

Düsseldorf, 18.03.2020 / MS

[Bei Schriftverkehr unbedingt angeben](#)

Unser Zeichen: L 912509

Ansprechpartner: Herr Schneider, B.Eng.  
Frau Çalışkan, M.Sc.

## Nachweis über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden nach der Energieeinsparverordnung (EnEV) - Änderung von bestehenden Bauteilen -

**Objekt:** Otto-Pankok-Gymnasium  
**Sanierung Hauptgebäude**  
Von-Bock-Str. 81  
45468 Mülheim an der Ruhr

**Bauherr:** Immobilien Service  
der Stadt Mülheim an der Ruhr  
Hans-Böckler-Platz 5  
45468 Mülheim an der Ruhr

**Architekt:** Hütténes GmbH Architekten  
Reichspräsidentenstraße 21-25  
45470 Mülheim an der Ruhr

**Inhalt:** Nachweis nach Energieeinsparverordnung  
Sommerlicher Wärmeschutz nach  
DIN 4108-2  
feuchteschutztechnischer Nachweis nach  
DIN 4108-3

Umfang Gutachten: 7 Seiten  
Umfang Anlagen: 12 Seiten  
Umfang Gesamt: 19 Seiten

**Institut für Schalltechnik, Raumakustik,  
Wärmeschutz**  
Dr.-Ing. Klapdor GmbH

**Mitgliedschaften: DGNB, VBI**

VMPA Schallschutzprüfstelle nach DIN 4109  
VMPA-SPG-178-97 NRW

Bekannt gegebene Stelle nach § 29b BImSchG

**40468 Düsseldorf · Kalkumer Straße 173**  
Tel.: 0211 / 41 85 56-0 Fax: 0211 / 42 05 11

Niederlassungen:

**10553 Berlin** · Reuchlinstraße 10-11  
Tel.: 030 / 36 40 799-0 Fax: 030 / 36 40 799-19

**33602 Bielefeld** · Niederwall 10  
Tel.: 0521 / 96 87 64 82 Fax: 0521 / 98 62 88 86

**44227 Dortmund** · Baroper Straße 233a  
Tel.: 0231 / 75 445-197

**55124 Mainz** · An der Ochsenwiese 3  
Tel.: 06131 / 62 72 460 Fax: 06131 / 62 72 464

**22303 Hamburg** · Jarrestraße 80  
Tel.: 040 / 27 16 75 66 Fax: 040 / 21 90 73-10

**76137 Karlsruhe** · Schützenstraße 12  
Tel.: 0721 / 93 51 41 30 Fax: 0721 / 93 51 41 32

**50674 Köln** · Brüsseler Platz 15  
Tel.: 0221 / 94 99 02 0 Fax: 0221 / 94 99 02 99

[info@isrw-klapdor.de](mailto:info@isrw-klapdor.de)  
[www.isrw-klapdor.de](http://www.isrw-klapdor.de)

Geschäftsführer:

Dipl.-Ing. Michael Urra

Dipl.-Ing. Gernot Kubanek

Öffentlich bestellter und vereidigter  
Sachverständiger von der IHK zu Düsseldorf  
für Bau- und Raumakustik

Sitz der Gesellschaft: Düsseldorf  
Registergericht Düsseldorf, HRB 27839

Deutsche Bank PGK AG, Remscheid  
IBAN: DE44 3407 0024 0506 4688 00

Postbank Essen  
IBAN DE23 3601 0043 0448 8184 31

**Inhalt**

<b>1</b>	<b>Projektbeschreibung .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Energieeinsparverordnung (EnEV).....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Baurechtliche Anforderungen.....</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Kurzfassung Ergebnisse .....</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>Bearbeitungsgrundlagen.....</b>	<b>4</b>
<b>6</b>	<b>Baulicher Wärmeschutz der Außenbauteile.....</b>	<b>4</b>
<b>7</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>6</b>
<b>8</b>	<b>Schlussbemerkungen und allgemeine Hinweise.....</b>	<b>6</b>
8.1	Baustellenkontrollen.....	6
8.2	Energieausweis .....	6
8.3	Fazit.....	7

**Anhang**

<b>Anlage I</b>	<b>Bauteilkatalog</b>
<b>Anlage II</b>	<b>Normen und Regelwerke</b>

## 1 Projektbeschreibung

Das Architekturbüro Hütténes GmbH Architekten in Mülheim an der Ruhr plant eine Sanierung, Teilabriss und einen Teilneubau des Gymnasiums Otto-Pankok-Schule an der Von-Bock-Straße 81 in Mülheim an der Ruhr.

Mit diesem Gutachten wird die Sanierung des Bestandgebäudes bewertet und dokumentiert. Der Erweiterungsbau wird in einem separaten Gutachten verfasst.

## 2 Energieeinsparverordnung (EnEV)

Die EnEV wurde letztmalig im Dezember 2013 novelliert und ist seit dem 01.05.2014 baurechtlich anzuwenden (allgemeiner Sprachgebrauch: EnEV 2014). Für Bauvorhaben mit Bauantragstellung bzw. Bauanzeige ab dem 01.01.2016 gelten zum Teil verschärfte Anforderungen, es wurde dafür jedoch kein neues Regelwerk verfasst (allgemeiner Sprachgebrauch: EnEV 2016).

Ergänzende Informationen zur Energieeinsparverordnung finden Sie auf den Internetseiten des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit unter <http://www.bmub.bund.de/P3427>.

Hinweis: Im Laufe des Jahres 2020 wird mit der baurechtlichen Einführung des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) gerechnet, welches die bestehenden Regelwerke der EnEV, des EEWärmeG und des EnEG zusammenfasst. Auswirkungen auf die bestehende Planung werden nicht erwartet, sind jedoch nicht völlig auszuschließen. Die baurechtliche Anwendungspflicht wird voraussichtlich an das Datum der Bauantragstellung gebunden sein.

## 3 Baurechtliche Anforderungen

Im Sinne der EnEV ist das vorliegende Bauvorhaben als „Änderung an Bauteilen in bestehenden Gebäuden“ nach EnEV § 9 Absatz 1 einzustufen.

Der Nachweis erfolgt dabei im sog. Bauteilverfahren. Dabei darf der U-Wert der geänderten Außenbauteile den maximalen U-Wert aus EnEV Anlage 3 Tabelle 1 nicht überschreiten. Eine Kompensation ist nicht möglich.

