

A detailed historical map of the Schlegelsberg residential area. The map shows a dense network of streets and building footprints. A prominent red line runs vertically through the center-right of the map, likely indicating a railway or a major boundary. Various street names are visible, including 'Julius-Straße', 'Carl-von-Brügger-Straße', 'Franz-Greif-Straße', 'Eduard-Rosenthal-Straße', 'Jacob-Michelsen-Straße', 'Neitzstraße', and 'Berthold-Dalbrück-Straße'. The map is oriented with North at the top.

Wärmeenergieeinsparung im Wohngebiet Schlegelsberg



Steffen Kind

Büro für Energieberatung & Gebäudeanalytik

Steffen Kind

Thermograf für Industrie, Bau und Elektro – Stufe II - ISO 9712
zertifizierter Prüfer der Gebäude-Luftdichtheit im Sinne der EnEV (FLiB)
Bau-Sachverständiger für Bauschäden/Baumängel (MODAL)

Karl-Liebknecht-Straße 3

07749 Jena

Tel: 03641/5975685

www.kind-gebäudeanalytik.de

info@kind-gebäudeanalytik.de



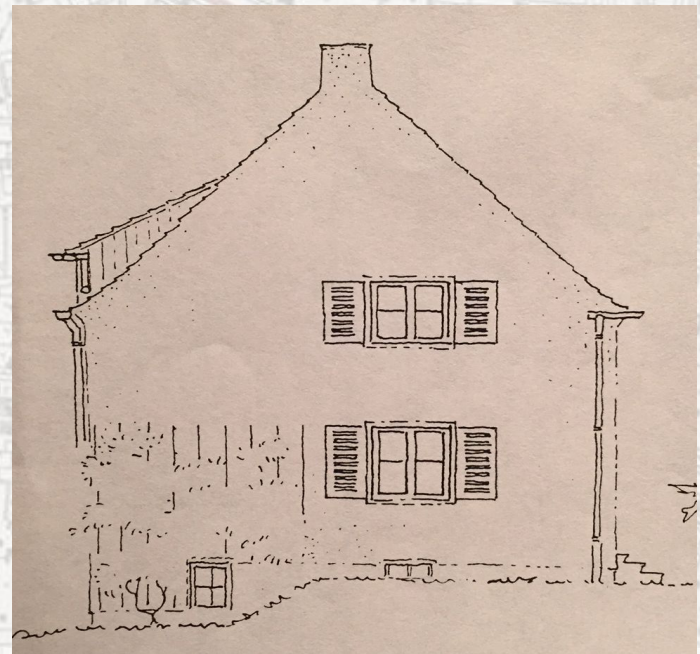
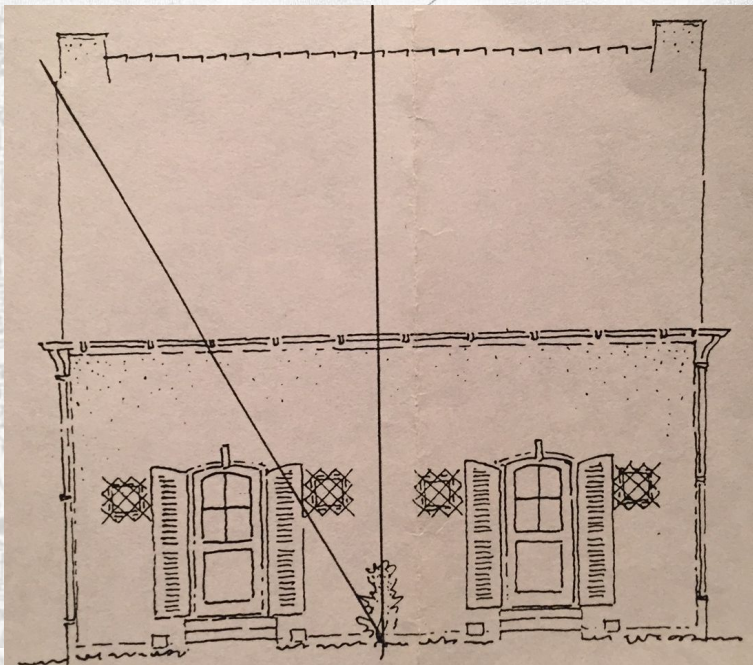
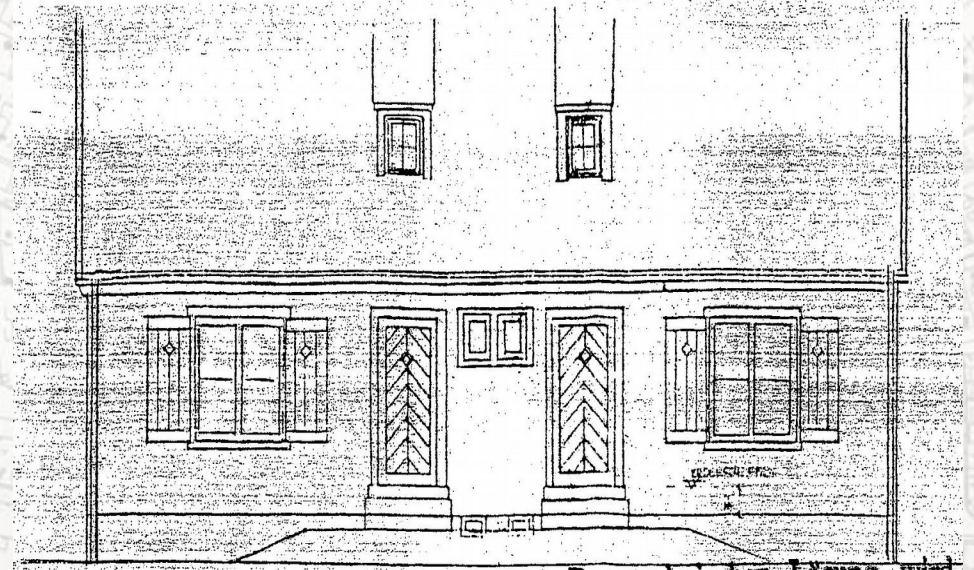
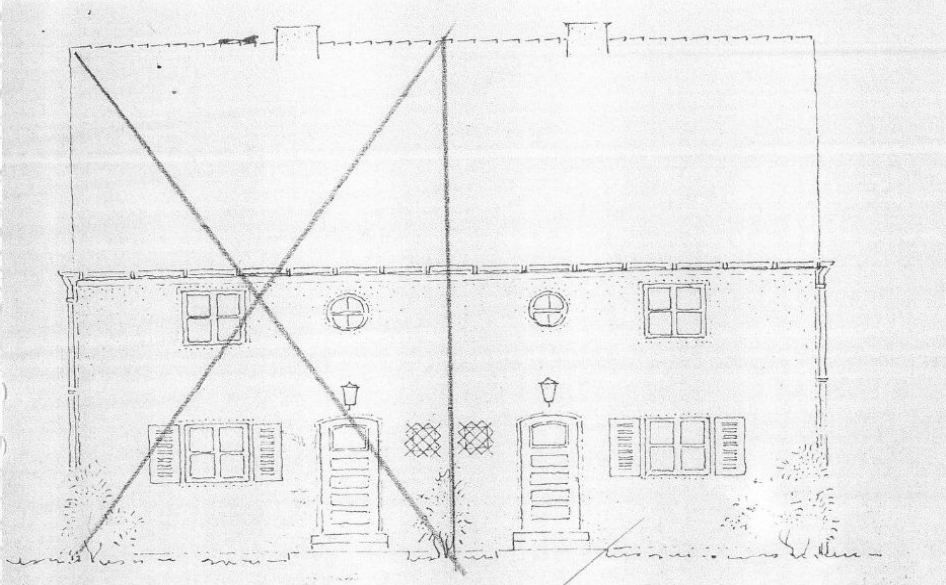
Ausgangssituation im Gebäudebestand am Schlegelsberg

3 Bauabschnitte:

- 1. Bauabschnitt 1937-1938
- 2. Bauabschnitt 1938-1941
- 3. Bauabschnitt 1938-1943
- vier grundlegende Gebäudetypen
- Doppelhaushälften, Ein- und Mehrfamilienhäuser
- es entstanden 543 Wohnungen (253 DHH), 34 Einfamilienhäuser, 3 Mehrfamilienhäuser
- erste Norm – DIN 1053 – für Mauerwerk wurde 1937 geschaffen

Gebäudetypen:

- Typ H III, Typ G III, Typ G II, Typ K III



Möglichkeiten der Gebäudediagnostik

Wie lässt sich der Gebäudezustand einschätzen?

- Baualtersklassen
- Energiekennzahlen
- Oberflächentemperaturmessung (Thermografie)
- Luftdichtheitsmessung (Blower Door)

Baualtersklassen

Dokumentation

Baualter



**INSTITUT WOHNEN
UND UMWELT GmbH**
Annastraße 15
64285 Darmstadt
Telefon: (0049) 06151/2904-0
Telefax: -97
eMail: info@iwu.de
Internet: <http://www.iwu.de>
Stand: 22. Juni 2005

Deutsche Gebäudetypologie Systematik und Datensätze

Baualtersklasse			EFH	RH	MFH	GMH	HH
A	vor 1918	Fachwerk	EFH_A 		MFH_A 		
B	vor 1918		EFH_B 	RH_B 	MFH_B 	GMH_B 	
C	1919-1948		EFH_C 	RH_C 	MFH_C 	GMH_C 	

Deutsche Gebäudetypologie – Dokumentation

Bauteil



Kurzel für die Datenbank

Gebäudetyp

Baujahr

beheizte Wohnfläche [m²]

mittlere lichte Raumhöhe [m]

beheiztes Gebäudevolumen

nach EnEV [m³]

Anzahl Vollgeschosse

Anzahl Wohneinheiten

Opake Bauteile

**Bauteil 1 (oberer
Gebäudeabschluss)**

Art

Fläche [m²]

U-Wert im Istzustand

Bauteil 2 (Wandflächen)

Bezeichnung (Text)

Fläche [m²]

U-Wert im Istzustand

**Bauteil 3 (unterer
Gebäudeabschluss)**

Bezeichnung (Text)

Fläche [m²]

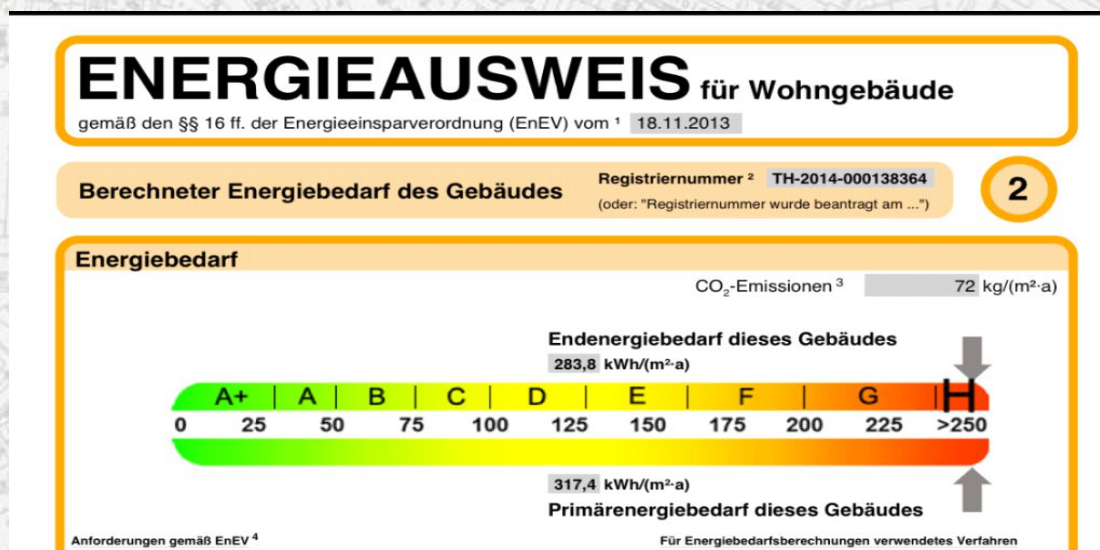
U-Wert im Istzustand

EFH_A EFH vor 1918	EFH_B EFH vor 1918	EFH_C EFH 1919-1948	EFH_D EFH 1949-1957	EFH_E EFH 1958-1968	EFH_F EFH 1969-1978	EFH_G EFH 1979-1983	EFH_H EFH 1984-1994
199	128,9	275	101	242	157,5	196	136,55
2,3	2,6	2,75	2,36	2,52	2,6	2,5	2,5
767,6	595,0	1052,5	380,0	934,2	606,0	647,0	514,0
2	2	2	1	1	1	2	1
1	1	2	1	1	1	1	1
Dachschräge	Dachschräge	Dachschräge	Dachschräge	Dachschräge	Flachdach	Dachschräge	Dachschräge
134,19	83,12	213,99	125,4	180,9	183,13	100,8	123,2
1,8	1,11	1,11	1,11	0,92	0,63	0,43	0,3
Außenwände	Außenwände	Außenwände	Außenwände	Außenwände	Außenwände	Außenwände	Außenwände
171,78	196,04	237,3	119,8	185,33	170,55	161,4	213,3
1,9	1,7	1,7	0,93	1,44	1,21	0,8	0,68
Fußboden	Kellerdecken	Kellerdecken	Kellerdecken	Kellerdecken	Kellerdecken	Kellerdecken	Kellerdecken
85,46	45,6	144,9	62	145	78,32	83,4	75,33
1,04	1,11	1,11	1,01	0,97	0,846	0,81	0,55

Berechnung der Energiekennzahl

EKZ Heizenergieverbrauch [kWh/m²a]

Brennstoffverbrauch pro Jahr
= -----
Beheizte Wohn- und Nutzfläche



Thermografie

Bildgebendes, zerstörungsfreies Verfahren zur Sichtbarmachung von Temperaturen und Temperaturdifferenzen

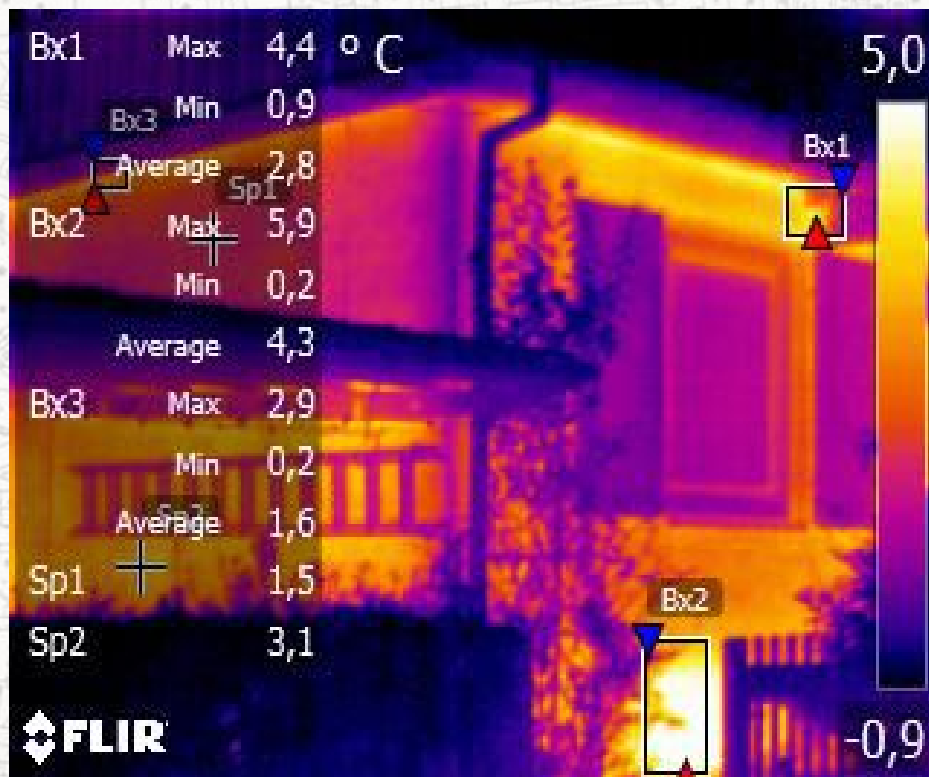
Thermo

stammt aus dem griechischen *thermos* "warm"

Grafie (graphie)

stammt von dem griechischen Verb *gráphein*
„schreiben, zeichnen“

- in jedem Körper mit einer **Temperatur T** oberhalb des **absoluten Nullpunktes $-273,15\text{ °C}$ oder 0 Kelvin** ist eine gewisse **Wärmemenge (Wärmeenergie)** gespeichert.
- Der Körper gibt einen Teil der in ihm enthaltenen Wärmeenergie in Form von **Strahlung (Wärmestrahlung)** ab.
- Man spricht dabei auch von **Infrarotstrahlung (IR)**, da der größte Teil der abgegebenen Wärmestrahlung im für das Auge **unsichtbare infraroten Bereich des Spektrums** liegt.



Von 5,0 °C bis – 0,9 °C
 $\Delta T = \text{ca. } 6 \text{ K}$



Von 25,0 °C bis -1,2 °C
 $\Delta T = \text{ca. } 26 \text{ K}$

Die gleiche Thermografieaufnahme mit unterschiedlichen Temperaturdifferenzen an der Temperaturskala, führt zu unterschiedlichen optischen Eindrücken.

