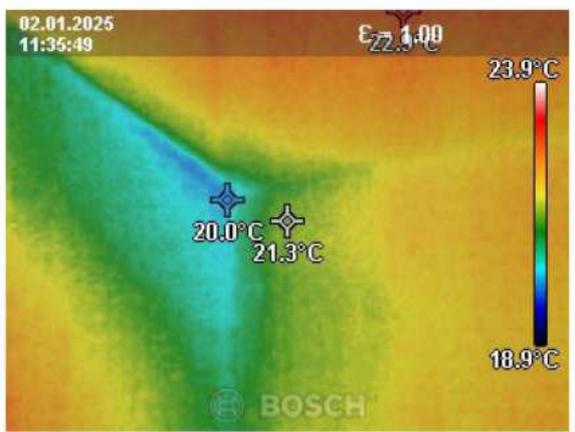
Wassertropfen im Innenbereich des Rahmens und im Bereich der Scharniere



Elternschlafzimmer obere linke Ecke



Elternschlafzimmer linke Ecke



Begehung: .

Kundenzeichen:

Objekt:

Taupunkttemperatur Elternschlafzimmer



Wärmebrücke Elternschlafzimmer



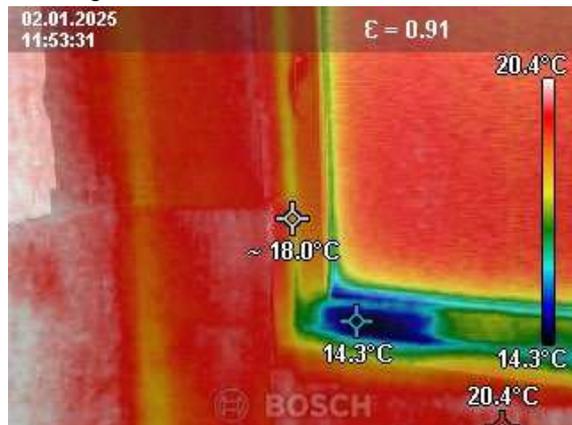
Fenster Badezimmer 2. Obergeschoss



Fenster Badezimmer 2. Obergeschoss



Auffällige Ecke unten links



Auffällige Ecke unten links



2. Obergeschoss Büro



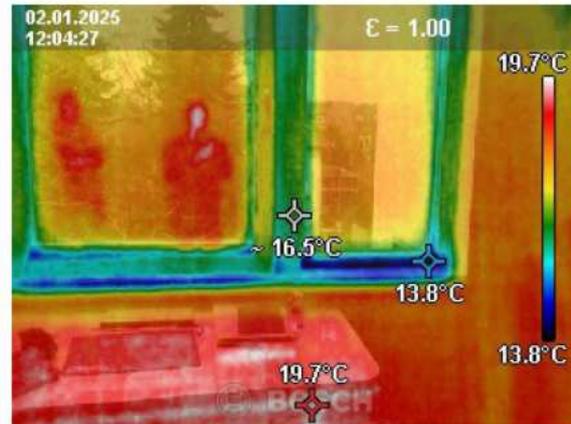
Oberer Bereich des Fensters



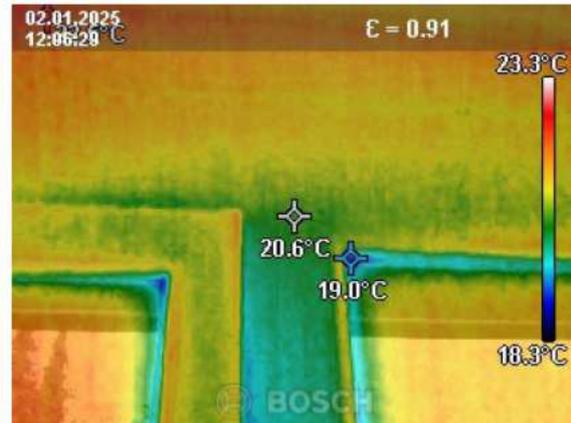
Unterer Bereich des Fensters



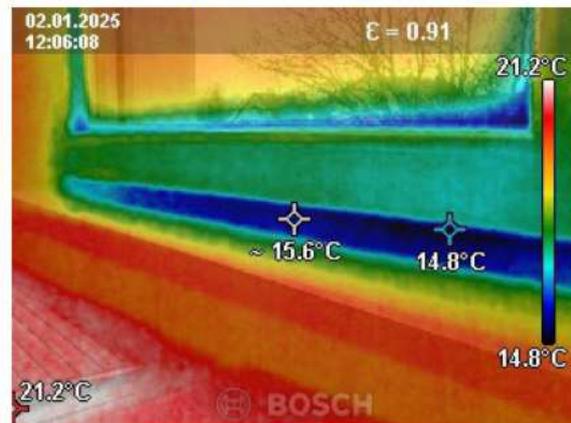
2. Obergeschoss Büro Wärmebildkamera