Der §11 der EnEV (Aufrechterhaltung der energetischen Qualität) ist ergänzend zu beachten.

## 4 Kurzfassung Ergebnisse

- Der Nachweis nach EnEV wurde erfolgreich geführt
- Die vorgesehenen Bauteilkonstruktionen erfüllen die Anforderungen an den Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2 und an den Kondensatfeuchteschutz nach DIN 4108-3
- Sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108-2 wurde geprüft Ein Nachweis ist nicht erforderlich.
- Die Anforderungen des EEWärmeG wurden geprüft. Ein Nachweis ist nicht erforderlich.

## 5 Bearbeitungsgrundlagen

Als Planungsgrundlage der Bearbeitung dienen:

- Architekturpläne, Stand März 2020
- Abstimmungsgespräche mit den Planungsbeteiligten
- Normen und Regelwerke in Anlage II

Die Berechnungen erfolgen mit der Software Bautherm EnEV X, Ver. 16.1.0.

## 6 Baulicher Wärmeschutz der Außenbauteile

Die Bauteilaufbauten sind der Anlage I „**Bauteilkatalog**“ zu entnehmen.

Die Dämmstoffstärken der Bauteilkonstruktionen gelten für homogene Dämmstoffschichten. Sollten diese innerhalb eines Bauteils variieren (z.B. bei Gefälledämmungen im Dach) ist die im Gutachten geforderte, mittlere Dämmstoffstärke gemäß der Berechnungsgrundlagen der DIN 6946 zu gewährleisten.

Im Bereich von Schwächungen, z.B. Ablauf, niedrigste Stelle von Flachdächern, etc., ist gemäß Mindestwärmeschutz DIN 4108-2 eine Dämmstoffstärke von mindestens 6 cm vorzusehen.

Durch Dachgeometrie und Gefälleplanung sowie die geforderte mittlere Dämmstoffstärke ergeben sich üblicherweise größere Dämmstoffstärken an den Tiefpunkten. Zur Vermeidung erhöhter Energieverluste im Bereich schwach gedämmter Dachflächen im Bereich von Gefälledämmungen ist eine Mindestdämmstoffstärke von 12 cm WLS 040 oder 10 cm WLS 035 zu empfehlen. Nach Erfordernis ist eine detaillierte Abstimmung durchzuführen.

Vorgehängte Elemente der Fassade, die die Dämmebene durchdringen, sind mit einer thermischen Trennung zu planen. Es ist zu empfehlen, Halterungen mit einer geringen Wärmeleitfähigkeit zu planen (z.B. Edelstahl statt Aluminium). Für Befestigungselemente muss jedoch grundsätzlich eine detaillierte Abstimmung erfolgen.

Zur Befestigung der Wärmedämmung sind zuschlagsfreie Dübel zu verwenden, andernfalls ist ggf. eine höhere Dämmstoffstärke erforderlich.

Wir empfehlen, Flankendämmungen in einer Stärke von 6 cm und einer Breite von 1 m auszuführen. Sollte davon abgewichen werden, ist eine Abstimmung erforderlich.

Der Kriechkeller ist nicht beheizt, es bestehen keine Anforderungen im Hinblick auf den Wärmeschutz an die Wand und die Bodenplatte des Kriechkellers.

Bei sämtlichen Fensterbauteilen muss eine Überdämmung der Rahmen von  $\geq 3$  cm ausgeführt werden. Bei Sonnenschutzsystemen mit außenliegendem Kasten ist eine Dämmung hinter dem Kasten zur Massivwand erforderlich ( $\geq 6$  cm WLS 040 oder  $\geq 5$  cm WLS 035).

Die in der Anlage aufgeführten Bauteile wurden hinsichtlich des Klimabedingten Feuchteschutzes nach DIN 4108-3 geprüft. Hierbei wurde zum einen der potentielle Ausfall von Oberflächenkondensat, zum anderen die Bildung von Tauwasser im Inneren der Bauteile geprüft. Änderungen in den Wärmedämmeigenschaften sowie den Wasserdampfdiffusionswiderständen können Veränderungen in den Berechnungen bedeuten und ggf. zur Nichteinhaltung der Zielwerte führen. Daher sind Veränderungen an den Bauteilen abzustimmen.

### **Hinweis:**

Die bauphysikalischen Berechnungen werden unter Berücksichtigung der Wärmeleitfähigkeiten in den Tabellen in der DIN 4108-4 durchgeführt.

Die Norm beinhaltet wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte für Baustoffe. Die in der Norm angegebenen Bemessungswerte berücksichtigen unter anderem Einflüsse der Temperatur, des Ausgleichsfeuchtegehalts sowie Schwankungen der Stoffeigenschaften und Alterung der Produkte.

Bei der Ausschreibung der Gewerke ist demnach die Bezeichnung *Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit nach DIN 4108-4* zu übernehmen.

Angaben zu diesem Bemessungswert können der bauaufsichtlichen Zulassung entnommen werden.

Liegt keine bauaufsichtliche Zulassung vor und/oder ist der Dämmstoff nicht aufgrund einer Normung bemessen ist der Nennwert der Wärmeleitfähigkeit nach DIN 4108-4 in den Bemessungswert umzurechnen.

Beispiel:

Wird für eine Wärmedämmung aus Mineralfaser ein Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von  $0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$  vorgegeben und liegen für das gewählte Produkt keine Angaben zu diesem Bemessungswert vor, so ist ein Produkt mit einem Nennwert von  $\lambda_D = \frac{\lambda_{\text{Bemessung}}}{1,03} = 0,034 \text{ W/mK}$  zu verwenden.

Für einige Baustoffe gelten höhere Zuschlagswerte (z.B. 5% bei Holzwolle oder Holzfasern, 20% bei Polyethylenschaum).

## 7 Ergebnisse

Die Anforderungen der Energieeinsparverordnung nach §9 Abs. 1 sind unter Berücksichtigung der in der Anlage I „Bauteilkatalog“ aufgeführten Konstruktionen erfüllt!