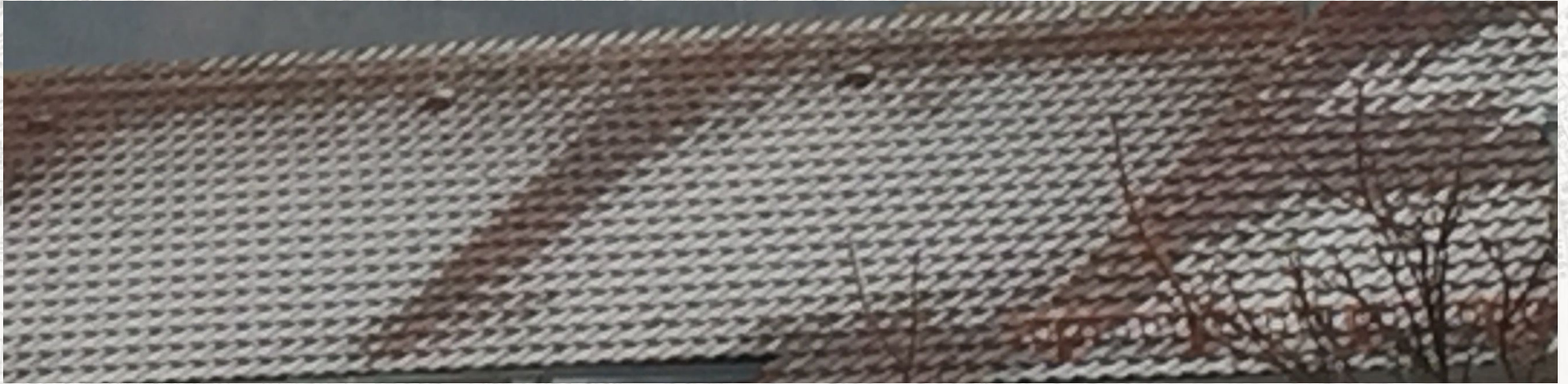
Dächer Altbau

natürliche Thermografie



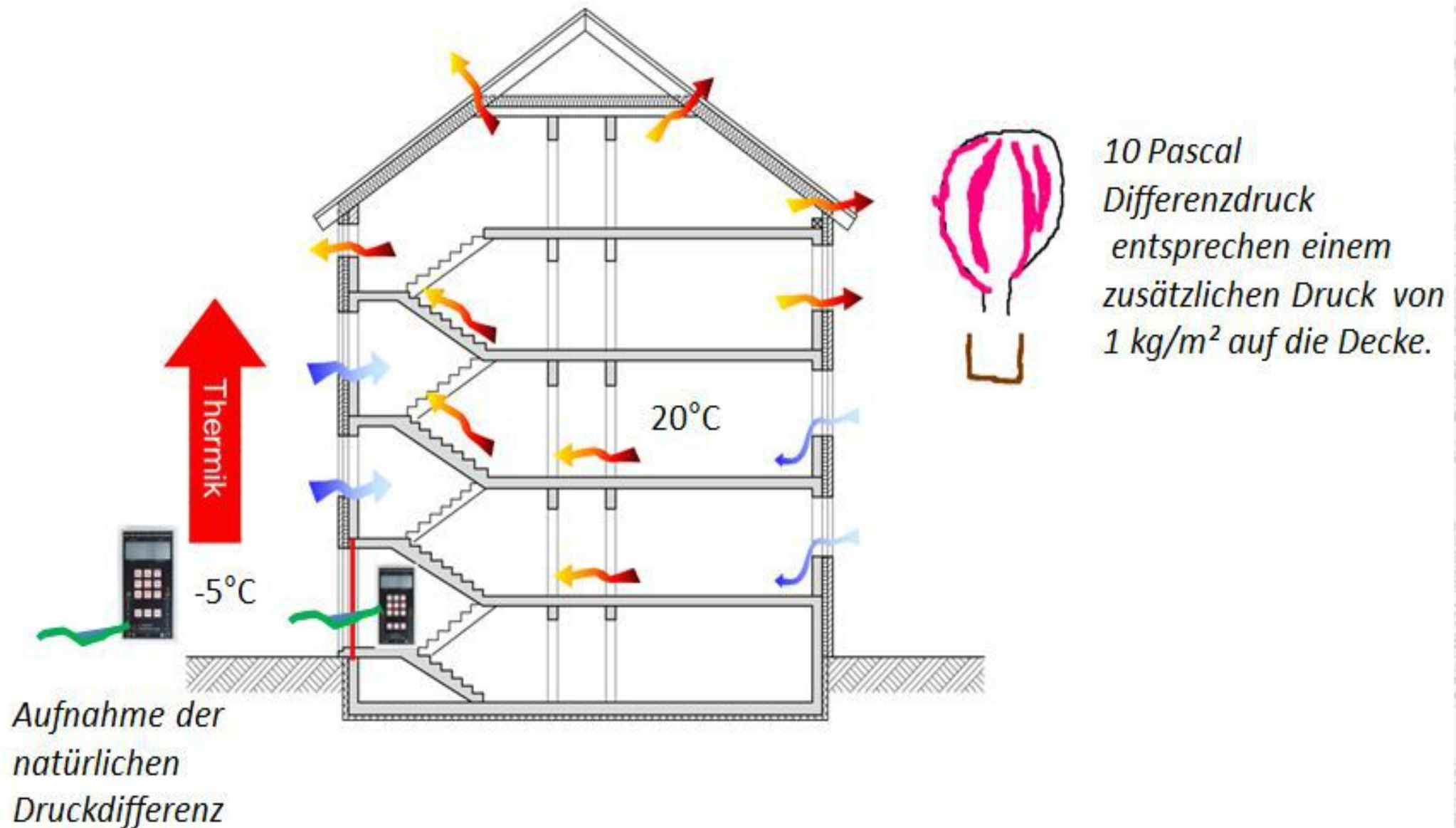
Dächer Neubau

natürliche Thermografie



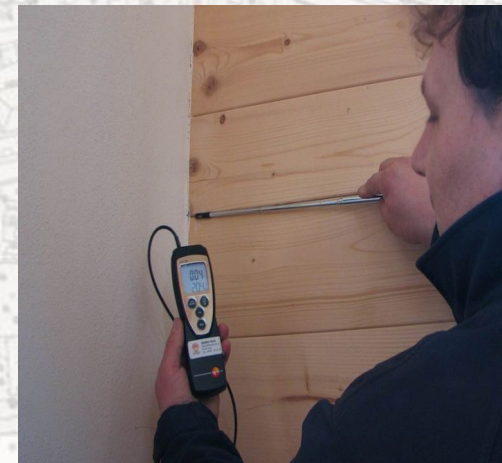
Ursache und Wirkung

Was macht die Luftdichtheit ?



Luftdichtheitsmessung mit Blower Door am Gebäude

- per BlowerDoor-Ventilator wird kontinuierlich Luft abgesaugt oder hineingedrückt
- es entsteht ein kaum wahrnehmbarer **Über- oder Unterdruck** im Gebäude
- Außenluft strömt durch **Leckagen in der Gebäudehülle** ins Innere (Unterdruck) oder Innenluft strömt nach Außen (Überdruck)
- die entstehenden **Luftströme** können mit einem **Luftgeschwindigkeitsmessgerät (Anemometer)** oder mit **Thermografiekamera** lokalisiert werden

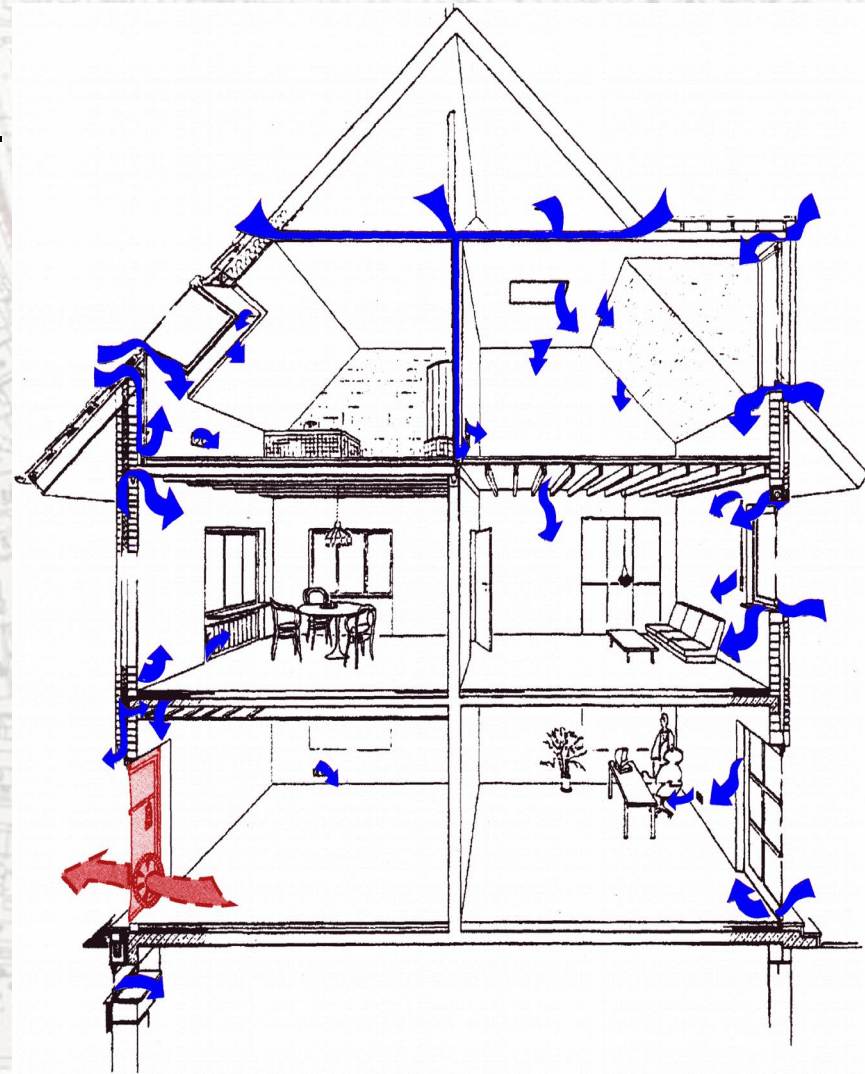


Luftdichtheitsmessung mit Blower Door

Die **Luftwechselrate n** stellt die Häufigkeit des **Luftaustausches** des Gesamten Raumvolumens **in einer Stunde** dar.

Die **Luftwechselrate n₅₀** ergibt sich aus dem gemessenen Luftvolumenstrom, der sich pro Stunde einstellt, wenn eine **Druckdifferenz** von **50 Pa** (5 Kilogramm per Quadrameter) aufrechterhalten wird

$$n_{50} = \frac{\text{gemessener Volumenstrom}}{\text{Gebäudeluftvolumen}}$$



Normen und Verordnungen

Erste DIN 4108 Wärmeschutz im Hochbau von 1952 (heute Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden)

*4.21: „Wände und Decken, namentlich wenn sie verputzt sind, sind im allgemeinen nur wenig luftdurchlässig, so daß der Wärmeverlust durch Wärmemitführung gering ist. Dagegen gehen durch Undichtigkeiten an Fenstern und Türen große Wärmemengen verloren; **deshalb sollen alle Fugen gut abgedichtet sein.** Dies gilt besonders auch für die Fugen zwischen Fensterrahmen und Mauerwerk und für die Stoßfugen bei großflächigen Bauteilen (...)“*

DIN 4108 heute

Wärmeschutz im Hochbau

DIN 4108-2 - *Mindestanforderungen an den Wärmeschutz zur Vermeidung von Tauwasser und unhygienischen Raumlufthverhältnissen sowie den sommerlichen Wärmeschutz*

DIN 4108-3 - *Klimabedingter Feuchteschutz; Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung Enthält Randbedingungen und Rechenvorschriften für das Glaser-Verfahren*

DIN 4108-4 - *Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte. Enthält wesentliche bauphysikalische Kennwerte einzelner Baustoffe (Lambda- und My-Werte)*

DIN V 4108-6 - *Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs; enthält alle wesentlichen Rechenvorschriften zur Ermittlung des Heizwärmebedarfs in Wohngebäuden nach EnEV (für Nichtwohngebäude siehe DIN V 18599)*

DIN 4108-7 - *Luftdichtheit von Gebäuden, Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie –beispiele*

DIN 4108-10 - *Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe - Werkmäßig hergestellte Wärmedämmstoffe*

Geplant: 4708-11 - *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 11: Mindestanforderungen an die **Dauerhaftigkeit von luftdichten Schichten***

DIN 4108-7 2011

Luftdichtheit von Gebäuden, Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie –beispiele

*Für Neubauten und **Bestandsgebäude**, bei denen die komplette Gebäudehülle saniert wurde, gelten die Luftwechselraten (Luftdichtheitstest):*

- **$n_{50} = 3,0 \text{ 1/h}$ (ohne Lüftungsanlage)**
- **$n_{50} = 1,5 \text{ 1/h}$ (mit Lüftungsanlage)**

Blower Door-Messung am Beispiel

Grenzwerte der Luftdichtheit:

$n_{50} \leq 3,0 \text{ 1/h}$ allgemein (EnEV)

$n_{50} \leq 1,5 \text{ 1/h}$ Lüftungsanlage (EnEV)

$n_{50} \leq 1,0 \text{ 1/h}$ Empfehlung DIN 4108-7

$n_{50} \leq 0,6 \text{ 1/h}$ (Passivhaus)

$$n_{50} = \frac{\text{gemessener Volumenstrom}}{\text{Gebäudeluftvolumen}}$$

$$n_{50} = \frac{1470,6 \text{ m}^3/\text{h}}{342 \text{ m}^3} = 4,3 \text{ 1/h}$$



Das Vierfache des Gebäudevolumens an Luft wird in einer Stunde ausgetauscht bei 50 Pascal Druckunterschied.

Minimierung von Energieverlusten

Windverhältnisse in Jena

- vorherrschende Windrichtung ist Südwest in einer Häufigkeit von 28 %
- Mittlere Stärke ist 2,0 (1,5 bis 3,3 m per Sekunde)
- Windstille ist 10 Tage im Jahr

		freie Lage $n_z = n_{50} \times 0,10$	halbfreie Lage $n_z = n_{50} \times 0,07$	gesch. Lage $n_z = n_{50} \times 0,04$
$n_{50} = 1$ [1/h], Lüftungswärmebedarf	n_z	0,1 1/h ~ 7 kWh/m ² a	0,07 1/h ~ 4,9 kWh/m ² a	0,04 1/h ~ 2,8 kWh/m ² a
$n_{50} = 1,5$ [1/h], Lüftungswärmebedarf	n_z	0,15 1/h ~ 10,5 kWh/m ² a	0,11 1/h ~ 7,4 kWh/m ² a	0,06 1/h ~ 4,4 kWh/m ² a
$n_{50} = 2$ [1/h], Lüftungswärmebedarf	n_z	0,2 1/h ~ 14 kWh/m ² a	0,14 1/h ~ 9,8 kWh/m ² a	0,08 1/h ~ 5,6 kWh/m ² a
$n_{50} = 3$ [1/h], Lüftungswärmebedarf	n_z	0,3 1/h ~ 21 kWh/m ² a	0,21 1/h ~ 14,7 kWh/m ² a	0,12 1/h ~ 8,4 kWh/m ² a
$n_{50} = 4$ [1/h], Lüftungswärmebedarf	n_z	0,4 1/h ~ 28 kWh/m ² a	0,28 1/h ~ 19,6 kWh/m ² a	0,16 1/h ~ 11,2 kWh/m ² a

Je dichter die Gebäudehülle umso geringer die Energieverluste!

Infiltration und Exfiltration durch undichte Bauteile

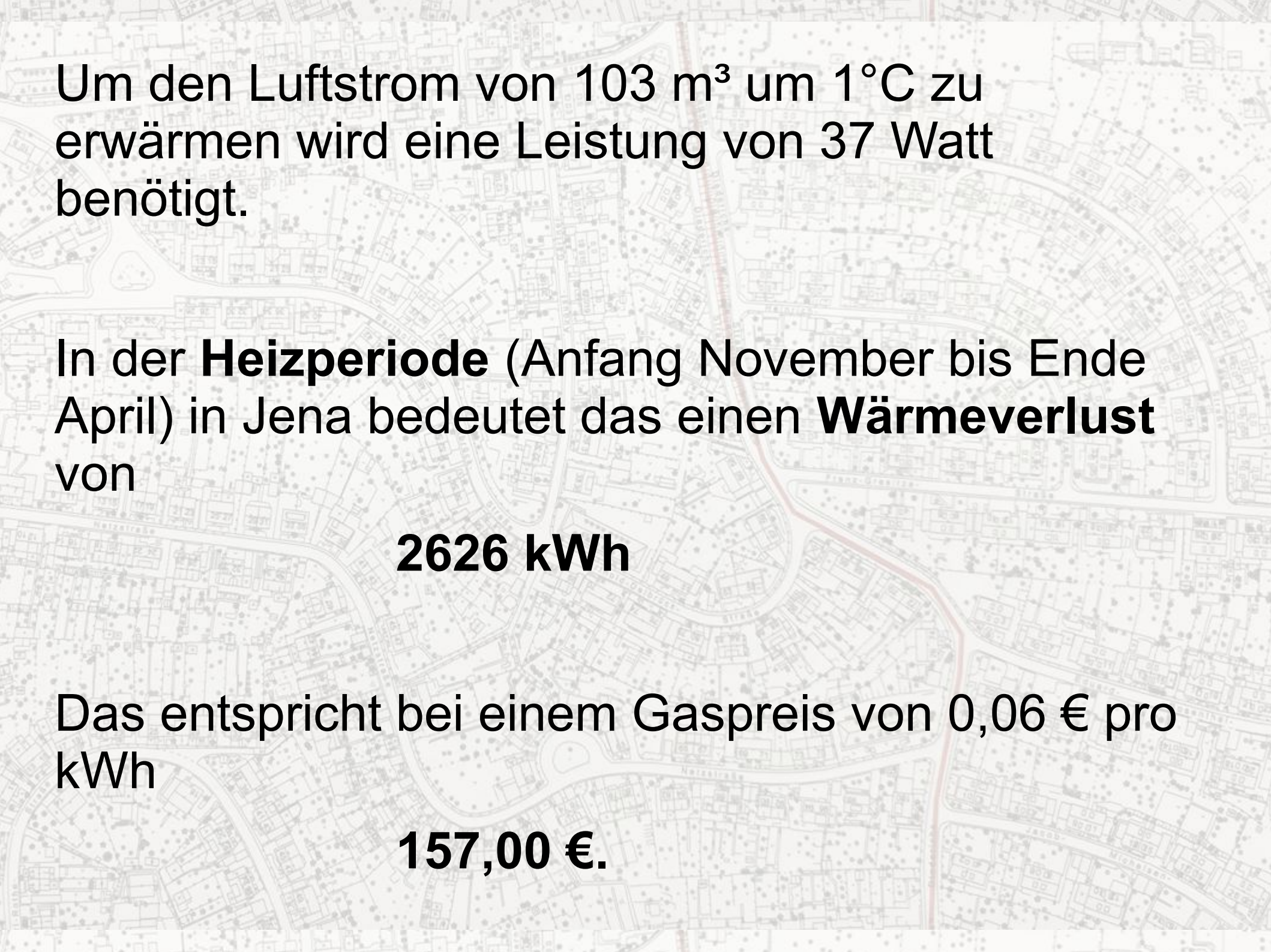
Infiltrationsluftwechselrate (natürlicher Luftwechsel):

$$n_{50} = 4,3 \text{ 1/h} \times 0,07 = 0,30 \text{ 1/h}$$

Ausgetauschte Luft

$$0,30 \text{ 1/h} \times 342 \text{ m}^3 = 103 \text{ m}^3$$

In einer Stunde tauscht unser Beispielhaus **unkontrolliert durch undichte Bauteile 103 m³ Luft** aus.

A faint, grayscale background map of Jena, Germany, showing a dense urban layout with streets, buildings, and green spaces. The map is centered on the city's core, with a prominent red line running vertically through the middle, possibly representing a river or a major road.

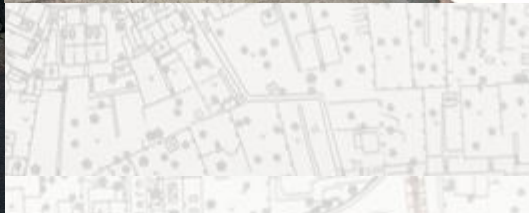
Um den Luftstrom von 103 m^3 um 1°C zu erwärmen wird eine Leistung von 37 Watt benötigt.

In der **Heizperiode** (Anfang November bis Ende April) in Jena bedeutet das einen **Wärmeverlust** von

2626 kWh

Das entspricht bei einem Gaspreis von 0,06 € pro kWh

157,00 €.