Oberer Bereich des Fensters



Unterer Bereich des Fensters



1.Obergeschoss, Essbereich linkes Fenster



1.Obergeschoss, Essbereich rechtes Fenster



Wassertropfen im Innenbereich des Rahmens



Wassertropfen im Innenbereich des Rahmens



1.Obergeschoss, Essbereich linkes Fenster  
Mittlere Höhe des Fensters



1.Obergeschoss, Essbereich rechtes Fenster  
Obere Höhe des Fensters



Begehung:.

Kundenzeichen:

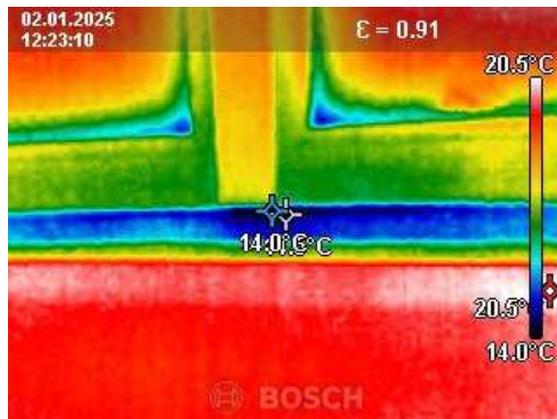
Objekt:



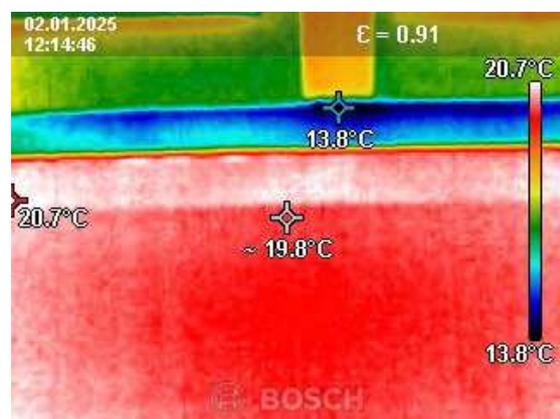
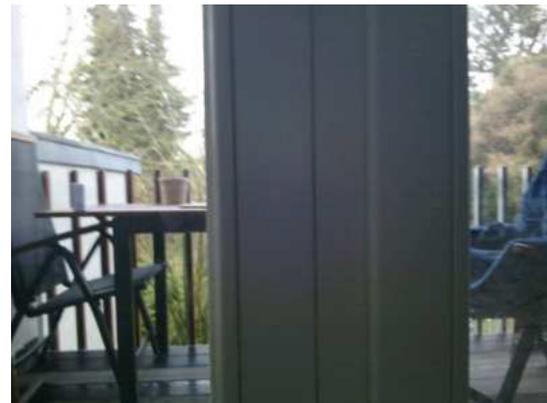
Unterer Bereich des Fensters



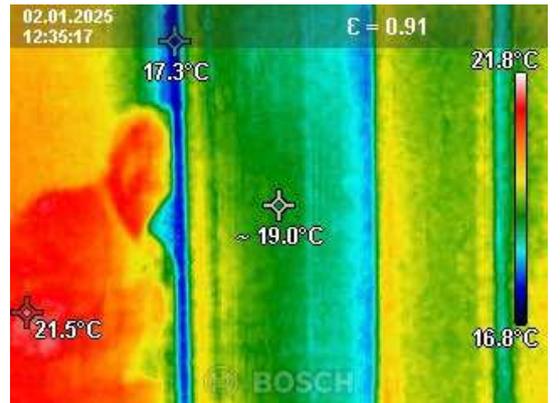
Unterer Bereich des Fensters



1.Obergeschoss, Terrassentür



1.Obergeschoss, Terrassentür / Wärmebild



Begehung:.