## 8 Schlussbemerkungen und allgemeine Hinweise

### 8.1 Baustellenkontrollen

Sollten nach geltender Landesbauordnung von einem staatlich anerkannten Sachverständigen für Schall- und Wärmeschutz bzw. einem Prüfsachverständigen für energetische Gebäudeplanung stichprobenhafte Baukontrollen zum Schall- und Wärmeschutz während der Bauausführung bzw. eine Bescheinigung nach Baufertigstellung erforderlich sein, so ist dies rechtzeitig zu beauftragen. Durch eine frühzeitige Einbindung des Sachverständigen in den Bauablauf können sinnvolle Termine für passende Zeitpunkte der Bauüberwachung abgestimmt werden (Einbau der Fenster, Aufbringen von Dämmstoffen, etc.). Das jeweilige Erfordernis hierfür kann der Baugenehmigung entnommen werden.

Unabhängig von einem möglichen Erfordernis können stichprobenhafte Baukontrollen zur Qualitätssicherung ebenfalls nach Wunsch des Bauherrn durchgeführt und dokumentiert werden.

### 8.2 Energieausweis

Weiterhin besteht bei vielen Bauvorhaben die Pflicht bzw. der ausdrückliche Wunsch, einen Energieausweis nach Fertigstellung des Bauvorhabens auszustellen. Hierzu bitten wir um Benachrichtigung, wann das Bauvorhaben fertiggestellt sein wird, so dass der Energieausweis rechtzeitig erstellt werden kann. Zur Unterstützung benötigen wir dafür Bescheinigungen von Architektur/ TGA- Planung, dass die Ausführung der Planung des Wärmeschutznachweises bzw. der abgestimmten Ausführungsplanung entspricht. Abweichungen zu planungsseitig vorgesehenen Qualitäten sind im Vorfeld zur Kenntnis zu reichen.

### 8.3 Fazit


Die Berechnungen auf Basis der in diesem Gutachten dokumentierten Randbedingungen erfüllen die Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz nach EnEV sowie deren flankierender Regelwerke.

Im vorliegenden Dokument werden Anforderungen und Entwurfsprinzipien beschrieben, welche im Rahmen der weiteren Planung nach Erfordernis weiter zu konkretisieren sind. Sie gelten als Grundlage für die weitere Abstimmung bzw. zur Information der Planungsbeteiligten.

Bitte beachten Sie, dass Sie den beteiligten Planern gegenüber zur Anzeige von Änderungen im Planungs- und Vergabeprozess verpflichtet sind. Sollte sich die Notwendigkeit einer solchen Abstimmung ergeben, z.B. im Hinblick auf TGA oder Architektur, bitten wir um Ihren schriftlichen Hinweis.



Dipl.-Ing. Michael Urra  
(Geschäftsführer)



i.A. Matthias Schneider, B.Eng.

## **Anlage I Bauteilkatalog**

Der nachfolgende Bauteilkatalog wurde ausschließlich für wärmeschutztechnische Belange erstellt und enthält neben dem Kondensatfeuchteschutz die Bemessung der Bauteilschichten der Außenbauteile. Der Bauteilkatalog enthält die dafür relevanten Schichten und Kennwerte. Die Belange z.B. der Statik und des Brandschutzes sind separat mit dem zuständigen Fachplaner abzustimmen.

Es handelt sich hierbei nicht um einen vollständigen und fachübergreifenden bauphysikalischen Bauteilkatalog unter Einbezug der DIN 4109.

Für die Belange der TGA kann dieser Bauteilkatalog nur eingeschränkt verwendet werden. Ergänzende Kennwerte und Innenbauteile sind vom TGA Planer für zusätzliche Berechnungen (z.B. Heiz- und Kühllastberechnungen) eigenverantwortlich zusammenzustellen.



# Bauteilkatalog

Objekt Otto-Pankok-Schule Hauptgebäude (Bestand)

Nachweis erstellt am 17.03.2020

## Bauteilkatalog

### Bauherr / Eigentümer

ImmobilienService der Stadt Mülheim an der Ruhr  
Technisches Rathaus  
Hans-Boeckler-Platz 5  
D - 45468 Mülheim an der Ruhr

### Planung

Hütténes GmbH Architekten  
Ruhr-Reeder Haus  
  
Reichspräsidentenstraße 21 - 25  
D - 45470 Mülheim an der Ruhr

### Aussteller

ISRW

Dr.-Ing. Klapdor GmbH

Kalkumer Str. 173

D - 40468 Düsseldorf

Unterschrift



# Bauteilkatalog Inhaltsverzeichnis

Objekt Otto-Pankok-Schule Hauptgebäude (Bestand)

Nachweis erstellt am 17.03.2020

<b>Bauteildatenblätter.....</b>	<b>3</b>
Außenwand Riemchen (san.).....	3
Außenwand Putz (san.).....	4
Außenwand Putz/Metall (san.).....	5
Flachdach (san.).....	6
Flachdach Forum (san.).....	7
Außentür (neu).....	8
Fenster (neu).....	9
Lichtkuppeln (bei Ersatz).....	10

## Bauherr / Eigentümer

ImmobilienService der Stadt Mülheim an der Ruhr  
Hans-Boeckler-Platz 5  
D - 45468 Mülheim an der Ruhr

## Aussteller

ISRW  
Dr.-Ing. Klapdor GmbH  
Kalkumer Str. 173  
D - 40468 Düsseldorf



# Bauteilkatalog

## Bauteildatenblatt

Objekt Otto-Pankok-Schule Hauptgebäude (Bestand)