Baujahr	1938
Heizung	Gas-Brennwert-Gerät mit Speichertechnik, Kaminofen Holz mit Heizungseinbindung (2012)
Fenster	Zwei-Scheiben-Wärmeschutzfenster (2011)
Fassade	bauzeitalterlich
Dach	gedämmt (2013)
Jahresverbrauch	15.000 kWh Heizung + Warmwasser
	13 % aus erneuerbaren Energien (Holz)
	2.600 kWh Strom
Nettovolumen	378,4 m ³



Baujahr	1937
Heizung	Gaskessel mit Speicher und Elektroboiler für Warmwasser (1992)
Fenster	Zwei-Scheiben-Wärmeschutzfenster (1992/2013)
Fassade	bauzeitalterlich
Dach	gedämmt (ca. 1992)
Jahresverbrauch	9.600 kWh Heizung + Warmwasser
	2.260 kWh Strom
Nettovolumen	243 m ³



Baujahr	1937
Heizung	Gas-Brennwert-Gerät (2010)
Fenster	Drei-Scheiben-Wärmeschutzfenster (2012/2014)
Fassade	bauzeitalterlich
Dach	gedämmt (DDR-Standard, Mitte der 80er Jahre)
Jahresverbrauch	13.300 kWh Heizung + Warmwasser
	1.700 kWh Strom
Nettovolumen	310 m ³



Baujahr	1938 (umfangreich saniert 2013)
Heizung	Gas-Brennwert-Gerät (2013)
	Zusatzkamin (Holz)
Fenster	Drei-Scheiben-Wärmeschutzfenster (2013)
Fassade	gedämmt nach KfW (2013/14)
Dach	gedämmt nach KfW (2013/14)
Jahresverbrauch	7.820 kWh Heizung + Warmwasser
	1.613 kWh Strom
Nettovolumen	406 m ³

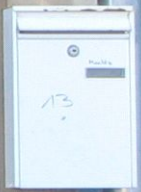


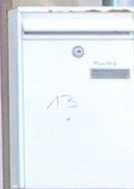
Baujahr	1939 (umfangreich saniert 2005-2014)
Heizung	Gas-Brennwert-Gerät (2005)
	Thermische Solaranlage für Warmwasser + Heizung
	Zusatzkamin (Holz)
Fenster	Drei-Scheiben-Wärmeschutzfenster (2005-2014)
Fassade	ökologisch gedämmt (2005-2014)
Dach	ökologisch gedämmt (2005-2014)
Jahresverbrauch	2.700 kWh Heizung + Warmwasser
	1.700 kWh Strom
Nettovolumen	315 m ³

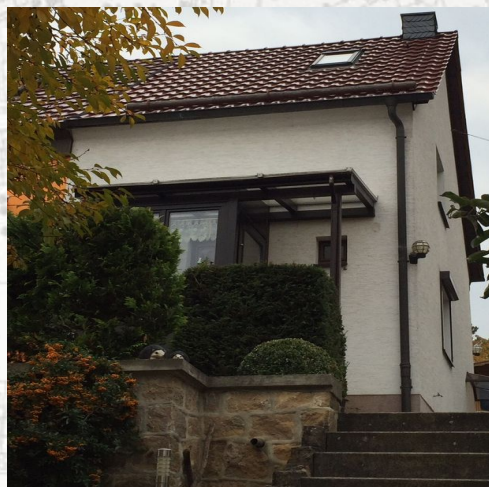


6









Ergebnis Blower Door-Test

$n_{50} = 2,4$

Äquivalente undichte Fläche

20 x 20 cm

Lüftungswärmeverlust durch Leckagen

14,0 kWh/m²a

Ergebnis Blower Door-Test

$n_{50} = 6,1$

Äquivalente undichte Fläche

27 x 27 cm

Lüftungswärmeverlust durch Leckagen

35,0 kWh/m²a

Ergebnis Blower Door-Test

$n_{50} = 3,0$

Äquivalente undichte Fläche

21,5 x 21,5 cm

Lüftungswärmeverlust durch Leckagen

17,0 kWh/m²a

Ergebnis Blower Door-Test

$n_{50} = 3,0$

Äquivalente undichte Fläche

24,5 x 24,5 cm

Lüftungswärmeverlust durch Leckagen

17,0 kWh/m²a

Minimierung von Energieverlusten

$n_{50} = 3,0$; freie Lage: ca. 1/3 der Raumlufte wird durch undichte Stellen pro Stunde mit der Außenluft unkontrolliert ausgetauscht!

		freie Lage $n_z = n_{50} \times 0,10$	halbfreie Lage $n_z = n_{50} \times 0,07$	gesch. Lage $n_z = n_{50} \times 0,04$
$n_{50} = 1$ [1/h], Lüftungswärmebedarf	n_z	0,1 1/h ~ 7 kWh/m ² a	0,07 1/h ~ 4,9 kWh/m ² a	0,04 1/h ~ 2,8 kWh/m ² a
$n_{50} = 1,5$ [1/h], Lüftungswärmebedarf	n_z	0,15 1/h ~ 10,5 kWh/m ² a	0,11 1/h ~ 7,4 kWh/m ² a	0,06 1/h ~ 4,4 kWh/m ² a
$n_{50} = 2$ [1/h], Lüftungswärmebedarf	n_z	0,2 1/h ~ 14 kWh/m ² a	0,14 1/h ~ 9,8 kWh/m ² a	0,08 1/h ~ 5,6 kWh/m ² a
$n_{50} = 3$ [1/h], Lüftungswärmebedarf	n_z	0,3 1/h ~ 21 kWh/m ² a	0,21 1/h ~ 14,7 kWh/m ² a	0,12 1/h ~ 8,4 kWh/m ² a
$n_{50} = 4$ [1/h], Lüftungswärmebedarf	n_z	0,4 1/h ~ 28 kWh/m ² a	0,28 1/h ~ 19,6 kWh/m ² a	0,16 1/h ~ 11,2 kWh/m ² a

Je dichter die Gebäudehülle umso geringer die Energieverluste!



Gasverbrauch pro m² / a
94 kWh
Ergebnis Blower Door-Test
n50 = 2,4
Äquivalente undichte Fläche
20 x 20 cm
Anteil erneuerbare Energien (Gesamtwärmeverbrauch)
13 %
Stromverbrauch
2.600 kWh

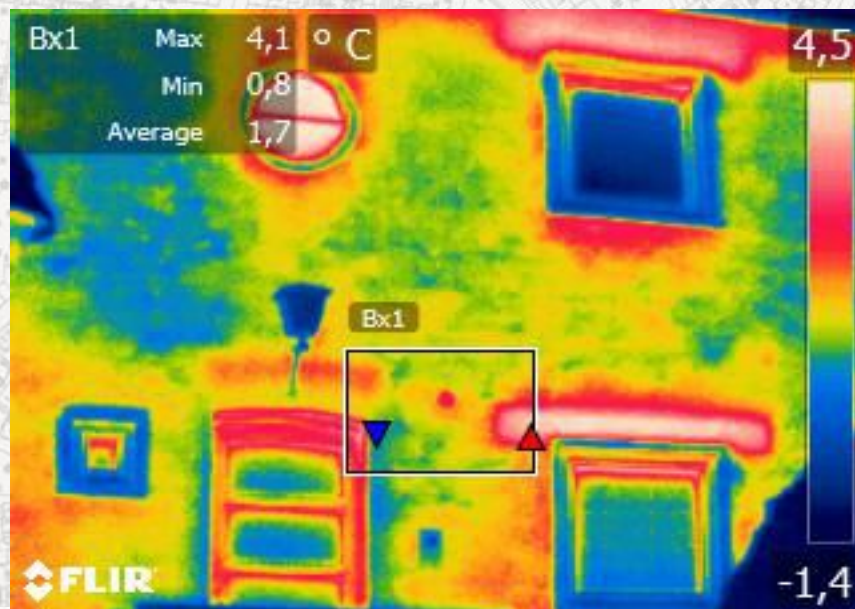
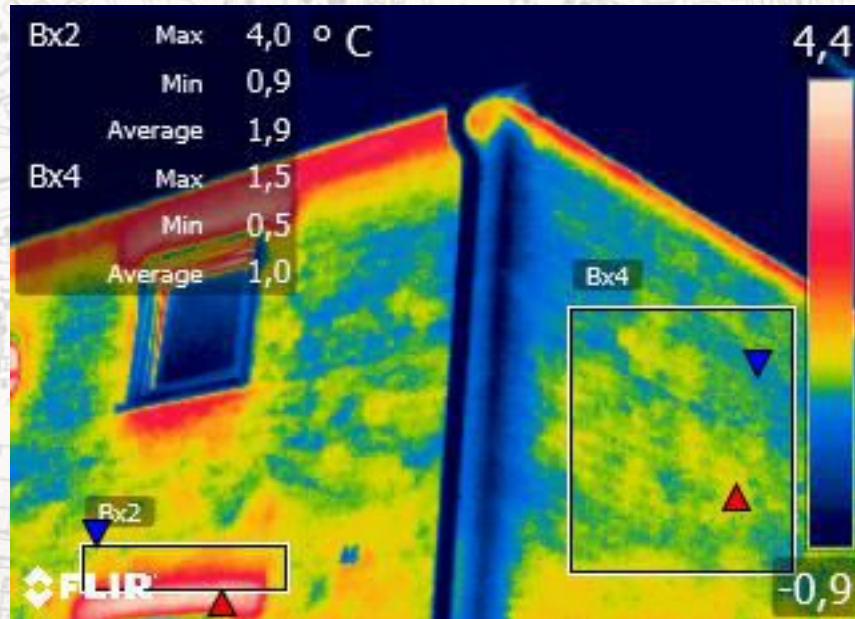
Gasverbrauch pro m² / a
94 kWh
Ergebnis Blower Door-Test
n50 = 6,1
Äquivalente undichte Fläche
27 x 27 cm
Anteil erneuerbare Energien (Gesamtwärmeverbrauch)
Stromverbrauch
2.260 kWh

Gasverbrauch pro m² / a
102 kWh
Ergebnis Blower Door-Test
n50 = 3,0
Äquivalente undichte Fläche
21,5 x 21,5 cm
Anteil erneuerbare Energien (Gesamtwärmeverbrauch)
Stromverbrauch
1.700 kWh

Gasverbrauch pro m² / a
45 kWh
Ergebnis Blower Door-Test
n50 = 3,0
Äquivalente undichte Fläche
24,5 x 24,5 cm
Anteil erneuerbare Energien (Gesamtwärmeverbrauch)
15 %
Stromverbrauch
1.613 kWh

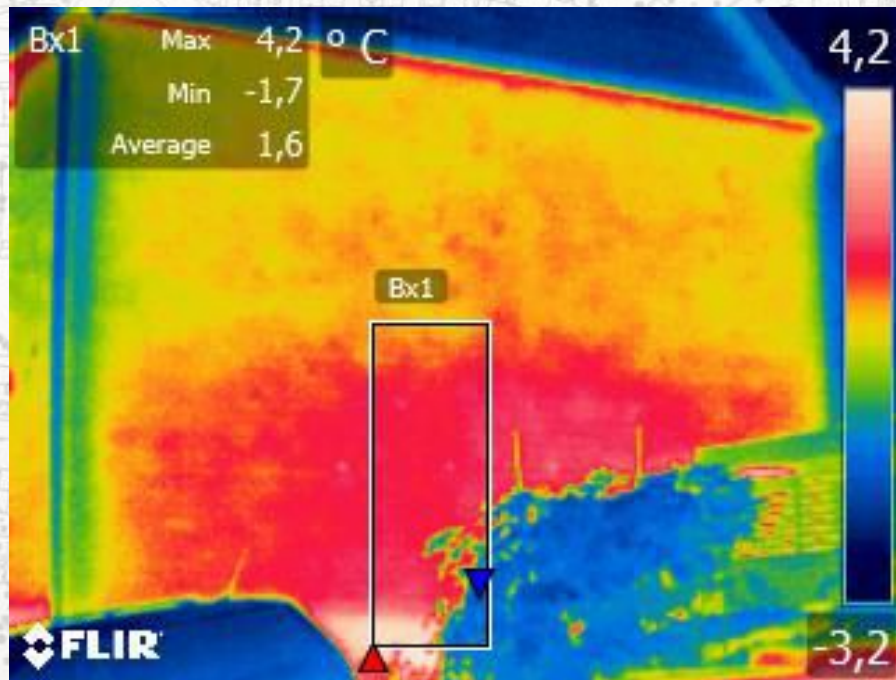
Gasverbrauch pro m² / a
16 kWh
Ergebnis Blower Door-Test
nicht durchgeführt
Äquivalente undichte Fläche
Anteil erneuerbare Energien (Gesamtwärmeverbrauch)
60 %
Stromverbrauch
1.700 kWh

Messzeit: 02.11.2015
Außentemperatur: 0,3 °C



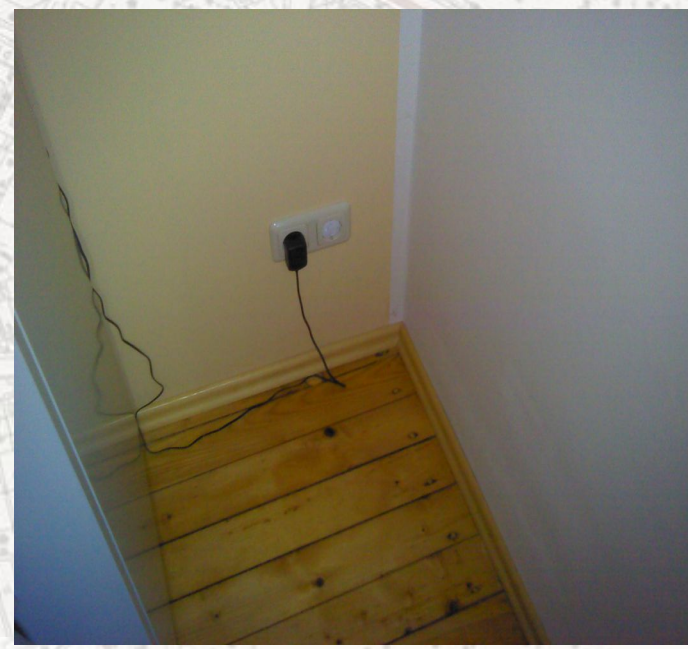
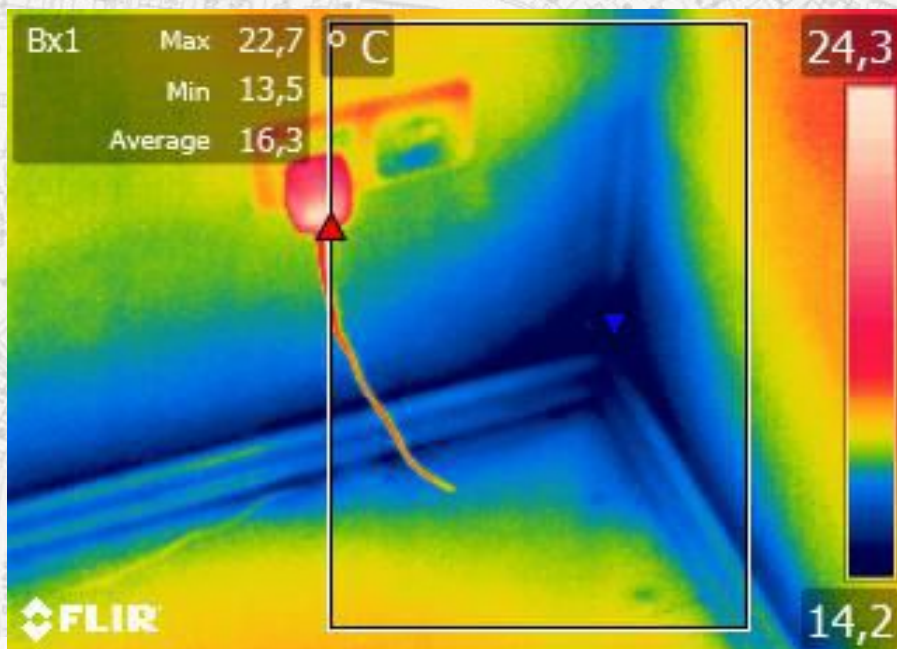
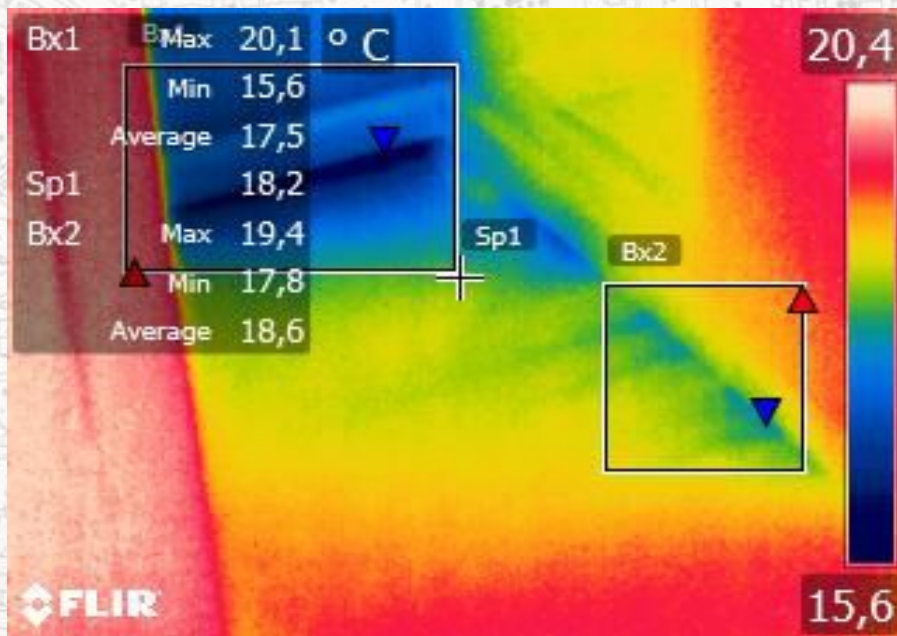
ca. 4 Kelvin Temperatur-
Unterschied zwischen
Oberfläche und Außen-
lufttemperatur

Messzeit: 02.11.2015
Außentemperatur: 0,3 ° C



ca. 4 Kelvin Temperaturunterschied zwischen Oberfläche und Außenlufttemperatur

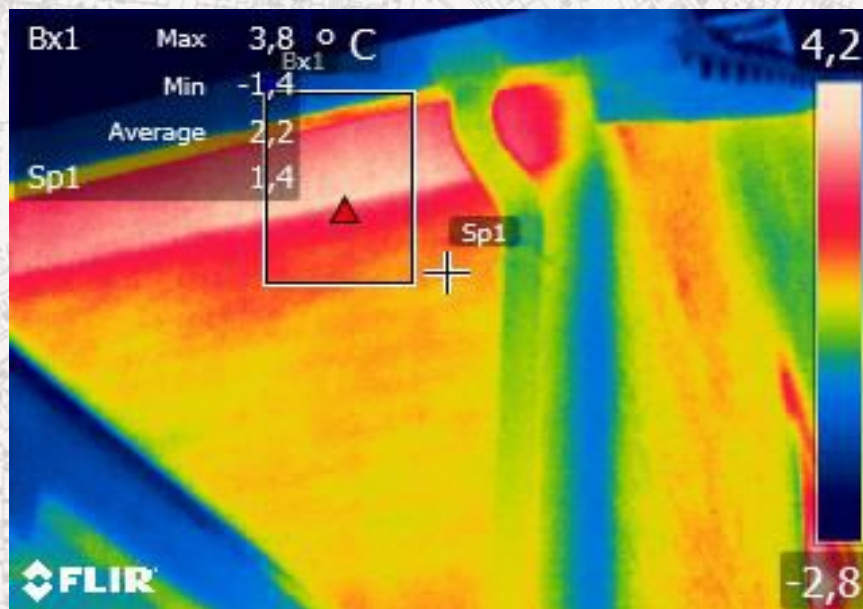
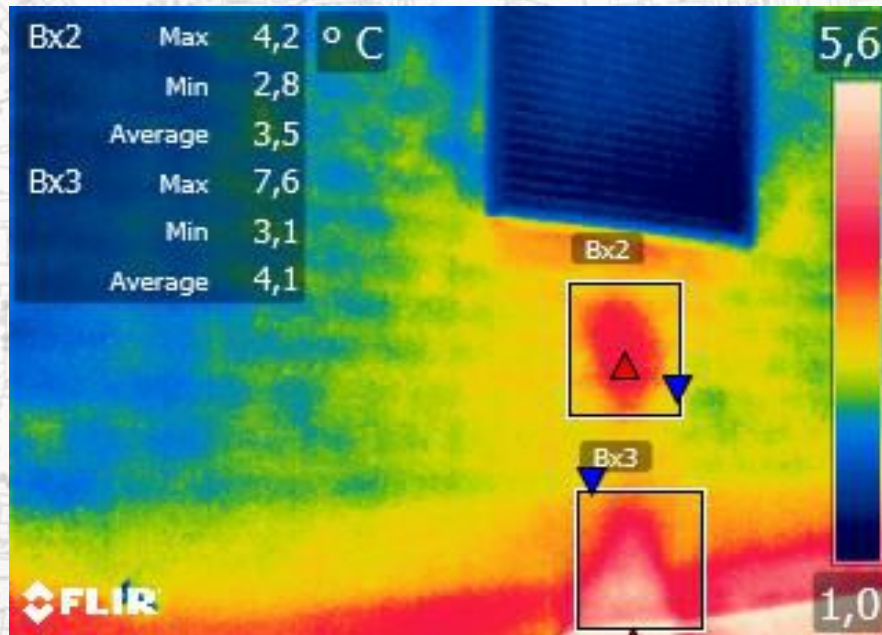
bei 50 Pascal Unterdruck, Außenlufttemperatur 10°C