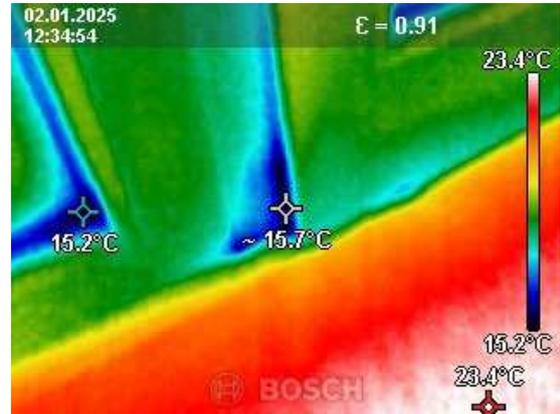
Kundenzeichen:

Objekt:

Linke untere Ecke



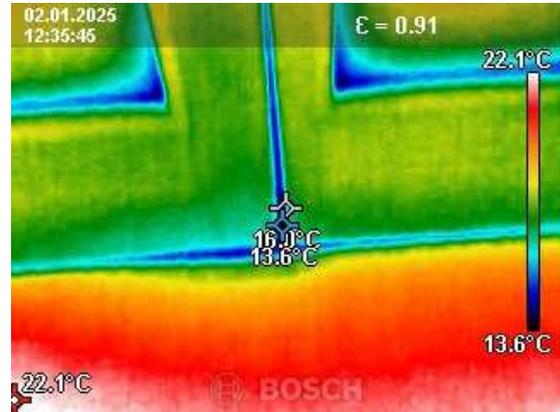
Linke untere Ecke



Unterer mittlerer Bereich



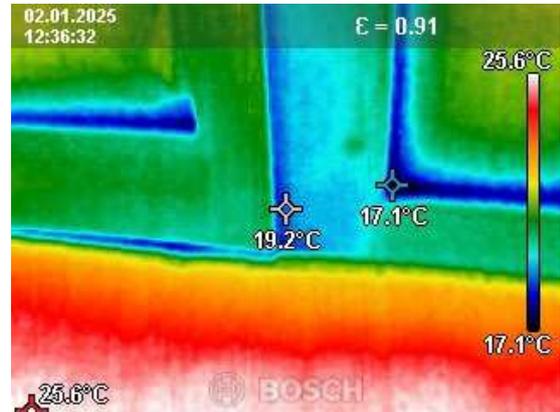
Unterer mittlerer Bereich



Rechte untere Ecke



Rechte Ecke, Temperatur ist in Ordnung



Rechte obere Ecke



Rechte obere Ecke, Temp. im vgl. zu unten



Begehung.:

Kundenzeichen:

Objekt:

Erdgeschoss Flur Eingang

Eingangstür, mittlerer Bereich rechte Seite



Erdgeschoss Flur Eingang, Wärmebild

Eingangstür, mittlerer Bereich rechte Seite



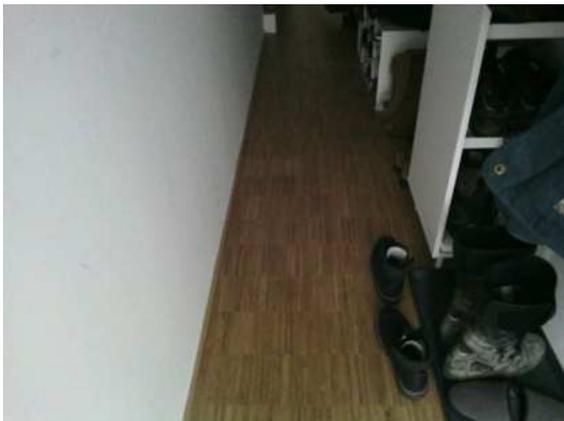
Untere Bereiche, linke Seite der Tür



Untere Bereiche, linke Seite der Tür



Flur



Flur, Fußbodenheizung



Erdgeschoss, Arbeitszimmer



Erdgeschoss, Arbeitszimmer, Wärmebild



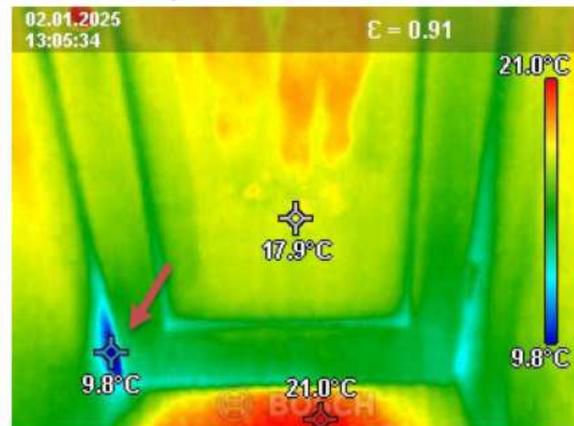
Technikraum

Tür zum Stellplatz



Technikraum

Tür zum Stellplatz, Wärmebild



Undichtigkeit!

Flachdach ü. 2. Obergeschoss



Ab- und Zuluft Lüftungsanlage



Linker Bereich First, nicht bündig



bündig



Ab- und Zuluft Lüftungsanlage

Gleiche Abdeckung prüfen und sicherstellen, dass dies den Herstellerrichtlinien entspricht.



Zülpich, den [REDACTED]

Gez.  
Luis Schwenkler