Nachweis erstellt am 17.03.2020

### Bauteilaufbau: Außenwand Riemchen (san.)

**U = 0,234 W/(m²K)**

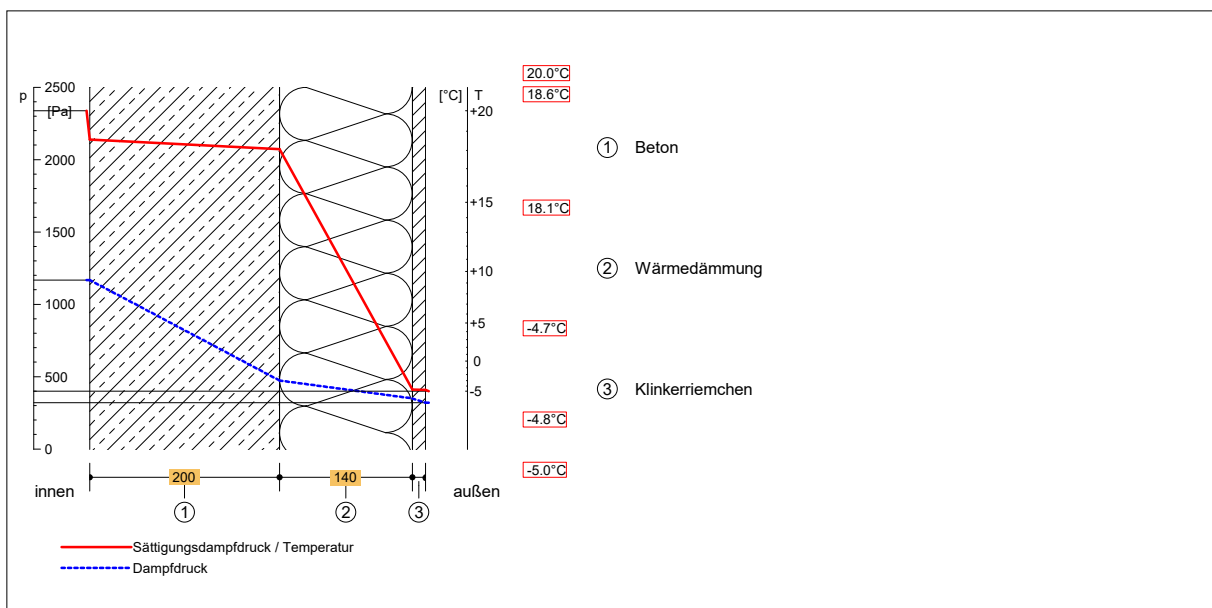
Typ: Außenwand

Abgrenzung zu: Außenluft

Mindestwärmeschutz: Anforderung nach DIN 4108-2:2013-02 Tab. 3 ist erfüllt, da: min. R = 1,200 <= vorh. R = 4,099 m²K/W

Bauteilverfahren: Keine bauliche Maßnahme

Hinweis: Wärmedämmung alternativ 16cm WLS 040



Bauteil		Wärmeschutz			Tauwasserschutz					
Randbedingungen nach DIN 4108-3:2014-11		Tauperiode; Dauer = 2.160 h			Verdunstungsperiode; Dauer = 2.160 h					
Wärmeübergangswiderstände $R_{si} / R_{se} = 0,25 \text{ m}^2\text{K/W} / 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$		Temperatur $\Theta_{ie} / \Theta_{ie} = -5 \text{ }^\circ\text{C} / 20 \text{ }^\circ\text{C}$			Wasserdampfdruck $p_{e,i} / p_{e,i} = 1.200 \text{ Pa} / 1.200 \text{ Pa}$					
(für die Tauwasserberechnungen)		rel. Luftfeuchte $\phi_{ie} / \phi_{ie} = 80\% / 50\%$			Sättigungsdampfdruck im Tauwasserbereich $p_{sat} = 1.700 \text{ Pa}$					
Sp	1	2	3	4	5(2.4)	6	7(2*6)	8	9	10
Nr	Schicht	d	Fl.masse	$\lambda$	$R_T$	$\mu$	$s_{di}$	$\Theta$	$p_{sat}$	p
-	-	mm	kg/m²	W/(m*K)	m²K/W	-	m	°C	Pa	Pa
-	Wärmeübergang innen	-	-	-	0,130	-	-	20,0	2.337	1.168
1	Beton	200,0	460,0	2,300	0,087	80	16,00	18,6	2.139	1.168
2	Wärmedämmung	140,0	0,0	0,035	4,000	20	2,80	18,1	2.073	473
3	Klinkerriemchen	14,0	30,8	1,200	0,012	50	0,70	-4,7	411	351
-	Wärmeübergang außen	-	-	-	0,040	-	-	-4,8	409	321
-	Summe Bauteil	354,00	490,8	-	4,269	-	19,50	-5,0	401	321
<b>U = 0,234 W/(m²K)</b>						Tauwassermenge:		0,000 kg/m²		
						Verdunstungsmenge:		0,000 kg/m²		
Keine zusätzliche Mindestwärmeschutzanforderung an diesen Bereich.						Anforderungen nach DIN 4108-3:2018-10 sind erfüllt.				

# Bauteilkatalog

## Bauteildatenblatt

Objekt Otto-Pankok-Schule Hauptgebäude (Bestand)

Nachweis erstellt am 17.03.2020

Bauteilaufbau: Außenwand Putz (san.)

**U = 0,234 W/(m²K)**

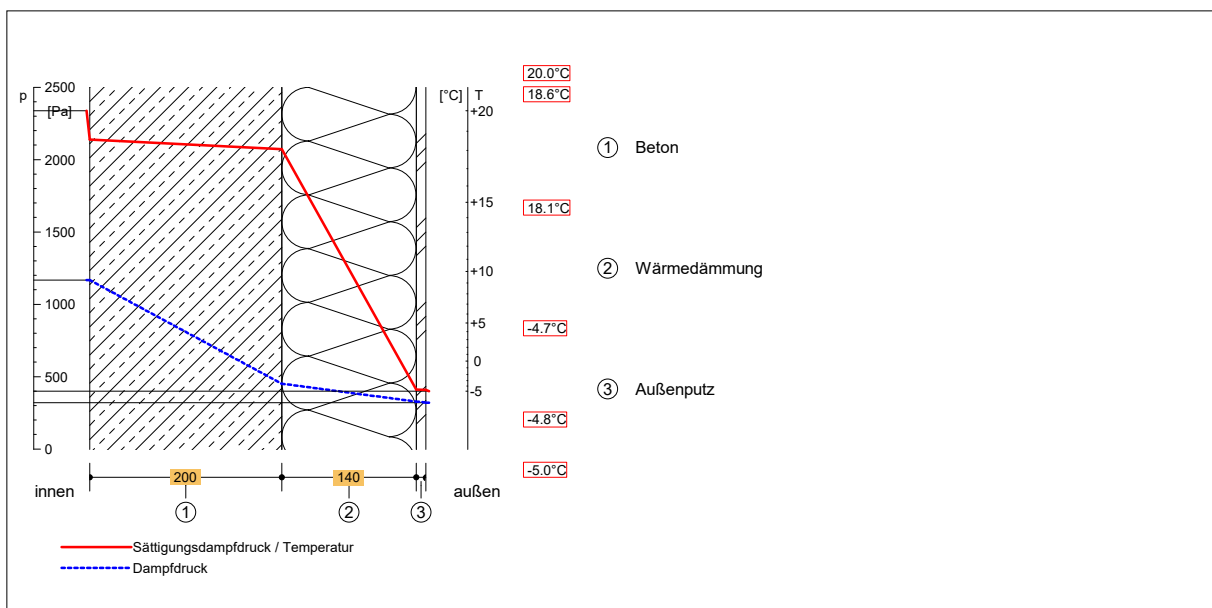
Typ: Außenwand

Abgrenzung zu: Außenluft

Mindestwärmeschutz: Anforderung nach DIN 4108-2:2013-02 Tab. 3 ist erfüllt, da: min. R = 1,200 <= vorh. R = 4,098 m²K/W