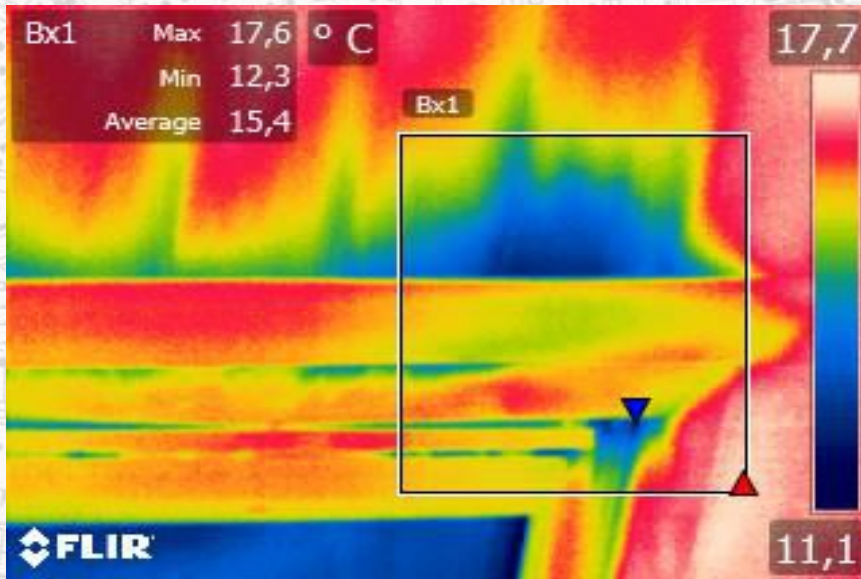
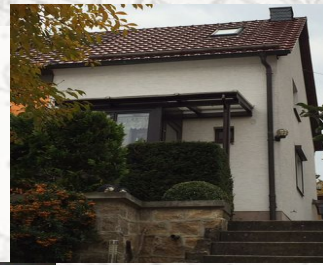


gute Dämmung der Heizungsanlage entsprechend der Energieeinsparverordnung

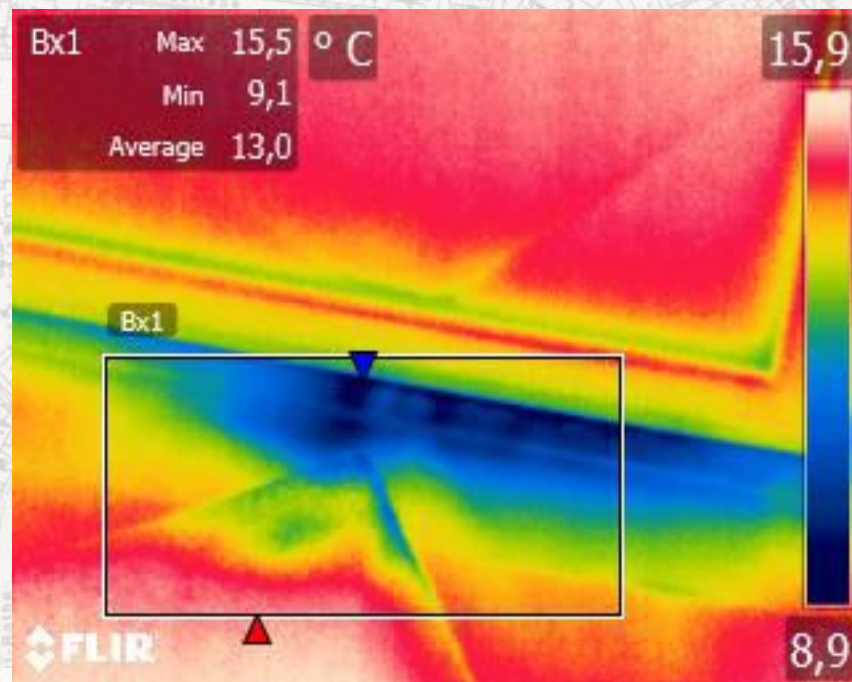
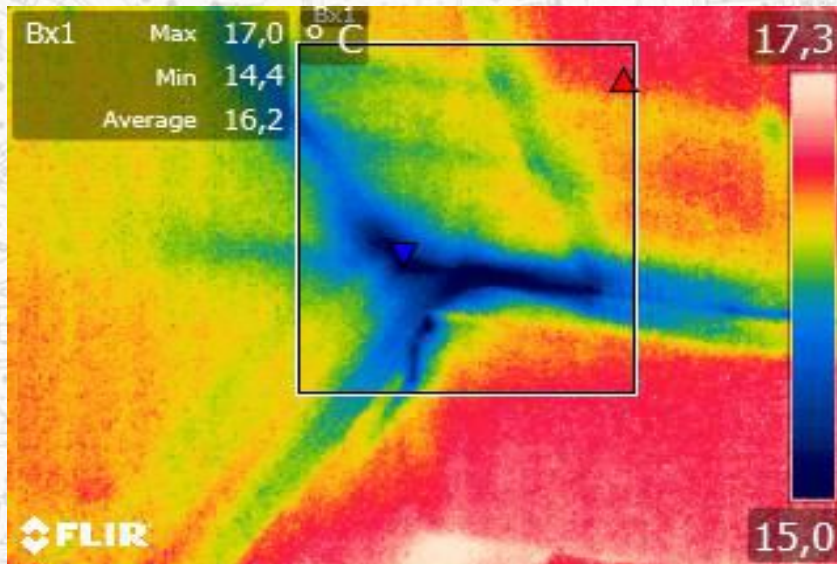
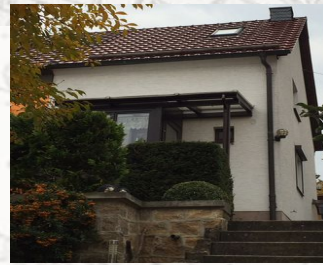
Messzeit: 02.11.2015
Außentemperatur: 0,3 ° C



bei 50 Pascal Unterdruck, Außenlufttemperatur 9°C



bei 50 Pascal Unterdruck, Außenlufttemperatur 9°C



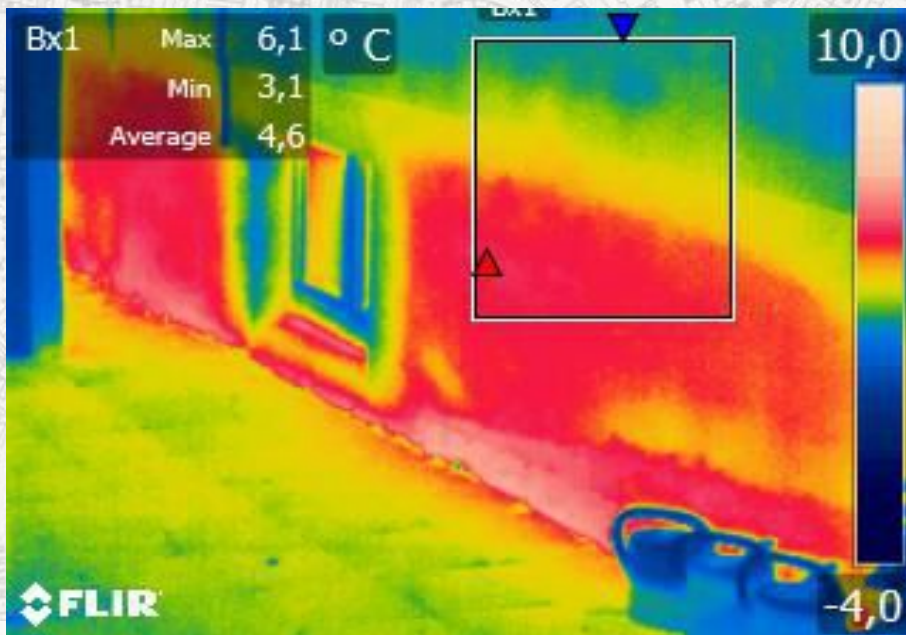
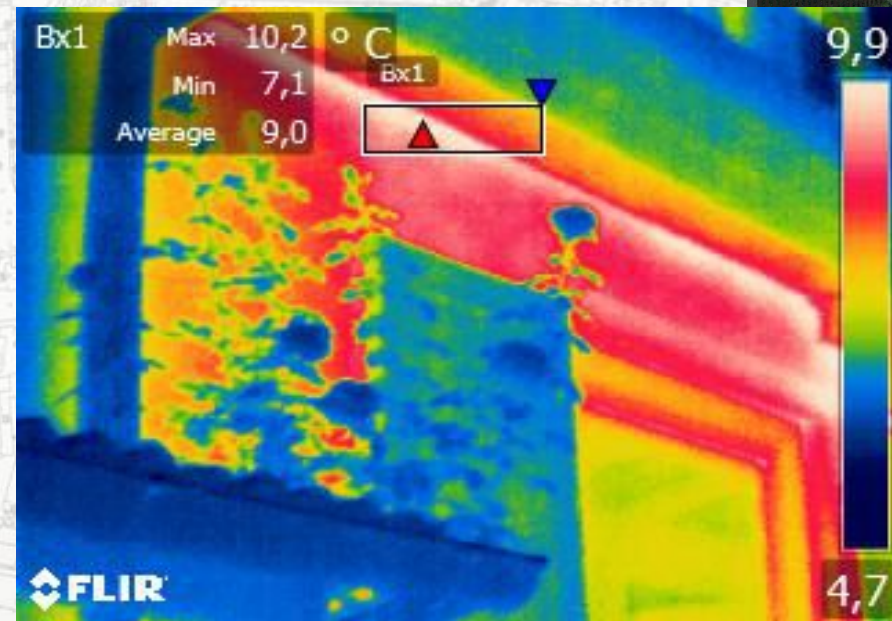
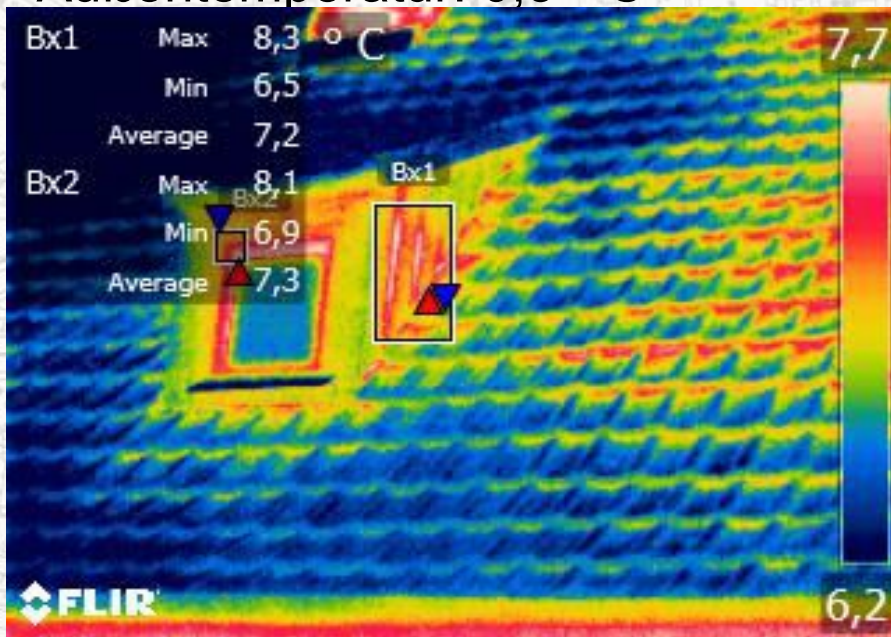
Außenthermografie



Außenthermografie

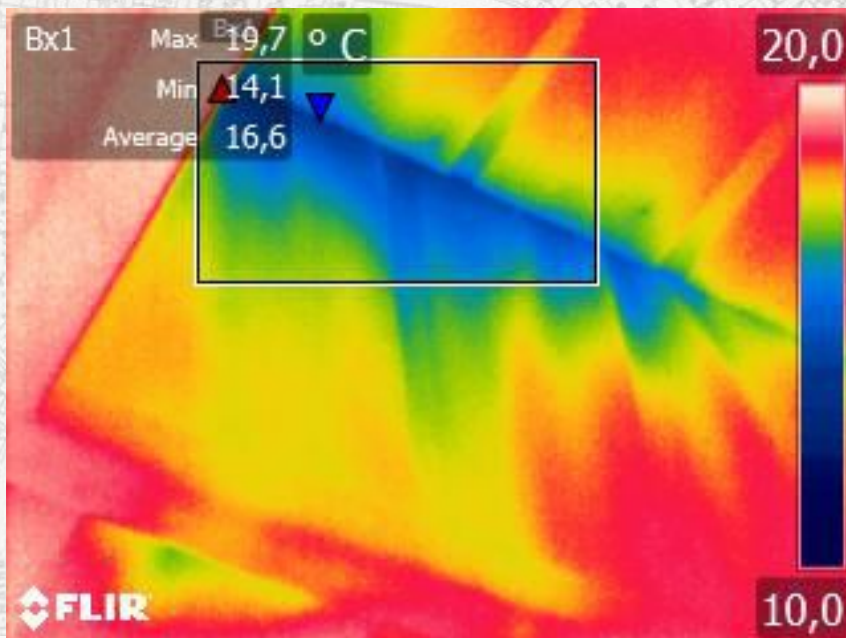
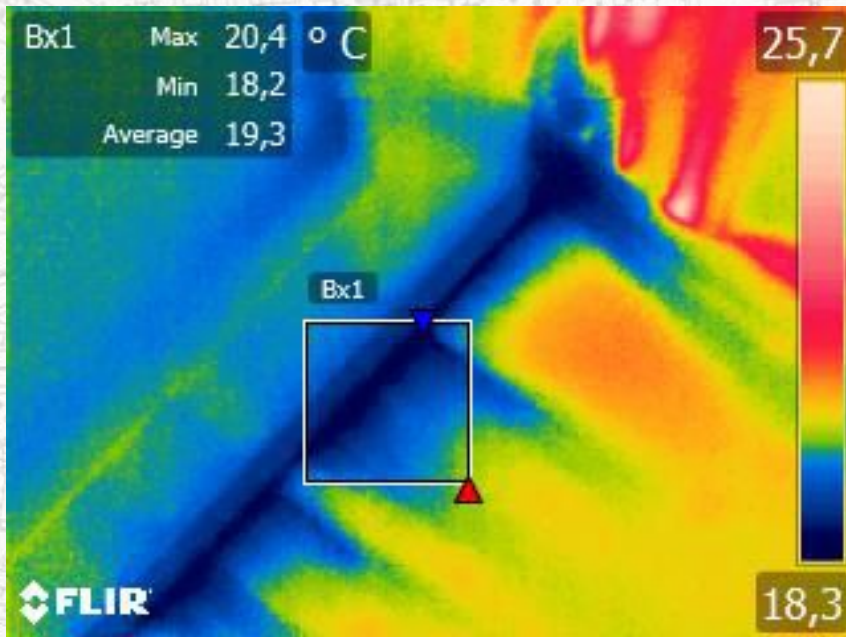
Messzeit: 02.11.2015

Außentemperatur: 0,3 °C



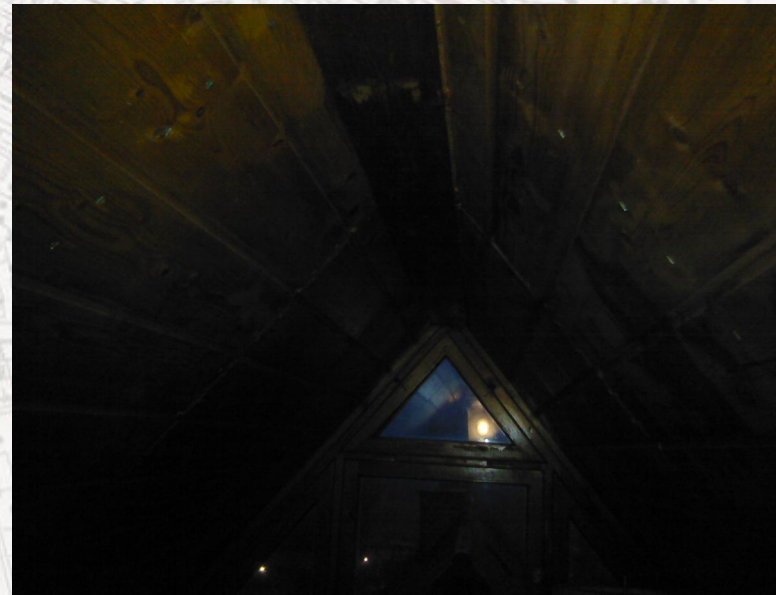
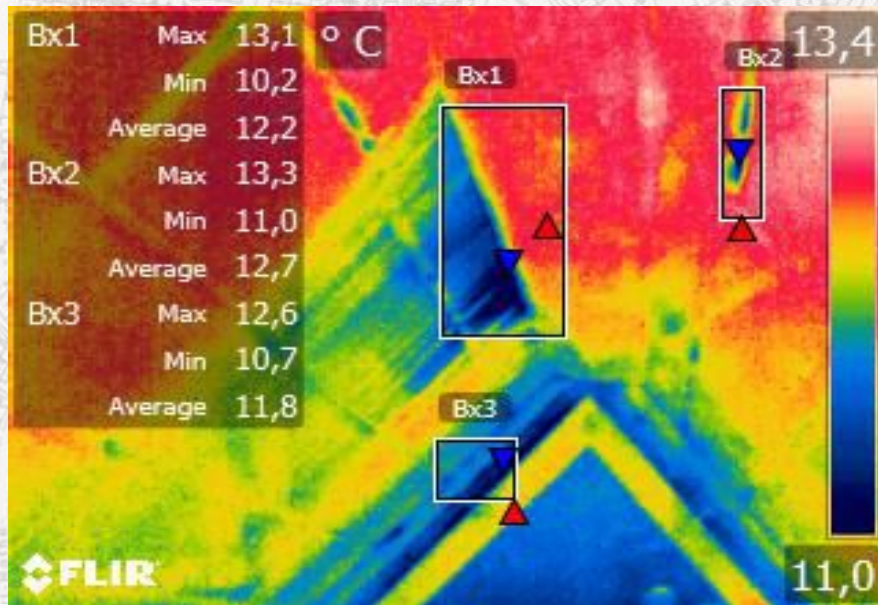
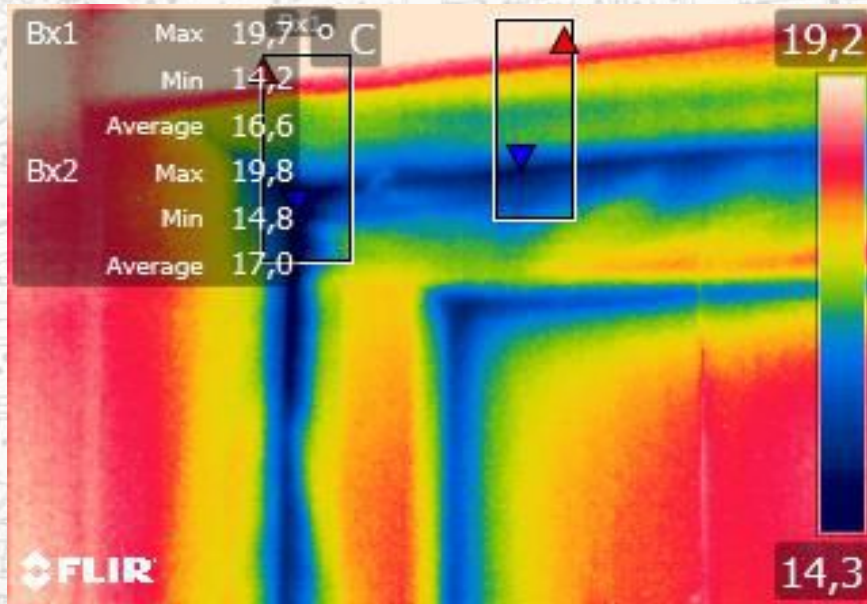
Innenthermografie mit Blower Door Test

bei 50 Pascal Unterdruck, Außenlufttemperatur 10°C

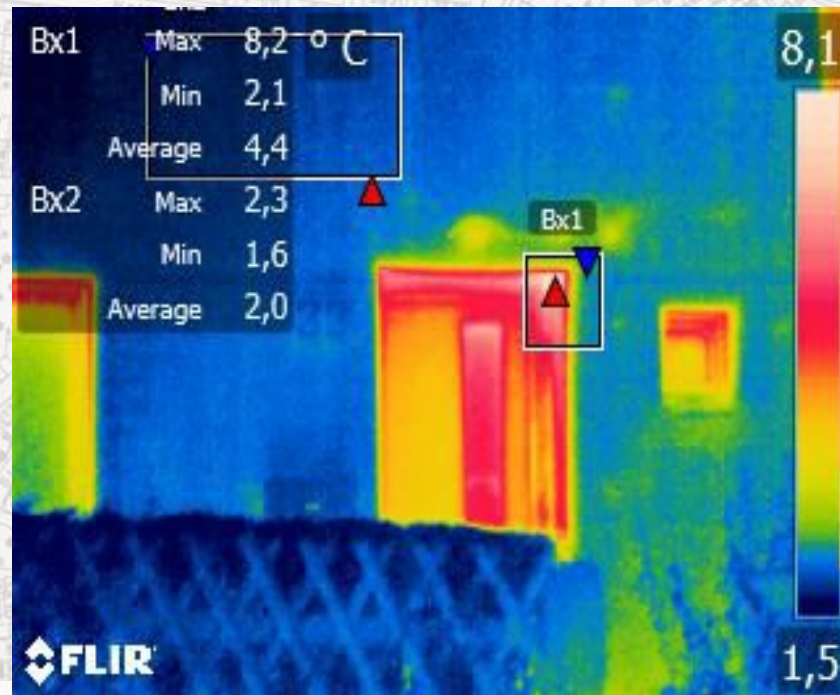
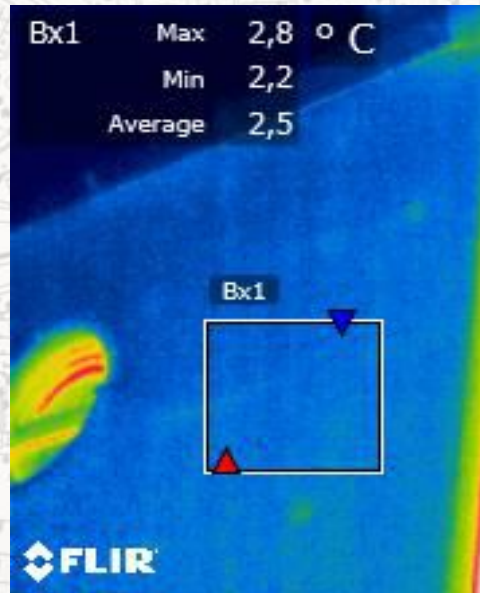