Bauteilverfahren: Keine bauliche Maßnahme

Hinweis: Wärmedämmung alternativ 16cm WLS 040



Bauteil		Wärmeschutz			Tauwasserschutz					
Randbedingungen nach DIN 4108-3:2014-11		Tauperiode; Dauer = 2.160 h			Verdunstungsperiode; Dauer = 2.160 h					
Wärmeübergangswiderstände $R_{si} / R_{se} = 0,25 \text{ m}^2\text{K/W} / 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$		Temperatur $\Theta_{ie} / \Theta_{ie} = -5 \text{ °C} / 20 \text{ °C}$			Wasserdampfdruck $p_{e,i} / p_{e,i} = 1.200 \text{ Pa} / 1.200 \text{ Pa}$					
(für die Tauwasserberechnungen)		rel. Luftfeuchte $\phi_{ie} / \phi_{ie} = 80\% / 50\%$			Sättigungsdampfdruck im Tauwasserbereich $p_{sat} = 1.700 \text{ Pa}$					
Sp	1	2	3	4	5(2.4)	6	7(2*6)	8	9	10
Nr	Schicht	d	Fl.masse	$\lambda$	$R_T$	$\mu$	$s_{d,i}$	$\Theta$	$p_{sat}$	$p$
-	-	mm	kg/m²	W/(m²K)	m²K/W	-	m	°C	Pa	Pa
-	Wärmeübergang innen	-	-	-	0,130	-	-	20,0	2.337	1.168
1	Beton	200,0	460,0	2,300	0,087	80	16,00	18,6	2.139	1.168
2	Wärmedämmung	140,0	0,0	0,035	4,000	20	2,80	18,1	2.073	453
3	Außenputz	10,0	18,0	0,870	0,011	15	0,15	-4,7	411	328
-	Wärmeübergang außen	-	-	-	0,040	-	-	-4,8	409	321
-	Summe Bauteil	350,00	478,0	-	4,268	-	18,95	-5,0	401	321
<b>U = 0,234 W/(m²K)</b>						Tauwassermenge:		0,000 kg/m²		
						Verdunstungsmenge:		0,000 kg/m²		
Keine zusätzliche Mindestwärmeschutzanforderung an diesen Bereich.						Anforderungen nach DIN 4108-3:2018-10 sind erfüllt.				

# Bauteilkatalog Bauteildatenblatt

Objekt Otto-Pankok-Schule Hauptgebäude (Bestand)

Nachweis erstellt am

17.03.2020

## Bauteilaufbau: Außenwand Putz/Metall (san.)

$U_c = 0,238 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

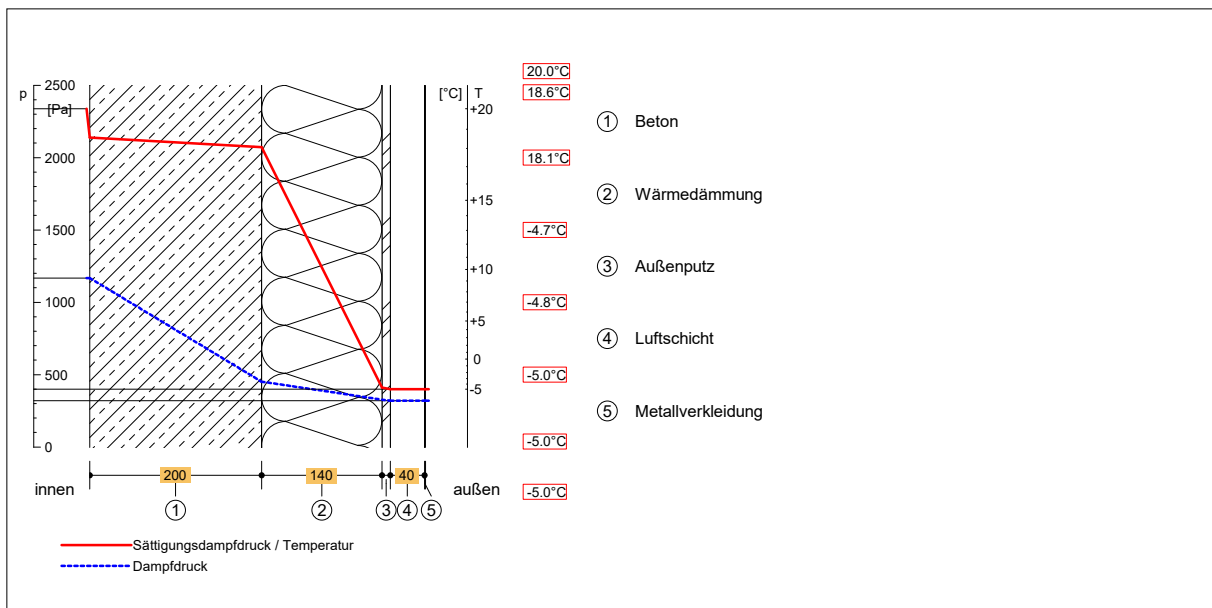
Typ: Außenwand

Abgrenzung zu: Außenluft

Mindestwärmeschutz: Anforderung nach DIN 4108-2:2013-02 Tab. 3 ist erfüllt, da: min. R = 1,200 <= vorh. R = 4,098 m<sup>2</sup>K/W