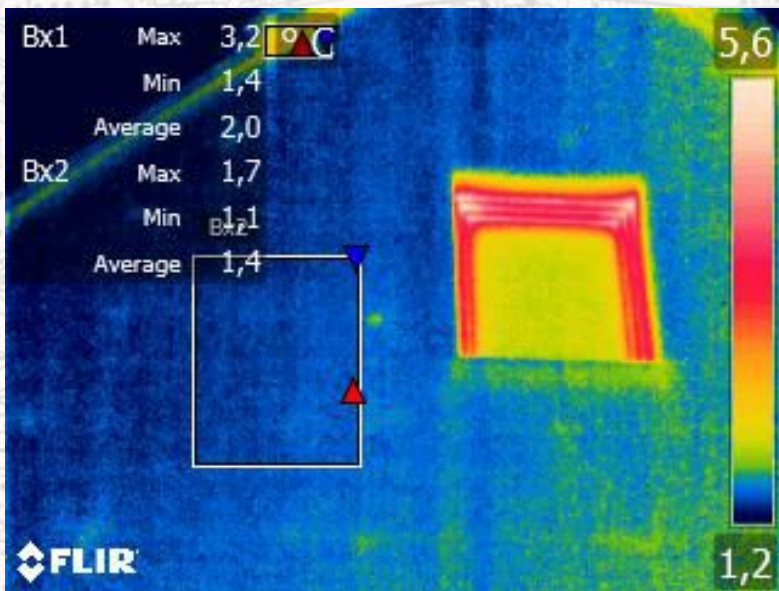
Innenthermografie mit Blower Door Test

bei 50 Pascal Unterdruck, Außenlufttemperatur 10°C

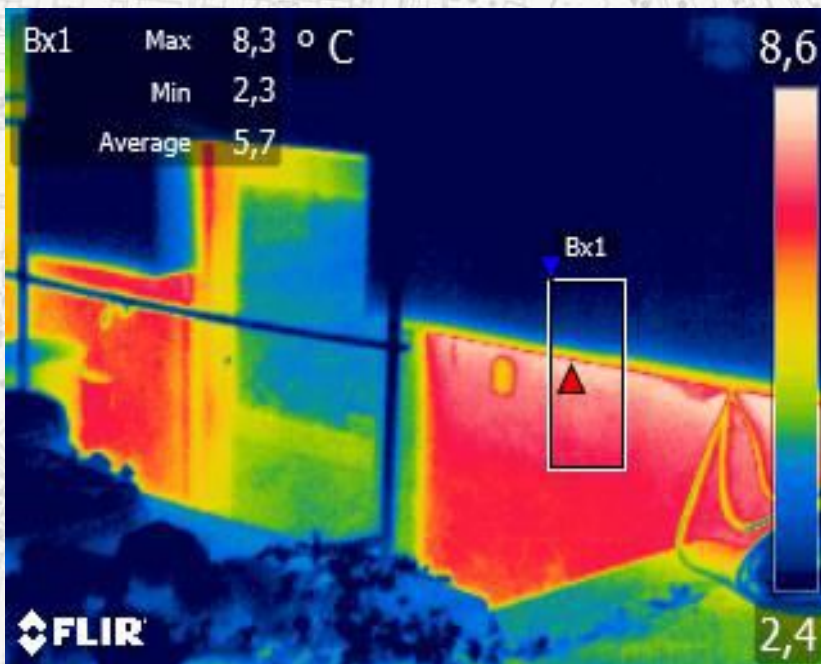


Messzeit: 02.11.2015
Außentemperatur: 0,3 ° C

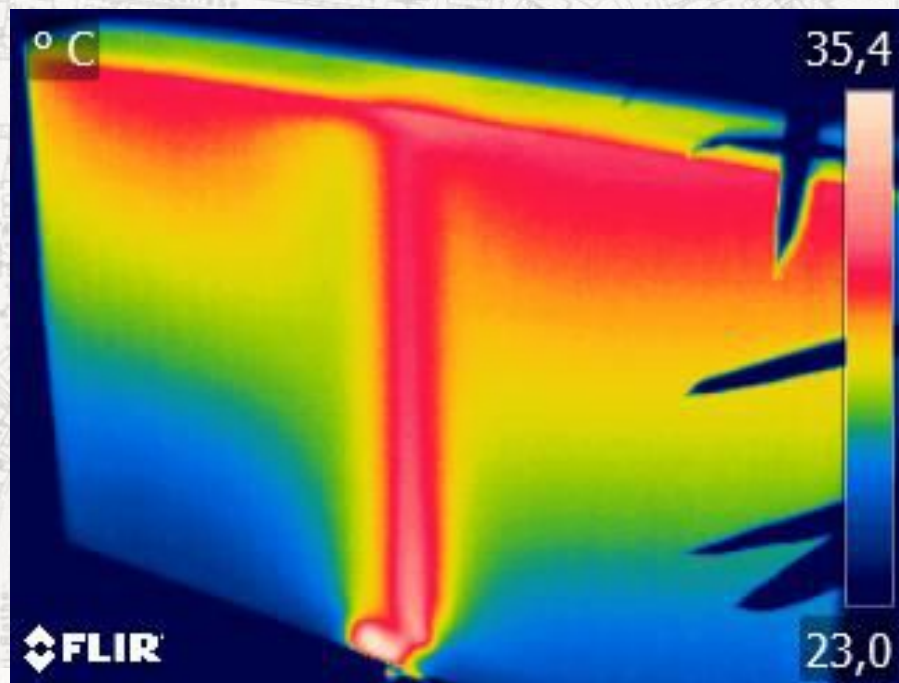
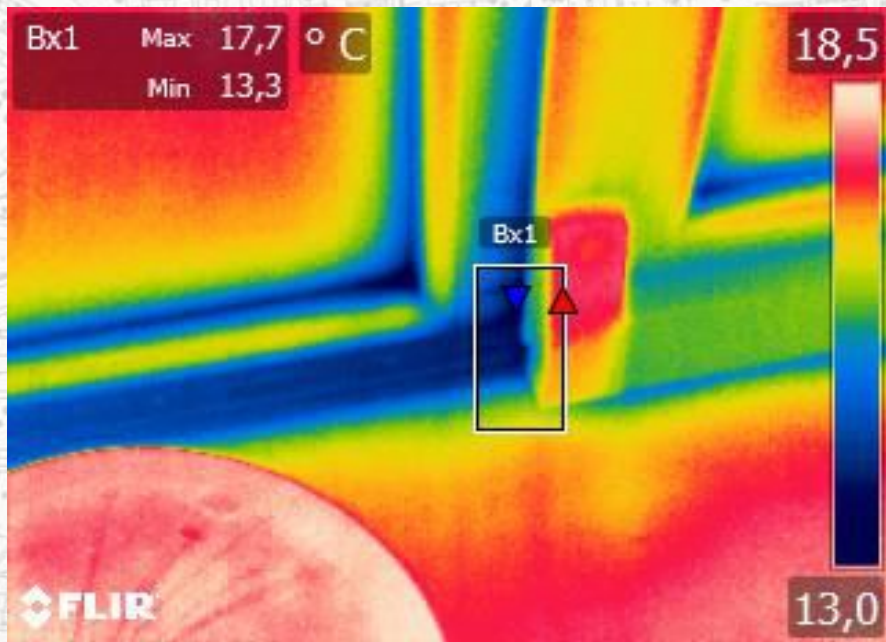


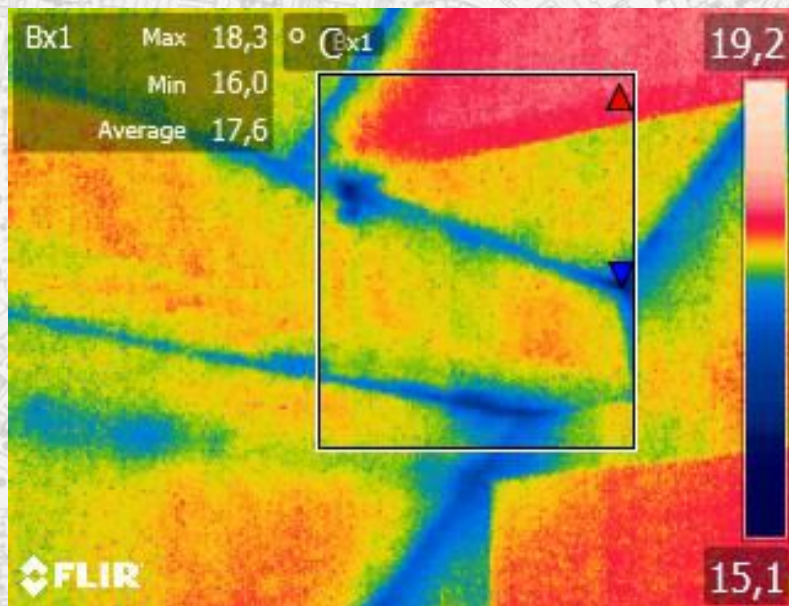
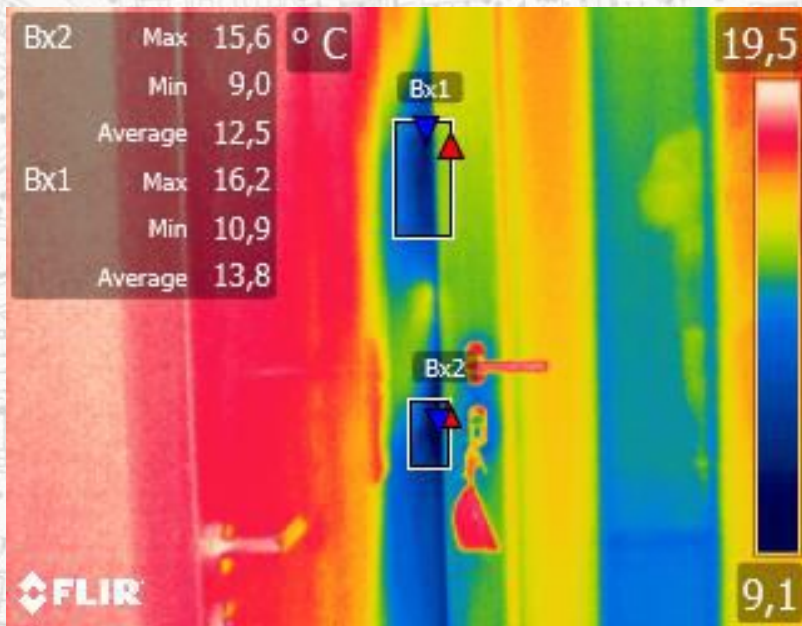


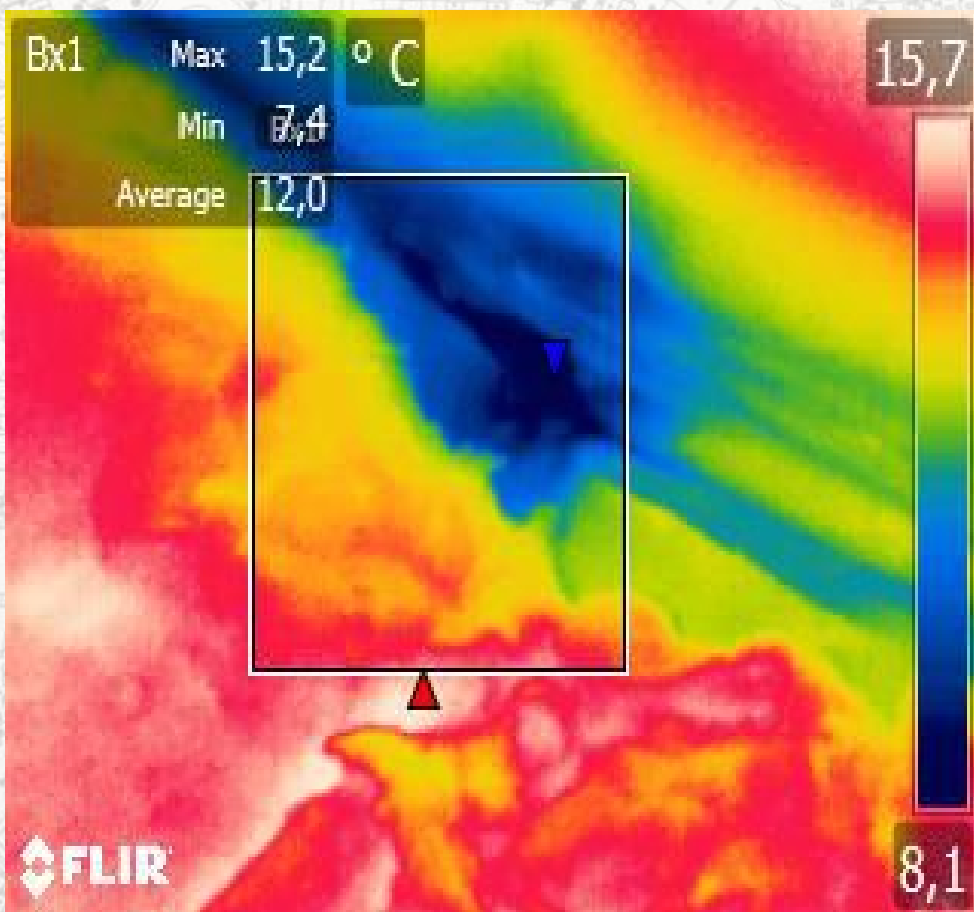
ca. 1,7 Kelvin Temperaturunterschied zwischen Oberfläche und Außenlufttemperatur

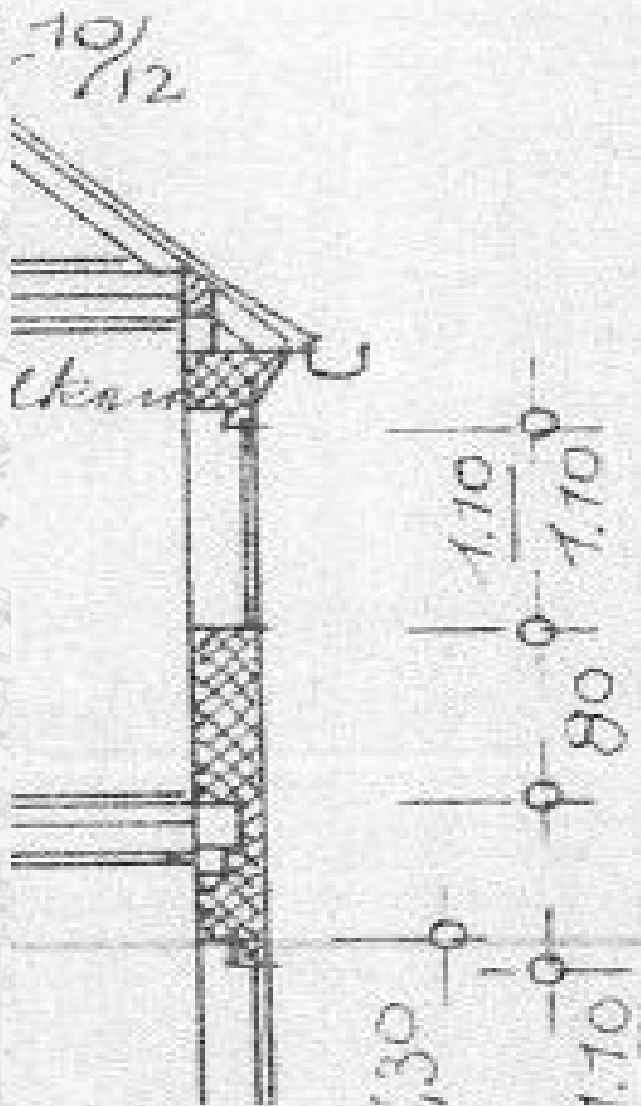


ca. 8 Kelvin Temperaturunterschied zwischen Oberfläche und Außenlufttemperatur

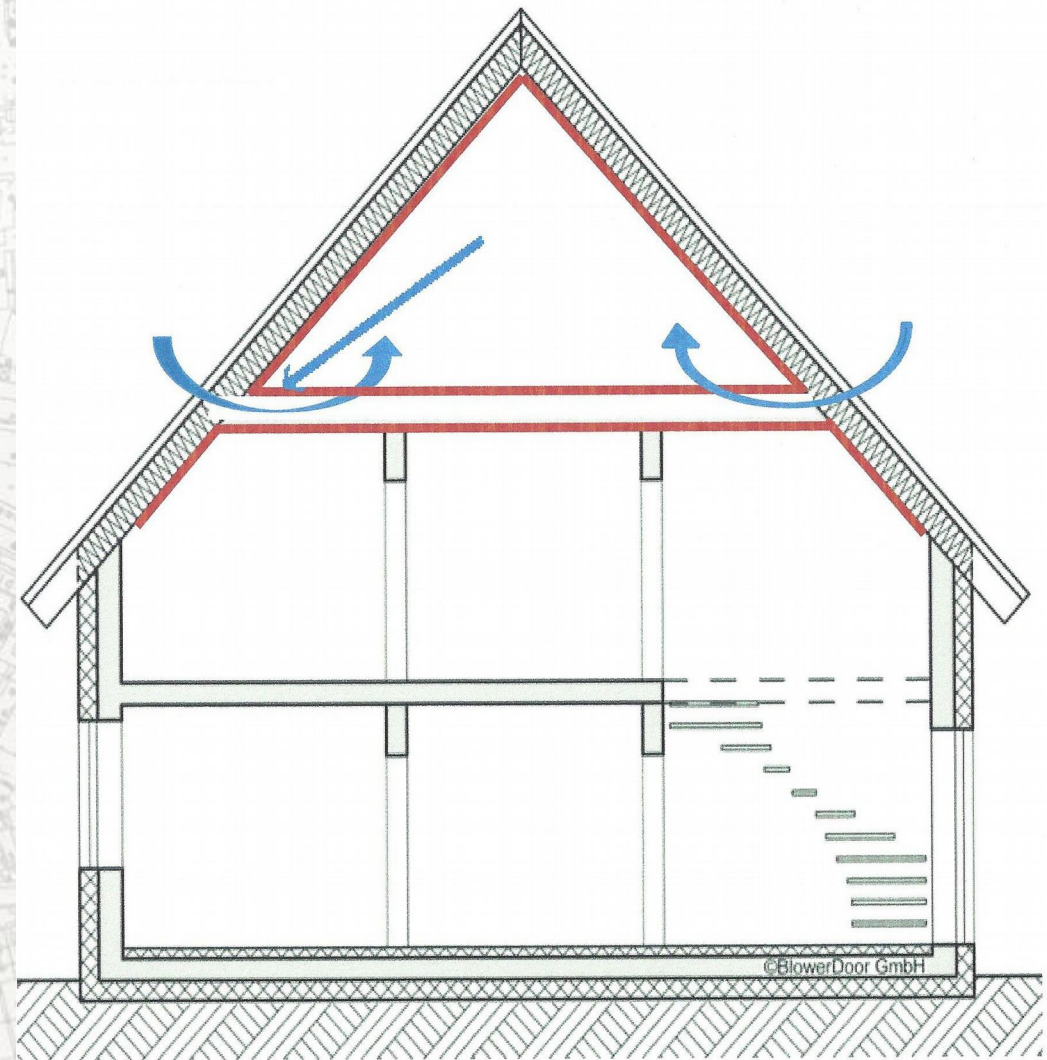
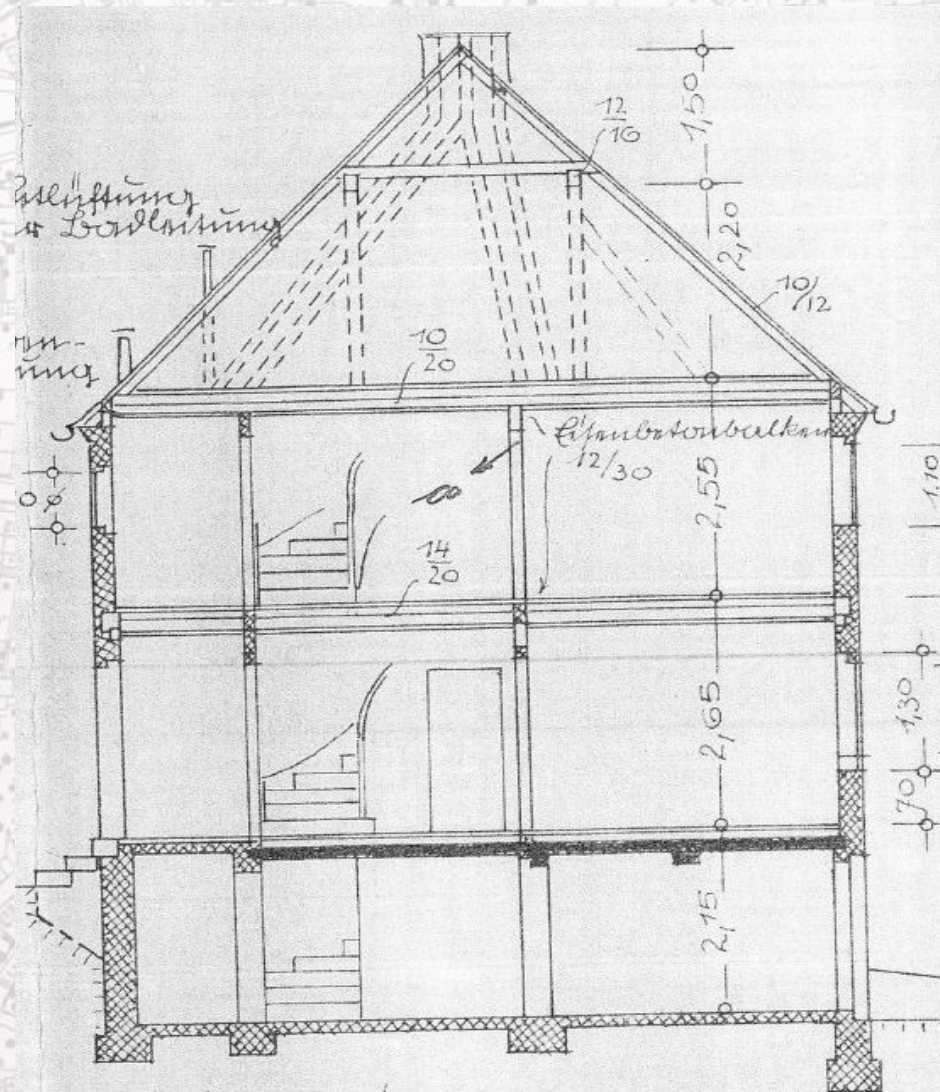


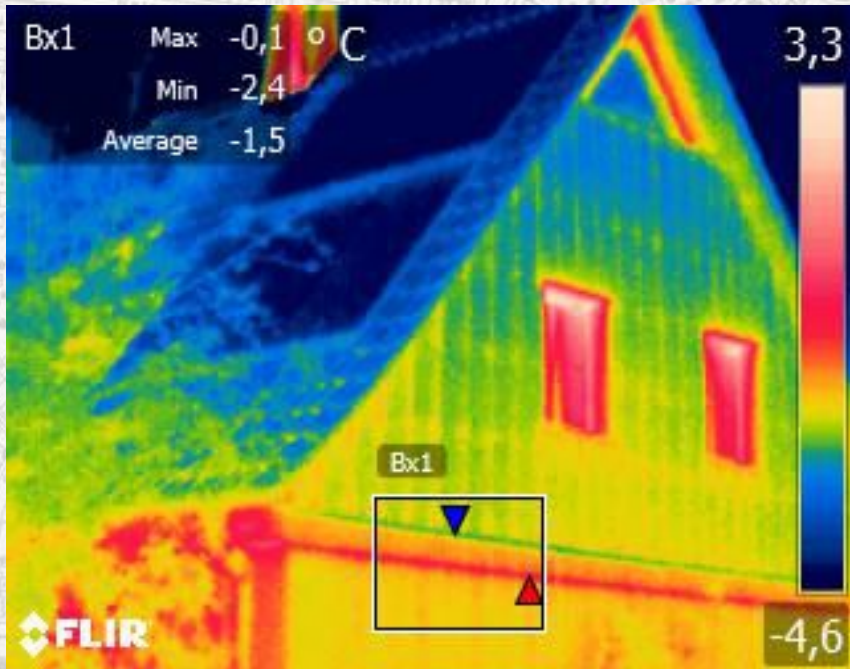
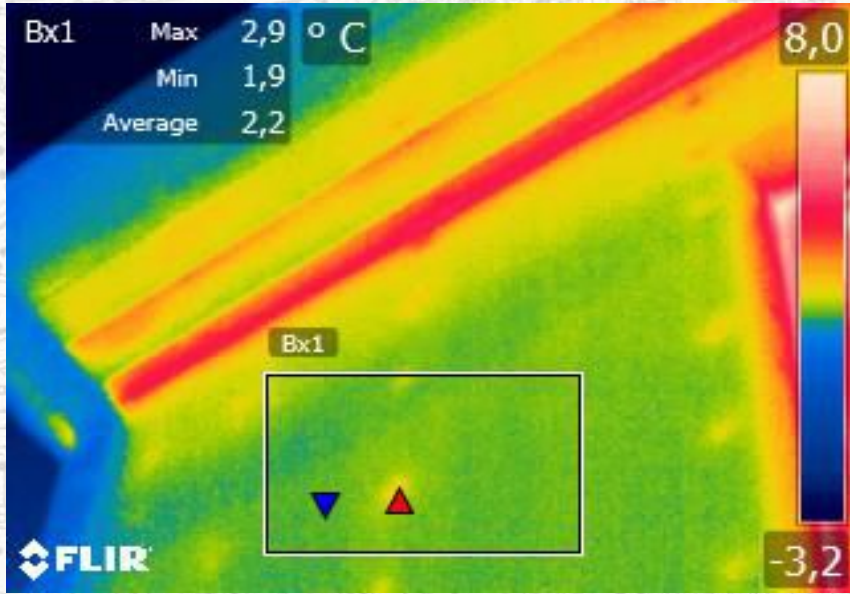


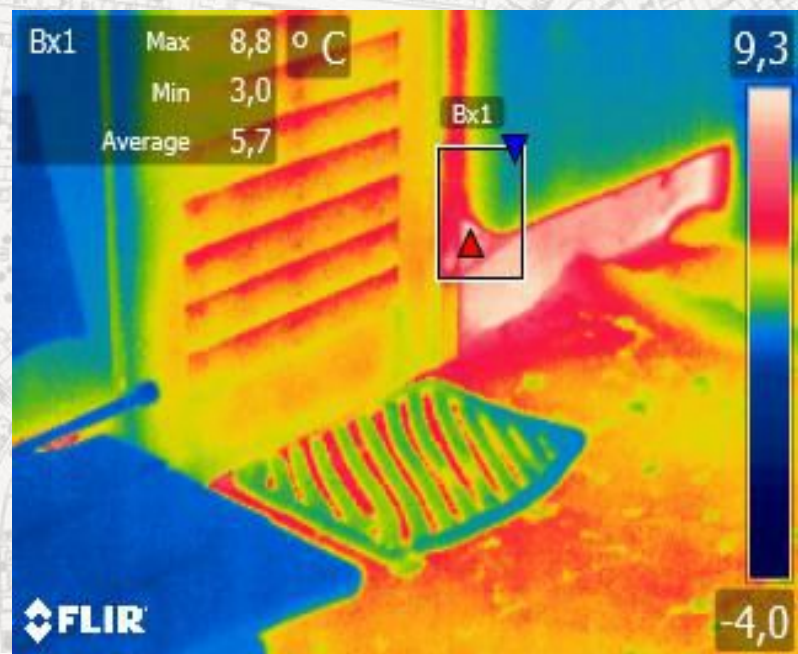
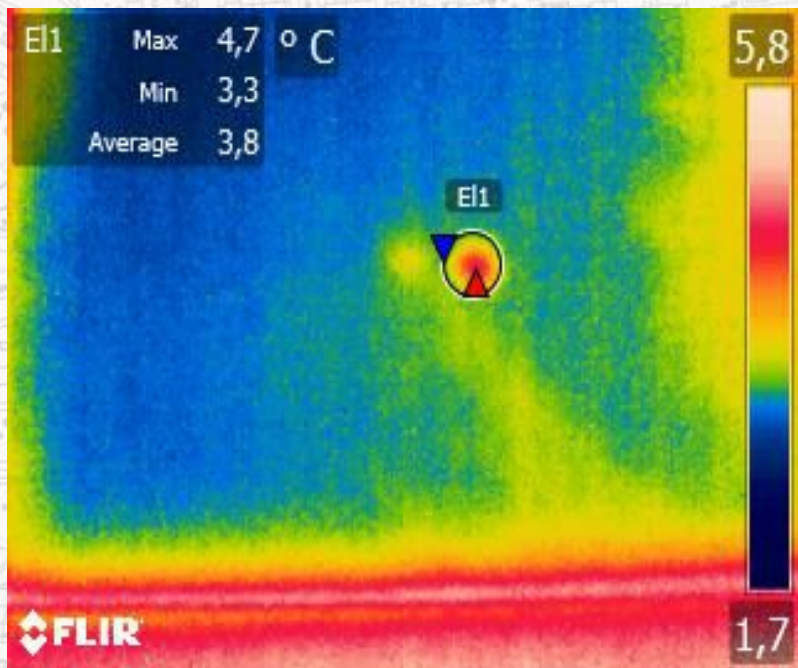




Dachausbau mit separater luftdichter Ebene





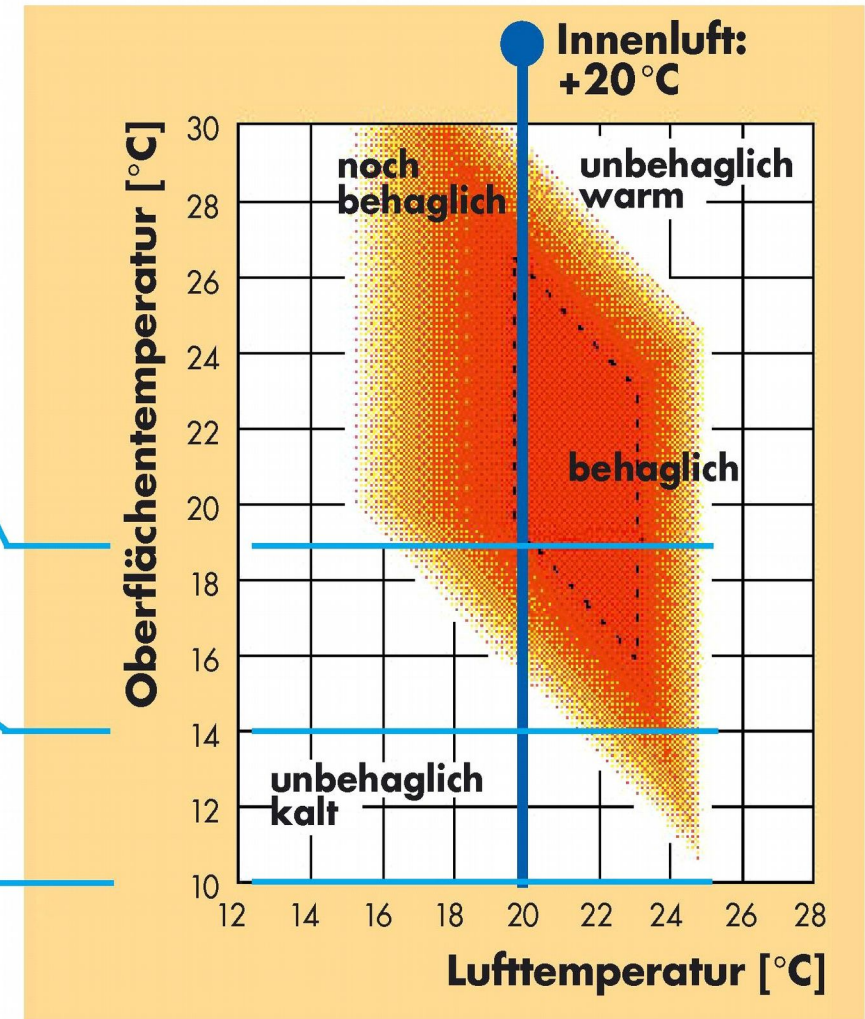
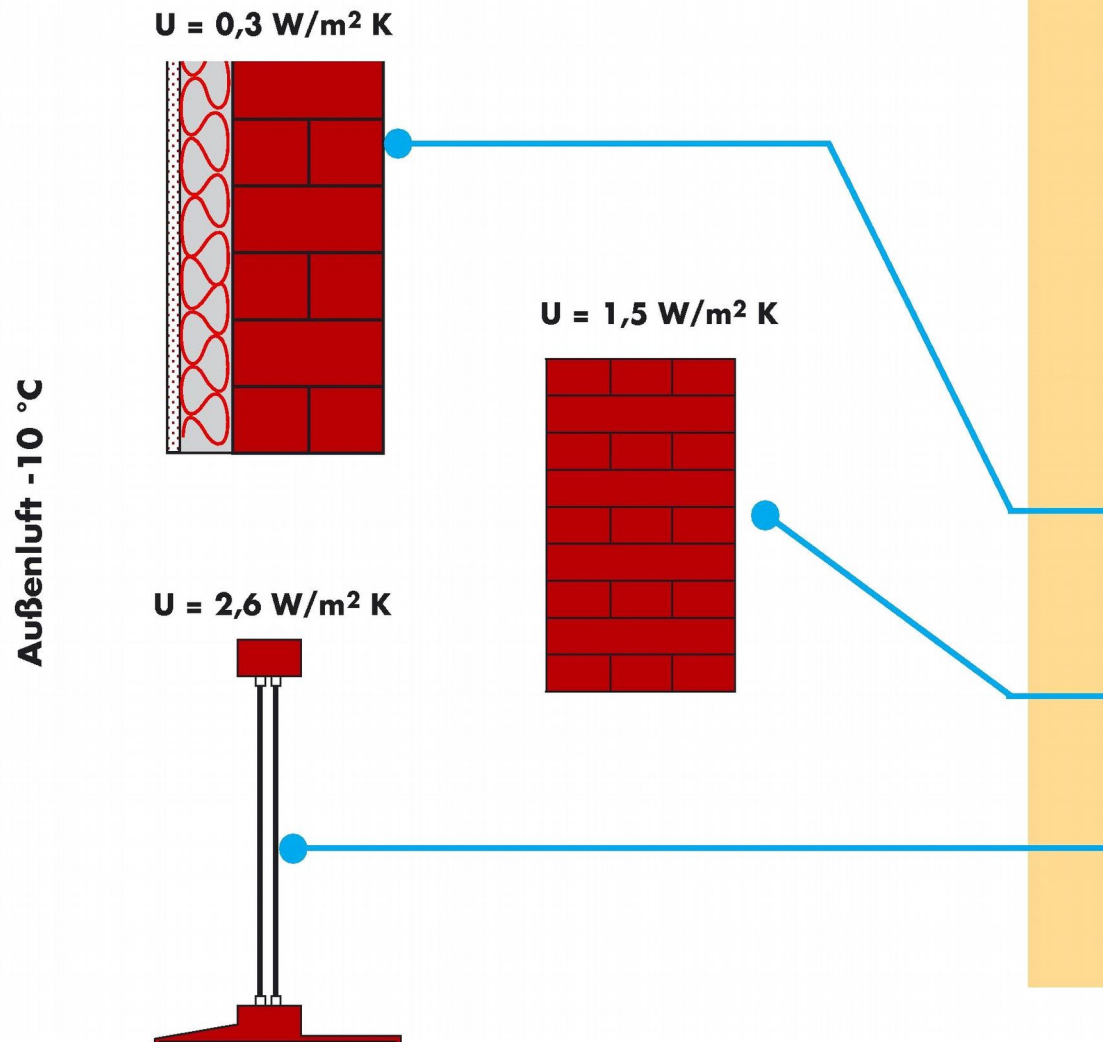


Empfehlungen aus Thermografie und Luftdichtheitstest



Thermische Behaglichkeit

Oberflächen- und Lufttemperatur





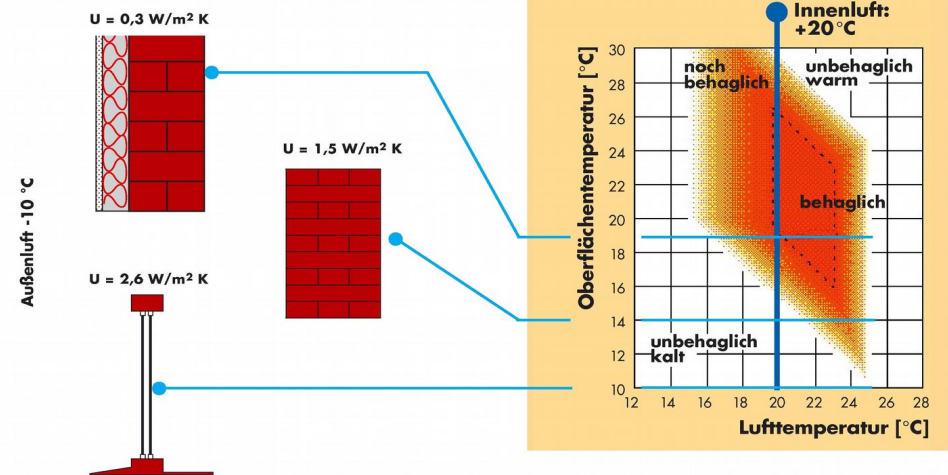
$$u\text{Wert} = \alpha * \frac{\text{deltaT1}}{\text{deltaT2}}$$

$$U\text{Wert} = 7,69 \text{ W/ (m}^2\text{K)} * \frac{(\text{Raumlufttemperatur} - \text{Oberflächentemperatur Wand innen})}{(\text{Raumlufttemperatur} - \text{Außenlufttemperatur})}$$

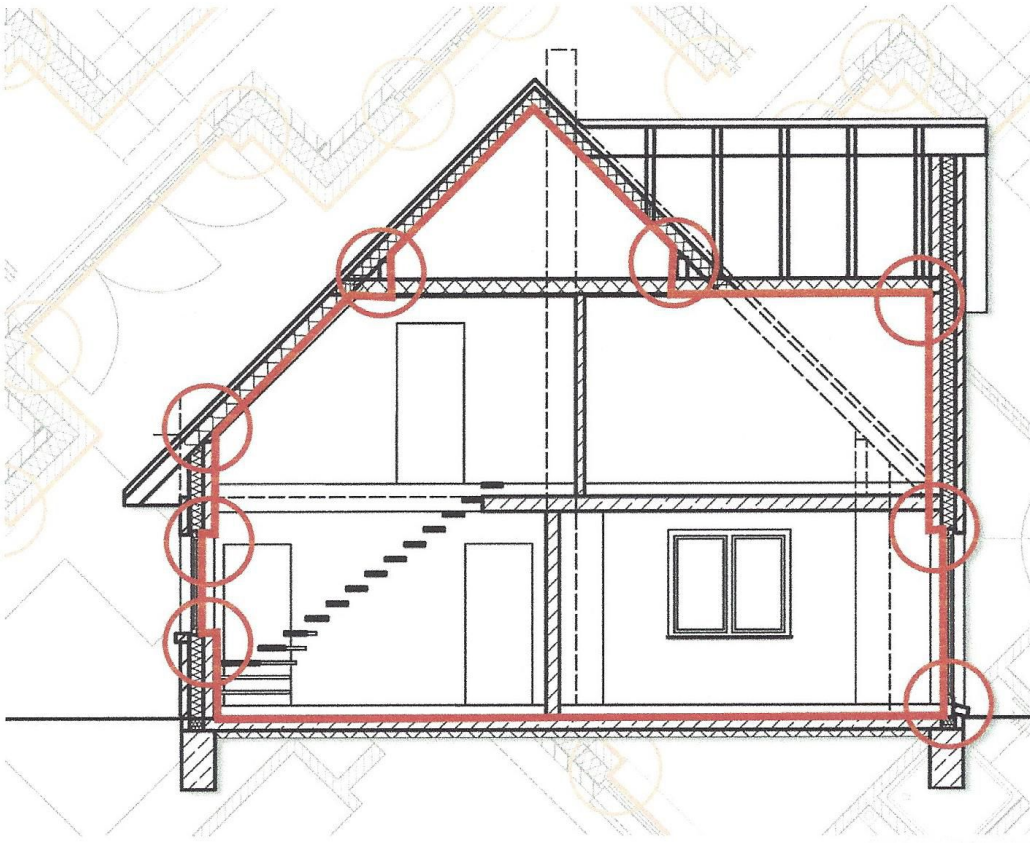


Thermische Behaglichkeit

Oberflächen- und Lufttemperatur



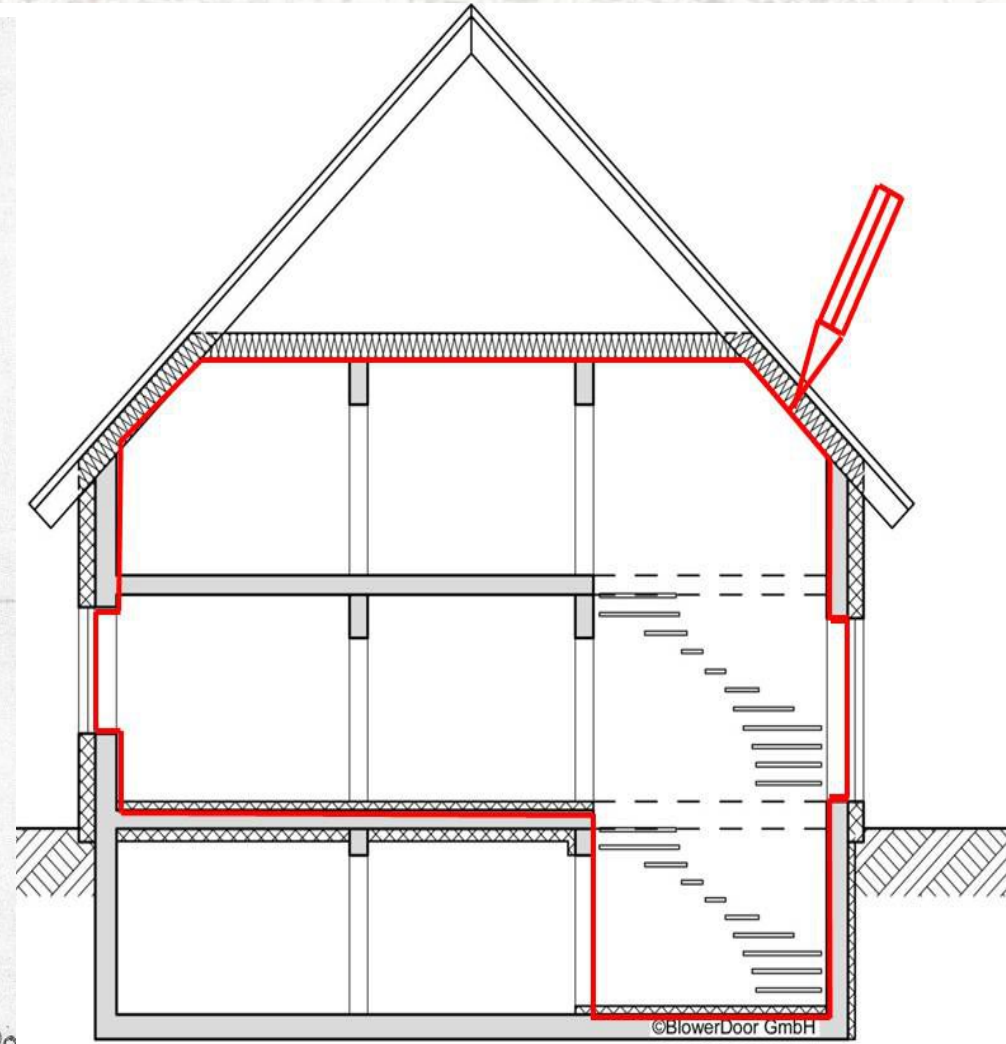
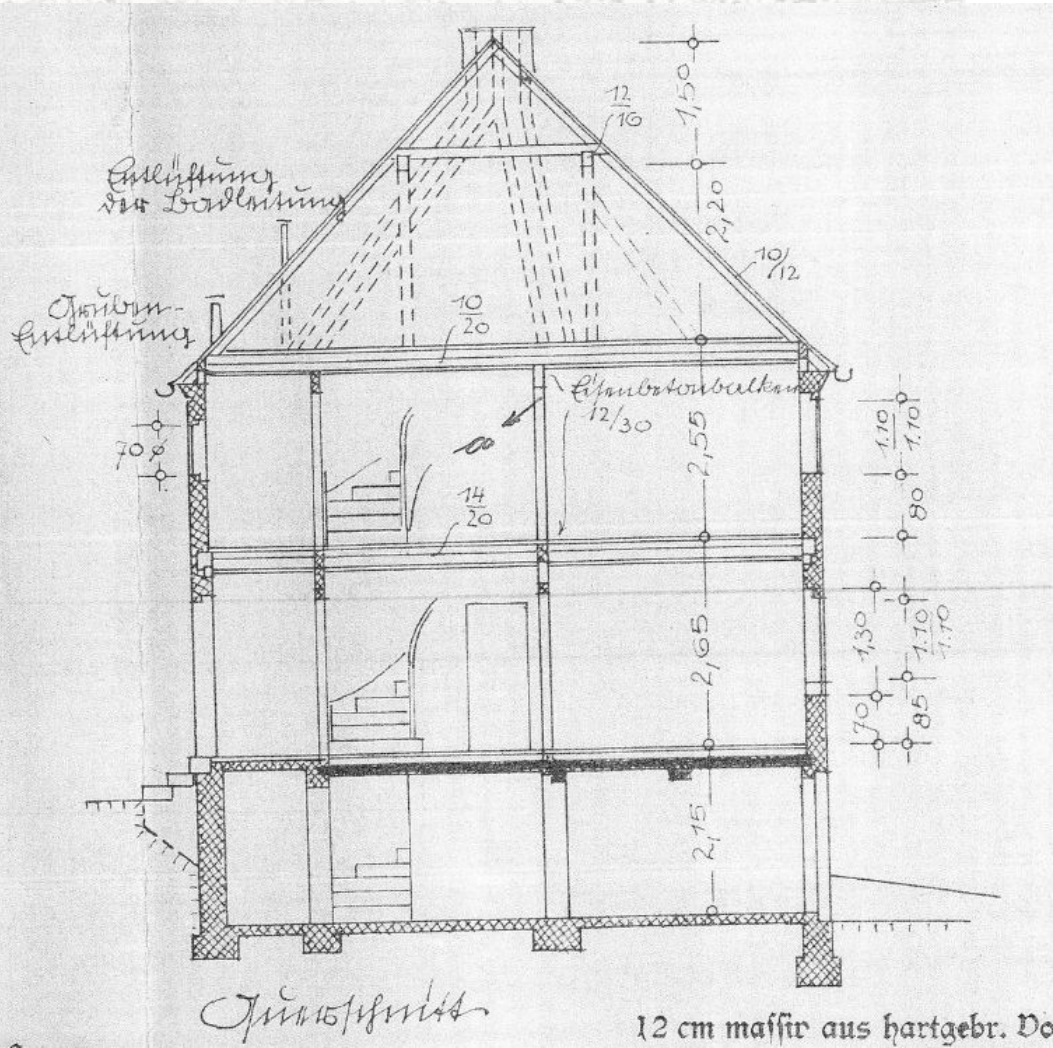
Häufige Schwachstellen an der Gebäudehülle



- Anschlüsse sämtlicher Dampfsperren und Dampfbremsen an der Dachkonstruktion
- Fenster, Eingangstüren, Kellertüren, Kellerfenster
- Durchdringungen vom Keller in den Wohnbereich
- Übergänge von Anbauten und Wintergärten
- Kamindurchführung am Dach
- Anschlüsse an Dachfenstern

Quelle: <http://www.flib.de>; Leitfaden Luftdichtskonzept

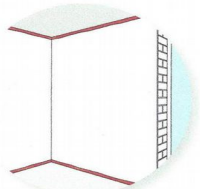
Dichtheitskonzept für die Gebäudehülle



Auszug aus Checkliste für die Planung und Umsetzung luftdichter Bauweise für Mauerwerksbau

Checkliste Luftdichtheit für Mauerwerksbau

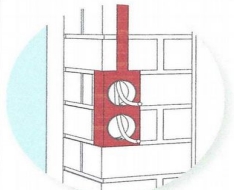
Die Checkliste zeigt beispielhafte Prinzipskizzen und dient als Hilfestellung bei der Sichtprüfung der Ausführung des vereinbarten Luftdichtheitskonzepts. Sie ist nicht vollständig und stellt kein Abnahmeprotokoll dar.



Außenwände: Innenputz



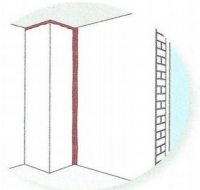
- Mauerwerk vollflächig verputzt
- Innenputz bis an den Rohfußboden und die Rohdecke herangeführt – siehe Grafik
- Mauerkronen der Außenwände verputzt (z. B. bei Hochlochziegeln)



Wände: Elektroleitungen



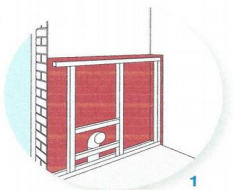
- Gerätedosen in Außenwänden entweder vollflächig in Putz eingebettet oder als luftdichte Dose ausgeführt – siehe Grafik
- Leerrohre und Kabelkanäle an den Enden luftdicht verschlossen (z. B. durch geeignete Stopfen)
- Elektroleitungen luftdicht an das Rohr/den Kanal angeschlossen



Kamine



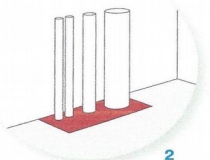
- Kamin allseitig verputzt und Außenwand hinter dem Kamin verputzt
- oder
- Verputzung des Kamins im zugänglichen Bereich und Anbindung an die luftdichte Ebene der angrenzenden Bauteile – siehe Grafik



Vorwandinstallationen und Installationsschächte



- Dahinter befindliches Mauerwerk vollflächig verputzt – siehe Grafik 1
- Schächte und Durchbrüche zum Keller und Spitzboden luftdicht verschlossen – siehe Grafik 2



Checkliste anwenden

Grün: Der Bauherr kann selbst beurteilen, dass das Detail nach den vereinbarten Vorgaben ausgeführt wurde.

Gelb: Der Bauherr ist unsicher, ob das Detail nach den vereinbarten Vorgaben ausgeführt wurde. Eine zusätzliche Beurteilung durch den Sachverständigen ist notwendig.

Rot: Der Bauherr kann selbst beurteilen, dass das Detail nicht nach den vereinbarten Vorgaben ausgeführt wurde. Die Ausführung ist zu korrigieren.

Komplette Checkliste unter

www.flib.de

Fachverband Luftdichtheit im
Bauwesen e. V.

Mehr zum Thema unter

www.luftdicht.info

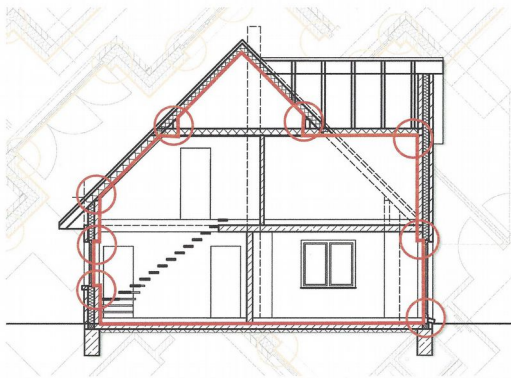
Leitfaden Luftdichtheitskonzept für Bauherren, Architekten und Handwerker

FLiB Fachverband Luftdichtheit im Bauwesen e. V.



Fachverband Luftdichtheit im Bauwesen e.V.

1/September 2015



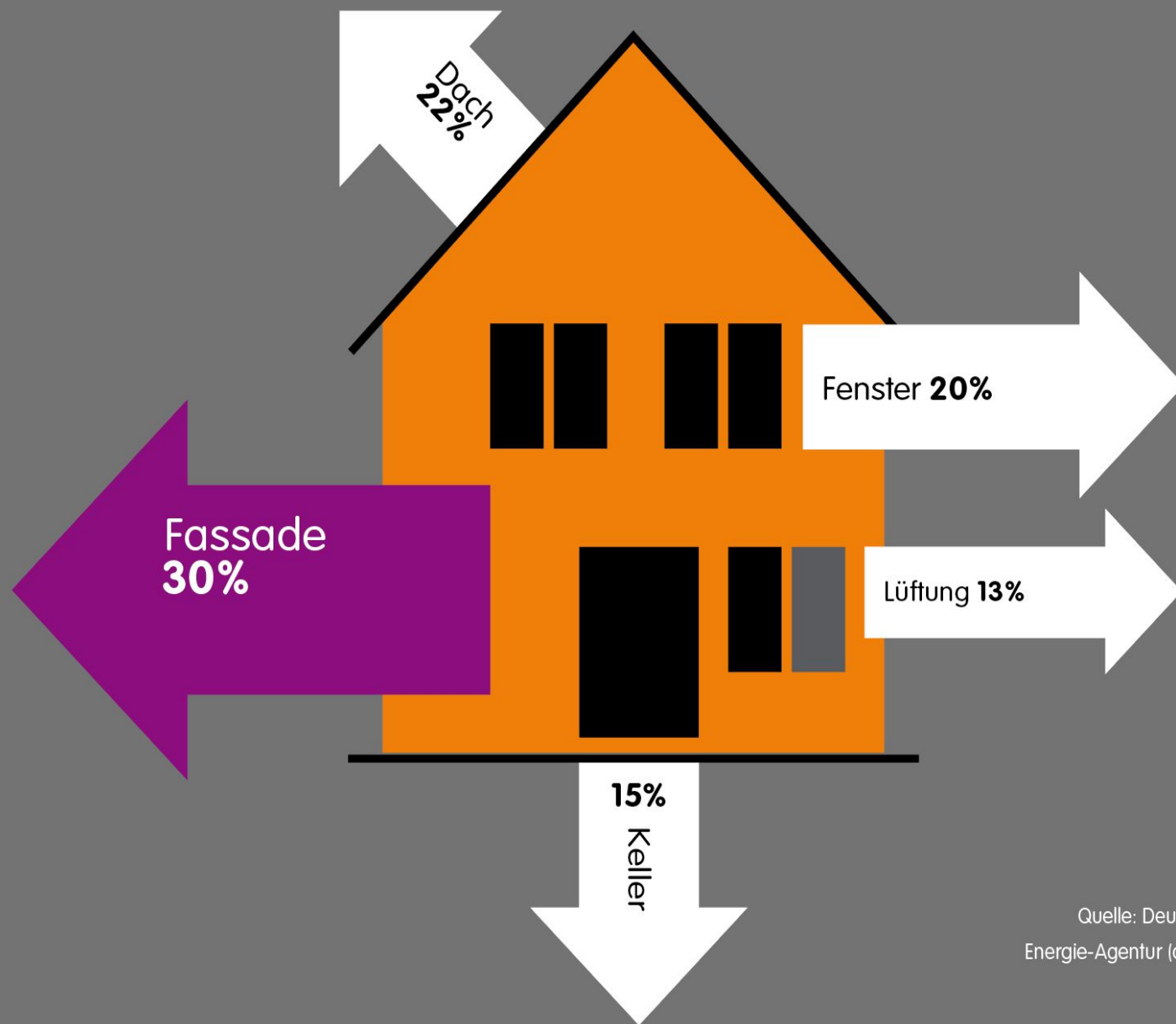
■ Leitfaden Luftdichtheitskonzept

Hinweise und Empfehlungen zur Planung, Ausschreibung, Koordinierung,
Umsetzung und Überprüfung der Luftdichtheitschicht in Wohngebäuden
– mit Checkliste für Mauerwerksbau

- Planung der Luftdichtheitsschicht
- Ausschreibung und Vergabe
- gewerkeübergreifendes Koordinierungsgespräch
- Überprüfung der Ausführung

[illegible]

Wärmeverlust Einfamilienhaus (ungedämmt)



Quelle: Deutsche
Energie-Agentur (dena)

Ergebnisse aus dem Energieberaterbericht

3.1 Objektbeschreibung

Objekt

Gebäude / -teil Doppelhaushälfte

Straße, Haus-Nr. Schlegelsberg

PLZ, Ort 07749 Jena

Nutzungsart ☒ Wohngebäude

☐

Baujahr 1938 Jahr der baul. Änderung

Geometrische Angaben

Wärmeübertragende Umfassungsfläche A 292,9 m²

beheiztes Gebäudevolumen V_e 394,5 m³

Verhältnis A/V_e 0,74 m⁻¹

Bei Wohngebäuden:

Gebäudenutzfläche A_N 126,2 m²

Wohnfläche (Angabe freiwillig) m²

Beheizung und Warmwasserbereitung

Art der Beheizung ---Gas - Brennwert

Art der Warmwasserbereitung ---Gas - Brennwert

Art der Nutzung erneuerbarer Energien Wasserführender Kamin Holzfeuerung

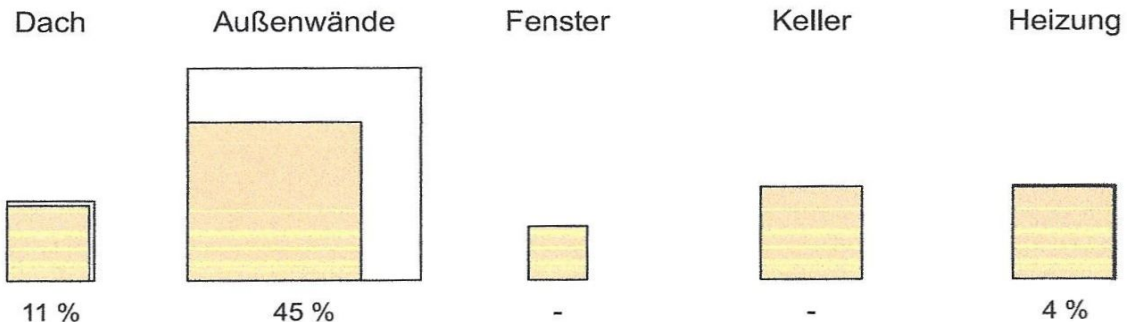
Anteil am Heizwärmebedarf 13 %

Maßnahme zusätzliche Dachdämmung und (Hochleistungs-)Dämmputz

Wärmeverluste

Wärmeverluste der einzelnen Gebäudeteile für den aktuellen Zustand und nach Umsetzung der Sanierungs-Empfehlungen.

Verluste werden reduziert um



Energiebedarf

Bewertung des Gebäudes anhand des jährlichen Primärenergiebedarfs.

Nach Sanierung

28.760 kWh
228 kWh/m²

Einsparung

25 %

Ist-Zustand

38.480 kWh
305 kWh/m²



Maßnahmen

Sanierungs-Empfehlungen zur Senkung des Energiebedarfs.

Dach: Dachdämmung um 4 cm, WLS 035

Außenwände: Außendämmung um 2 cm, WLS 035

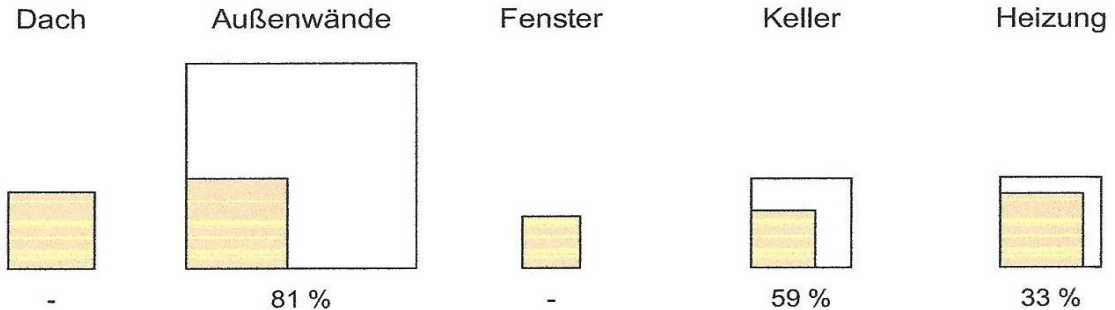
Zusätzliche Maßnahmen

Dachdämmung, Fassaden- und Kellerdeckendämmung

Wärmeverluste

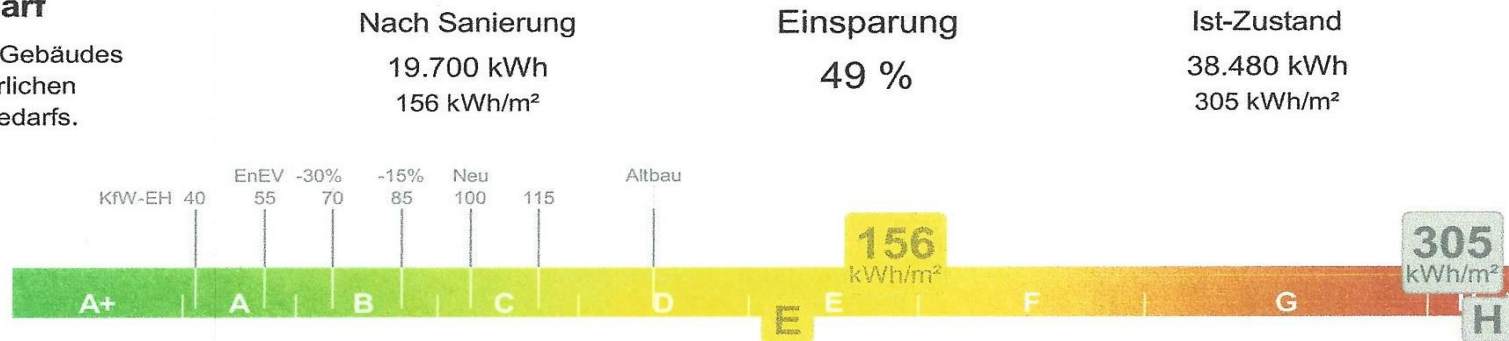
Wärmeverluste der einzelnen Gebäudeteile für den aktuellen Zustand und nach Umsetzung der Sanierungs-Empfehlungen.

Verluste werden reduziert um



Energiebedarf

Bewertung des Gebäudes anhand des jährlichen Primärenergiebedarfs.



Maßnahmen

Sanierungs-Empfehlungen zur Senkung des Energiebedarfs.

- Dach: Dachdämmung um 4 cm, WLS 035
- Außenwände: Außendämmung um 14 cm, WLS 035
- Keller: Dämmung der Kellerdecke von unten um 6 cm, WLS 035

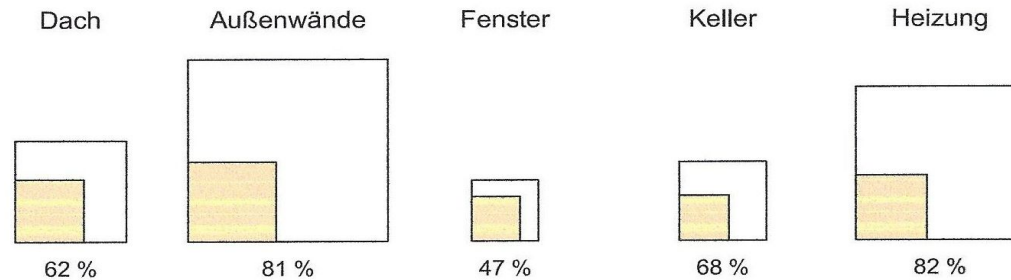
Komplettsanierung

Dachdämmung, Fassadendämmung, Kellerdecke, Fenster und Heizung

Wärmeverluste

Wärmeverluste der einzelnen Gebäudeteile für den aktuellen Zustand und nach Umsetzung der Sanierungs-Empfehlungen.

Verluste werden reduziert um



Energiebedarf

Bewertung des Gebäudes anhand des jährlichen Primärenergiebedarfs.

Nach Sanierung
17.400 kWh
138 kWh/m²

Einsparung
71 %

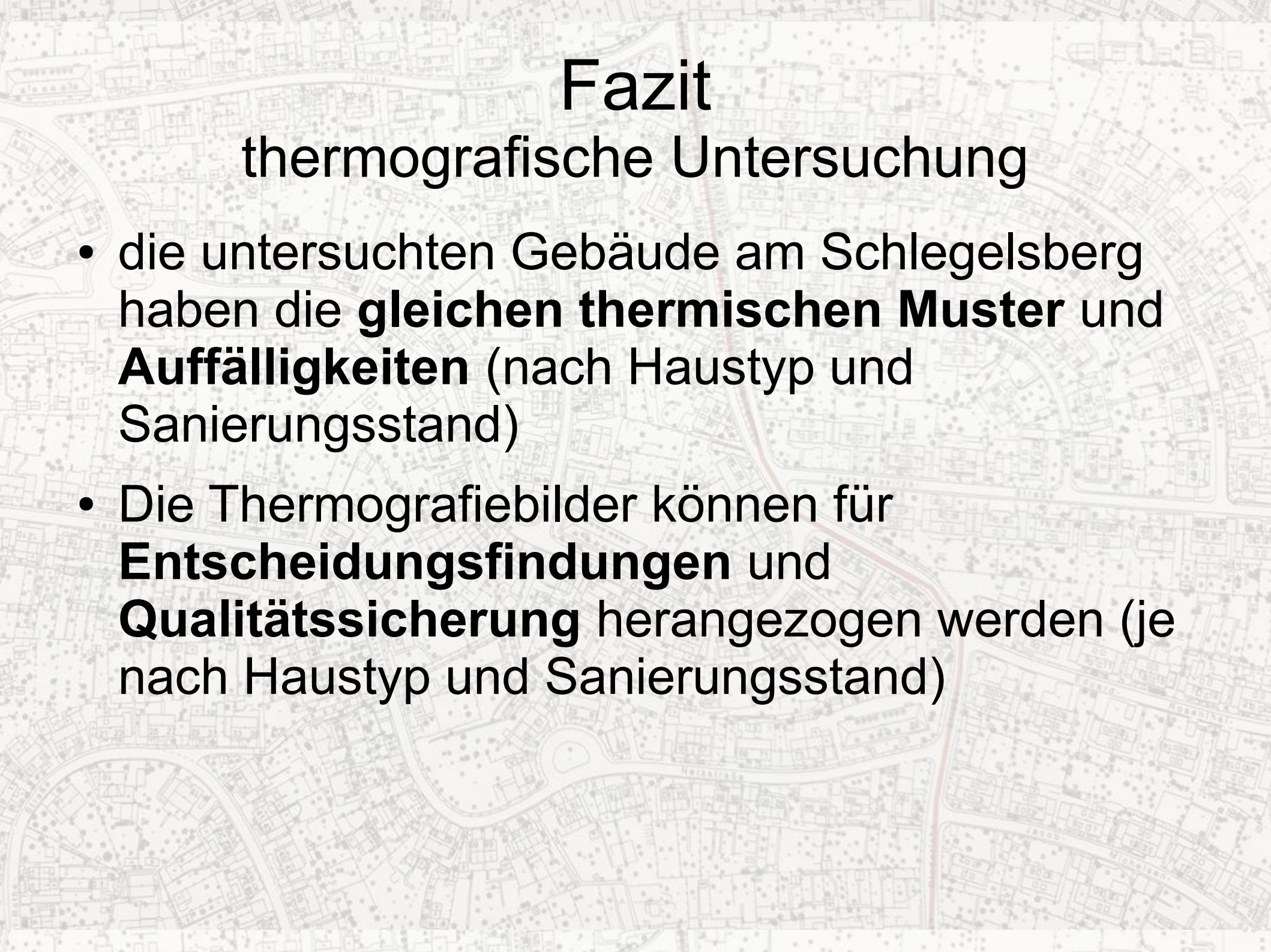
Ist-Zustand
60.220 kWh
477 kWh/m²



Maßnahmen

Sanierungs-Empfehlungen zur Senkung des Energiebedarfs.

- Dach: Dachdämmung um 16 cm, WLS 035
- Außenwände: Außendämmung um 14 cm, WLS 035
- Keller: Dämmung der Kellerdecke von unten um 10 cm, WLS 035
- Fenster: Wärmeschutzverglasung
- Heizung: Zentralheizung mit Brennwert-Kombi-Kessel (Erdgas E)



Fazit

thermografische Untersuchung

- die untersuchten Gebäude am Schlegelsberg haben die **gleichen thermischen Muster** und **Auffälligkeiten** (nach Haustyp und Sanierungsstand)
- Die Thermografiebilder können für **Entscheidungsfindungen** und **Qualitätssicherung** herangezogen werden (je nach Haustyp und Sanierungsstand)

Fazit

Luftdichtheitsmessung

- die untersuchten Häuser weisen Potentiale auf, bezüglich der Reduzierung der natürlichen **Lüftungswärmeverluste** (Dichtheit!)
- bei Umsetzung eines **Luftdichtheitskonzepts** bei der Sanierung ist zusätzlich eine Verbesserung des **Schallschutzes**, **sommerlichen Wärmeschutzes**, der **Behaglichkeit** und von **bauschadensrelevanten Zusammenhänge** möglich

Fazit und Empfehlungen

- Potentiale für Energieeinsparungen sind vorhanden und sollten ausgeschöpft werden
- **Thermografie** und **Dichtheitsprüfung** eignen sich **zur Kontrolle** von Sanierungsmaßnahmen und für den **baurechtlichen Nachweis** und gegenüber der **Förderbank KfW**

Fragebogen für die Bewohner Wohngebiet Schlegelsberg

400 versendete Fragebögen an ausgewählte
Straßen in der Schlegelsbergsiedlung mit
exemplarischen Gebäudetypen

Fragebogen für die Bewohner der Gebäude im Wohngebiet „Schlegelsberg“

Anschrift (erforderlich für die Verlosung):

Name, Vorname:
Straße und Hausnummer:

1. Allgemeine Angaben zum Gebäude

Baujahr:

☐ selbst genutztes Gebäude	☐ Gebäude ist teilweise oder komplett vermietet
☐ Einfamilienhaus	☐ Doppelhaushälfte / Zweifamilienhaus
☐ Reihenhäuser	☐ Mehrfamilienhaus

Art der Heizung / Womit heizen Sie? (Mehrfachnennungen möglich)

☐ Zentralheizung	☐ dezentrale Heizung
☐ Erdgas	☐ Strom
☐ Solaranlage	☐ Holz (Kamin oder Ofen)
☐ Holzheizungsanlage	☐ Umweltwärme über eine Wärmepumpe

Art der Warmwasserbereitung

☐ Erdgas	☐ Strom
☐ Solaranlage	☐ Sonstiges

Wie alt sind die folgenden Anlagen? (Angaben zum Baujahr finden Sie z. B. auf dem Typenschild der Anlage und im Schornsteinfegerprotokoll)

Alter des Heizkessels:	
Alter der Speicherung:	
Alter des Boilers / Durchlauferhitzers:	

Wie hoch ist Ihr Jahresverbrauch?

☐ Erdgas:	Kilowattstunden	☐ Strom:	Kilowattstunden
☐ Holz:	Raumkubikmeter	☐ Sonstiges:	
☐ Trinkwasser:	Kubikmeter		

2. Wohnsituation

Wohnfläche:

☐ < 40 m²	☐ 40 – 70 m²	☐ 71 – 100 m²
☐ 101 – 130 m²	☐ 131 – 160 m²	☐ > 160 m²
beheizte Nutzfläche (Garagen, Wintergärten etc.):		m²

Anzahl der Wohnungen im Gebäude:			
Anzahl der Stockwerke (ohne Keller und Dachgeschoss):			
Sind Keller und / oder Dachgeschoss für Wohnzwecke ausgebaut?:			
Keller		Dachgeschoss	
☐ Ja	☐ Nein	☐ Ja	☐ Nein

3. Angaben zur Modernisierung / Sanierung

Welche energetischen Sanierungsmaßnahmen wurden in der Vergangenheit durchgeführt und in welchem Jahr?	
Haben Sie Interesse, Ihre Energiekosten zu reduzieren und / oder haben Sie bereits konkrete Sanierungsmaßnahmen für die Zukunft geplant?	
☐ Ja	☐ Nein
☐ Falls Ja, in welchem Bereich? (Mehrfachnennungen möglich)	
☐ Erstellung eines Stärken-Schwächen-Profiles für die Immobilie mittels Gebäudediagnostik	
☐ Energetische Sanierung der Gebäudehülle	
☐ Sanierung der Anlagentechnik	
☐ Erneuerung der Fenster	
☐ Fassadendämmung	
☐ Dachdämmung / Dämmung oberste Geschosßdecke	
☐ Erneuerung / Modernisierung der Heizungsanlage	
☐ Nutzung erneuerbarer Energien (z.B. thermische Solaranlage, Photovoltaikanlage etc.)	
☐ Sonstiges:	

4. Gründe für die Sanierung

☐ Werterhaltung / Wertsteigerung des Hauses	☐ Umweltbewusstsein
☐ Verschönerung des Hauses	☐ Senkung der Energiekosten
☐ Verbesserung der Wohnqualität	☐ altersgerechter Umbau
☐ Sonstiges	

Vielen Dank für Ihre Unterstützung!

Fragebögen

1. Allgemeine Angaben zum Gebäude

Baujahr: 1937-1943

☒ selbst genutztes Gebäude	☐ Gebäude ist teilweise oder komplett vermietet
--	--

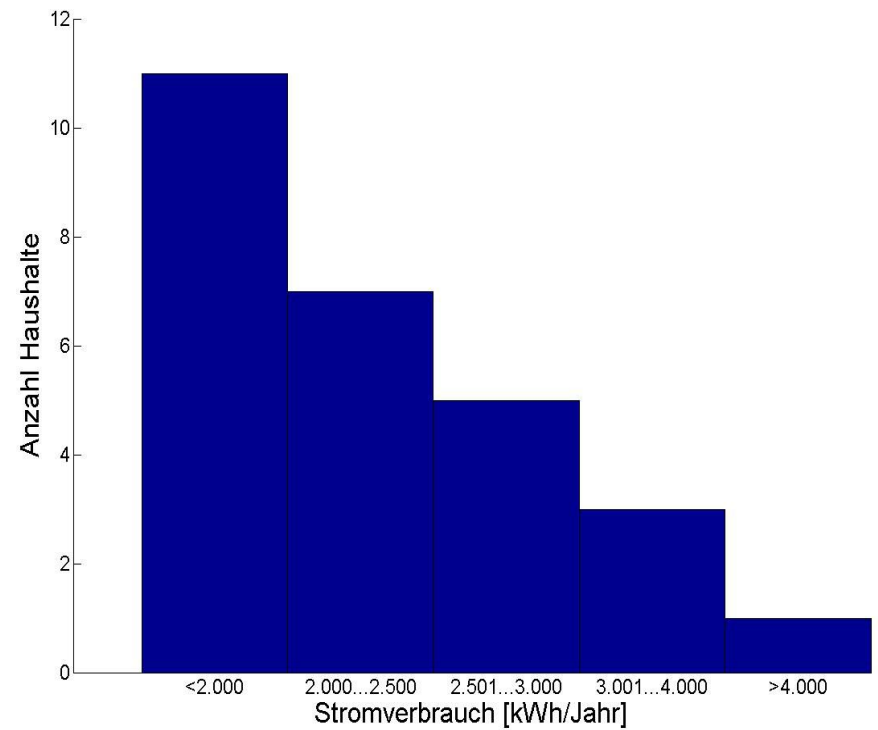
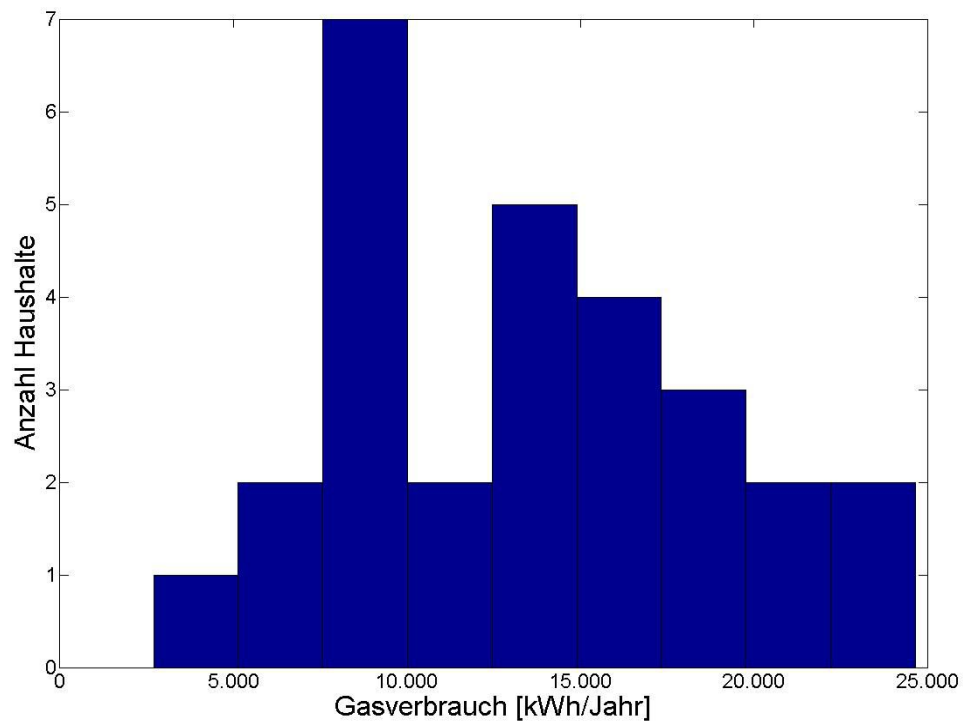
☐ Einfamilienhaus	☒ Doppelhaushälfte / Zweifamilienhaus
☐ Reihenhaushaus	☐ Mehrfamilienhaus

Art der Heizung / Womit heizen Sie? (Mehrfachnennungen möglich)

☒ Zentralheizung	☐ dezentrale Heizung
--	---

☒ Erdgas	☐ Strom
☒ Solaranlage	☒ Holz (Kamin oder Ofen)
☐ Holzheizungsanlage	☐ Umweltwärme über eine Wärmepumpe

Auswertung



Auswertung

- Die am Schlegelsberg errichteten **unterschiedlichen Gebäudetypen** aus dem Baujahre 1937- 1943 mit ihren bauzeitalterlichen Bauteilen haben nahezu die **gleiche energetischer Ausgangssituation**.
- Eine Betrachtung und **Einschätzung der energetischen Ertüchtigung** in den Folgejahren bis heute ist **möglich und** auf gleicher Gebäudetypen **übertragbar**.
- Prognosen für Sanierungsmaßnahmen können für Entscheidungsfindung und zur Kontrolle von bereits durchgeführten Sanierungsmaßnahmen herangezogen werden.
- Die unterschiedlichen Gebäudetypen besitzen weiterhin Potential zur Energieeinsparung und für Energieeffizienzmaßnahmen.

Auswertung

- Häuser, in denen nur ein Teil der Nutzfläche als Wohnbereich **temporär beheizt** wird, besitzen ein **erhöhtes Einsparpotenzial** von Lüftungswärmeverlusten.
- Gebäude mit **Dach- und Kellerausbauten** zu Wohnbereichen haben nach den Vorgaben der Energieeinsparverordnung **erhebliches Einsparpotential** bei der energetischen Verbesserung der **Fassaden**.
- Die Einspareffekte über eine **dichte Gebäudehülle** können bei der Realisierung eines **Dichtheitskonzeptes** mitgenutzt werden und ermöglichen zusätzlich die Verbesserung des Schallschutzes, des **sommerlichen Wärmeschutzes** und der **Behaglichkeit**.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Vielen Dank für die Beantwortung der
versendeten Fragebögen!

Vielen Dank an die BürgerEnergie Jena eG für die
gute Zusammenarbeit!