Bauteilverfahren: Keine bauliche Maßnahme

Hinweis: Wärmedämmung alternativ 16cm WLS 040



Bauteil		Wärmeschutz			Taufwasserschutz					
Randbedingungen nach DIN 4108-3:2014-11		Taueriode; Dauer = 2.160 h			Verdunstungsperiode; Dauer = 2.160 h					
Wärmeübergangswiderstände $R_{si}/R_{se} = 0,25 \text{ m}^2\text{K}/\text{W} / 0,04 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$		Temperatur $\vartheta_{ie} / \vartheta_{ie} = -5 \text{ }^\circ\text{C} / 20 \text{ }^\circ\text{C}$			Wasserdampfdruck $p_{e0} / p_i = 1.200 \text{ Pa} / 1.200 \text{ Pa}$					
(für die Taufwasserberechnungen)		rel. Luftfeuchte $\phi_{ie} / \phi_i = 80\% / 50\%$			Sättigungsdampfdruck im Taufwasserbereich $p_{sat} = 1.700 \text{ Pa}$					
Sp	1	2	3	4	5(2.4)	6	7(2*6)	8	9	10
Nr	Schicht	d	Fl.masse	$\lambda$	$R_T$	$\mu$	$s_{d1}$	$\Theta$	$p_{sat}$	p
-	-	mm	kg/m <sup>2</sup>	W/(m <sup>2</sup> K)	m <sup>2</sup> K/W	-	m	°C	Pa	Pa
-	Wärmeübergang innen	-	-	-	0,130	-	-	20,0	2.337	1.168
1	Beton	200,0	460,0	2,300	0,087	80	16,00	18,6	2.139	1.168
2	Wärmedämmung	140,0	0,0	0,035	4,000	20	2,80	18,1	2.073	453
3	Außenputz	10,0	18,0	0,870	0,011	15	0,15	-4,7	411	328
4	Luftschicht	40,0	-	400,000	0,000	-	-	-4,8	401	321
5	Metallverkleidung	1,0	-	160,000	0,000	0	0,00	-5,0	401	321
-	Wärmeübergang außen	-	-	-	0,130	-	-	-5,0	401	321
-	Summe Bauteil	390,00	478,0	-	4,358	-	18,95	-	-	-
$U_c = 0,238 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$						Taufwassermenge:		0,000 kg/m <sup>2</sup>		
						Verdunstungsmenge:		0,000 kg/m <sup>2</sup>		
Keine zusätzliche Mindestwärmeschutzanforderung an diesen Bereich.						Anforderungen nach DIN 4108-3:2018-10 sind erfüllt.				

U-Wert Korrektur wegen: Befestigungsteile - pauschal. Der U-Wert ist um 0,009 W/m<sup>2</sup>K erhöht!

# Bauteilkatalog

## Bauteildatenblatt

Objekt Otto-Pankok-Schule Hauptgebäude (Bestand)

Nachweis erstellt am

17.03.2020

### Bauteilaufbau: Flachdach (san.)

**U = 0,188 W/(m²K)**

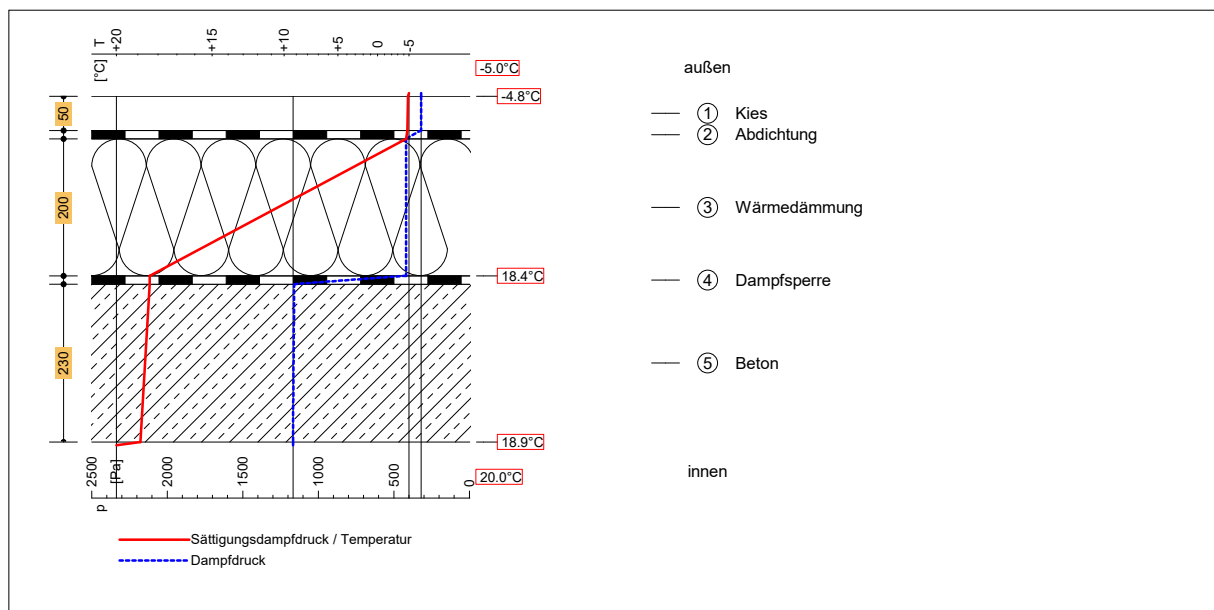
Typ: Flachdach

Abgrenzung zu: Außenluft nach oben

Mindestwärmeschutz: Anforderung nach DIN 4108-2:2013-02 Tab. 3 ist erfüllt, da: min. R = 1,200 <= vorh. R = 5,184 m²K/W

Anforderung nach Bauteilverfahren gem. EnEV, Anlage 3, Tab. 1: Erfüllt! U\_max = 0,20 W/(m²K)

Hinweis: Dachaufbau oberhalb der Abdichtung ist ohne Relevanz für Nachweis.  
Wärmedämmung alternativ 18cm WLS 035



Bauteil			Wärmeschutz			Tauwasserschutz				
Randbedingungen nach DIN 4108-3:2014-11			Tauerperiode: Dauer = 2.160 h			Verdunstungsperiode: Dauer = 2.160 h				
Wärmeübergangswiderstände $R_{si} / R_{so} = 0,25 \text{ m}^2\text{K/W} / 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$			Temperatur $\vartheta_{e} / \vartheta_{i} = -5 \text{ °C} / 20 \text{ °C}$			Wasserdampfdruck $p_e / p_i = 1.200 \text{ Pa} / 1.200 \text{ Pa}$				
(für die Tauwasserberechnungen)			rel. Luftfeuchte $\varphi_e / \varphi_i = 80\% / 50\%$			Sättigungsdampfdruck im Tauwasserbereich $p_{sat} = 1.700 \text{ Pa}$				
Sp	1	2	3	4	5(2:4)	6	7(2*6)	8	9	10
Nr	Schicht	d	Fl.masse	$\lambda$	$R_T$	$\mu$	$s_d$	$\Theta$	$p_{sat}$	p
-	-	mm	kg/m²	W/(m²K)	m²K/W	-	m	°C	Pa	Pa
-	Wärmeübergang außen	-	-	-	0,040	-	-	-5,0	401	321
1	Kies	50,0	85,0	2,000	0,025	50	2,50	-4,8	407	321
2	Abdichtung	10,0	12,0	0,170	0,059	80.000	800,00	-4,7	411	321
3	Wärmedämmung	200,0	0,0	0,040	5,000	1	0,20	-4,4	421	421
4	Dampfsperre	0,0	0,0	-	0,000	-	1.500,00	18,4	2.115	421
5	Beton	230,0	529,0	2,300	0,100	80	18,40	18,4	2.115	1.159
-	Wärmeübergang innen	-	-	-	0,100	-	-	18,9	2.177	1.168
-	Summe Bauteil	490,00	626,0	-	5,324	-	2.321,10	20,0	2.337	1.168
<b>U = 0,188 W/(m²K)</b>						Tauwassermenge:		0,001 kg/m²		
Keine zusätzliche Mindestwärmeschutzanforderung an diesen Bereich.						Verdunstungsmenge:		0,001 kg/m²		
						Anforderungen nach DIN 4108-3:2018-10 sind erfüllt.				

# Bauteilkatalog

## Bauteildatenblatt

Objekt Otto-Pankok-Schule Hauptgebäude (Bestand)

Nachweis erstellt am

17.03.2020

### Bauteilaufbau: Flachdach Forum (san.)

**U = 0,189 W/(m²K)**

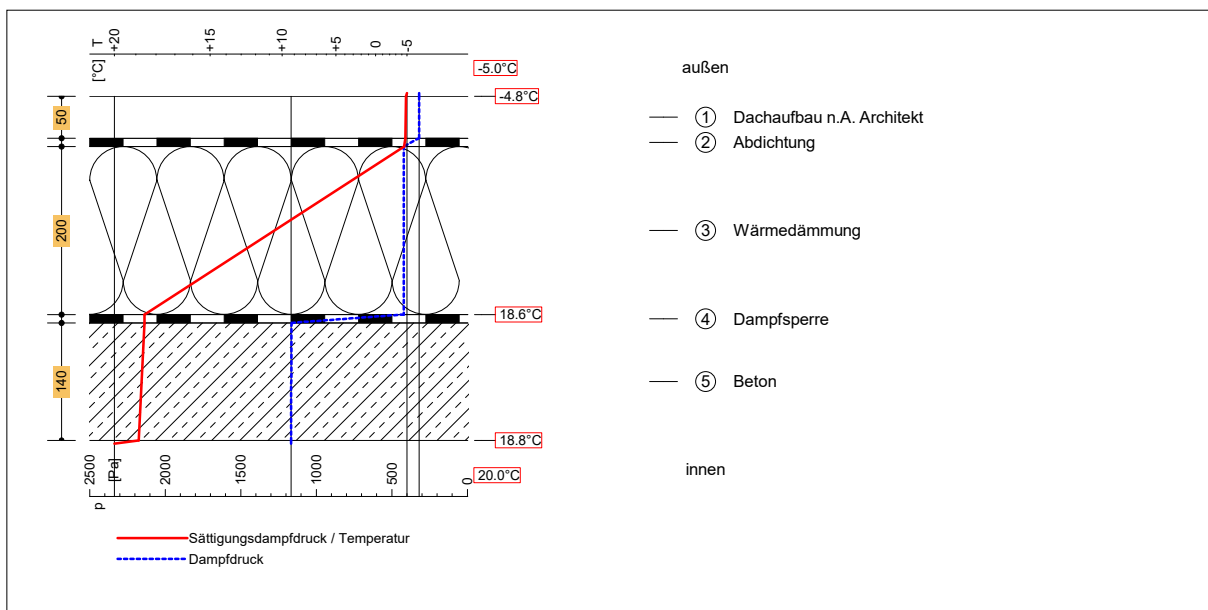
Typ: Flachdach

Abgrenzung zu: Außenluft nach oben

Mindestwärmeschutz: Anforderung nach DIN 4108-2:2013-02 Tab. 3 ist erfüllt, da: min. R = 1,200 <= vorh. R = 5,145 m²K/W

Anforderung nach Bauteilverfahren gem. EnEV, Anlage 3, Tab. 1: Erfüllt! U\_max = 0,20 W/(m²K)

Hinweis: Dachaufbau oberhalb der Abdichtung ist ohne Relevanz für Nachweis.  
Wärmedämmung alternativ 18cm WLS 035



Bauteil			Wärmeschutz			Tauwasserschutz				
Randbedingungen nach DIN 4108-3:2014-11			Tauerperiode: Dauer = 2.160 h			Verdunstungsperiode: Dauer = 2.160 h				
Wärmeübergangswiderstände R <sub>si</sub> / R <sub>so</sub> = 0,25 m²K/W / 0,04 m²K/W			Temperatur G <sub>e</sub> / G <sub>i</sub> = -5 °C / 20 °C			Wasserdampfdruck p <sub>e</sub> / p <sub>i</sub> = 1.200 Pa / 1.200 Pa				
(für die Tauwasserberechnungen)			rel. Luftfeuchte φ <sub>e</sub> / φ <sub>i</sub> = 80% / 50%			Sättigungsdampfdruck im Tauwasserbereich p <sub>sat</sub> = 1.700 Pa				
Sp	1	2	3	4	5(2;4)	6	7(2*6)	8	9	10
Nr	Schicht	d	Fl.masse	λ	R <sub>T</sub>	μ	s <sub>d</sub>	Θ	p <sub>sat</sub>	p
-	-	mm	kg/m²	W/(m²K)	m²K/W	-	m	°C	Pa	Pa
-	Wärmeübergang außen	-	-	-	0,040	-	-	-5,0	401	321
1	Dachaufbau n.A. Architekt	50,0	85,0	2,000	0,025	50	2,50	-4,8	408	321
2	Abdichtung	10,0	12,0	0,170	0,059	80.000	800,00	-4,7	412	321
3	Wärmedämmung	200,0	0,0	0,040	5,000	1	0,20	-4,4	421	421
4	Dampfsperre	0,0	0,0	-	0,000	-	1.500,00	18,6	2.138	421
5	Beton	140,0	322,0	2,300	0,061	80	11,20	18,6	2.138	1.163
-	Wärmeübergang innen	-	-	-	0,100	-	-	18,8	2.176	1.168
-	Summe Bauteil	400,00	419,0	-	5,285	-	2.313,90	20,0	2.337	1.168
<b>U = 0,189 W/(m²K)</b>						Tauwassermenge:		0,001 kg/m²		
						Verdunstungsmenge:		0,001 kg/m²		
Keine zusätzliche Mindestwärmeschutzanforderung an diesen Bereich.						Anforderungen nach DIN 4108-3:2018-10 sind erfüllt.				

# Bauteilkatalog

## Bauteildatenblatt

Objekt Otto-Pankok-Schule Hauptgebäude (Bestand)

Nachweis erstellt am 17.03.2020

Bauteilaufbau: Außentür (neu)

**U = 1,800 W/(m<sup>2</sup>K)**

Typ: Außentür Abgrenzung zu: Außenluft

Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2:2013-02 nicht geprüft.

Anforderung nach Bauteilverfahren gem. EnEV, Anlage 3, Tab. 1: Erfüllt! U<sub>max</sub> = 1,80 W/(m<sup>2</sup>K)

Der U-Wert des Bauteils wurde direkt gesetzt. Es wurde kein Schichtaufbau eingegeben! Es können keine weiteren Daten angezeigt werden.



# Bauteilkatalog Fensterdatenblatt

Objekt Otto-Pankok-Schule Hauptgebäude (Bestand)

Nachweis erstellt am 17.03.2020

Fensteraufbau: Fenster (neu)

**U = 1,30 W/(m²K)**

Typ: Fenster, Fenstertür Berechnung nach DIN EN ISO 10077-1:2018-01

Bauteilverfahren: Keine bauliche Maßnahme

Zugeordnete Projektfenster	Gesamte Gebäudehülle		Summe der zugeordneten Fenster	
Fläche A	0,00 m²	100,00 %	0,00 m²	0,00 %
Fensterfläche A_w	0,00 m²	100,00 %	0,00 m²	0,00 %
Transmission HT	0,00 W/K	100,00 %	0,00 W/K	0,00 %
Nutzbare solare Gewinne QS	0,00 kWh/a	100,00 %	0,00 kWh/a	0,00 %

Fensteraufbau: Fenster neu		Verglasung:	
Anteil Verglasung F_F	70,00 %	Gesamtenergiedurchlassgrad g_senkr	0,00
Anteil Rahmen	30,00 %	U_g	1,10 W/(m²K)
Anteil Paneele	0,00 %	Sonderverglasung	nein
Fugendurchlässigkeit	3 Klasse	Psi_g	--
Art	Zweischeiben-Isolierverglasung		

Rahmen:		Paneele	
U_f / U_f,BW	-- / 1,40 W/(m²K)	U_p (Paneelfüllung)	--
wärmetechnisch verbesserter Abstandshalter	ja	Psi_p	--
Art		Füllungstyp	

# Bauteilkatalog Fensterdatenblatt

Objekt Otto-Pankok-Schule Hauptgebäude (Bestand)

Nachweis erstellt am 17.03.2020

Fensteraufbau: Lichtkuppeln (bei Ersatz)

U = 1,90 W/(m²K)

Typ: Lichtkuppel Berechnung nach DIN EN ISO 10077-1:2018-01

Bauteilverfahren: Keine bauliche Maßnahme

Zugeordnete Projektfenster	Gesamte Gebäudehülle		Summe der zugeordneten Fenster	
Fläche A	0,00 m²	100,00 %	0,00 m²	0,00 %
Fensterfläche A_w	0,00 m²	100,00 %	0,00 m²	0,00 %
Transmission HT	0,00 W/K	100,00 %	0,00 W/K	0,00 %
Nutzbare solare Gewinne QS	0,00 kWh/a	100,00 %	0,00 kWh/a	0,00 %

Fensteraufbau: Lichtkuppel		Verglasung:	
Anteil Verglasung F_F	70,00 %	Gesamtenergiedurchlassgrad g_senkr	0,00
Anteil Rahmen	30,00 %	U_g	1,30 W/(m²K)
Anteil Paneele	0,00 %	Sonderverglasung	nein
Fugendurchlässigkeit	3 Klasse	Psi_g	--
Art	Zweischeiben-Isolierverglasung		

Rahmen:		Paneele	
U_f / U_f,BW	-- / 2,60 W/(m²K)	U_p (Paneelfüllung)	--
wärmetechnisch verbesserter Abstandshalter	ja	Psi_p	--
Art		Füllungstyp	



## Anlage II Normen und Regelwerke

Für die Nachweisführung werden nach Erfordernis folgende Regelwerke verwendet:

### Verordnungstext

- Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV 2014)
- Gesetz zur Förderung Erneuerbaren Energien im Wärmebereich (Erneuerbare Energien Wärmegesetz - EEWärmeG)

### Flankierende Normen und Regelwerke:

- DIN 4108-2, Ausgabe 2013-02: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
- DIN 4108-3, Ausgabe 2014-11: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz - Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung
- DIN 4108-3, Ausgabe 2002-04: Berichtigungen zu DIN 4108-3:2001-07
- DIN V 4108-4, Ausgabe 2017-03: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte
- DIN V 4108-6, Ausgabe 2003-06: Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs
- DIN V 4108-6, Ausgabe 2004-03: Berichtigungen zu DIN V 4108-6:2003-06
- DIN 4108-7, Ausgabe 2011-01: Luftdichtheit von Gebäuden
- DIN EN ISO 6946, Ausgabe 2008-04: Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren
- DIN EN ISO 10077-1, Ausgabe 2018-01: Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen – Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten
- DIN EN ISO 13370, Ausgabe 2008-04: Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Wärmeübertragung über das Erdreich - Berechnungsverfahren
- DIN V 4701-10, Ausgabe 2003-08: Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen, geändert durch A1 : 2006-12
- DIN V 4701-12, Ausgabe 2004-02: Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen im Bestand
- PAS 1027, Ausgabe 2004-02: Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen im Bestand, Ergänzung zur DIN 4701-12
- DIN V 18599 Teil 1-11, Ausgabe 2011-12: Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung