



Verkehrsbetriebe Karlsruhe GmbH
Planungsabteilung A2-PL1/Dieterle

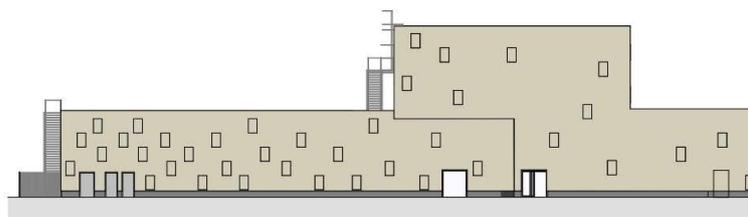
Erweiterung der Wende- und Abstellanlage am Hbf. Heilbronn / Bahnhofsvorplatz

Planrechtliche Entscheidung nach § 28 PBefG

**Anlage 12
Nachweis thermische Bauphysik (EnEV 2016)**



Wärmeschutznachweis



(basicc)

Bauvorhaben **Wartungshalle Heilbronn**
am Hbf. Heilbronn / Bahnhofsvorplatz

Projekt Nr.: **017/0043/001**

Bauherr: **AVG - Albtal-Verkehrs-Gesellschaft mbH**
Tullastr. 71
76131 Karlsruhe

Bauphysik: **Ingenieurgruppe Bauen**
Fritz-Erler-Straße 25
76133 Karlsruhe

Objektplaner **basicc**
Weltzienstraße 6a
76135 Karlsruhe

Datum: **17.02.2021**

Seitenanzahl: **60**

BERATENDE INGENIEURE VBI
PRÜFINGENIEURE FÜR
BAUTECHNIK VPI

INGENIEURGRUPPE **BAUEN**

AXEL BIßWURM
FRANK DEUCHLER
DR. RALF EGNER
ARNOLD HUMMEL
DR. HALIM KHBEIS
DR. DIETMAR H. MAIER
JOSEF SEILER
TIMO WINTER

BERATENDE INGENIEURE
PartG mbB

AMTSGERICHT MANNHEIM
PR 700485

UST-IDNR. DE143611588

SITZ DER GESELLSCHAFT:
FRITZ-ERLER-STR. 25
76133 KARLSRUHE

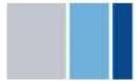
ZERTIFIZIERT NACH
DIN EN ISO 9001:2015

BANKVERBINDUNG
COMMERZBANK AG
BIC: COBADEFFXXX
IBAN:
DE57 6604 0018 0222 6009 00

FRITZ-ERLER-STR. 25
76133 KARLSRUHE

TEL +49 (721) 82 99-0
FAX +49 (721) 82 99-75

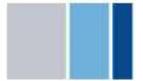
KARLSRUHE@
INGENIEURGRUPPE-BAUEN.DE



A) Inhalt

A) Inhalt	I
B) Änderungen und Nachträge	II
C) Unterschriften.....	III
1. Vorbemerkungen	1
2. Unterlagen.....	3
3. Vorschriften, Richtlinien, Programme.....	3
4. Anforderungen.....	4
4.1 Energieeinsparverordnung.....	4
4.2 Mindestwärmeschutz.....	4
4.3 Klimabedingter Feuchteschutz	5
5. Geplante Nutzungen, Konditionierung und Gebäudezonen	5
6. Gebäudehülle	6
7. Gebäudetechnik.....	6
7.1 Lüftung	6
7.2 Kühlung.....	6
7.3 Beleuchtung.....	6
7.4 Trinkwasser Warm	7
7.5 Heizung.....	7
7.6 Erneuerbare Energien	7
8. Luftdichtigkeit.....	7
9. Wärmebrücken	8
10. Sommerlicher Wärmeschutz	8
11. GEG Nachweis.....	9
11.1 Nachweis	9
12. Mindestwärmeschutz und klimabedingter Feuchteschutz	9
Anlage I – Zonierung	10
Anhang II – temperierte Bereiche	12
Anhang III – Bauteilaufbauten.....	15
Anlage IV – Sommerlicher Wärmeschutz.....	24
Anlage V – Berechnung	26

017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn	17.02.2021
	Wärmeschutznachweis	Seite I



B) Änderungen und Nachträge

Datum	Seitenzahlen	Bemerkungen
17.02.2021	Siehe Inhaltsverzeichnis	Erstelldatum

017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn	17.02.2021
	Wärmeschutznachweis	Seite II



C) Unterschriften

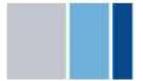
Verantwortlicher Partner:

Dr.-Ing. Dietmar H. Maier

Bearbeiter:

i.A. Stefan Nerlich M.Sc.

017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn	17.02.2021
	Wärmeschutznachweis	Seite III

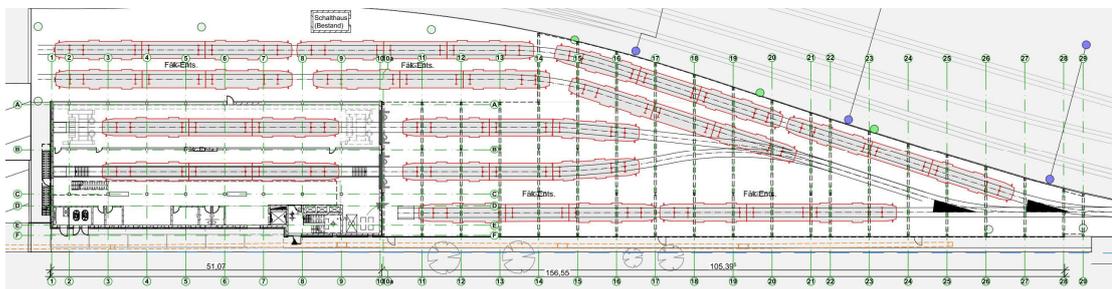


1. Vorbemerkungen

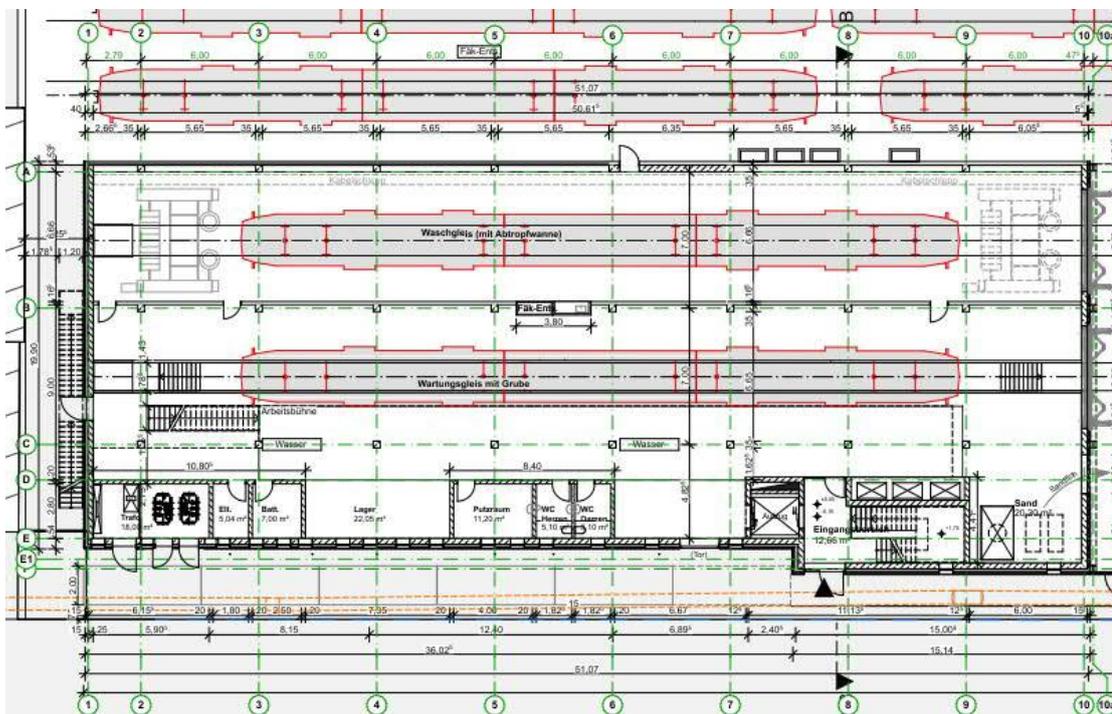
Die AVG plant in Heilbronn den Neubau einer Abstellanlage inkl. einer Wartungshalle mit Büro- sowie Sozialräumen. Aus Gründen des Schallschutzes ist das Gleisvorfeld mit der Abstellung einzuhausen.

Die Wartungshalle, im westlichen Grundstücksbereich gelegen, gliedert sich in einen Teilbereich für kleinere Wartungsarbeiten mit einer Wartungsgrube sowie einen Bereich zum Waschen der Fahrzeuge. Auf dem Dach der Halle werden in einem zweigeschossigen Baukörper Büro-, Aufenthalts- und Sozialräume für das Personal geschaffen.

In der teilweisen Unterkellerung der Werkstatthalle werden die technischen Anlagen aufgestellt.

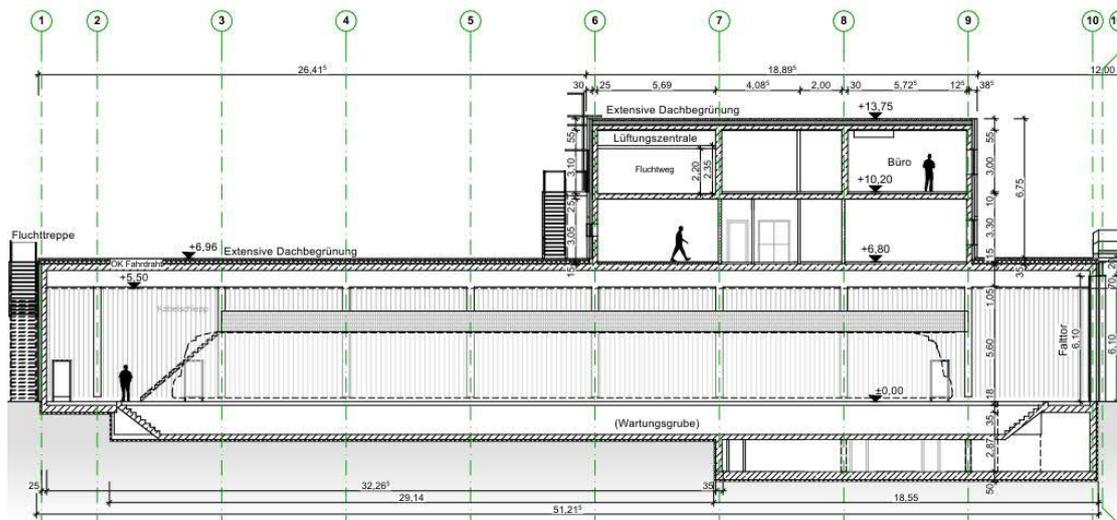
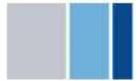


Auszug Lageplan Basicc



Grundriss EG

017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn	17.02.2021
	Wärmeschutznachweis	Seite 1



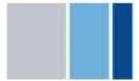
Längsschnitt Werkstatt

Im Sinne des GEG ist das Gebäude als Nichwohngebäude einzustufen. Es wird eine Planung entsprechend der gesetzlichen Vorgaben verfolgt. In dem vorliegenden Bericht wird der Nachweis des baulichen Wärmeschutzes mit folgenden Einzelnachweisen erbracht.

- **GEG, Stand 2020**, darin
 - gem. §10, Absatz 2: Nachweis der Nutzung erneuerbarer Energien
 - gem. §11: Nachweis des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2
 - gem. §13: Nachweis der Luftdichtheit
 - gem. §14: Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes
 - gem. §15: Für das zu errichtende Wohngebäude und das Referenzgebäude ist der Jahres-Primärenergiebedarf nach DIN V 18599: 2018-09 zu ermitteln.
 - gem. §16: Nachweis des baulichen Wärmeschutzes (Transmissionswärmeverluste)
- **Klimabedingter Feuchteschutz** gem. DIN 4108-3

Im Rahmen der Genehmigungsplanung wurde das Gebäude mit dem derzeitigen Planungsstand modelliert und der förmliche Nachweis erstellt. Die Ausstellung eines Energieausweises erfolgt nach Fertigstellung des Gebäudes.

017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn	17.02.2021
	Wärmeschutznachweis	Seite 2



2. Unterlagen

Dieser Nachweis basiert auf dem derzeitigen Planungsstand mit Planunterlagen sowie Entscheidungen und Absprachen der Projektbeteiligten, im Besonderen nachfolgend angegebenen Unterlagen:

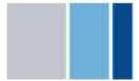
- Architektur
 - Planstand 25.11.2020
- Abstimmungen zum sommerlichen Wärmeschutz
 - 2020-12-03_SoWä_AVG Halle Heilbronn Stand 11-20
- Gebäudetechnik
 - Plan: AVG Heilbronn Vorentwurf 2_Pläne
 - E-Mail: Herr Baumgärtner (SEF) vom 4.+5. 11.2020 sowie 11.02.2021

3. Vorschriften, Richtlinien, Programme

Maßgebende Normen und Verordnungen:

- Gebäudeenergiegesetz „GEG“
- DIN V 18599
- DIN 4108
- Software Dämmwerk 2021

017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn	17.02.2021
	Wärmeschutznachweis	Seite 3



4. Anforderungen

4.1 Energieeinsparverordnung

Die allgemeinen Anforderungen an die Gebäudehülle ergeben sich aus der derzeit gültigen GEG 2020. Das Gebäudeenergiegesetz, kurz GEG, schreibt vor, dass Neubauten einen vergleichbaren energetischen Stand erreichen müssen wie ein Referenzgebäude. Für dieses Referenzgebäude sind in Anlage 1 der GEG 2020 Referenzwerte der Gebäudehülle und der Anlagentechnik hinterlegt.

Im vorliegenden Fall des Neubaus ergeben sich folgende Anforderungen.

- Anforderungen an den zul. Jahresprimärenergiebedarf und an die zul. Transmissionswärmeverluste
- Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz
- Anforderungen an die Luftdichtheit
- Anforderung zur Nutzung regenerativer Energien

Das Gebäude darf die zulässigen Werte des **Jahres-Primärenergiebedarfs** und der **Transmissionswärmeverluste** eines Referenzgebäudes gleicher Geometrie, Nettogrundfläche, Ausrichtung und Nutzung mit der in entsprechender Anlage des GEG angegebenen thermischen und technischen Ausrüstung nicht überschreiten.

Zudem sind die Anforderungen an den **sommerlichen Wärmeschutz** sowie das zu verwendende Berechnungsverfahren in dem GEG festgelegt. Diese sieht die Begrenzung des solaren Wärmeeintrags vor, damit in Gebäuden in Abhängigkeit von der Sommerklimaregion festgelegte Temperaturen nicht oder nur in einem begrenzten Zeitraum überschritten werden.

Im Rahmen des Neubaus ergeben sich Anforderungen an die **Gebäudedichtheit** entsprechend §13 GEG. Alle Fugen in der wärmeübertragenden Umfassungsfläche sind entsprechend dem Stand der Technik dauerhaft und luftundurchlässig abzudichten. Die Fugendurchlässigkeit der außenliegenden Fenster und Fenstertüren von beheizten Räumen müssen mindestens Klasse 3 gem. DIN EN 12207 und die der Außentüren mindestens Klasse 2 genügen.

Der Wärme- und Kälteenergiebedarf muss nach GEG zumindest anteilig durch die **Nutzung erneuerbarer Energien** gedeckt werden.

4.2 Mindestwärmeschutz

Zur Gewährleistung eines hygienischen Raumklimas und des Schutzes der Bauteilkonstruktionen vor klimabedingten Feuchteeinwirkungen sind die Regelquerschnitte der thermischen Gebäudehülle entsprechend den Anforderungen an den Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2:2013-02 auszuführen.

Ein Gebäude ist so zu errichten, dass der Einfluss konstruktiver Wärmebrücken auf den Jahres-Heizwärmebedarf nach den anerkannten Regeln der Technik und nach den im jeweiligen Einzelfall wirtschaftlich vertretbaren Maßnahmen so gering wie möglich gehalten wird.

017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn	17.02.2021
	Wärmeschutznachweis	Seite 4

Wärmebrücken sind derart zu bemessen, dass die Anforderungen des §6 der DIN 4108-2:2013-02 nachgewiesen werden. Es wird empfohlen, alle konstruktiven Details im Hinblick auf Wärmebrücken nach DIN 4108 Beiblatt 2 oder mit geringeren Transmissionswärmeverlusten zu planen.

4.3 Klimabedingter Feuchteschutz

Zur Vermeidung von Tauwasserbildung im Innern von Bauteilen der thermischen Gebäudehülle sind die Regelquerschnitte entsprechend §5 der DIN 4108-3:2014-11 auszuführen.

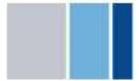
5. Geplante Nutzungen, Konditionierung und Gebäudezonen

Das Gebäude ist als Mehrzonenmodell erfasst. Die Zonen werden entsprechend der Nutzung nach DIN V 18599-10 mit entsprechender Konditionierung zugeordnet. Folgende Gebäudezonen wurden erfasst:

	Zone	Temperierung
1.	 Verkehr 12	12 °C
2.	 Verkehr 18	18 °C
3.	 Verkehr 21	21 °C
4.	 Lager 12	12 °C
5.	 Lager 18	18 °C
6.	 Lager 21	21 °C
7.	 Sanitär ZA	21 °C
8.	 Sanitär AB	21 °C
9.	 Werkhalle 15	15 °C
10.	 Werkhalle 18	18 °C
11.	 Aufenthalt	21 °C
12.	 Besprechung	21 °C
13.	 Büro oK	21 °C
14.	 Büro KÜ	21 °C

Im Anhang I sind die Zonenzuordnungen als Planskizzen dargestellt.

017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn	17.02.2021
	Wärmeschutznachweis	Seite 5



6. Gebäudehülle

Die thermische Gebäudehülle setzt sich aus den folgenden Regelquerschnitten zusammen:

Bauteil	Kürzel	U-Wert [W/(m²K)]
Bodenplatte im UG	BP-KG	
Bodenplatte im EG	BP-EG	
Außenwand gegen Erdreich	AWE	
Außenwand Standard	AW	
Außenwand aus Profilglas	AW-Profil	
Außenwand im Traforaum	AW-Trafo	
Decke nach unten gegen außen im Trafobereich	DUA-Trafo	
Decke nach unten gegen außen	DUA	
Dach im Hallenbereich	DA-Halle	
Dach im Bürobereich	DA-Büro	
Fenster in Räumen mit Temperierung 12 °C	FE-12	
Fenster in Räumen mit Temperierung 18 °C	FE-18	
Fenster in Räumen mit Temperierung 21 °C	FE-21	
Tor	TOR	
Außentüren	TÜR-außen	

In der Anlage II sind die Bauteile der Gebäudehülle detailliert beschrieben. Dabei werden die bauphysikalisch relevanten Bauteilschichten aufgeführt. Abdichtungsbahnen beziehungsweise Verkleidungen und Beläge sind hier nicht für alle Bauteile dargestellt. Wesentlich sind die angegebenen in obiger Tabelle angegebenen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert).

7. Gebäudetechnik

7.1 Lüftung

Das Gebäude wird über Fensterlüftung sowie eine Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung von 60 % umgesetzt. Die Verteilung ist den Planunterlagen des entsprechenden Fachplaners zu entnehmen.

7.2 Kühlung

Eine Kühlung ist für Teile des „Büroturms“ im 1. & 2. OG vorgesehen und der Planunterlagen des entsprechenden Fachplaners zu entnehmen. Zum Einsatz kommt eine VRV-Anlage (Verdampfer Klimanlage) mit dem Kältemittel R410A. Die Nennleistungszahl EER wird mit 5,0 angenommen.

7.3 Beleuchtung

Die Kunstlichtversorgung erfolgt über LED-Leuchten.

017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn	17.02.2021
	Wärmeschutznachweis	Seite 6

7.4 Trinkwasser Warm

Das Gebäude wird im Bereich des Büroturms zentral, im Werkstattbereich dezentral mit Trinkwasser warm versorgt. Für den zentral versorgten Bereich erfolgt die Wärmeerzeugung über die Fernwärme. Der Heizungsspeicher für die Frischwasserstation ist mit 1000 l angenommen.

Die dezentrale Versorgung wird dezentral mittels elektrisch betriebener Durchlauferhitzer angenommen.

7.5 Heizung

Die Wärmeerzeugung wird mittels Fernwärme sichergestellt. Die Heizwärmeverteilung erfolgt über gedämmte Leitungen. Die Heizwärmeübergabe erfolgt getrennt mit Fußbodenheizung und Heizkörpern, wobei die Fußbodenheizung im Werkstattbereich zum Einsatz kommt. Die Vor- und Rücklauftemperaturen für die Heizkörper für die Heizkörper betragen 60 °C und 40 °C. Für die Industriefußbodenheizung sind 40 °C und 30 °C angegeben.

7.6 Erneuerbare Energien

Mit der geplanten Fernwärme des „Heizwassernetz der Heilbronner VersorgungsGmbH in Heilbronn“ werden die Anforderungen des GEG Abschnitt 4 eingehalten.

8. Luftdichtigkeit

Für die Luftdichtheit des gesamten Gebäudes wurde die Kategorie I, mit Dichtheitsprüfung mit RLT-Anlage ($n_{50} = 1,5 \text{ h}^{-1}$) angesetzt.

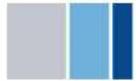
Im Rahmen des vorliegenden GEG-Nachweises ist daher erforderlich eine Dichtheitsprüfung durchzuführen (Blower-Door-Test). Dies kann entsprechend der Regeln der Technik auch Raumweise erfolgen. Darüber hinaus dient die Überprüfung der Gebäudedichtheit auch als Qualitätskontrolle. Nicht fachgerecht eingebaute Einbauteile wie Fenster oder Türen können schnell identifiziert und mögliche Mängel zeitnah festgestellt werden.

Unabhängig von der erforderlichen Luftdichtheitsmessung müssen alle Fugen in den wärmeübertragenden Umfassungsflächen entsprechend dem Stand der Technik (DIN 4108-7) dauerhaft und luftundurchlässig abgedichtet sein. Die Luftdichtheit der Gebäudehülle ist sorgfältig zu planen, dies gilt besonders im Bereich von Übergängen, Fenstern und Eingangstüren.

Im Rahmen der Ausschreibung sind gem. DIN EN 12207 folgende Klassen für die Fugendurchlässigkeit zu fordern.

- außenliegenden Fenster und Fenstertüren: mindestens Klasse 3
- Außentüren mindestens Klasse 2

017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn	17.02.2021
	Wärmeschutznachweis	Seite 7



9. Wärmebrücken

Im Rahmen der Nachweisführung wurde ein pauschaler Wärmebrückenzuschlag $\Delta U_{WB} = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ angesetzt (ohne Nachweis).

Unabhängig davon sind Wärmebrücken sind soweit als möglich zu vermeiden oder derart zu bemessen, dass die Anforderungen des §6 der DIN 4108-2:2013-02 nachgewiesen werden.

Alle konstruktiven Details sollten bauphysikalisch im Hinblick auf Wärmebrücken nach DIN 4108 Beiblatt 2 Kategorie A oder mit geringeren Transmissionswärmeverlusten geplant werden. Ist eine Zuordnung zu entsprechender Kategorie nicht möglich, ist die Wärmebrücke aufzuzeigen und zu prüfen. Dies kann mittels einer Berechnung mit 2D- oder 3D-Simulation erfolgen.

10. Sommerlicher Wärmeschutz

Für die Berechnung der Sonneneintragskennwerte wurden vorab nachstehende nachweisrelevante Randbedingungen zugrunde gelegt.

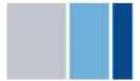
- Klimaregion „C“
- „Mittlere“ Bauart
- ohne Nachentlüftung
- Gesamtenergiedurchlassgrade der Verglasungen $g = 0,40$ (3-fach Wärme- und Sonnenschutzschutzverglasung)

Im Rahmen der vorliegenden Nachweisführung wurden folgende Räume untersucht:

- Schulung/ Besprechung
- Büro 21,06 m²
- Büro 30,40 m²

Mit einem außenliegenden Sonnenschutz mit $F_c \leq 0,3$ zur Ostseite werden die Anforderungen für alle Räume erfüllt.

017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn	17.02.2021
	Wärmeschutznachweis	Seite 8



11. GEG Nachweis

Der Nachweis nach Gebäudeenergiegesetz - GEG, ist der rechtlich erforderliche Nachweis des Wärmeschutzes.

11.1 Nachweis

Nachweis der thermischen Hülle

Höchstwerte für **Hüllflächengruppen** nach GEG A3

		opake Bauteile [W/ (m ² K)]	Fenster [W/ (m ² K)]	Vorhangf. [W/ (m ² K)]	Oberl. [W/ (m ² K)]
U _{max}	T _i >= 19°C	0,28	1,50	1,50	2,50
U _{max}	T _i < 19°C	0,50	2,80	3,00	3,10
"<1> Verkehr 12"	21°C	0,17			
"<2> Verkehr 18"	21°C	0,25	1,50		
"<3> Lager 12"	21°C	0,17	1,50		
"<4> Sanitär ZA"	21°C	0,25	1,10		
"<5> Lager 21"	21°C	0,17			
"<6> Sanitär AB"	21°C	0,22	1,10		
"<7> Werkhalle 18"	20°C	0,22	1,50		
"<8> Aufenthalt"	21°C	0,26	1,10		
"<9> Verkehr 21"	21°C	0,20	1,10		
"<10> Lager 18"	21°C	0,21	1,50		
"<11> Werkhalle 15"	17°C	0,27	1,80		
"<12> Büro KÜ"	21°C	0,21	1,10		
"<13> Besprechung"	21°C	0,26	1,10		
"<14> Büro oK"	21°C	0,26	1,10		

Die Höchstwerte für Wärmedurchgangskoeffizienten werden eingehalten, **Nachweis erbracht**
kleinste Grenzwertunterschreitung: $U = 1,50 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) = 1,50 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) -0,0\%$

Nachweis des Primärenergiebedarfs

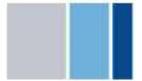
Höchstwert des grundflächenbezogenen Jahres-Primärenergiebedarfs nach GEG '20, § 18
zul $q_{P,REF} = 100,2 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, aus der Referenzberechnung
zul $q_P = 100,2 - 25\% = 75,1 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, geforderte Unterschreitung nach GEG §18
vorh $q_P = 172.388 / 2893,4 = 59,6 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

vorh $q_P = 59,6 \leq 75,1 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, **Grenzwert wird eingehalten**

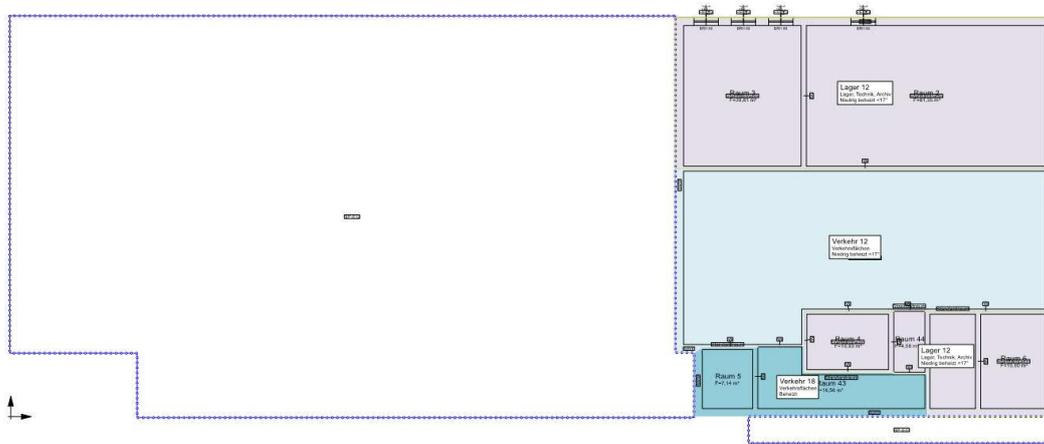
12. Mindestwärmeschutz und klimabedingter Feuchteschutz

Die entsprechenden Nachweise zum Mindestwärmeschutz gem. DIN 4108-2 der Regelquerschnitte sind den Bauteilblättern in Anlage III zu entnehmen. Alle vorgesehenen Bauteile der thermischen Hülle sind gem. DIN 4108-3 als nachweisfrei einzustufen oder ohne kritische Tauwasserbildung im Bauteil.

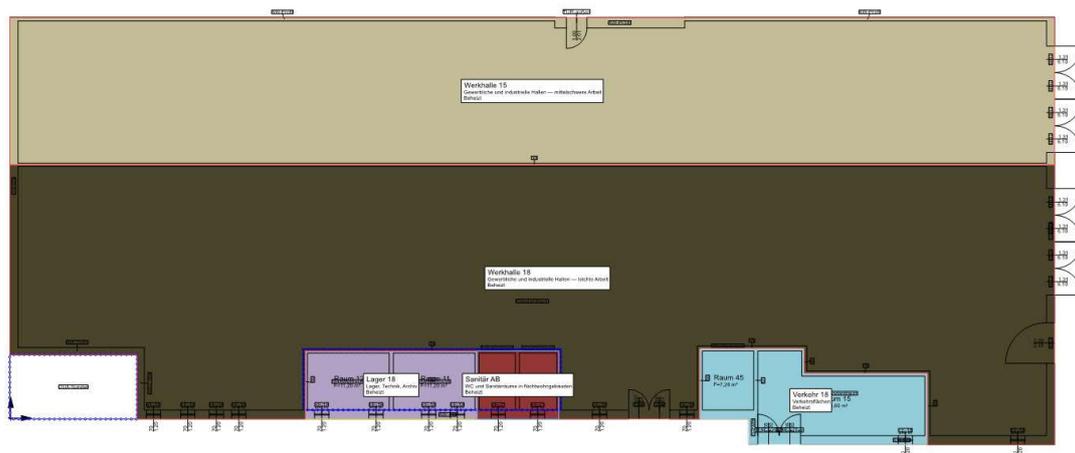
017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn	17.02.2021
	Wärmeschutznachweis	Seite 9



Anlage I – Zonierung

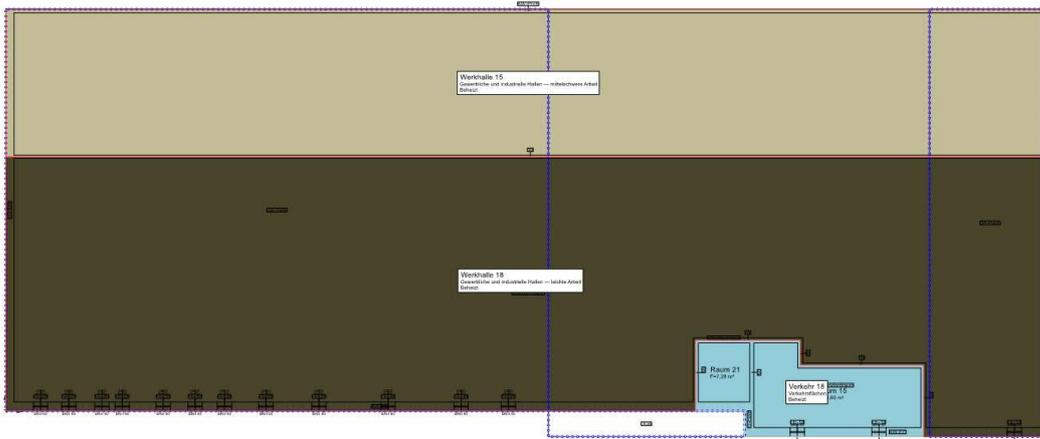
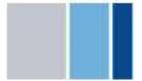


Zonierung im UG

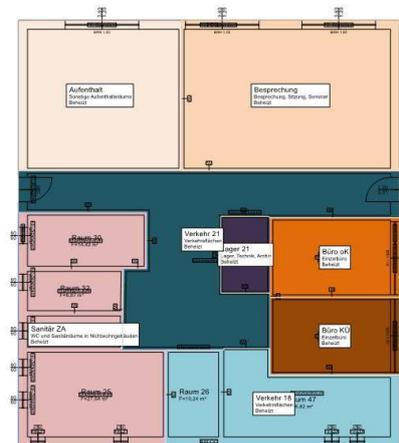


Zonierung im EG

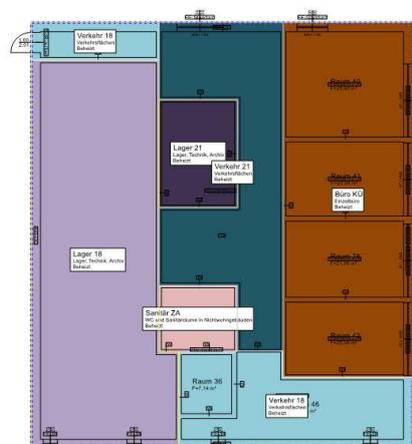
017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn	17.02.2021
	Wärmeschutznachweis	Seite 10



Zonierung im ZG

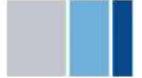


Zonierung im OG 1

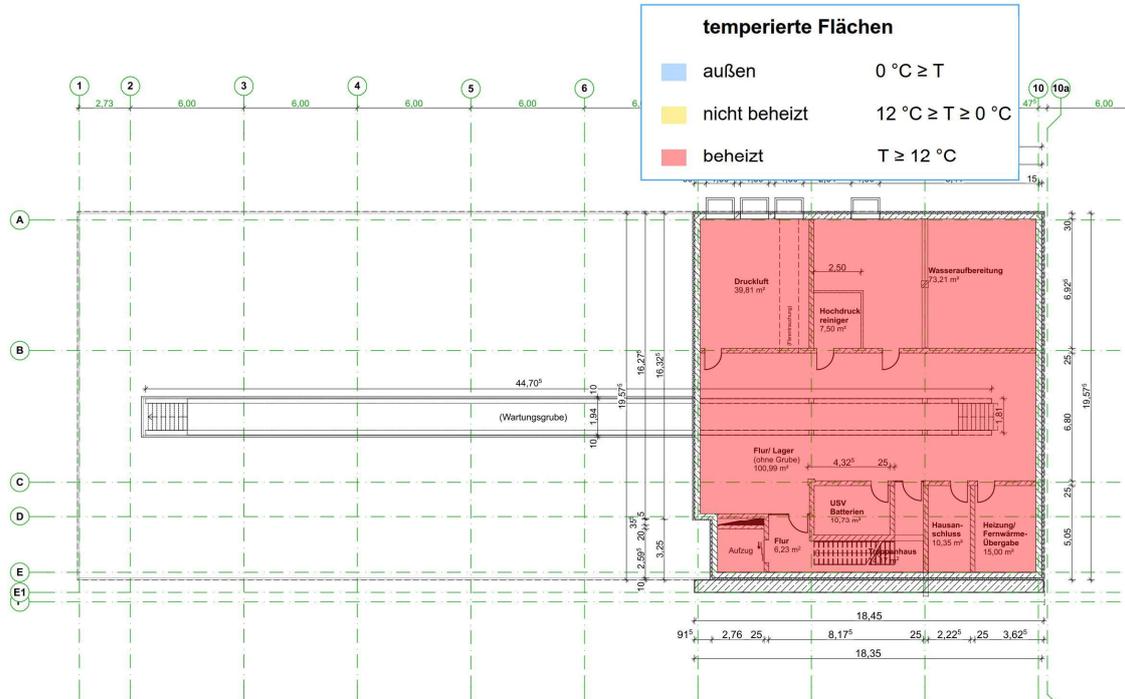


Zonierung im OG 2

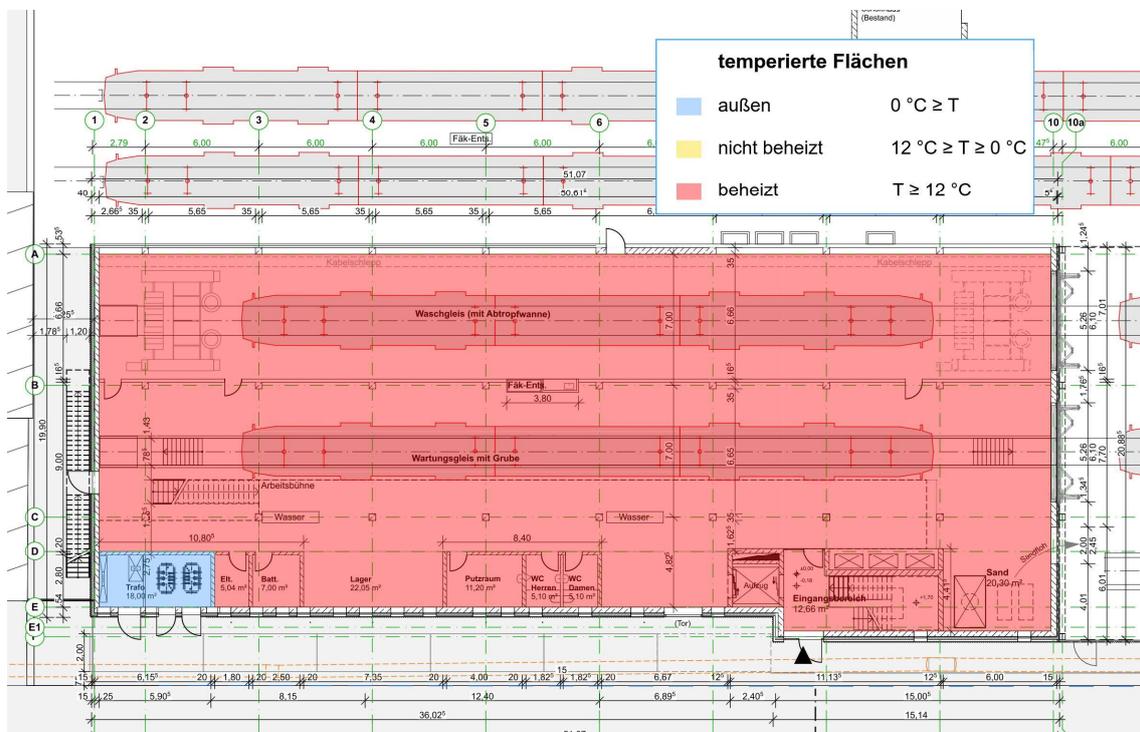
017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn	17.02.2021
	Wärmeschutznachweis	Seite 11



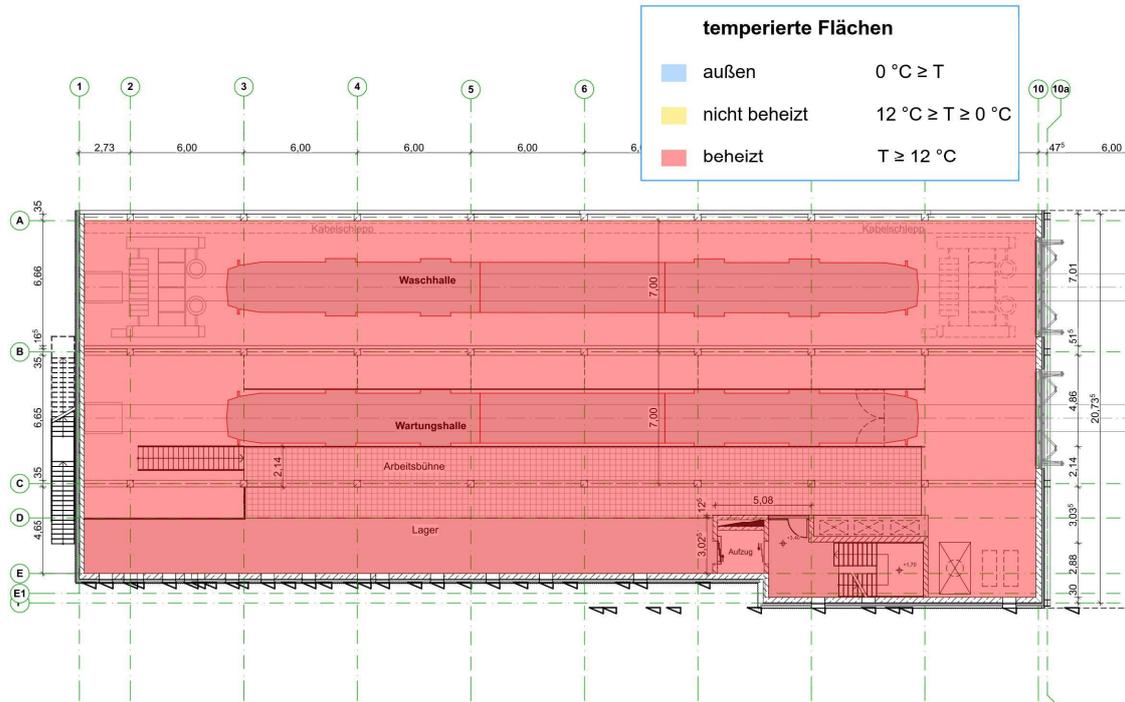
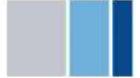
Anhang II – temperierte Bereiche



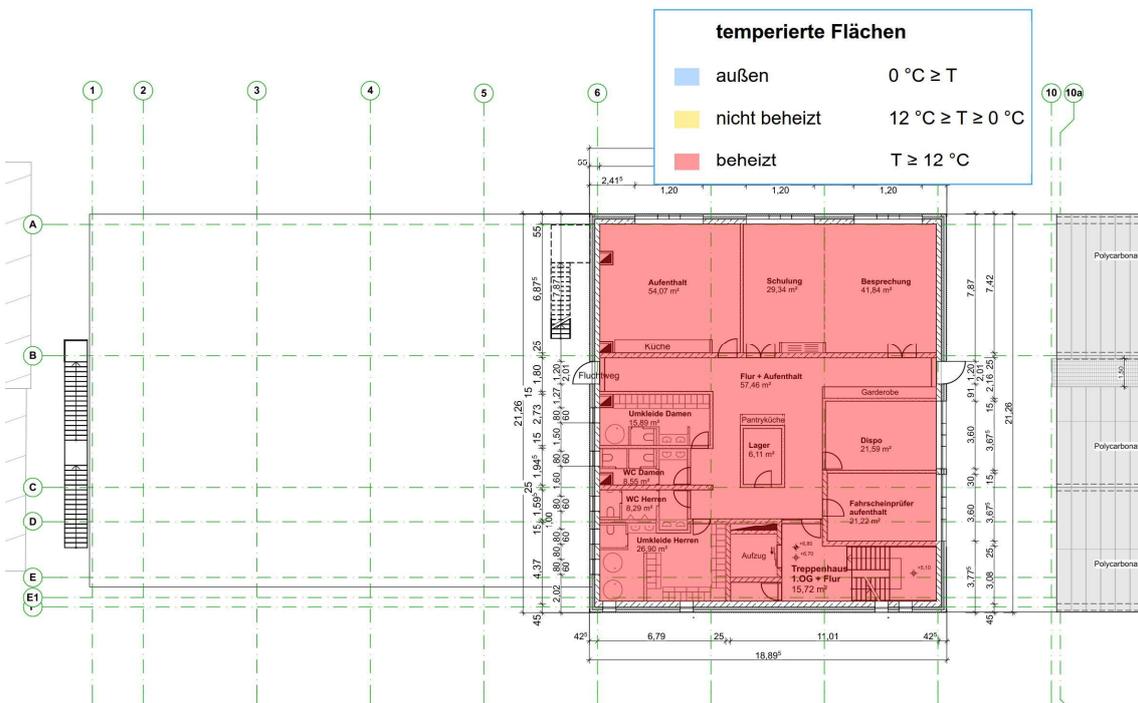
Thermische Hülle UG



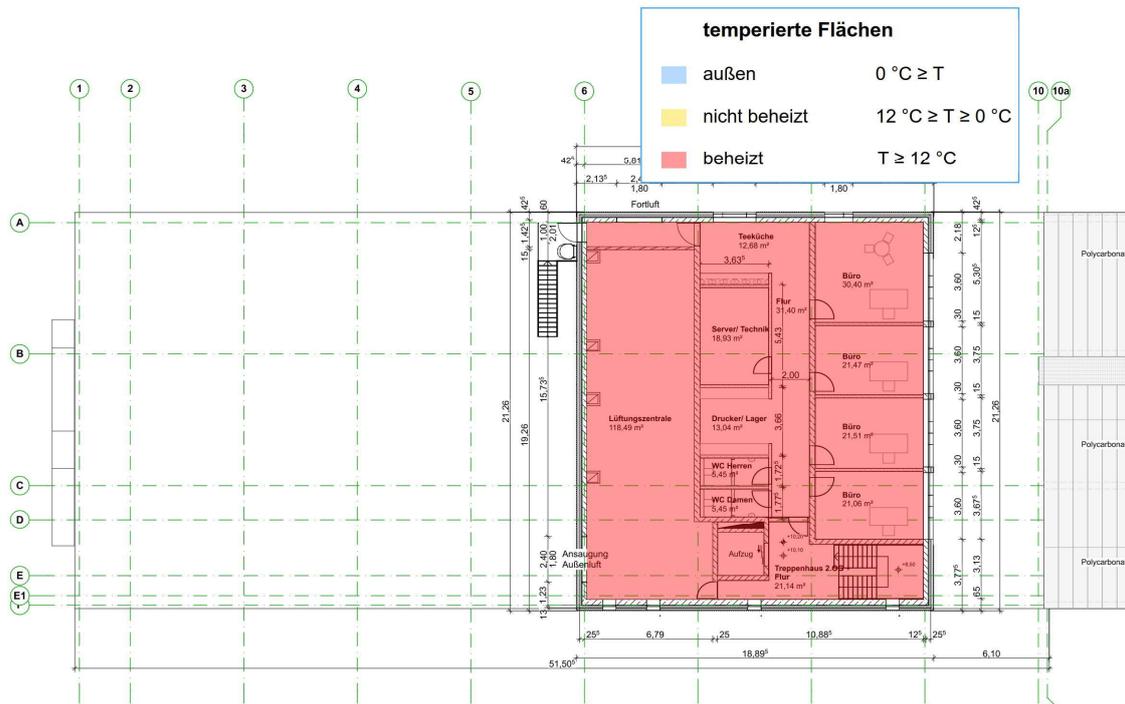
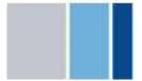
Thermische Hülle EG



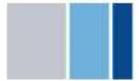
Thermische Hülle ZG



Thermische Hülle OG 1

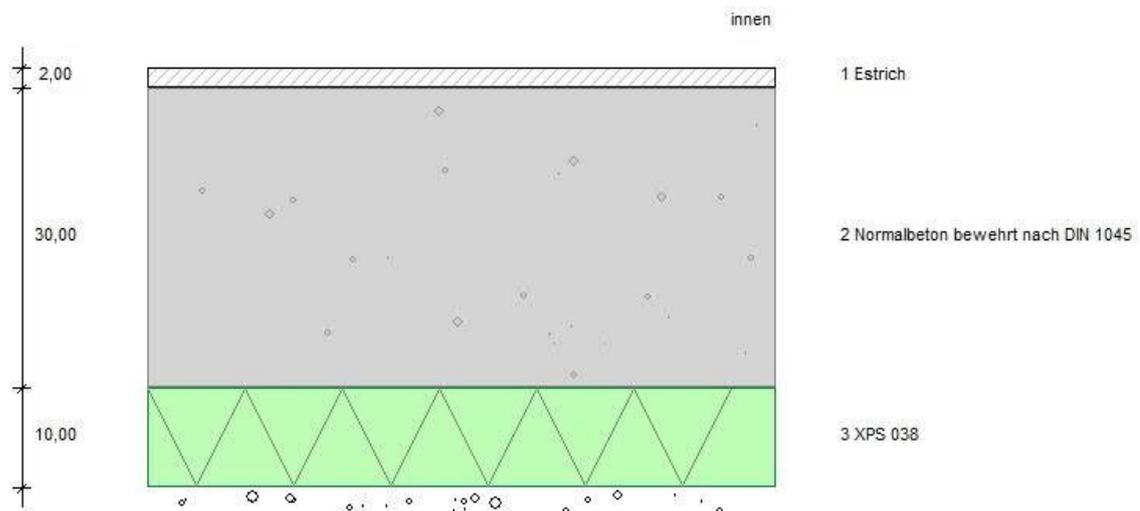


Thermische Hülle OG 2



Anhang III – Bauteilaufbauten

Bauteil: BP-KG



BP-KG
 $U = 0,34 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Bauteiltyp "Fußboden gegen Erdreich"
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,17$ und $R_{se} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W	
R_{si}					0,17	
01 Estrich	2,00	1400	28,0	-	-	
02 Normalbeton bewehrt nach DIN 104	30,00	2400	720,0	2,100	0,14	
03 XPS 038	10,00	25	2,5	0,038	2,63	
R_{se}					0,00	
d =		42,00	G =	750,5	$R_T =$	2,94

Wärmedurchgangskoeffizient

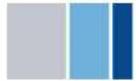
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,34 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

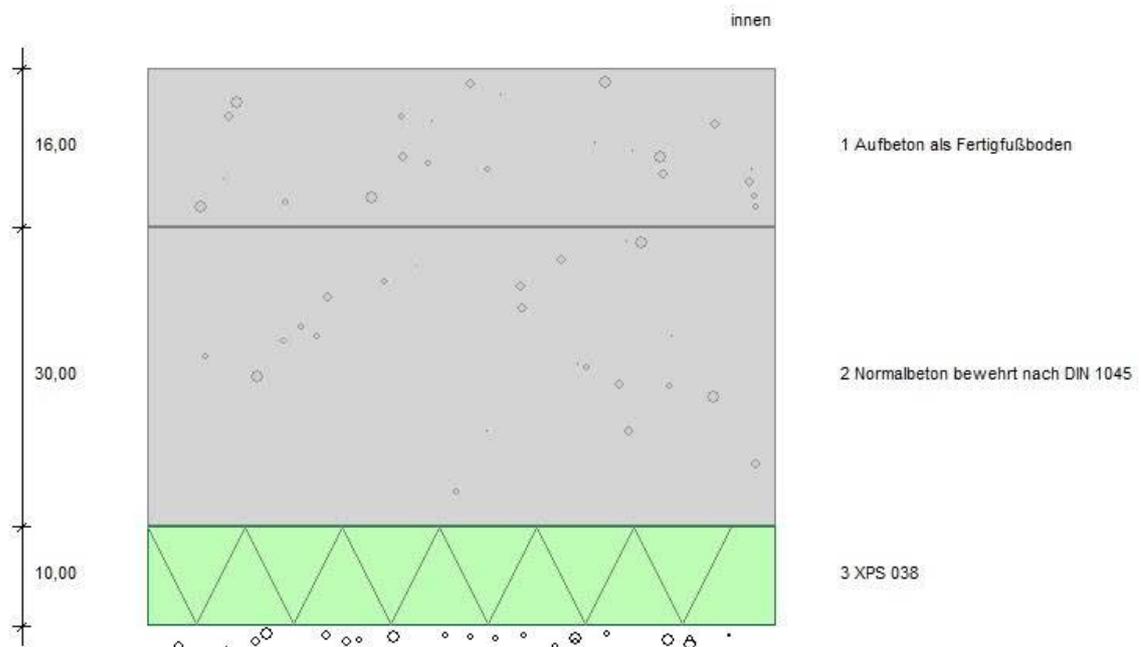
Sohlplatten, unmittelbar an das Erdreich grenzend bis zu einer Raumtiefe von 5 m (DIN 4108-2:2013. Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R = 2,77 \geq 0,90 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn	17.02.2021
	Wärmeschutznachweis	Seite 15



Bauteil: BP-EG



BP-EG
U = 0,33 W/(m²K)

Bauteiltyp "Fußboden gegen Erdreich"
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,17$ und $R_{se} = 0,00$ m²KW

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/ (mK)	R m² K/W
R_{si}					0,17
01 Aufbeton als Fertigfußboden	16,00	2000	320,0	1,350	0,12
02 Normalbeton bewehrt nach DIN 104	30,00	2400	720,0	2,100	0,14
03 XPS 038	10,00	25	2,5	0,038	2,63
R_{se}					0,00
d = 56,00 G = 1042,5 $R_T = 3,06$					

Wärmedurchgangskoeffizient

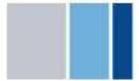
Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,33 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

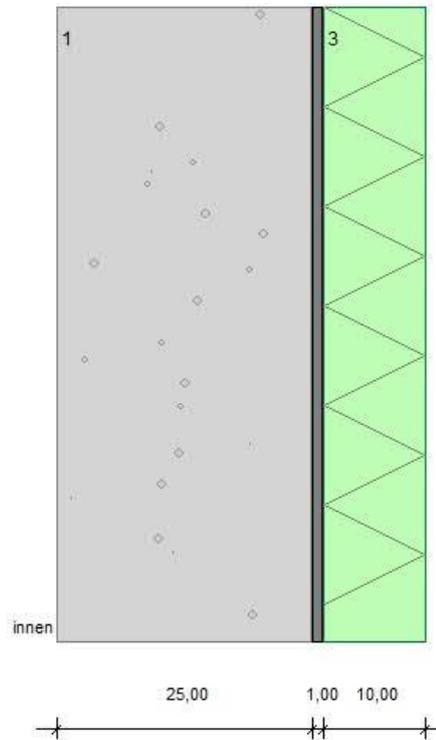
Sohlplatten, unmittelbar an das Erdreich grenzend bis zu einer Raumtiefe von 5 m (DIN 4108-2:2013. Mindestanforderungen nach Tab.3.

R 2,89 ≥ 0,90 m²K/W erfüllt die Anforderungen

017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn	17.02.2021
	Wärmeschutznachweis	Seite 16



Bauteil: AWE



AWE

$$U = 0,32 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

von innen

1 Normalbeton bewehrt nach DIN 1045

2 Bitumen

3 XPS

Bauteiltyp "Außenwand"

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/ (mK)	R m ² K/W	
R_{si}					0,13	
01 Normalbeton bewehrt nach DIN 104	25,00	2400	600,0	2,100	0,12	
02 Bitumen	1,00	1050	10,5	0,170	0,06	
03 XPS	10,00	-	-	0,036	2,78	
R_{se}					0,04	
d = 36,00					G = 610,5	$R_T = 3,13$

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,32 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ (ohne Korrekturen)

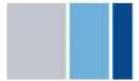
Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

Wände beheizter Räume gegen Außenluft, Erdreich, Tiefgaragen (DIN 4108-2:2013).

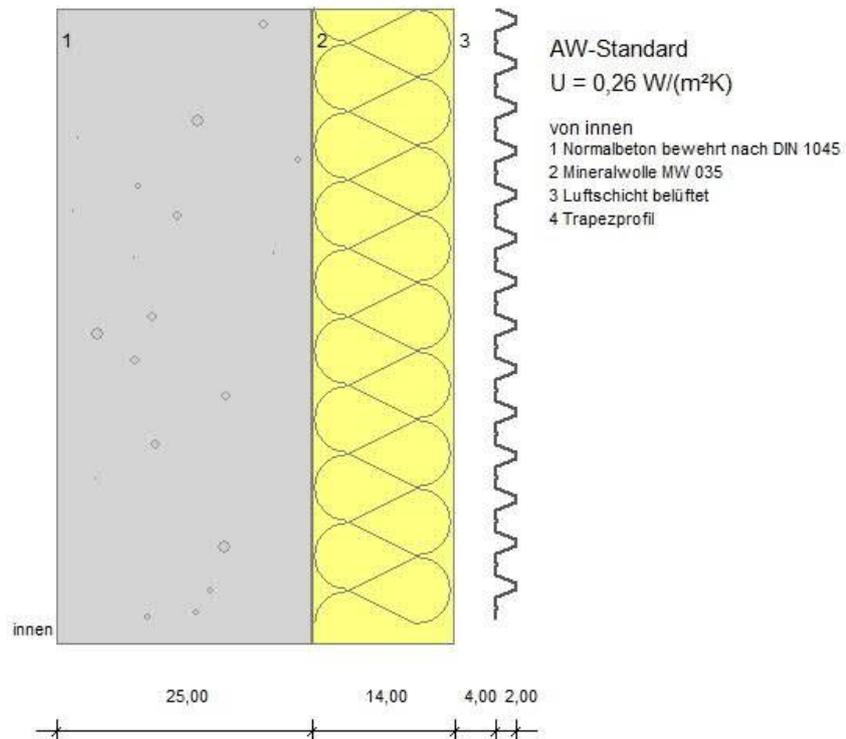
Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R = 2,96 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn	17.02.2021
	Wärmeschutznachweis	Seite 17



Bauteil: AW-Standard



Bauteiltyp "Außenwand"
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,04$ m²K/W

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/ (mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,13
01 Normalbeton bewehrt nach DIN 104	25,00	2400	600,0	2,100	0,12
02 Mineralwolle MW 035	14,00	20	2,8	0,035	4,00
03 Luftschicht belüftet	4,00	1	0,0	-	-
04 Trapezprofil	2,00	-	-	-	-
R_{se}					0,04
d = 45,00 G = 602,8 $R_T = 4,29$					

Wärmedurchgangskoeffizient

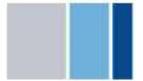
Wärmedurchgangskoeffizient $U_c = 0,233 + 0,030 = 0,26$ W/(m²K)
0,030 Befestigung Fassade z.B. MFT-FOX VT & HT
U-Wert Gesamtkorrektur = 13%

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

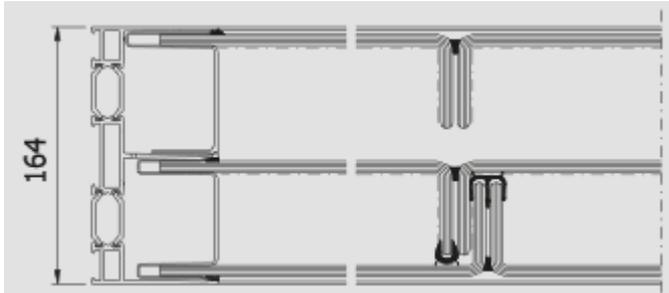
Wände beheizter Räume gegen Außenluft, Erdreich, Tiefgaragen (DIN 4108-2:2013).
Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R \quad 4,12 \geq 1,20 \quad \text{m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn	17.02.2021
	Wärmeschutznachweis	Seite 18



Bauteil: AW-Profil



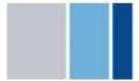
Bauteiltyp "Außenwand verglast"
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{Si} = 0,13$ und $R_{Se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

.....
Wärmedurchgangskoeffizient

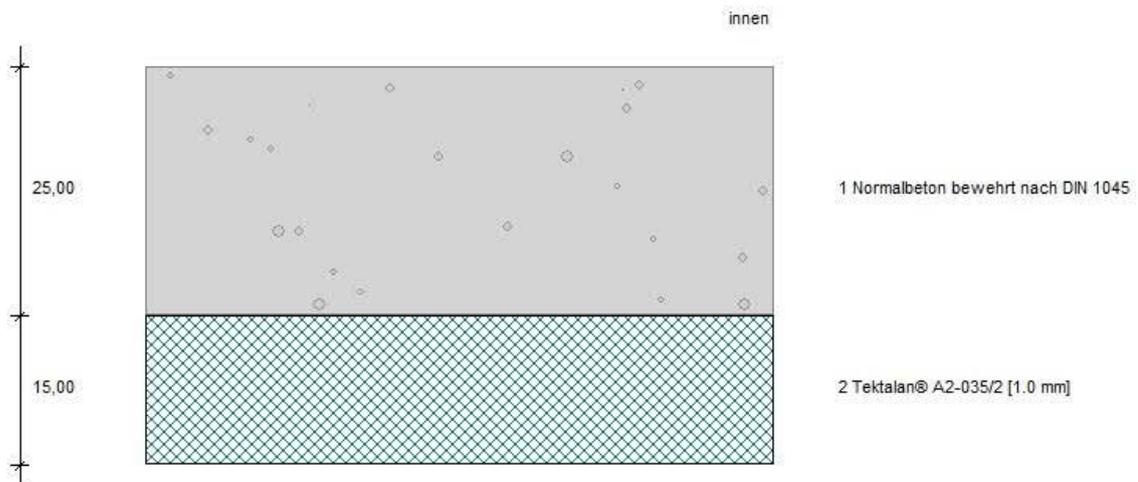
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

.....

017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn	17.02.2021
	Wärmeschutznachweis	Seite 19



Bauteil: DUA-Trafo



DUA-Trafo
 $U = 0,22 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Bauteiltyp "Decke nach unten gegen die Außenluft"
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,17$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/ (mK)	R m ² K/W	
R_{si}					0,17	
01 Normalbeton bewehrt nach DIN 104	25,00	2400	600,0	2,100	0,12	
02 Tektalan® A2-035/2 [1.0 mm]	15,00	115	17,3	-	4,13	
R_{se}					0,04	
$d =$		40,00	$G =$		617,3	$R_T =$
					4,46	

Wärmedurchgangskoeffizient

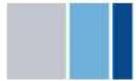
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,22 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

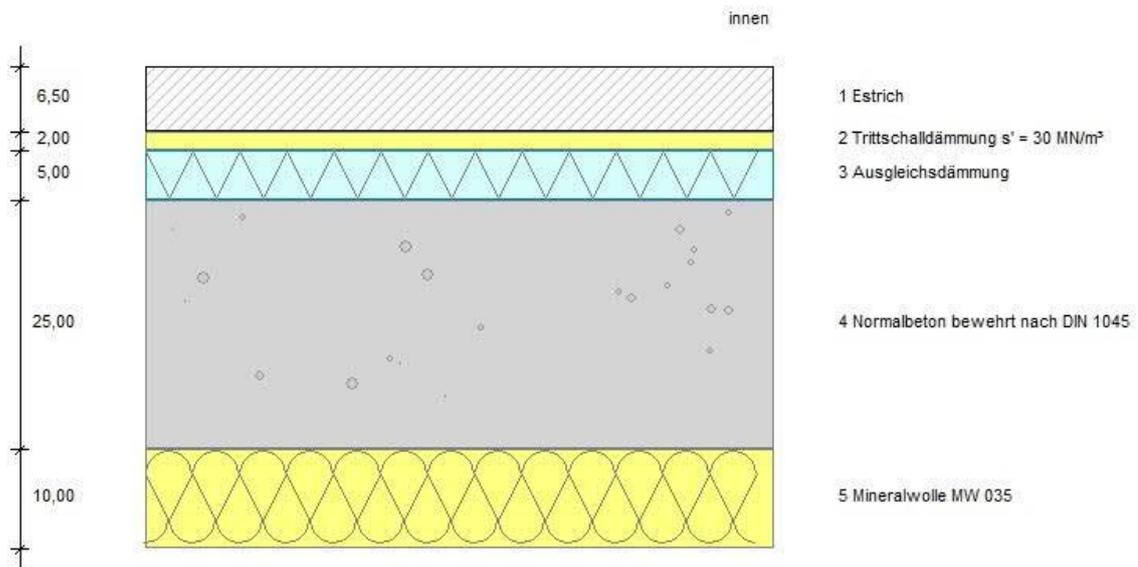
Decke über Durchfahrt. Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R \quad 4,25 \geq 1,75 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ erfüllt die Anforderungen

017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn	17.02.2021
	Wärmeschutznachweis	Seite 20



Bauteil: DUA



DUA
 $U = 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Bauteiltyp "Decke nach unten gegen die Außenluft"
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,17$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/ (mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,17
01 Estrich	6,50	2100	136,5	1,200	0,05
02 Trittschalldämmung $s' = 30 \text{ MN}/\text{m}^2$	2,00	-	-	0,040	0,50
03 Ausgleichsdämmung	5,00	20	1,0	0,040	1,25
04 Normalbeton bewehrt nach DIN 104	25,00	2400	600,0	2,100	0,12
05 Mineralwolle MW 035	10,00	20	2,0	0,035	2,86
R_{se}					0,04
d = 48,50 G = 739,5 $R_T = 4,99$					

Wärmedurchgangskoeffizient

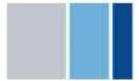
Wärmedurchgangskoeffizient $U_c = 0,200 + 0,050 = 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
0,050 Befestigung
U-Wert Gesamtkorrektur = 25%

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

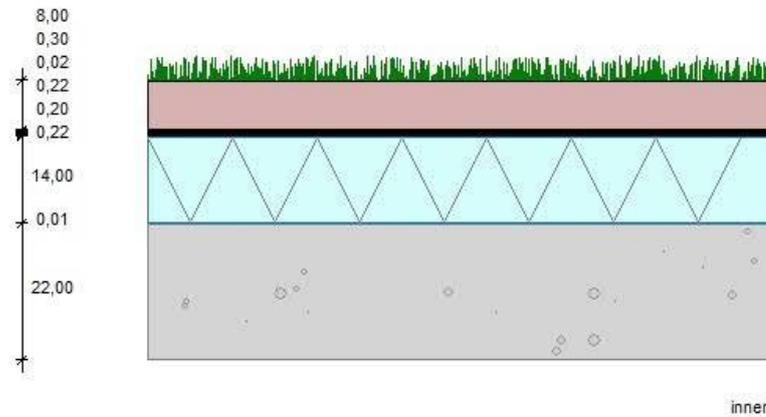
Decke über Durchfahrt. Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R = 4,78 \geq 1,75 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ erfüllt die Anforderungen

017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn	17.02.2021
	Wärmeschutznachweis	Seite 21



Bauteil: DA-Halle



- 9 Bisoroof Substrat E (extensiv)
- 8 Speicherschutzmatte TSM32
- 7 Wurzelschutzfolie WSF 40
- 6 Bauder FLEX TA 600 (Trennlage)
- 5 Sarnafil TG 55-20 (FPO-A)
- 4 Bauder FLEX TA 600 (Trennlage)
- 3 EPS 035 im Mittel
- 2 DIB Aluminiumverbundfolie 62162-1
- 1 Normalbeton bewehrt nach DIN 1045

DA-Halle
 $U = 0,23 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Bauteiltyp "Decke gegen die Außenluft"
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,10$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{KW}$

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/ (mK)	R m ² K/W	
R_{si}					0,10	
01 Normalbeton bewehrt nach DIN 104	22,00	2400	528,0	2,100	0,10	
02 DIB Aluminiumverbundfolie 62162-	0,01	-	0,1	200,000	0,00	
03 EPS 035 im Mittel	14,00	20	2,8	0,035	4,00	
04 Bauder FLEX TA 600 (Trennlage)	0,22	1150	2,5	0,170	0,01	
05 Sarnafil TG 55-20 (FPO-A)	0,20	-	2,3	-	-	
06 Bauder FLEX TA 600 (Trennlage)	0,22	1150	2,5	0,170	0,01	
07 Wurzelschutzfolie WSF 40	0,02	-	0,4	-	-	
08 Speicherschutzmatte TSM32	0,30	-	0,5	-	-	
09 Bisoroof Substrat E (extensiv)	8,00	1000	80,0	-	-	
R_{se}					0,04	
d = 44,97					G = 619,2	$R_T = 4,27$

Wärmedurchgangskoeffizient

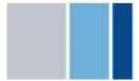
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,23 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

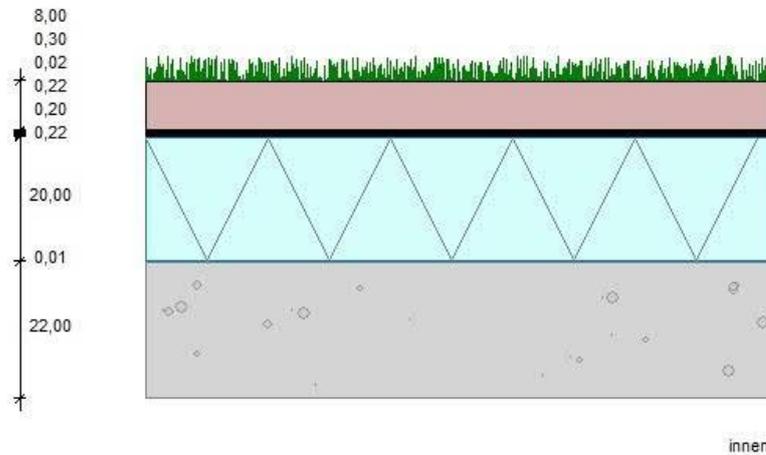
Wärmedämmte Dachschrägen (DIN 4108-2:2013). Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R = 4,13 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ erfüllt die Anforderungen

017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn	17.02.2021
	Wärmeschutznachweis	Seite 22



Bauteil: DA-Büro



- 9 Bisoroof Substrat E (extensiv)
- 8 Speicherschutzmatte TSM32
- 7 Wurzelschutzfolie WSF 40
- 6 Bauder FLEX TA 600 (Trennlage)
- 5 Sarnafil TG 55-20 (FPO-A)
- 4 Bauder FLEX TA 600 (Trennlage)

- 3 EPS 035 im Mittel

- 2 DIB Aluminiumverbundfolie 62162-1

- 1 Normalbeton bewehrt nach DIN 1045

DA-Büro
U = 0,17 W/(m²K)

Bauteiltyp "Decke gegen die Außenluft"
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,10$ und $R_{se} = 0,04$ m²K/W

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W
R_{si}					0,10
01 Normalbeton bewehrt nach DIN 104	22,00	2400	528,0	2,100	0,10
02 DIB Aluminiumverbundfolie 62162-	0,01	-	0,1	200,000	0,00
03 EPS 035 im Mittel	20,00	20	4,0	0,035	5,71
04 Bauder FLEX TA 600 (Trennlage)	0,22	1150	2,5	0,170	0,01
05 Sarnafil TG 55-20 (FPO-A)	0,20	-	2,3	-	-
06 Bauder FLEX TA 600 (Trennlage)	0,22	1150	2,5	0,170	0,01
07 Wurzelschutzfolie WSF 40	0,02	-	0,4	-	-
08 Speicherschutzmatte TSM32	0,30	-	0,5	-	-
09 Bisoroof Substrat E (extensiv)	8,00	1000	80,0	-	-
R_{se}					0,04
d = 50,97 G = 620,4 $R_T = 5,98$					

Wärmedurchgangskoeffizient

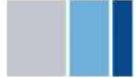
Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,17 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

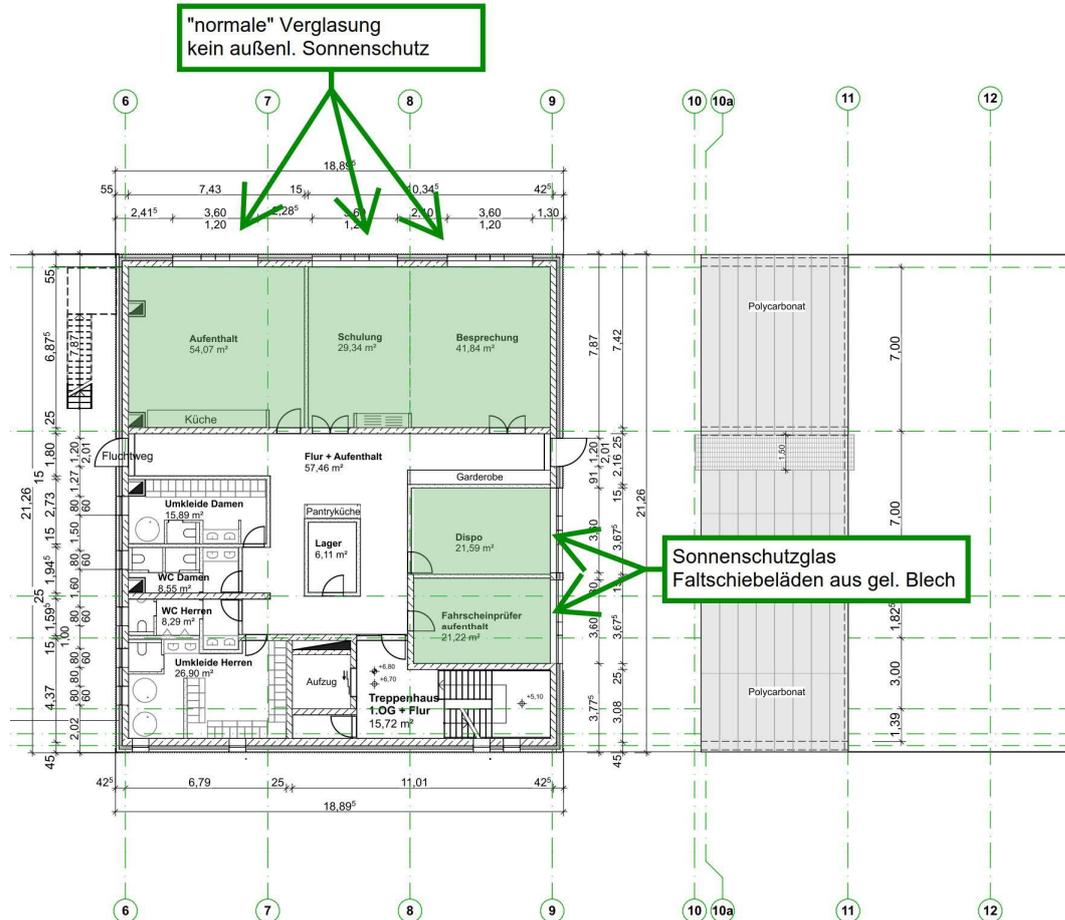
Wärmedämmte Dachschrägen (DIN 4108-2:2013). Mindestanforderungen nach Tab.3.

R 5,84 ≥ 1,20 m²K/W erfüllt die Anforderungen
U 0,17 ≤ 0,35 W/(m²K) OK

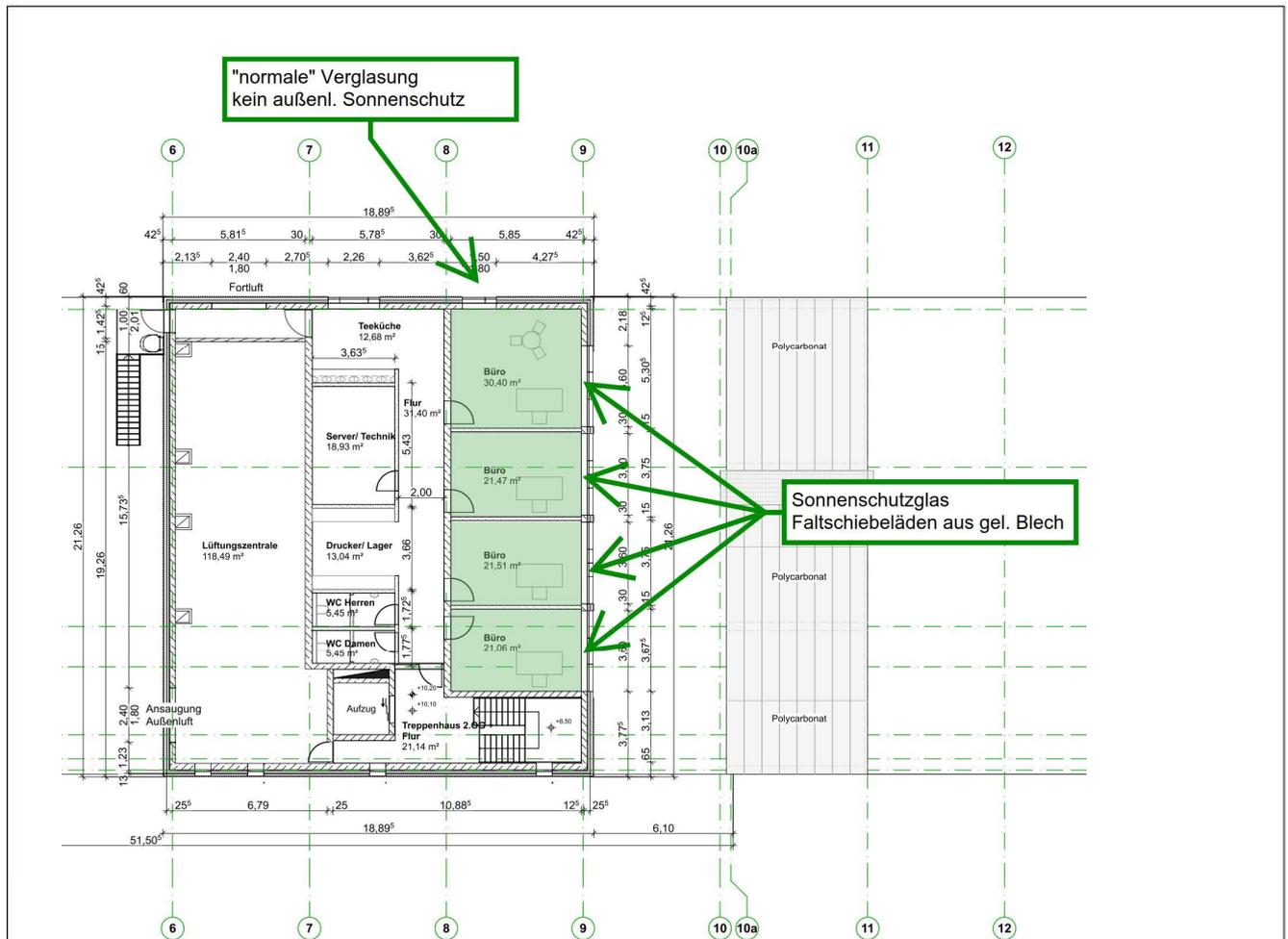
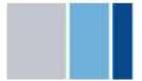
017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn	17.02.2021
	Wärmeschutznachweis	Seite 23



Anlage IV – Sommerlicher Wärmeschutz

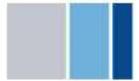


Sonnenschutzmaßnahmen im Obergeschoss 1



Sonnenschutzmaßnahmen im Obergeschoss 2

017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn	17.02.2021
	Wärmeschutznachweis	Seite 25



Anlage V – Berechnung

Energetische Bewertung von Gebäuden

Projekt: BH-Heilbronn

Maßgebende Normen und Verordnungen:

GEG 2020

DIN V 18599:2018 - Energetische Bewertung von Gebäuden (WG / NWG)

DIN V 4108-2:2013, Mindestanforderungen an den Wärmeschutz

DIN EN ISO 6946:2018, Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient

DIN EN ISO 13789:2007, Spezifischer Transmissionswärmeverlustkoeffizient

DIN EN ISO 13370:2018, Wärmetransfer über das Erdreich

DIN EN ISO 10077-1:2007, Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen

Gebäudeberechnung "2021-02-10-Entwurf-Gebäudehülle"

Nachweisverfahren

Regelverfahren für Nichtwohngebäude nach GEG 2020, §§ 18 und 19 und Anlage 2 zur Begrenzung des Jahres-Primärenergiebedarfs und der mittleren, bauteilbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten

berechnet mit den Bilanzierungsverfahren nach DIN V 18599:2018

Klimadaten für den Gebäudestandort "4 Potsdam (Deutschland)" aus TRY-Datensätzen

Geplante Gebäudezonen (DIN V 18599-1)

Betrachtungsmonat Januar, $\vartheta_e = 1,0 \text{ °C}$

Zone	Typ	t_{nutz} d/a	ϑ_i °C	$\vartheta_{i,WE}$ °C	ANGF m ²	V_i m ³
<1> Verkehr 12	219 Verkehrsfläc	250	19,9	17,1	131	375
<2> Verkehr 18	219 Verkehrsfläc	250	20,0	17,2	172	524
<3> Lager 12	220 Lager, Techn	250	19,9	17,1	162	465
<4> Sanitär ZA	216 WC und Sanit	250	19,9	17,5	69	218
<5> Lager 21	220 Lager, Techn	250	20,3	17,9	26	80
<6> Sanitär AB	216 WC und Sanit	250	19,8	17,2	10	32
<7> Werkhalle 18	322 Gewerbliche	230	18,8	16,7	1108	3305
<8> Aufenthalt	217 Sonstige Auf	250	19,9	17,5	51	155
<9> Verkehr 21	219 Verkehrsfläc	250	20,2	17,7	125	380
<10> Lager 18	220 Lager, Techn	250	20,0	17,3	132	399
<11> Werkhalle 15	522 Gewerbliche	230	15,9	14,0	703	2155
<12> Büro KÜ	201 Einzelbüro	250	19,9	17,3	113	341
<13> Besprechung	204 Besprechung,	250	19,9	17,5	69	211
<14> Büro oK	201 Einzelbüro	250	20,0	17,6	21	64
					2.893	8.704

Gebäude, $A_{NGF} = 2893,4 \text{ m}^2$, $n_G = 5$ Geschosse

Typ = Nutzungstyp nach DIN V 18599-10

t_{nutz} = Nutzungstage / Jahr \Rightarrow Nutzungsanteile für den Regel- und Wochenendbetrieb

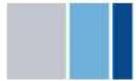
A_{NGF} = Nettogrundfläche, V_i = Nettoluftvolumen

ϑ_i = mittlere Innentemperatur für Januar, ggf. bei eingeschränktem Heizbetrieb

$\vartheta_{i,WE}$ = mittlere Innentemperatur im Wochenendbetrieb

$\vartheta_i = \vartheta_{i,h}$ unter Berücksichtigung einer Nachtabsenkung

017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn	17.02.2021
	Wärmeschutznachweis	Seite 26



9; Bilanz-Innentemperaturen für den Heizwärmebedarf nach DIN V 18599-2, Abs.6.1.2

Transmissionswärmetransfer (DIN V 18599-2)

Transferkoeffizienten H_T aus der Hüllflächentabelle nach DIN V 18599, T2
 Begrenzung der U-Werte (U_{max} -Nachweis) GEG § 19

Hüllfläche	Zone	A m ²	U W/ (m ² K)	F_x	Anmerkungen	H_T W/K
Kellergeschoss KG						
KG Verkehr 12						
FG H 1 BP-KG	1:0	141,9	0,34	0,40 F_{bf}	50 25 12	19,3
Fd H 2 Standard-STB	1:7	141,8	1,66	1,00 F_d	53 44	235,9
Fw SO 3 AWE	1:2	1,6	0,32	0,60 F_{bw}	50 25 13	0,3
Fw S 4 IW	1:2	8,7	2,64	1,00 F_w	53 44	23,0
Fw S 5 IW	1:2	7,3	2,64	1,00 F_w	53 44	19,3
Fbw S 11 AWE	1:0	2,9	0,32	0,60 F_{bw}	50 25 13	0,6
Fbw O 12 AWE	1:0	22,6	0,32	0,60 F_{bw}	50 25 13	4,3
Fbw W 13 AWE	1:0	29,0	0,32	0,60 F_{bw}	50 25 13	5,6
KG Verkehr 18						
FG H 38 BP-KG	2:0	31,6	0,34	0,40 F_{bf}	50 25 12	4,3
Fw O 40 IW	2:3	6,8	2,64	1,00 F_w	53 44	18,0
Fw N 41 IW	2:3	5,3	2,64	1,00 F_w	53 44	14,0
Fw N 42 IW	2:3	14,1	2,64	1,00 F_w	53 44	37,2
Fw O 43 IW	2:3	4,2	2,64	1,00 F_{AW}	50	11,1
Fbw W 44 AWE	2:0	10,1	0,32	0,60 F_{bw}	50 25 13	1,9
Fbw S 45 AWE	2:0	36,5	0,32	0,60 F_{bw}	50 25 13	7,0
KG Lager 12						
FG H 63 BP-KG	3:0	50,4	0,34	0,40 F_{bf}	50 25 12	6,9
Fd H 64 Standard-STB	3:7	50,3	1,66	1,00 F_d	53 44	83,6
Fbw S 65 AWE	3:0	19,9	0,32	0,60 F_{bw}	50 25 13	3,8
Fbw O 66 AWE	3:0	16,6	0,32	0,60 F_{bw}	50 25 13	3,2
FG H 67 BP-KG	3:0	138,2	0,34	0,40 F_{bf}	50 25 12	18,8
Fd H 68 Standard-STB	3:7	138,2	1,66	1,00 F_d	53 44	229,8
Fbw N 69 AWE	3:0	55,8	0,32	0,60 F_{bw}	50 25 13	10,7
FF N FE-12	3:0	3,6	1,50	1,00 F_F	50 02	5,4
Fbw W 70 AWE	3:0	23,8	0,32	0,60 F_{bw}	50 25 13	4,6
Fbw O 71 AWE	3:0	23,8	0,32	0,60 F_{bw}	50 25 13	4,6
Erdgeschoss EG						
EG Verkehr 18						
FG H 14 BP-EG	2:0	11,5	0,34	0,50 F_G	50 25 14	2,0
FAW W 20 AW-EG	2:0	4,5	0,26	1,00 F_{AW}	50	1,2
FAW S 21 AW-EG	2:0	25,9	0,26	1,00 F_{AW}	50	6,8
FF S FE-18	2:0	0,8	1,50	1,00 F_F	50 02	1,3
FAW S Tür TÜR-außen	2:0	4,6	1,60	1,00 F_{AW}	50 09 74	7,4
FAW S 22 AW-EG	2:0	8,5	0,26	1,00 F_{AW}	50	2,2
EG Sanitär AB						
FG H 101 BP-EG	6:0	13,4	0,34	0,50 F_G	50 25 14	2,3
FAW S 105 AW-EG	6:0	12,6	0,26	1,00 F_{AW}	50	3,3
FF S FE-21	6:0	1,7	1,10	1,00 F_F	50 02	1,8
EG Werkhalle 18						
FG H 109 BP-EG	7:0	349,7	0,34	0,50 F_G	50 25 14	59,4
FG H 110 BP-EG	7:0	8,2	0,34	0,50 F_G	50 25 14	1,4
FAW O 111 AW-EG	7:0	26,7	0,26	1,00 F_{AW}	50	7,0
FAW O Tür TOR	7:0	17,8	2,00	1,00 F_{AW}	50 09 74	35,6

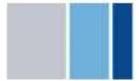
017/0043/001

Wartungshalle Heilbronn

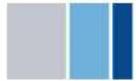
17.02.2021

Wärmeschutznachweis

Seite 27



FAW O	Tür TOR	7:0	4,9	2,00	1,00	FAW	50 09 74	9,8
FAW S	113 AW-EG	7:0	18,6	0,26	1,00	FAW	50	4,9
FF S	FE-18	7:0	1,7	1,50	1,00	FF	50 02	2,5
FAW S	Tür TOR	7:0	4,4	2,00	1,00	FAW	50 09 74	8,8
FAW W	114 AW-EG	7:0	33,5	0,26	1,00	FAW	50	8,8
FAW S	115 AW-Trafo	7:0	22,3	0,27	1,00	FAW	50	6,0
FAW W	116 AW-Trafo	7:0	11,4	0,27	1,00	FAW	50	3,1
FAW S	117 AW-EG	7:0	26,1	0,26	1,00	FAW	50	6,9
FF S	FE-18	7:0	3,4	1,50	1,00	FF	50 02	5,0
FAW S	120 AW-EG	7:0	21,4	0,26	1,00	FAW	50	5,6
FF S	FE-18	7:0	0,8	1,50	1,00	FF	50 02	1,3
EG Lager 18								
FG H	153 BP-EG	10:0	28,1	0,34	0,50	FG	50 25 14	4,8
FAW S	154 AW-EG	10:0	26,7	0,26	1,00	FAW	50	7,0
FF S	FE-18	10:0	3,4	1,50	1,00	FF	50 02	5,0
EG Werkhalle 15								
FG H	158 Standard-STB	11:0	238,4	0,34	0,50	FG	50 25 14	40,5
FAW O	159 AW-EG	11:0	8,2	0,26	1,00	FAW	50	2,2
FAW O	Tür TOR	11:0	17,8	2,00	1,00	FAW	50 09 74	35,6
FF N	160 AW-PrStb	11:0	20,7	1,80	1,00	FF	50 02	37,3
FAW N	Tür TÜR-außen	11:0	2,0	1,60	1,00	FAW	50 09 74	3,2
FF N	161 AW-Profil	11:0	64,8	1,80	1,00	FF	50 02	116,6
FAW W	162 AW-EG	11:0	26,0	0,26	1,00	FAW	50	6,9
FAW N	163 Außenwand (Lu	11:0	95,0	1,80	1,00	FF	50 02	171,0
Zwischengeschoß GE								
GE Verkehr 18								
FAW S	48 AW-EG	2:0	7,9	0,26	1,00	FAW	50	2,1
FAW W	49 AW-EG	2:0	4,2	0,26	1,00	FAW	50	1,1
FAW S	50 AW-EG	2:0	27,2	0,26	1,00	FAW	50	7,2
FF S	FE-18	2:0	1,7	1,50	1,00	FF	50 02	2,5
GE Werkhalle 18								
FG H	123 DUA-Sonder	7:0	19,8	0,22	1,00	Fe	50 82	4,4
FD H	124 DA-Halle	7:0	81,7	0,23	1,00	FD	50	19,1
FD H	125 DA-Halle	7:0	332,6	0,23	1,00	FD	50	77,8
FAW S	127 AW-EG	7:0	105,5	0,26	1,00	FAW	50	27,8
FF S	FE-18	7:0	10,1	1,50	1,00	FF	50 02	15,1
FAW S	129 AW-EG	7:0	20,3	0,26	1,00	FAW	50	5,3
FF S	FE-18	7:0	0,8	1,50	1,00	FF	50 02	1,3
FAW O	130 AW-EG	7:0	46,9	0,26	1,00	FAW	50	12,3
FAW W	131 AW-EG	7:0	43,4	0,26	1,00	FAW	50	11,4
GE Werkhalle 15								
FD H	164 DA-Halle	11:0	193,1	0,23	1,00	FD	50	45,2
FD H	165 Standard-STB	11:0	1,6	0,23	1,00	FD	50	0,4
FD H	166 DA-Halle	11:0	43,1	0,23	1,00	FD	50	10,1
FAW W	168 AW-EG	11:0	24,7	0,26	1,00	FAW	50	6,5
FF N	169 AW-Profil	11:0	171,9	1,80	1,00	FF	50 02	309,5
FAW O	170 AW-EG	11:0	24,7	0,26	1,00	FAW	50	6,5
1. Obergeschoß OG 1								
OG 1 Verkehr 18								
FG H	55 DUA	2:0	3,0	0,25	1,00	Fe	50 82	0,8
FAW S	57 AW-OG	2:0	38,0	0,26	1,00	FAW	50	10,0
FF S	FE-18	2:0	1,7	1,50	1,00	FF	50 02	2,5
FAW O	62 AW-OG	2:0	11,9	0,26	1,00	FAW	50	3,1
OG 1 Sanitär ZA								
FG H	79 DUA	4:0	9,1	0,25	1,00	Fe	50 82	2,3
FAW W	84 AW-OG	4:0	37,1	0,26	1,00	FAW	50	9,8
FF W	FE-Standard	4:0	2,4	1,10	1,00	FF	50 02	2,6
017/0043/001		Wartungshalle Heilbronn						17.02.2021
		Wärmeschutznachweis						Seite 28



FAW S 87 AW-OG	4:0	25,2	0,26	1,00	FAW	50	6,6
FF S FE-21	4:0	1,7	1,10	1,00	FF	50 02	1,8
OG 1 Lager 21							
OG 1 Aufenthalt							
FAW N 136 AW-OG	8:0	22,8	0,26	1,00	FAW	50	6,0
FF N FE-Standard	8:0	4,3	1,10	1,00	FF	50 02	4,8
FAW W 137 AW-OG	8:0	25,2	0,26	1,00	FAW	50	6,6
OG 1 Verkehr 21							
FAW O 148 AW-OG	9:0	5,4	0,26	1,00	FAW	50	1,4
FAW O Tür TÜR-außen	9:0	2,4	1,60	1,00	FAW	50 09 74	3,9
FAW W 150 AW-OG	9:0	4,6	0,26	1,00	FAW	50	1,2
FAW W Tür TÜR-außen	9:0	2,4	1,60	1,00	FAW	50 09 74	3,9
OG 1 Büro KÜ							
FAW O 177 AW-OG	12:0	8,7	0,26	1,00	FAW	50	2,3
FF O FE-Standard	12:0	4,3	1,10	1,00	FF	50 02	4,8
OG 1 Besprechung							
FAW O 179 AW-OG	13:0	25,2	0,26	1,00	FAW	50	6,6
FAW N 180 AW-OG	13:0	27,6	0,26	1,00	FAW	50	7,3
FF N FE-Standard	13:0	8,6	1,10	1,00	FF	50 02	9,5
OG 1 Büro oK							
FAW O 181 AW-OG	14:0	9,0	0,26	1,00	FAW	50	2,4
FF O FE-Standard	14:0	4,3	1,10	1,00	FF	50 02	4,8
2. Obergeschoss OG 2							
OG 2 Verkehr 18							
FD H 23 DA	2:0	46,5	0,17	1,00	FD	50	7,8
FAW S 28 AW-OG	2:0	38,9	0,26	1,00	FAW	50	10,2
FF S FE-18	2:0	1,7	1,50	1,00	FF	50 02	2,5
FAW O 29 AW-OG	2:0	12,4	0,26	1,00	FAW	50	3,3
FD H 33 DA	2:0	11,5	0,17	1,00	FD	50	1,9
FAW N 35 AW-OG	2:0	22,2	0,26	1,00	FAW	50	5,8
FAW W 36 AW-OG	2:0	4,6	0,26	1,00	FAW	50	1,2
FAW W Tür TÜR-außen	2:0	2,0	1,60	1,00	FAW	50 09 74	3,2
OG 2 Sanitär ZA							
FD H 73 DA	4:0	12,7	0,17	1,00	FD	50	2,1
OG 2 Lager 21							
FD H 90 DA	5:0	20,4	0,17	1,00	FD	50	3,4
OG 2 Verkehr 21							
FD H 140 DA	9:0	65,7	0,17	1,00	FD	50	11,0
FAW N 142 AW-OG	9:0	19,3	0,26	1,00	FAW	50	5,1
FF N FE-Standard	9:0	2,3	1,10	1,00	FF	50 02	2,5
OG 2 Lager 18							
FD H 155 DA	10:0	124,0	0,17	1,00	FD	50	20,7
FAW W 156 AW-OG	10:0	67,9	0,26	1,00	FAW	50	17,9
FAW S 157 AW-OG	10:0	23,9	0,26	1,00	FAW	50	6,3
FF S FE-18	10:0	1,7	1,50	1,00	FF	50 02	2,5
OG 2 Büro KÜ							
FD H 174 DA	12:0	110,6	0,17	1,00	FD	50	18,5
FAW O 175 AW-OG	12:0	44,8	0,26	1,00	FAW	50	11,8
FF O FE-Standard	12:0	17,3	1,10	1,00	FF	50 02	19,0
FAW N 176 AW-OG	12:0	19,8	0,26	1,00	FAW	50	5,2
FF N FE-Standard	12:0	2,7	1,10	1,00	FF	50 02	3,0

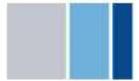
$\Sigma A \text{ [m}^2\text{]} = 4.270,0$

$\Sigma H_T \text{ [W/K]} = 2.233,1$

1. Bodenplattenmaß B' (25) = $A_G / (0.5 P) = 362,00 / 38,00 = 9,53 \text{ m}$

2. Bodenplattenmaß B' (26) = $638,28 / (0.5 \cdot 84,50) = 15,11 \text{ m}$

017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn	17.02.2021
	Wärmeschutznachweis	Seite 29



Anmerkungen zur Hüllflächen-Tabelle

- 01 Temperatur-Korrekturfaktoren (F_X -Faktoren) nach DIN V 18599-2, Tab.5
- 02 Die solaren Gewinne werden gesondert ermittelt (siehe unten).
- 09 Außentür
- 82 Geschossdecke gegen Außenluft
- 12 Bodenplatte des beheizten Kellers.
- 13 Wand des beheizten Kellers.
- 14 Bodenplatte auf Erdreich ohne Randdämmung.
- 25 F_X -Tabellenwert für das Bodenplattenmaß B' nach EN ISO 13370.
- 50 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem U-Wert-Zuschlag von $0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ pauschal berücksichtigt.
- 53 Der Einfluss der Wärmebrücken wird nicht berücksichtigt, da er im U-Wert des Bauteils enthalten ist oder gesondert bilanziert wird.
- 44 Transmission zu angrenzenden Gebäudezonen, Wärmeverlust mit realem Temperaturgefälle
- 74 Die Hüllfläche wird im mittleren U-Wert nach Hüllflächengruppen (Abs.5.2.3) nicht berücksichtigt.

Wärmebrücken

Berechnung mit pauschalen Zuschlägen (siehe Hüllflächentabelle)

Wärmebrückenzuschläge ohne Temperaturkorrektur

$H_{T,WB} = 389,7 \text{ W/K}$ (25,1 %), Bilanzierung im Abschnitt "2.2 Transferkoeffizienten"

Temperaturgewichtete Transferkoeffizienten

Transferkoeffizienten Transmission	$H_{T,D}$ W/K	$H_{T,s}$ W/K	$H_{T,iu}$ W/K	ΣH_T W/K	$H_{T,iz}$ W/K	$H_{T,zi}$ W/K
<1> Verkehr 12	0	30	0	30	278	0
<2> Verkehr 18	132	15	0	148	69	42
<3> Lager 12	39	53	0	91	313	69
<4> Sanitär ZA	34	0	0	34	0	0
<5> Lager 21	5	0	0	5	0	0
<6> Sanitär AB	8	2	0	10	0	0
<7> Werkhalle 18	401	61	0	462	0	549
<8> Aufenthalt	23	0	0	23	0	0
<9> Verkehr 21	39	0	0	39	0	0
<10> Lager 18	87	5	0	92	0	0
<11> Werkhalle 15	844	41	0	885	0	0
<12> Büro KÜ	85	0	0	85	0	0
<13> Besprechung	30	0	0	30	0	0
<14> Büro oK	8	0	0	8	0	0
	1736	206		1942	661	661

$H_{T,D} = \Sigma A_j \cdot U_j + \Delta U_{WB} \cdot \Sigma A =$ Wärmetransferkoeffizient zur Außenluft, Bauteile + Wärmebrücken

$H_{T,s} = \Sigma F_X \cdot A_j \cdot U_j =$ Wärmetransferkoeffizient über das Erdreich, alternativ L_S -Wert aus der Bauteilberechnung

$H_{T,iu} = \Sigma F_X \cdot A_j \cdot U_j =$ Wärmetransferkoeffizient zum unbeheizten Bereich

$H_{T,iz} = \Sigma A_j \cdot U_j =$ Wärmetransferkoeffizient zu angrenzenden Gebäudezonen

spezifischer, auf die Umfassungsflächen bezogener Transmissionswärmetransferkoeffizient

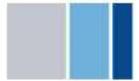
$H'_{T,vorh} = (H_{T,D} + F_X \cdot H_{T,iu} + F_X \cdot H_{T,s}) / A = 1.942,2 / 3.897,4 = \mathbf{0,50 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})}$

Begrenzung der U-Werte (Nachweis)

Höchstwerte für Hüllflächengruppen nach GEG A3

		opake Bauteile [W/ (m ² K)]	Fenster [W/ (m ² K)]	Vorhangf. [W/ (m ² K)]	Oberl. [W/ (m ² K)]
U_{max}	$T_i \geq 19^\circ\text{C}$	0,28	1,50	1,50	2,50
U_{max}	$T_i < 19^\circ\text{C}$	0,50	2,80	3,00	3,10
"<1> Verkehr 12"	21°C	0,17			

017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn	17.02.2021
	Wärmeschutznachweis	Seite 30



"<2> Verkehr 18"	21°C	0,25	1,50
"<3> Lager 12"	21°C	0,17	1,50
"<4> Sanitär ZA"	21°C	0,25	1,10
"<5> Lager 21"	21°C	0,17	
"<6> Sanitär AB"	21°C	0,22	1,10
"<7> Werkhalle 18"	20°C	0,22	1,50
"<8> Aufenthalt"	21°C	0,26	1,10
"<9> Verkehr 21"	21°C	0,20	1,10
"<10> Lager 18"	21°C	0,21	1,50
"<11> Werkhalle 15"	17°C	0,27	1,80
"<12> Büro KÜ"	21°C	0,21	1,10
"<13> Besprechung"	21°C	0,26	1,10
"<14> Büro oK"	21°C	0,26	1,10

Die Höchstwerte für Wärmedurchgangskoeffizienten werden eingehalten, **Nachweis erbracht**
kleinste Grenzwertunterschreitung: $U = 1,50 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) = 1,50 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) -0,0\%$

Wärmeverluste der thermischen Gebäudehülle

Bauteil	U-Wert W/ (m²K)	U/UE _{nEV}	Fläche A m²		L _D W/K	
AW-EG-ZG	0,26	75 %	544	13 %	143	6 %
AW-OG	0,26	94 %	495	12 %	130	6 %
AW-Profil	1,80		352	8 %	634	28 %
AW-Trafo	0,27		34	1 %	9	0 %
AWE	0,32	91 %	243	6 %	47	2 %
BP-KG	0,34		1011	24 %	160	7 %
DA-Büro	0,17	48 %	391	9 %	65	3 %
DA-Halle	0,23	67 %	652	15 %	153	7 %
DE-UG	1,66		330	8 %	549	25 %
DUA-Trafo	0,22		20	0 %	4	0 %
DUA	0,25		12	0 %	3	0 %
FE-12	1,50		4	0 %	5	0 %
FE-18	1,50		28	1 %	42	2 %
FE-21	1,10		50	1 %	55	2 %
IW	2,64		46	1 %	123	5 %
TOR	2,00		45	1 %	90	4 %
TÜR-außen	1,60		13	0 %	22	1 %
			4270	100 %	2.233	100 %

Interne Berechnung mit reellen Zahlen, Zwischenergebnisse sind auf ganze Zahlen gerundet.

Lüftungswärmetransfer (DIN V 18599-2)

Gebäudedichtheit Regelwert, Grenzwert nach GEG §26 für Dichtheitsprüfung mit RLT-Anlage, $n_{50} = 1,50 \text{ h}^{-1}$
Nettoraumvolumen $> 1.500 \text{ m}^3 \Rightarrow n_{50} = q_{50} * \Sigma A / V = 2,5 * 3892 / 8704 = 1,12$ (Gl.68)

Windschutzkoeffizienten für mittlere Abschirmung, mehr als eine exponierte Fassade
 $e_{\text{wind}} = 0,07 f_{\text{wind}} = 15$ (EN ISO 13790 Tab.G4)

Gebäude ohne Außenluftdurchlässe

Ohne bedarfsabhängige Außenluft-Volumenstromregelung

Luftaustausch zwischen Gebäudezonen nicht relevant

Zone	ALD	Luftwechsel		Fenster n_{win} h ⁻¹	Lüftungsanlage	
		n_{50} h ⁻¹	V_A m³ / (m²h)		n_{nutz} h ⁻¹	n_{inf} h ⁻¹

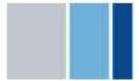
017/0043/001

Wartungshalle Heilbronn

17.02.2021

Wärmeschutznachweis

Seite 31



<1> Verkehr 12	-	1,31	0,00	0,00	0,09	0,10	-	-
<2> Verkehr 18	-	1,76	0,00	0,00	0,12	0,10	-	-
<3> Lager 12	-	1,79	0,15	0,05	0,12	0,10	-	-
<4> Sanitär ZA	-	1,01	15,00	4,73	0,07	1,72	1,64	13
<5> Lager 21	-	0,64	0,15	0,05	0,04	0,10	-	-
<6> Sanitär AB	-	2,15	15,00	4,69	0,15	0,10	54,93	13
<7> Werkhalle 18	-	0,92	1,50	0,50	0,06	0,10	0,84	10
<8> Aufenthalt	-	0,85	7,00	2,29	0,06	0,10	2,94	13
<9> Verkehr 21	-	0,67	0,00	0,00	0,05	0,10	-	-
<10> Lager 18	-	1,73	0,15	0,05	0,12	0,10	-	-
<11> Werkhalle 15	-	1,08	2,50	0,82	0,08	0,10	0,77	10
<12> Büro KÜ	-	1,52	4,00	1,33	0,11	0,10	5,16	13
<13> Besprechung	-	0,73	15,00	4,92	0,05	0,10	4,92	13
<14> Büro oK	-	0,52	4,00	1,31	0,04	0,10	1,32	13

⇒ WE-Betrieb ...

<1> Verkehr 12		0,00	0,00	0,09	0,10
<2> Verkehr 18		0,00	0,00	0,12	0,10
<3> Lager 12		0,00	0,00	0,12	0,10
<4> Sanitär ZA		0,00	0,00	0,07	0,10
<5> Lager 21		0,00	0,00	0,04	0,10
<6> Sanitär AB		0,00	0,00	0,15	0,10
<7> Werkhalle 18		0,00	0,00	0,06	0,10
<8> Aufenthalt		0,00	0,00	0,06	0,10
<9> Verkehr 21		0,00	0,00	0,05	0,10
<10> Lager 18		0,00	0,00	0,12	0,10
<11> Werkhalle 15		0,00	0,00	0,08	0,10
<12> Büro KÜ		0,00	0,00	0,11	0,10
<13> Besprechung		0,00	0,00	0,05	0,10
<14> Büro oK		0,00	0,00	0,04	0,10

Zone <4> RLT-Anlage (203) mit VSUP/ETA = 358 / 358 m³/h, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG60

Zone <6> RLT-Anlage (203) mit VSUP/ETA = 1758 / 1758 m³/h, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG60

Zone <7> RLT-Anlage (203) mit VSUP/ETA = 2771 / 2771 m³/h, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG60

Zone <8> RLT-Anlage (207) mit VSUP/ETA = 456 / 456 m³/h, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG60

Zone <11> RLT-Anlage (203) mit VSUP/ETA = 1663 / 1663 m³/h, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG60

Zone <12> RLT-Anlage (207) mit VSUP/ETA = 1758 / 1758 m³/h, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG60

Zone <13> RLT-Anlage (207) mit VSUP/ETA = 1037 / 1037 m³/h, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG60

Zone <14> RLT-Anlage (207) mit VSUP/ETA = 84 / 84 m³/h, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG60

n_{50} = Luftwechselzahl bei 50 Pa Druckdifferenz, V_A = Mindest-Außenluftvolumenstrom

n_{nutz} = Mindestaußenluftwechsel = $V_A \cdot \text{ANGF} / V$ während der Nutzungsstunden (Nichtwohngebäude)

n_{inf} = Infiltrationsluftwechsel = $n_{50} \cdot e_{\text{wind}} \cdot f_{\text{ATD}}$ mit f_{ATD} = Bewertungsfaktor für ALD oder mit RLT

$n_{\text{inf}} = n_{50} \cdot e_{\text{wind}} \cdot f_{\text{ATD}} \cdot (1 + (1 - f_e) \cdot t_{\text{v,mech}} / 24)$ mit f_e = Faktor für nicht balancierte RLT-Anlagen (Gl.65)

n_{win} = Fenster- / Türluftwechsel = $n_{\text{win,min}} + \Delta n_{\text{win}} \cdot t_{\text{nutz}} / 24$, mit $\text{RLT} = n_{\text{win,min}} + \Delta n_{\text{win,mech}} \cdot t_{\text{v,mech}} / 24$

mit $n_{\text{win,min}} = 0.1$, in Wohngebäuden $n_{\text{win,min}} = \text{seasonal nach Gl.77}$

$\Delta n_{\text{win}} = n_{\text{nutz}} - (n_{\text{nutz}} - 0.2) \cdot n_{\text{inf}} - 0.1$ (ohne RLT), falls $n_{\text{nutz}} > 1.2 \Rightarrow \Delta n_{\text{win}} = n_{\text{nutz}} - n_{\text{inf}} - 0.1$

$n_{\text{mech,ZUL}}$ = Zuluft-Luftwechselzahl mechanisch während der Nutzungsstunden

Hinweis: n_{inf} und n_{win} sind die Luftwechsel im Tagesmittel (Nutzungs- und Nichtnutzungsstunden)

Volumenströme V_{mech} und V^* (Auslegung, zonenweise) siehe Abschnitt "RLT-Systeme"

Transferkoeffizienten Lüftung	V m³	HV, z, Jan W/K	HV, inf W/K	HV, win W/K	Σ HV W/K	HV, mech W/K	θ _{v, Jan} °C
<1> Verkehr 12	375	0	12	13	24	0	
<2> Verkehr 18	524	0	22	18	40	0	
<3> Lager 12	465	0	20	16	36	0	
<4> Sanitär ZA	218	0	5	128	133	66	15,2
<5> Lager 21	80	0	1	3	4	0	
<6> Sanitär AB	32	0	2	1	3	326	15,2
<7> Werkhalle 18	3.305	0	72	112	184	392	15,2
<8> Aufenthalt	155	0	3	5	8	84	15,2

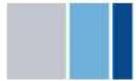
017/0043/001

Wartungshalle Heilbronn

17.02.2021

Wärmeschutznachweis

Seite 32



<9> Verkehr 21	380	0	6	13	19	0	
<10> Lager 18	399	0	16	14	30	0	
<11> Werkhalle 15	2.155	0	55	73	129	235	15,2
<12> Büro KÜ	341	0	12	12	24	324	15,2
<13> Besprechung	211	0	4	7	11	191	15,2
<14> Büro oK	64	0	1	2	3	16	15,2

0 232 416 648 1634

⇒ WE-Betrieb ...

<1> Verkehr 12	0	12	13	24		
<2> Verkehr 18	0	22	18	40		
<3> Lager 12	0	20	16	36		
<4> Sanitär ZA	0	5	7	13		
<5> Lager 21	0	1	3	4		
<6> Sanitär AB	0	2	1	3		
<7> Werkhalle 18	0	72	112	184		
<8> Aufenthalt	0	3	5	8		
<9> Verkehr 21	0	6	13	19		
<10> Lager 18	0	16	14	30		
<11> Werkhalle 15	0	55	73	129		
<12> Büro KÜ	0	12	12	24		
<13> Besprechung	0	4	7	11		
<14> Büro oK	0	1	2	3		

0 232 296 528

$H_{V,z} = V \cdot 0.34 \text{ [W/K]}$ = Wärmetransferkoeffizient Lüftung zu angrenzenden Zonen, monatlich, temperaturgewichtet

$H_V = \text{Wärmetransferkoeffizient Lüftung} = n \cdot V \cdot c_{p,a} \cdot \rho_a = n \cdot V \cdot 0.34 \text{ [W/K]}$

$H_{V,\text{win,ohne RLT}} = f_{\text{win,seasonal}} \cdot H_{V,\text{win}} = (0.04 \cdot \theta_e + 0.8) \cdot H_{V,\text{win}} \text{ [W/K]}$ (Fensterlüftung saisonal)

$\Sigma H_V = H_{V,z,\text{Jan}} + H_{V,\text{inf}} + H_{V,\text{win}}$, Transferkoeffizienten ohne RLT

$\vartheta_V = \text{Zulufttemperatur der RLT-Anlage für Januar, sh. "RLT-Systeme"}$

Summenbildung unter Berücksichtigung der Zonen-Nutzungsanteile für Regel- und WE-Betrieb

Solare Wärmequellen (DIN V 18599-2)

Solare Wärmeeinträge über Fenster

Bauliche Verschattung F_S aus Horizontwinkel α_h , Überhangwinkel α_o und Seitenwinkel α_f
Abminderungsfaktoren $F_S = 0.90$ nach GEG §25, vereinfacht

Kollektorfläche	Zone	A_g m ²	I_S , Jan/Jul W/m ²	g_{eff} , Jan/Jul %	Q_S , Jan/Jul kWh/d
FF N FE-12	3	2,52	10/ 81	42/ 42 7100	0,3/ 2,1
FF S FE-18	2	0,59	59/ 113	42/ 42 "	0,4/ 0,7
FF S FE-21	6	1,18	59/ 113	42/ 42 "	0,7/ 1,3
FF S FE-18	7	1,18	59/ 113	42/ 42 "	0,7/ 1,3
FF S FE-18	7	2,35	59/ 113	42/ 42 "	1,4/ 2,7
FF S FE-18	7	0,59	59/ 113	42/ 42 "	0,4/ 0,7
FF S FE-18	10	2,35	59/ 113	42/ 42 "	1,4/ 2,7
FF N 161 AW-Profil	11	45,36	10/ 81	46/ 46 "	5,0/ 40,5
FAW N 163 Außenwand	11	66,49	10/ 81	46/ 46 "	7,3/ 59,4
FF S FE-18	2	1,18	59/ 113	42/ 42 "	0,7/ 1,3
FF S FE-18	7	7,06	59/ 113	42/ 42 "	4,2/ 8,1
FF S FE-18	7	0,59	59/ 113	42/ 42 "	0,4/ 0,7
FF N 169 AW-Profil	11	120,35	10/ 81	46/ 46 "	13,3/107,4
FF S FE-18	2	1,18	59/ 113	42/ 42 "	0,7/ 1,3
FF W FE-Standard	4	1,68	17/ 117	42/ 42 "	0,3/ 2,0
FF S FE-21	4	1,18	59/ 113	42/ 42 "	0,7/ 1,3

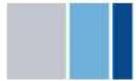
017/0043/001

Wartungshalle Heilbronn

17.02.2021

Wärmeschutznachweis

Seite 33



FF N	FE-Standard	8	3,02	10/ 81	42/ 42	"	0,3/ 2,5
FF O	FE-Standard	12	3,02	25/ 138	42/ 42	"	0,8/ 4,2
FF N	FE-Standard	13	6,05	10/ 81	42/ 42	"	0,6/ 5,0
FF O	FE-Standard	14	3,02	25/ 138	42/ 42	"	0,8/ 4,2
FF S	FE-18	2	1,18	59/ 113	42/ 42	"	0,7/ 1,3
FF N	FE-Standard	9	1,58	10/ 81	42/ 42	"	0,2/ 1,3
FF S	FE-18	10	1,18	59/ 113	42/ 42	"	0,7/ 1,3
FF O	FE-Standard	12	12,10	25/ 138	42/ 42	"	3,1/ 16,9
FF N	FE-Standard	12	1,89	10/ 81	42/ 42	"	0,2/ 1,6
289,10							45/ 272

Strahlungsintensitäten für den Standort "4 Potsdam (Deutschland)"

$Q_S = \text{Strahlungsgewinn pro Tag} = A \cdot F_F \cdot g_{\text{eff}} \cdot I_S \cdot t$ mit $g_{\text{eff}} = f(F_S, F_w, g_{\perp})$ (DIN V 18599-2 Gl.112)

verwendete Verglasungen und Sonnenschutzvorrichtungen

7100: aus dem Bauteilbezug, ohne Sonnenschutz

Sonnenschutz-Aktivierung $f =$ feststehend, $m =$ manuell, $z =$ zeitgesteuert, $s =$ strahlungsabhängig

Berechnung von g_{tot} , 13363-Werten nach EN 13363-1 mit $\tau_{e,B}$ und $\rho_{e,B}$ nach DIN V 18599-2, Tab.8 sowie den Parametern $G_1 =$

$G_2 = 10$ und $G_3 = 30$

$g_{\text{eff}} = F_S \cdot F_W \cdot F_V \cdot g_{\text{tot}} =$ wirksamer Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung

$g_{\text{tot}} = g$ -Wert der Verglasung inklusive Sonnenschutz (Tab.8, ohne Sonnenschutz gilt $g_{\text{tot}} = g_{\perp}$)

Bewegliche Sonnenschutzvorrichtungen in Nichtwohnozonen werden parallel zur baulichen Verschattung mit

$g_{\text{eff}} = F_W \cdot F_V \cdot (a \cdot g_{\text{tot}} + (1-a) \cdot g_{\perp})$ bewertet (Gl. 115), der kleinere Wert g_{eff} ist maßgebend

$a_{Wi} / a_{So} =$ Parameter (0..1) für die zeitliche Aktivierung der Sonnenschutzvorrichtung nach Tab A.4 / A.5

Solare Wärmeeinträge über opake Hüllflächen

Hüllfläche	Zone	A m ²	U W/(m ² K)	α	h_r W/(m ² K)	I_S, Jul W/m ²	Q_S, Jul kWh/d
FF N 160 AW-PrStb	N 11	20,7	1,80	0,50	4,50	81	0,6
20,7							0,6

$Q_{S,op} = R_{se} \cdot U \cdot A \cdot (\alpha \cdot I_S - F_f \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er}) \cdot t$ (DIN V 18599-2, Gl.117)

$\alpha =$ Strahlungs-Absorptionsgrad (Tab.9), abhängig von der Bauteiloberfläche

$I_S =$ globale Sonneneinstrahlung, jahreszeit-, neigungs- und orientierungsabhängig [W/m²]

$F_f =$ Formfaktor zwischen Bauteil und Himmel (bis 45° Neigung = 1, über 45° = 0.50)

$h_r =$ äußerer Abstrahlungskoeffizient, Regelwert = 5 * Emissionsgrad = 5 * 0.8 = 4 W/(m²K)

$\Delta\theta_{er} =$ scheinbare, mittlere Temperaturdifferenz zwischen Bauteil und Himmel (10 °K)

solare Wärmegewinne

Zone	Sep kWh	Okt kWh	Nov kWh	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Jahr kWh
über Fenster ...								
<1> Verkehr 12	-	-	-	-	-	-	-	-
<2> Verkehr 18	154	137	49	38	76	55	127	1.457
<3> Lager 12	31	20	10	6	8	13	25	389
<4> Sanitär ZA	84	64	24	17	31	27	68	862
<5> Lager 21	-	-	-	-	-	-	-	-
<6> Sanitär AB	44	39	14	11	22	16	36	416
<7> Werkhalle	440	392	140	107	218	157	363	4.164
<8> Aufenthalt	38	24	12	7	10	15	29	467
<9> Verkehr 21	20	12	6	3	5	8	15	244
<10> Lager 18	132	118	42	32	65	47	109	1.249

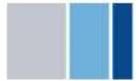
017/0043/001

Wartungshalle Heilbronn

17.02.2021

Wärmeschutznachweis

Seite 34



<11> Werkhalle	3.148	1.984	998	555	793	1.290	2.460	38.954
<12> Büro KÜ	406	276	100	61	125	134	342	4.814
<13> Besprechu	75	48	24	13	19	31	59	934
<14> Büro oK	76	52	18	11	24	25	65	904
über opake ...								
<1> Verkehr 12	-	-	-	-	-	-	-	-
<2> Verkehr 18	-	-	-	-	-	-	-	-
<3> Lager 12	-	-	-	-	-	-	-	-
<4> Sanitär ZA	-	-	-	-	-	-	-	-
<5> Lager 21	-	-	-	-	-	-	-	-
<6> Sanitär AB	-	-	-	-	-	-	-	-
<7> Werkhalle	-	-	-	-	-	-	-	-
<8> Aufenthalt	-	-	-	-	-	-	-	-
<9> Verkehr 21	-	-	-	-	-	-	-	-
<10> Lager 18	-	-	-	-	-	-	-	-
<11> Werkhalle	-	-	-	-	-	-	-	71
<12> Büro KÜ	-	-	-	-	-	-	-	-
<13> Besprechu	-	-	-	-	-	-	-	-
<14> Büro oK	-	-	-	-	-	-	-	-
	4.650	3.166	1.436	861	1.396	1.818	3.697	54.926

Interne Wärme- und Kältequellen (DIN V 18599-2)

Zone	AB m ²	Q _{I,p} kWh/d	Q _{I, fac} kWh/d	Q _{I,g} kWh/d	Q _I kWh/d
<1> Verkehr 12	131	-	-	0,0	0,0
<2> Verkehr 18	172	-	-	0,0	0,0
<3> Lager 12	162	-	-	0,0	0,0
<4> Sanitär ZA	69	-	-	0,0	0,0
<5> Lager 21	26	-	-	0,0	0,0
<6> Sanitär AB	10	-	-	0,0	0,0
<7> Werkhalle 18	1108	35,5	310,3	0,0	345,8
<8> Aufenthalt	51	4,7	0,4	0,0	5,1
<9> Verkehr 21	125	-	-	0,0	0,0
<10> Lager 18	132	-	-	0,0	0,0
<11> Werkhalle 15	703	28,1	196,9	0,0	225,0
<12> Büro KÜ	113	3,4	4,9	0,0	8,3
<13> Besprechung	69	6,4	0,6	0,0	7,0
<14> Büro oK	21	0,6	0,9	0,0	1,5
⇒ WE-Betrieb ...					
<1> Verkehr 12		-	-	0,0	0,0
<2> Verkehr 18		-	-	0,0	0,0
<3> Lager 12		-	-	0,0	0,0
<4> Sanitär ZA		-	-	0,0	0,0
<5> Lager 21		-	-	0,0	0,0
<6> Sanitär AB		-	-	0,0	0,0
<7> Werkhalle 18		-	-	0,0	0,0
<8> Aufenthalt		-	-	0,0	0,0
<9> Verkehr 21		-	-	0,0	0,0
<10> Lager 18		-	-	0,0	0,0
<11> Werkhalle 15		-	-	0,0	0,0
<12> Büro KÜ		-	-	0,0	0,0
<13> Besprechung		-	-	0,0	0,0
<14> Büro oK		-	-	0,0	0,0

ungeregelte Wärmeeinträge im Januar

Zone	Leuchtenabluft m ³ /hW	Q _{I,L} kWh/d	Q _{I,h} kWh/d	Q _{I,w} kWh/d	Q _{I,rv} kWh/d
------	--------------------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	----------------------------

017/0043/001

Wartungshalle Heilbronn

17.02.2021

Wärmeschutznachweis

Seite 35



<1> Verkehr 12	0,0	1,4	2,8	0,0	0,0
<2> Verkehr 18	0,0	1,8	3,7	0,0	0,0
<3> Lager 12	0,0	0,3	3,5	0,0	0,0
<4> Sanitär ZA	0,0	1,3	1,5	1,2	0,0
<5> Lager 21	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0
<6> Sanitär AB	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0
<7> Werkhalle 18	0,0	38,2	0,3	19,9	0,0
<8> Aufenthalt	0,0	1,4	1,1	0,0	0,0
<9> Verkehr 21	0,0	1,3	2,7	0,0	0,0
<10> Lager 18	0,0	0,2	2,8	0,0	0,0
<11> Werkhalle 15	0,0	13,3	0,2	12,6	0,0
<12> Büro KÜ	0,0	3,1	2,4	2,0	0,0
<13> Besprechung	0,0	3,0	1,5	0,0	0,0
<14> Büro oK	0,0	0,7	0,5	0,4	0,0

A_B = Bezugsfläche für die internen Wärmequellen / -senken

$q_{l,p}$ = durchschnittliche, tägliche Wärmeabgabe von Personen (Gl.125)

$q_{l,fa}$ = durchschnittliche, tägliche Wärmeabgabe von Geräten und Maschinen

$Q_{l,g}$ = $Q_{l,goods}$ = täglicher Wärmeeintrag durch Stofftransporte

Q_I = Summe der internen Wärmequellen / -senken, Tageswert

Leuchtenabluft = Volumenstrom des Leuchten-Abluftsystems (0 = ohne Abluft)

$Q_{l,L}$ = Wärmeeinträge durch künstliche Beleuchtung, berücksichtigt vorhandene Abluftsysteme

$Q_{l,h}$ = ungeregelte Wärmeeinträge der Heizungsanlage, siehe Heizsysteme

$Q_{l,w}$ = ungeregelte Wärmeeinträge der Warmwasserversorgung, siehe Warmwassersysteme

$Q_{l,r}$ = ungeregelte Wärmeeinträge durch die Lüftungsanlage

Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (DIN V 18599-2)

Betrachtungsmonat Januar

Q_{source} im WE-Betrieb mit anteiligen Wärmeeinträgen aus dem Heizsystem nach Abs.6.5.6

Zone	ΣH_T W/K	ΣH_V W/K	$\Sigma H_{V, mech}$ W/K	Q_{sink} kWh/d	Q_{source} kWh/d	γ
<1> Verkehr 12	30	24	0	36	5	0,138
<2> Verkehr 18	148	40	0	93	9	0,092
<3> Lager 12	91	36	0	72	5	0,065
<4> Sanitär ZA	34	133	66	86	6	0,065
<5> Lager 21	5	4	0	5	1	0,142
<6> Sanitär AB	10	3	326	43	1	0,028
<7> Werkhalle 18	462	184	392	361	425	1,176
<8> Aufenthalt	23	8	84	26	8	0,318
<9> Verkehr 21	39	19	0	32	5	0,151
<10> Lager 18	92	30	0	61	6	0,092
<11> Werkhalle 15	885	129	235	399	277	0,694
<12> Büro KÜ	85	24	324	91	20	0,226
<13> Besprechung	30	11	191	43	13	0,294
<14> Büro oK	8	3	16	8	4	0,495

Zone	C_{wirk} Wh / (m ² K)	H W/K	τ h	a -	η -	η_{WE}
<1> Verkehr 12	50	333	19,65	2,23	0,990	0,999
<2> Verkehr 18	50	257	33,58	3,10	0,999	1,000
<3> Lager 12	50	440	18,40	2,15	0,997	0,999
<4> Sanitär ZA	50	233	14,78	1,92	0,995	1,000
<5> Lager 21	50	9	140,91	9,81	1,000	1,000
<6> Sanitär AB	50	339	1,49	1,09	0,981	0,999
<7> Werkhalle 18	50	1039	53,34	4,33	0,741	1,000
<8> Aufenthalt	50	115	22,07	2,38	0,954	1,000
<9> Verkehr 21	50	58	107,95	7,75	1,000	1,000

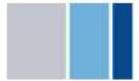
017/0043/001

Wartungshalle Heilbronn

17.02.2021

Wärmeschutznachweis

Seite 36



<10> Lager 18	50	122	54,02	4,38	1,000	1,000
<11> Werkhalle 15	50	1249	28,15	2,76	0,851	1,000
<12> Büro KÜ	50	433	13,09	1,82	0,948	1,000
<13> Besprechung	50	231	14,95	1,93	0,932	1,000
<14> Büro oK	50	27	38,97	3,44	0,953	1,000

$\Sigma H_T = H_{T,D} + H_{T,S} + H_{T,iu}$ = Transmissionswärme-Transferkoeffizienten, $H_{T,i,z}$ siehe $Q_{s\text{ink}}$

ΣH_V = Lüftungswärme-Transferkoeffizienten aus Infiltration und Fensterlüftung

$\Sigma H_{V,\text{mech}}$ = Transferkoeffizient aus mechanischer Lüftung mit WRG ohne Kühlfunktion

$Q_{s\text{ink}}$ = Summe der Wärmesenken aus Transmission und Lüftung in der Gebäudezone

$Q_{s\text{ource}}$ = Summe der solaren und internen Wärmequellen in der Gebäudezone

$\gamma = Q_{s\text{ource}} / Q_{s\text{ink}}$ = Verhältnis zwischen Wärmequellen und Wärmesenken

$C_{w\text{irk}}$ = wirksame Wärmespeicherfähigkeit, Standardwert 50 bis maximal 130 Wh/(m²K) bei schweren Bauweisen mit normalen

Raumhöhen und ohne Innenverkleidungen, bezogen auf einen m² Grundfläche

τ = Zeitkonstante = $C_{w\text{irk}} / H$ mit H = Transferkoeffizient der Gebäudezone aus Transmission und Lüftung

$a = a_0 + \tau / \tau_0 = 1 + \tau / 16$ = numerischer Parameter

η = Ausnutzungsgrad = $(1 - \gamma^a) / (1 - \gamma^{a+1})$, bei $\gamma=1$ gilt $\eta = a / (1+a)$, DIN V 18599-2 Gl. 142 / 143

η_{WE} = Ausnutzungsgrad im Wochenendbetrieb

Heizwärmebedarf (DIN V 18599-2)

Temperaturrandbedingungen

Außentemperaturen T_e im Monatsmittel für den Standort "4 Potsdam (Deutschland)"

Bilanzinnentemperaturen T_i nach Zonen siehe Nutzungsrandbedingungen

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
T_e d/m	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
T_e °C	1,0	1,9	4,7	9,2	14,1	16,7	19,0	18,6	14,3	9,5	4,1	0,9
⇒ Zonen ...												
$T_{i,1}$ °C	19,9	19,9	20,1	20,4	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
$T_{i,2}$ °C	20,0	20,0	20,2	20,4	20,6	20,8	20,9	20,9	20,7	20,4	20,1	20,0
$T_{i,3}$ °C	19,9	19,9	20,1	20,3	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
$T_{i,4}$ °C	19,9	19,9	20,1	20,3	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
$T_{i,5}$ °C	20,3	20,4	20,4	20,6	20,8	20,9	20,9	20,9	20,8	20,6	20,4	20,3
$T_{i,6}$ °C	19,8	19,9	20,0	20,3	20,6	20,7	20,9	20,9	20,6	20,3	20,0	19,8
$T_{i,7}$ °C	18,8	18,9	19,1	19,3	19,6	19,8	19,9	19,9	19,7	19,4	19,0	18,8
$T_{i,8}$ °C	19,9	20,0	20,1	20,4	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
$T_{i,9}$ °C	20,2	20,3	20,4	20,5	20,7	20,8	20,9	20,9	20,7	20,6	20,3	20,2
$T_{i,10}$ °C	20,0	20,1	20,2	20,4	20,7	20,8	20,9	20,9	20,7	20,4	20,2	20,0
$T_{i,11}$ °C	15,9	16,0	16,2	16,5	16,8	17,0	17,1	17,1	16,8	16,5	16,1	15,9
$T_{i,12}$ °C	19,9	19,9	20,1	20,3	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,3	20,0	19,9
$T_{i,13}$ °C	19,9	19,9	20,1	20,3	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
$T_{i,14}$ °C	20,0	20,0	20,2	20,4	20,6	20,8	20,9	20,9	20,7	20,4	20,1	20,0
⇒ WE-Betrieb ...												
$T_{i,1}$ °C	17,1	17,3	17,8	18,7	19,7	20,2	20,6	20,5	19,7	18,8	17,7	17,1
$T_{i,2}$ °C	17,2	17,4	17,9	18,8	19,7	20,2	20,6	20,5	19,7	18,8	17,8	17,2
$T_{i,3}$ °C	17,1	17,3	17,8	18,7	19,7	20,2	20,6	20,5	19,7	18,8	17,7	17,1
$T_{i,4}$ °C	17,5	17,6	18,1	18,9	19,8	20,2	20,6	20,6	19,8	19,0	18,0	17,5
$T_{i,5}$ °C	17,9	18,0	18,5	19,2	19,9	20,3	20,7	20,6	20,0	19,2	18,4	17,9
$T_{i,6}$ °C	17,2	17,4	17,9	18,8	19,7	20,2	20,6	20,5	19,7	18,8	17,8	17,2
$T_{i,7}$ °C	16,7	16,9	17,4	18,1	19,0	19,4	19,8	19,8	19,0	18,2	17,3	16,7
$T_{i,8}$ °C	17,5	17,7	18,2	18,9	19,8	20,3	20,7	20,6	19,8	19,0	18,1	17,5

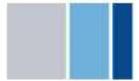
017/0043/001

Wartungshalle Heilbronn

17.02.2021

Wärmeschutznachweis

Seite 37



$T_{i,9}$	°C	17,7	17,8	18,3	19,0	19,9	20,3	20,7	20,6	19,9	19,1	18,2	17,7
$T_{i,10}$	°C	17,3	17,5	18,0	18,8	19,7	20,2	20,6	20,6	19,8	18,9	17,9	17,3
$T_{i,11}$	°C	14,0	14,1	14,7	15,5	16,5	16,9	17,4	17,3	16,5	15,6	14,6	14,0
$T_{i,12}$	°C	17,3	17,5	18,0	18,8	19,7	20,2	20,6	20,6	19,8	18,9	17,9	17,3
$T_{i,13}$	°C	17,5	17,7	18,2	19,0	19,8	20,3	20,7	20,6	19,8	19,0	18,1	17,5
$T_{i,14}$	°C	17,6	17,7	18,2	19,0	19,8	20,3	20,7	20,6	19,9	19,0	18,1	17,6

Zone <1> Verkehr 12

Ausnutzungsgrade für Wärmequellen η_{source} siehe Abs.6.0

Monatliche Heizzeiten t_h nach DIN V 18599-2, D.2, bei mehreren Zonen im Heizbereich die maximale Heizzeit, siehe "Heizsysteme".

Der Übertrag gespeicherter Wärme zwischen Regel- und WE-Betrieb $\Delta Q_{C,b,WE}$ wird berücksichtigt

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9$ °C und $Q_I = 0,0$ kWh/d

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,1$ °C und $Q_I = 0,0$ kWh/d

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,990	0,992	0,991	0,989	0,990	0,990	0,991	0,988
$\eta_{source,WE}$		1,000	1,000	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	1,000
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	73	116	112	116	116	105	116	1.039
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	8.760
$Q_{h,b,RE}$	kWh	309	474	575	664	662	582	584	5.184
$Q_{h,b,WE}$	kWh	28	32	73	101	101	84	71	663
Q_T	kWh	280	384	474	553	551	482	478	4.513
Q_V	kWh	106	189	268	330	328	283	267	2.212
Q_{S^*}	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q_{I^*}	kWh	50	67	94	118	116	99	91	876

$\eta_{source} / \eta_{source,WE}$ = Ausnutzungsgrade für solare und interne Wärmegewinne im Regel- / WE-Betrieb

$\Delta Q_{C,b,WE}$ = Übertrag gespeicherter Wärme zwischen Regel- und WE-Betrieb (nutzt < 365)

monatliche Heizzeit t_h nach Anhang D, Transmissionsverluste Q_T und Lüftungsverluste Q_V

solare Wärmegewinne $Q_{S^*} = Q_{S^*}\eta$ und interne Wärmegewinne $Q_{I^*} = Q_{I^*}\eta$

Heizwärmebedarf $Q_{h,b} = Q_T + Q_V - Q_{S^*}\eta - Q_{I^*}\eta$ mit dem Ausnutzungsgrad η

Zone <2> Verkehr 18

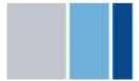
Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 20,0$ °C und $Q_I = 0,0$ kWh/d

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,2$ °C und $Q_I = 0,0$ kWh/d

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,990	0,998	1,000	1,000	0,999	1,000	0,999	0,974
$\eta_{source,WE}$		0,992	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,979
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	94	153	148	153	153	138	153	1.362
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	8.147
$Q_{h,b,RE}$	kWh	517	1.023	1.493	1.821	1.787	1.556	1.442	11.633
$Q_{h,b,WE}$	kWh	86	207	403	528	512	440	374	2.878
Q_T	kWh	646	1.147	1.631	2.004	1.994	1.720	1.625	13.449
Q_V	kWh	174	308	438	538	536	462	437	3.612
Q_{S^*}	kWh	153	137	49	38	76	55	127	1.411
Q_{I^*}	kWh	65	87	124	156	154	131	119	1.139



Zone <3> Lager 12

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9 \text{ °C}$ und $Q_i = 0,0 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,1 \text{ °C}$ und $Q_i = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,996	0,998	0,998	0,997	0,997	0,997	0,997	0,995
$\eta_{source,WE}$		0,997	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	0,995
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	90	144	139	144	144	130	144	1.287
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	8.760
$Q_{h,b,RE}$	kWh	587	945	1.215	1.438	1.430	1.244	1.217	10.514
$Q_{h,b,WE}$	kWh	99	161	266	342	340	288	259	2.194
Q_T	kWh	595	902	1.187	1.423	1.415	1.229	1.194	10.604
Q_V	kWh	155	274	390	479	477	411	389	3.216
Q_S^*	kWh	31	20	10	6	8	13	25	385
Q_I^*	kWh	32	52	87	116	114	96	82	726

Zone <4> Sanitär ZA

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9 \text{ °C}$ und $Q_i = 0,0 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,5 \text{ °C}$ und $Q_i = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,968	0,987	0,995	0,996	0,995	0,995	0,991	0,980
$\eta_{source,WE}$		0,993	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,919
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	56	61	59	61	61	55	61	602
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	7.181
$Q_{h,b,RE}$	kWh	461	921	1.389	1.731	1.709	1.471	1.347	10.758
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	22	79	112	107	90	63	482
Q_T	kWh	149	264	376	462	459	396	374	3.098
Q_V	kWh	431	814	1.202	1.498	1.486	1.278	1.187	9.720
Q_S^*	kWh	82	63	24	17	31	27	68	813
Q_I^*	kWh	59	71	86	100	99	86	84	883

Zone <5> Lager 21

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 20,3 \text{ °C}$ und $Q_i = 0,0 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,9 \text{ °C}$ und $Q_i = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\eta_{source,WE}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	12	21	23	23	23	21	23	195
t_h	h	493	510	720	744	744	672	744	7.142
$Q_{h,b,RE}$	kWh	37	65	85	99	99	87	86	707
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	-	7	12	12	9	6	46



Q _T	kWh	24	43	62	76	75	65	61	507
Q _V	kWh	18	31	44	54	54	47	44	364
Q _S *	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q _I *	kWh	5	8	14	19	18	15	13	117

Zone <6> Sanitär AB

Regelbetrieb (68,5%)

 mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,8$ °C und $Q_I = 0,0$ kWh/d

Wochenendbetrieb (31,5%)

 mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,2$ °C und $Q_I = 0,0$ kWh/d

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		2,717	0,924	0,982	0,987	0,981	0,982	0,962	0,785
$\eta_{source,WE}$		0,826	0,966	0,999	1,000	0,999	0,999	0,990	0,828
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	15	9	9	9	9	8	9	111
t_h	h	-	690	720	744	744	672	744	5.229
Q _{h,b,RE}	kWh	-	292	659	916	879	740	590	4.437
Q _{h,b,WE}	kWh	-	7	27	37	33	29	20	158
Q _T	kWh	44	79	112	138	137	118	112	923
Q _V	kWh	12	264	596	836	807	676	541	3.970
Q _S *	kWh	93	37	14	11	22	16	35	306
Q _I *	kWh	10	6	8	10	10	9	8	67

Zone <7> Werkhalle 18

Regelbetrieb (63,0%)

 mit $\vartheta_{h,Jan} = 18,8$ °C und $Q_I = 345,8$ kWh/d

Wochenendbetrieb (37,0%)

 mit $\vartheta_{h,Jan} = 16,7$ °C und $Q_I = 0,0$ kWh/d

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,258	0,463	0,664	0,749	0,741	0,721	0,635	0,438
$\eta_{source,WE}$		0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,934
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	465	888	950	982	982	887	982	8.288
t_h	h	266	495	720	744	744	672	744	5.007
Q _{h,b,RE}	kWh	-	-	393	883	833	630	300	3.038
Q _{h,b,WE}	kWh	84	424	1.193	1.725	1.669	1.402	1.062	8.021
Q _T	kWh	1.358	2.894	4.422	5.559	5.530	4.743	4.381	33.893
Q _V	kWh	679	1.377	2.345	3.057	3.009	2.560	2.264	18.020
Q _S *	kWh	235	259	110	90	183	129	279	2.348
Q _I *	kWh	1.967	3.644	5.071	5.919	5.854	5.142	5.003	40.627

Zone <8> Aufenthalt

Regelbetrieb (68,5%)

 mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9$ °C und $Q_I = 5,1$ kWh/d

Wochenendbetrieb (31,5%)

 mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,5$ °C und $Q_I = 0,0$ kWh/d

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,628	0,858	0,937	0,956	0,954	0,948	0,922	0,772
$\eta_{source,WE}$		0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,927
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	25	45	43	45	45	41	45	407
t_h	h	208	744	720	744	744	672	744	5.406

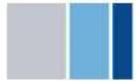
017/0043/001

Wartungshalle Heilbronn

17.02.2021

Wärmeschutznachweis

Seite 40



Q _{h,b,RE}	kWh	17	138	283	390	380	316	259	1.915
Q _{h,b,WE}	kWh	1	15	47	68	67	54	40	301
Q _T	kWh	99	176	250	307	306	264	249	2.061
Q _V	kWh	37	130	241	323	315	267	227	1.743
Q _S *	kWh	28	21	11	6	9	15	28	341
Q _I *	kWh	89	131	149	166	164	145	149	1.422

Zone <9> Verkehr 21

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 20,2 \text{ °C}$ und $Q_i = 0,0 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,7 \text{ °C}$ und $Q_i = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,994
$\eta_{source,WE}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	60	106	107	111	111	100	111	968
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	7.695
Q _{h,b,RE}	kWh	184	362	486	580	577	500	484	3.856
Q _{h,b,WE}	kWh	7	19	69	103	102	83	63	464
Q _T	kWh	174	308	438	539	536	462	437	3.614
Q _V	kWh	84	150	213	262	260	225	212	1.755
Q _S *	kWh	20	12	6	3	5	8	15	242
Q _I *	kWh	47	64	90	114	112	95	87	838

Zone <10> Lager 18

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 20,0 \text{ °C}$ und $Q_i = 0,0 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,3 \text{ °C}$ und $Q_i = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,991
$\eta_{source,WE}$		0,997	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,978
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	69	117	113	117	117	105	117	1.079
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	8.142
Q _{h,b,RE}	kWh	338	679	993	1.207	1.179	1.030	950	7.707
Q _{h,b,WE}	kWh	39	110	243	323	311	267	218	1.659
Q _T	kWh	403	715	1.016	1.249	1.243	1.072	1.013	8.380
Q _V	kWh	132	233	332	408	406	350	331	2.737
Q _S *	kWh	132	118	42	32	65	47	109	1.228
Q _I *	kWh	26	42	70	95	93	78	67	589

Zone <11> Werkhalle 15

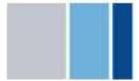
Regelbetrieb (63,0%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 15,9 \text{ °C}$ und $Q_i = 225,0 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (37,0%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 14,0 \text{ °C}$ und $Q_i = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
-------	--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------



η_{source}		0,267	0,558	0,783	0,859	0,851	0,815	0,719	0,473
$\eta_{source,WE}$		0,477	0,959	0,999	1,000	1,000	0,998	0,980	0,626
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	541	442	603	623	623	562	623	6.208
t_h	h	-	495	720	744	744	672	744	4.465

$Q_{h,b,RE}$	kWh	-	348	1.934	3.332	3.205	2.393	1.463	13.224
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	555	1.858	2.820	2.709	2.051	1.270	11.264

Q_T	kWh	1.526	4.381	7.292	9.404	9.346	7.966	7.185	53.371
Q_V	kWh	222	638	1.061	1.469	1.439	1.197	1.046	7.984
Q_S^*	kWh	1.085	1.401	861	506	719	1.138	2.006	12.272
Q_I^*	kWh	1.256	2.725	3.716	4.236	4.172	3.595	3.499	27.128

Zone <12> Büro KÜ

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9 \text{ °C}$ und $Q_I = 8,3 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,3 \text{ °C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,623	0,824	0,935	0,955	0,948	0,941	0,886	0,734
$\eta_{source,WE}$		0,833	0,990	1,000	1,000	1,000	1,000	0,994	0,761
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	124	101	97	101	101	91	101	1.225
t_h	h	212	744	720	744	744	672	744	5.200

$Q_{h,b,RE}$	kWh	114	540	1.158	1.577	1.514	1.269	978	7.683
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	51	205	289	267	218	127	1.157

Q_T	kWh	372	659	937	1.152	1.146	989	934	7.730
Q_V	kWh	105	432	834	1.128	1.097	926	778	5.924
Q_S^*	kWh	280	242	95	59	120	129	315	2.971
Q_I^*	kWh	178	258	313	355	342	298	292	2.789

Zone <13> Besprechung

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9 \text{ °C}$ und $Q_I = 7,0 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,5 \text{ °C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,568	0,804	0,909	0,935	0,932	0,923	0,886	0,769
$\eta_{source,WE}$		0,996	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,871
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	48	61	59	61	61	55	61	589
t_h	h	82	744	720	744	744	672	744	4.968

$Q_{h,b,RE}$	kWh	23	219	483	678	659	545	434	3.244
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	13	58	87	84	66	45	352

Q_T	kWh	129	229	326	401	399	344	325	2.691
Q_V	kWh	47	230	456	621	603	508	423	3.199
Q_S^*	kWh	53	41	22	13	18	29	54	663
Q_I^*	kWh	122	186	219	244	241	212	215	2.136

Zone <14> Büro oK

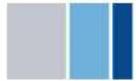
017/0043/001

Wartungshalle Heilbronn

17.02.2021

Wärmeschutznachweis

Seite 42



Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 20,0 \text{ °C}$ und $Q_I = 1,5 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,6 \text{ °C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,463	0,791	0,939	0,965	0,953	0,945	0,883	0,604
$\eta_{source,WE}$		0,592	0,981	1,000	1,000	1,000	1,000	0,991	0,670
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	13	24	18	19	19	17	34	171
t_h	h	-	510	720	744	744	672	510	4.187
$Q_{h,b,RE}$	kWh	-	24	67	97	89	73	55	414
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	-	11	20	16	12	-	59
Q_T	kWh	37	66	94	115	115	99	94	774
Q_V	kWh	13	36	61	80	79	67	59	459
Q_{S^*}	kWh	38	45	18	11	23	24	59	391
Q_{I^*}	kWh	24	47	60	68	66	57	56	449

Summe Heizwärmebedarf

	Q_T kWh/a	Q_V kWh/a	Q_{S^*} kWh/a	Q_{I^*} kWh/a	$Q_{h,b}$ kWh/a	$Q_{h,b}$ kWh/(m ² a)
<1> Verkehr 12	4.513	2.212	-	876	5.848	44,7
<2> Verkehr 18	13.449	3.612	1.411	1.139	14.511	84,2
<3> Lager 12	10.604	3.216	385	726	12.709	78,4
<4> Sanitär ZA	3.098	9.720	813	883	11.241	163,2
<5> Lager 21	507	365	-	117	753	28,5
<6> Sanitär AB	923	3.970	306	67	4.595	456,1
<7> Werkhalle 18	33.893	18.020	2.348	40.627	11.059	10,0
<8> Aufenthalt	2.061	1.743	341	1.422	2.216	43,7
<9> Verkehr 21	3.614	1.755	242	838	4.320	34,5
<10> Lager 18	8.380	2.737	1.228	589	9.367	71,2
<11> Werkhalle 15	53.371	7.984	12.272	27.128	24.487	34,8
<12> Büro KÜ	7.730	5.924	2.972	2.789	8.840	77,9
<13> Besprechung	2.691	3.199	663	2.136	3.596	52,0
<14> Büro oK	774	459	391	449	473	22,4
	145.609	64.916	23.373	79.786	114.014	39,4

RLT-Systeme (DIN V 18599-3)

Gewählte RLT-Anlagen

Betrachtungsmonat Januar, $\theta_e = 1,0 \text{ °C}$

Zone	Feuchteanf.	No Anlage	Komponenten	$\theta_{SUP,Jan}$ °C
<4> Sanitär ZA	-	203 RLT-Anlage	VE rec60	15,2
<6> Sanitär AB	-	203 RLT-Anlage	VE rec60	15,2
<7> Werkhalle 18	-	203 RLT-Anlage	VE rec60	15,2
<8> Aufenthalt	mT	207 RLT-Anlage	VE LBv rec60	15,2
<11> Werkhalle 15	-	203 RLT-Anlage	VE rec60	15,2
<12> Büro KÜ	mT	207 RLT-Anlage	VE LBv rec60	15,2
<13> Besprechung	mT	207 RLT-Anlage	VE LBv rec60	15,2
<14> Büro oK	mT	207 RLT-Anlage	VE LBv rec60	15,2

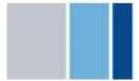
017/0043/001

Wartungshalle Heilbronn

17.02.2021

Wärmeschutznachweis

Seite 43



Zone <4> RLT-Anlage (203) mit VSUP/ETA = 358 / 358 m³/h, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec60
 Zone <6> RLT-Anlage (203) mit VSUP/ETA = 1758 / 1758 m³/h, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec60
 Zone <7> RLT-Anlage (203) mit VSUP/ETA = 2771 / 2771 m³/h, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec60
 Zone <8> RLT-Anlage (207) mit VSUP/ETA = 456 / 456 m³/h, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec60
 Zone <11> RLT-Anlage (203) mit VSUP/ETA = 1663 / 1663 m³/h, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec60
 Zone <12> RLT-Anlage (207) mit VSUP/ETA = 1758 / 1758 m³/h, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec60
 Zone <13> RLT-Anlage (207) mit VSUP/ETA = 1037 / 1037 m³/h, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec60
 Zone <14> RLT-Anlage (207) mit VSUP/ETA = 84 / 84 m³/h, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec60

Feuchteanforderung $mT / oT = \text{mit} / \text{ohne Toleranz (Nutzungsrandbedingung)}$

RLT-Anlagen nach DIN V 18599-3, Tabellen A.2 bis A.13 mit den Anlagenkomponenten

VE = Ventilator, LH = Luftheizer, LK = Luftkühler, LBv / LBd = Verdunstungsbefeuchter / Dampfbefeuchter

rec.% = Anlage mit ..% Wärmerückgewinnung, rec+ = Rückgewinnung Wärme + Feuchte

θ_{SUP} mittlere Zulufttemperatur im Betrachtungsmonat nach Tab. 5/6

Strombedarf der Ventilatoren

	$V_{\text{mech,m}}$ m³/h	$t_{v^*d_v}$ h/m	PV, SUP kW	PV, ETA kW	W_v, Jan kWh
<4> Sanitär ZA	358	276	0,10	0,10	55
<6> Sanitär AB	1758	276	0,49	0,49	269
<7> Werkhalle 18	2771	195	0,77	0,77	301
<8> Aufenthalt	456	276	0,19	0,13	87
<11> Werkhalle 15	1663	195	0,46	0,46	180
<12> Büro KÜ	1758	276	0,73	0,49	337
<13> Besprechung	1037	276	0,43	0,29	199
<14> Büro oK	84	276	0,04	0,02	16

monatliche Werte W_v [kWh]

	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
<4> Sanitär ZA	53	55	53	55	55	49	55	643
<6> Sanitär AB	261	269	261	269	269	243	269	3.172
<7> Werkhalle 1	291	301	291	301	301	272	301	3.541
<8> Aufenthalt	85	87	85	87	87	79	87	1.030
<11> Werkhalle	175	180	175	180	180	163	180	2.125
<12> Büro KÜ	326	337	326	337	337	304	337	3.965
<13> Besprechun	192	199	192	199	199	179	199	2.340
<14> Büro oK	15	16	15	16	16	14	16	188

1.398 1.444 1.398 1.444 1.444 1.304 1.444 17.004

$V_{\text{mech,m}}$ = Zuluft- / Abluft-Volumenstrom, Regelwert = Luftwechselzahl * Luftvolumen

$t_{v^*d_v}$ = monatliche Betriebsstunden der RLT-Anlage = h/Tag * Tage * Nutzungsanteil im Regelbetrieb

PV,SUP / PV,ETA = elektrische Leistungsaufnahme [kW] der Zuluft- und Abluft-Ventilatoren

W_v = Endenergiebedarf für die Luftförderung im Betrachtungsmonat (Hilfsenergie)

Zuluftkonditionierung (DIN V 18599-3)

eine Luftkonditionierung ist nicht vorgesehen

Energiebedarf für Zuluftvorwärmung

nicht vorgesehen

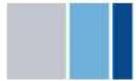
Energiebedarf für Zuluftkühlung

nicht vorgesehen

Energiebedarf für Dampfbefeuchtung

nicht vorgesehen

017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn	17.02.2021
	Wärmeschutznachweis	Seite 44



Beleuchtungssysteme (DIN V 18599-4)

Tageslichtbereiche

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden (12), mit Dachoberlichtern (0)

Bezüge siehe DIN V 18599-4

Der Verbaungsindex wird nach DIN V 18599, T4, Abs. 5.5.2 berechnet

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden

Tageslichtbereich	Zone	E_m lx	A_{TL} m ²	A_{RB} m ²	Tageslicht	c_{TL} %
1 <2> Verkehr 18 » Süd	Süd 2	100	6,2	5,9	gut	89
2 <3> Lager 12 » Nord	Nord 3	100	4,4	3,6	gut	98
3 <4> Sanitär ZA » West	West 4	200	9,6	4,1	gut	91
4 <6> Sanitär AB » Süd	Süd 6	200	2,7	1,7	gut	89
5 <7> Werkhalle 18 » Süd	Süd 7	500	42,0	16,8	gut	85
6 <8> Aufenthalt » Nord	Nord 8	300	9,1	4,3	gut	97
7 <9> Verkehr 21 » Nord	Nord 9	100	5,7	2,3	gut	96
8 <10> Lager 18 » Süd	Süd 10	100	11,6	5,0	gut	89
9 <11> Werkhalle 15 » Nor	Nord 11	400	521,6	352,4	gut	93
10 <12> Büro KÜ » Ost	Ost 12	500	113,4	24,3	gut	80
11 <13> Besprechung » Nord	Nord 13	500	21,2	8,6	gut	87
12 <14> Büro oK » Ost	Ost 14	500	15,3	4,3	gut	82

tageslichtversorgte Flächen nach Zonen

Zone	ANGF [m ²]	A_{TL} [m ²]	A_{KTL} [m ²]
<1> Verkehr 12	131	-	131
<2> Verkehr 18	172	6	166
<3> Lager 12	162	4	158
<4> Sanitär ZA	69	10	59
<5> Lager 21	26	-	26
<6> Sanitär AB	10	3	7
<7> Werkhalle 18	1108	42	1.066
<8> Aufenthalt	51	9	42
<9> Verkehr 21	125	6	120
<10> Lager 18	132	12	120
<11> Werkhalle 15	703	522	181
<12> Büro KÜ	113	113	0
<13> Besprechung	69	21	48
<14> Büro oK	21	15	6

A_{TL} = tageslichtversorgte Fläche = $\alpha_{TL} * b_{TL}$, bei Dachoberlichtern manueller Ansatz

mit α_{TL} = Tiefe des Tageslichtbereichs = $2.5 * (h_{St} - h_{Ne})$, max. Raumtiefe, h_{St} = Sturzhöhe der Rohbauöffnungen, h_{Ne} = Höhe der Nutzebene über dem Fußboden, und b_{TL} = Breite des Tageslichtbereichs

A_{RB} = Fensterfläche (Rohbaumaße), E_m = Wartungswert der Beleuchtungsstärke (Zonenrandbedingung)

Tageslichtquotient $DR_B = \max[(4.13 + 20 * I_{Tr} - 1.36 * I_{Rt}) * I_V; 0]$ (Gl.30),

bei Dachoberlichtern $D_j = D_a * \tau_{D65} * k * A_{RB} / A_{TL} * \eta_R$ (Gl. 35), mit D_a = Außentageslichtquotient nach Tab.17, η_R = Raumwirkungsgrad nach Tab. 18 / 19

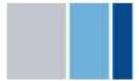
c_{TL} = Tageslichtversorgungsfaktor = $c_{TL,Vers,SNA} * (1 - t_{rel,TL,SA}) + c_{TL,Vers,SA} * t_{rel,TL,SA}$ (Gl.31)

c_{TL} bei Dachoberlichtern nach Tab.23/24, abhängig von der Dachneigung und Flächenorientierung

Teilbetriebsfaktoren Tageslicht

Bereich	c_{TL}	$c_{TL, kon}$	f_{TL}					
			Jan %	Feb %	Mrz %	Apr %	Mai %	Jun %

017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn	17.02.2021
	Wärmeschutznachweis	Seite 45



1 <2> Verkehr 18 » S	2	89	60	54	48	43	40	38	37
2 <3> Lager 12 » Nor	3	98	60	50	43	38	34	32	31
3 <4> Sanitär ZA » W	4	91	60	53	47	42	39	36	36
4 <6> Sanitär AB » S	6	89	60	55	48	43	40	38	38
5 <7> Werkhalle 18 »	7	85	57	59	53	49	46	44	43
6 <8> Aufenthalt » N	8	97	60	51	44	39	35	33	32
7 <9> Verkehr 21 » N	9	96	60	51	44	39	36	33	33
8 <10> Lager 18 » Sü	10	89	60	55	48	44	41	38	38
9 <11> Werkhalle 15	11	93	57	55	48	44	41	38	38
10 <12> Büro KÜ » Ost	12	80	57	61	56	52	49	47	47
11 <13> Besprechung »	13	87	57	58	52	47	44	42	42
12 <14> Büro oK » Ost	14	82	57	60	54	50	47	46	45

Kontrollsystem(e): manuell (REF)

CTL_{kon} = Korrekturfaktor zur Berücksichtigung des tageslichtabhängigen Kontrollsystems interpoliert nach Tab.25

F_{TL} = Teilbetriebsfaktoren Tageslicht (Betriebszeitanteil Kunstlicht) nach Gl.39

F_{TL} = max[1 - v_{Monat} * CTL * CTL_{kon};0], Verteilungsschlüssel v_{Monat} nach Tab.26 / 27

Kunstlichtversorgung

**elektrische Anschlussleistung für Kunstlichtbereiche (14)
Tabellenverfahren, monatlich berechnet (Januar)**

Bereich	Zone	E _m lx	Lampen	p _j W/m ²	f _{Prä} m ²	t _{T,TL} h/m	t _{T,KTL} h/a	t _N h/a	Q _{l,b} kWh/m
1 <1> Verkehr 12	1	100	8-1-1	1,6	0,60	0	1526	124	30
2 <2> Verkehr 18	2	100	8-1-1	1,6	0,60	71	1526	124	39
3 <3> Lager 12	3	100	8-1-1	2,4	0,07	7	175	14	6
4 <4> Sanitär ZA	4	200	8-1-1	3,3	0,55	63	1399	114	27
5 <5> Lager 21	5	100	8-1-1	2,4	0,07	0	175	14	1
6 <6> Sanitär AB	6	200	8-1-1	3,3	0,55	64	1399	114	4
7 <7> Werkhalle 18	7	500	8-1-1	4,5	0,95	96	1917	49	828
8 <8> Aufenthalt	8	300	8-1-1	3,6	0,75	83	1907	155	29
9 <9> Verkehr 21	9	100	8-1-1	1,6	0,60	67	1526	124	28
10 <10> Lager 18	10	100	8-1-1	2,4	0,07	8	175	14	5
11 <11> Werkhalle 15	11	400	8-1-1	3,6	0,95	90	1917	49	288
12 <12> Büro KÜ	12	500	8-1-1	6,5	0,85	112	2162	176	94
13 <13> Besprechung	13	500	8-1-1	6,0	0,75	94	1907	155	64
14 <14> Büro oK	14	500	8-1-1	6,5	0,85	110	2162	176	20

1463

8-1-1 (0,53): LED-Ersatzlampen, Vorschaltgerät EVG elektronisch, direkt, A_{KL} = 2.893 m²

Präsenzmelder: nein, Konstantlichtregelung: nein

Endenergiebedarf für Beleuchtung Q_{l,f}

Zone	Sep kWh	Okt kWh	Nov kWh	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Jahr kWh
<1> Verkehr 12	29	30	29	30	30	27	30	356
<2> Verkehr 18	38	39	38	39	39	35	39	460
<3> Lager 12	6	6	6	6	6	6	6	73
<4> Sanitär ZA	26	27	27	28	27	25	27	319
<5> Lager 21	1	1	1	1	1	1	1	12
<6> Sanitär AB	4	4	4	4	4	3	4	44
<7> Werkhalle	719	744	722	748	745	671	742	8.748
<8> Aufenthalt	28	29	29	30	29	26	29	340
<9> Verkehr 21	27	28	28	29	28	26	28	333
<10> Lager 18	5	5	5	5	5	4	5	58

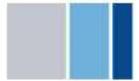
017/0043/001

Wartungshalle Heilbronn

17.02.2021

Wärmeschutznachweis

Seite 46



<11> Werkhalle	224	245	256	287	259	216	228	2.777
<12> Büro KÜ	56	62	66	75	66	55	57	702
<13> Besprechu	60	63	62	66	64	57	62	735
<14> Büro oK	12	14	14	15	14	12	13	155

1.235 1.297 1.285 1.362 1.319 1.165 1.272 15.110

p_j = elektrische Bewertungsleistung = $p_{j,lx} \cdot E_m \cdot k_{WF} \cdot k_A \cdot k_L \cdot k_{VB}$ W/m² (Gl.11)

mit $k_{WF} / k_A / k_L / k_{VB}$ = Anpassungsfaktoren für Wartungszyklen / Sehaufgabe / Lampenart / Raumart.

$t_{T,TL} / t_{T,KTL}$ = Betriebszeit der Beleuchtung mit / ohne Tageslichtversorgung zur Tagzeit

t_N = Betriebszeit der Beleuchtung zur Nachtzeit, t_{Nacht} / t_{Tag} siehe DIN V 18599-10

$Q_{i,b}$ = Nutzenergiebedarf für Beleuchtung = $p_j \cdot [ATL \cdot (t_{Tag,TL} + t_{Nacht}) + AKTL \cdot (t_{Tag,KTL} + t_{eff,Nacht})]$ (Gl.2)

$Q_{i,f} = \sum F_{t,n} \cdot \sum Q_{i,b} = Q_{i,L,elektr}$ = Endenergiebedarf für Beleuchtung nach Zonen (Gl.1)

Klimakältesysteme (DIN V 18599-7)

Kühlenergiebedarf

Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (Kühlbilanz)

Betrachtungsmonat Juli

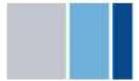
Zone	Q_{sink}	Q_{source}	γ	c_{wirk}	τ	η
<1> Verkehr 12	9	1	0,149	50,000	19,65	0,987
<2> Verkehr 18	14	7	0,481	50,000	33,58	0,942
<3> Lager 12	16	2	0,147	50,000	18,40	0,986
<4> Sanitär ZA	12	6	0,471	50,000	14,78	0,991
<5> Lager 21	1	0	0,000	50,000	140,91	1,000
<6> Sanitär AB	1	2	1,667	50,000	1,49	0,563
<7> Werkhalle 18	47	429	9,197	50,000	53,34	0,109
<8> Aufenthalt	2	9	4,091	50,000	22,07	0,250
<9> Verkehr 21	4	3	0,619	50,000	107,95	0,990
<10> Lager 18	9	4	0,477	50,000	54,02	0,977
<11> Werkhalle 15	122	456	3,749	50,000	28,15	0,264
<12> Büro KÜ	8	35	4,538	50,000	13,09	0,222
<13> Besprechung	3	15	5,138	50,000	14,95	0,196
<14> Büro oK	1	7	8,375	50,000	38,97	0,123

Kühlenergiebedarf

Zone	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Apr kWh	Mai kWh	Jun kWh	Jahr kWh
⇒ $Q_{c,b}$ (Raumklima)								
<1> Verkehr 12	-	-	-	-	0	0	0	1
<2> Verkehr 18	-	-	-	-	0	1	2	21
<3> Lager 12	-	-	-	-	-	0	0	1
<4> Sanitär ZA	-	-	-	-	-	-	0	3
<5> Lager 21	-	-	-	-	-	-	-	-
<6> Sanitär AB	-	-	-	-	-	18	86	555
<7> Werkhalle	1.515	1.601	1.613	2.672	4.223	6.140	6.893	52.957
<8> Aufenthalt	-	-	-	0	5	76	153	729
<9> Verkehr 21	-	-	-	-	-	-	-	1
<10> Lager 18	-	-	-	-	-	0	0	5
<11> Werkhalle	238	259	329	699	1.936	4.147	5.475	29.085
<12> Büro KÜ	-	0	0	3	71	380	695	3.125
<13> Besprechu	-	-	-	0	9	178	330	1.545
<14> Büro oK	0	0	0	4	53	100	129	634

Kühlenergiebedarf der Raumklimasysteme $Q_{c,b}$

017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn	17.02.2021
	Wärmeschutznachweis	Seite 47



$Q_{c,b} = (1 - \eta) * Q_{source}$ mit $Q_{source} = (Q_T + Q_V + Q_S + Q_I)_{source}$ (T2, Gl.2, nur Regelbetrieb)
berechnet mit $\theta_{i,c} = \theta_{i,c,soll} - 2K$ (T2 Gl.39), c_{wirk} und Zeitkonstante τ siehe Abschnitt 6.0

Maximal erforderliche Kälteleistung $Q_{c,max}$

$Q_{c,max}$ nach DIN V 18599-2, Anhang C

Zone	$t_{c,op,d}$ h/d	$Q_{c,max, Juli}$ kW	$Q_{c,max, Sept}$ kW	techn. gekühlt
<1> Verkehr 12	13	0,0	-0,2	nein
<2> Verkehr 18	13	1,2	0,8	nein
<3> Lager 12	13	0,2	-0,4	nein
<4> Sanitär ZA	13	1,0	0,1	nein
<5> Lager 21	13	-0,1	-0,1	nein
<6> Sanitär AB	13	0,4	-0,6	nein
<7> Werkhalle 18	10	40,8	37,0	nein
<8> Aufenthalt	13	0,7	0,2	ja
<9> Verkehr 21	13	0,1	-0,1	nein
<10> Lager 18	13	0,9	0,7	nein
<11> Werkhalle 15	10	39,7	30,7	nein
<12> Büro KÜ	13	6,1	3,7	ja
<13> Besprechung	13	1,2	0,2	ja
<14> Büro oK	13	0,9	0,7	nein
		93,1	72,7	

$Q_{c,max} = 0.8 * (Q_{source} - Q_{sink}) * (1 + 0.3 * EXP(-\tau/120)) - c_{wirk}/60 * (\Delta\theta - 2) + c_{wirk}/40 * (12 / t_{c-1})$ (T2, C.1)
mit $t_{c,op,d}$ = tägliche Betriebsdauer der Kühlanlage und $\Delta\theta$ = zul. Temperaturschwankung, Regelwert = 2K

<8> Aufenthalt

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Klimasystem bitte wählen (233 m²)

<8> Aufenthalt

<12> Büro KÜ

<13> Besprechung

Erzeuger-Nutzkältebedarf $Q_{c,outg} = Q_{c,b} * \eta$ mit η = Nutzungsgrade der Kälteübergabe und -verteilung Raum

$\eta = (4 - \eta_{c,ce} - \eta_{c,ce,sens} - \eta_{c,d}) = 4 - 1,0 - 0,87 - 0,9 = 1,230$ (T7, Tab.14)

Bedarfszeit der Raumkühlung $t_{c,op}$ nach T2, Anhang D mit der Mindestauslastung $\beta_{c,grenz} = 0,15$

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{c,b}$	kWh	-	0	0	4	85	633	1.178	5.398
$Q_{c,outg}$	kWh	-	0	0	4	105	779	1.449	6.640
$t_{c,op}$	h	-	-	-	33	267	276	267	1.966

Hilfsenergiebedarf

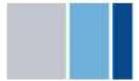
Sekundärventilatoren zur Raumkühlung

Kälteverteilung: $W_{Z,aux,d}$ Strombedarf der Kälteverteilung mit dem vereinfachten Verfahren nach DIN V 18599-7:2018, Abs.6.5.3 für bedarfsgesteuerte Betriebsweise, Rohrnetz energetisch optimiert, optimale Auslegung, mit den Netzteilen Primärkreis, Hauptverteiler, Gebäudekühlung
Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 8,0$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Monat	Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn	17.02.2021
	Wärmeschutznachweis	Seite 48



WZ, d	kWh	-	-	-	0	4	34	63	285
	kWh	-	-	-	0	4	34	63	285

Kälteerzeugung

Kältespeicherung: Speicherverluste $Q_{C,s}$

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,s}$	kWh	-	-	-	4	105	779	1.449	6.638

Kältemaschine: (155) 8,0 kW Raumklimasystem luftgekühlt, VRF-System (KKM),

Nennkälteleistungszahl EER = 5,00

Teillast-Kennwerte PLV_{AV} nach Zonen, Tabellenwerte aus Anhang A:

Kennwerttabellen für Nutzungsart "Besprechung"

<8> Aufenthalt, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,29$

<12> Büro KÜ, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,29$

<13> Besprechung, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,29$

elektrischer Endenergiebedarf Kältemaschine $Q_{C,f,el} = Q_{C,outg} / (EER * PLV_{AV})$

Speicherfaktor für Kältespeicherung, $f_{SP} = 1,00$ (Tab.40)

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,outg}$	kWh	-	0	0	4	105	779	1.449	6.640
$Q_{C,s}$	kWh	-	-	-	4	105	779	1.449	6.638
$Q_{C,f,el}$	kWh	-	0	0	1	33	242	449	2.059

<12> Büro KÜ

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<8> Aufenthalt"

<13> Besprechung

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<8> Aufenthalt"

Endenergie Klimasysteme

Endenergie Klimakälte $W_{C,f}$, Endenergie Dampf $Q_{m^*,f}$ und Hilfsenergie $Q_{C,aux}$

Endenergie nach Energieträgern ohne Hilfsenergie

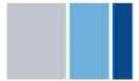
Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$W_{C,f}$	kWh	-	0	0	1	33	242	449	2.059
$Q_{C,aux}$	kWh	-	-	-	0	4	34	63	285
Strom-Mix	kWh	-	0	0	1	33	242	449	2.059

Warmwassersysteme (DIN V 18599-8)

Nutzenergiebedarf Warmwasser

Zone	Nutzung	$q_{w,b}$	Menge	$Q_{w,b,Jan}$
------	---------	-----------	-------	---------------

017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn	17.02.2021
	Wärmeschutznachweis	Seite 49



		kWh/d je		kWh/M	
<1> Verkehr 12	nicht relevant				-
<2> Verkehr 18	nicht relevant				-
<3> Lager 12	nicht relevant				-
<4> Sanitär ZA	nicht relevant				-
<5> Lager 21	nicht relevant				-
<6> Sanitär AB	Bürogebäude	0,400	Person	20	170 b
<7> Werkhalle 18	Werkstatt, Indu	1,800	Beschäftigte	20	703 b
<8> Aufenthalt	nicht relevant				-
<9> Verkehr 21	nicht relevant				-
<10> Lager 18	nicht relevant				-
<11> Werkhalle 15	Werkstatt, Indu	1,800	Beschäftigte	20	703 b
<12> Büro KÜ	Bürogebäude	0,030	m ² Bürofläche	113	72 c
<13> Besprechung	nicht relevant				-
<14> Büro oK	Bürogebäude	0,030	m ² Bürofläche	21	13 c

$Q_{w,b} = q_{w,b} \cdot d_{mth} \cdot d_{nutz} / 365 \cdot \text{Menge [kWh/Monat]} \text{ (DIN V 18599-10)}$

b) Beträgt der tägliche Nutzenergiebedarf für Trinkwarmwasser weniger als 0,2 kWh je Person und Tag bzw. weniger als 0,2 kWh je Beschäftigte und Tag (entspricht etwa 5 l je Person und Tag bzw. 5 l je Beschäftigte und Tag bei einer Warmwassertemperatur von 45°C) darf der Nutzenergiebedarf für Trinkwarmwasser vernachlässigt werden. Dies ist z.B. der Fall bei Bürogebäuden oder Schulen mit einzelnen Trinkwarmwasser-Zapfstellen (Handwaschbecken, Teeküche, Getränkeausgabe, Putzraum).

c) Flächenbezug ist die Nettogrundfläche ANGF

Eingesetzte Warmwassersysteme

Versorgungsbereich	Zonen (n)	f _{Zapf}	Q _{w,b} kWh/Jahr
1 zentrale WW-Versorgung	4/7/11/12/14/	1,00	17.569
2 dezentrale WW-Versorgung	6/	1,00	2.000
3			

Verteilungsnetze

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 4/7/11/12/14

Verteilssystem: Leitungslängen nach DIN V 18599-8:2018, Zirkulationsbetrieb an z = 11,0 h/d

Wärmedurchgangskoeffizient U_i, gedämmte Leitungen nach 1995 (REF)

mittlere Temperatur des Rohrabschnitts $\theta_{w,av}$ ohne Zirkulation, im Zirkulationsbetrieb 57,5°C (Tab.6)

Umgebungstemperatur in der thermischen Hülle = Bilanzinnentemperatur

Zirkulationspumpe

Volumenstrom V = 0,64 m³/h, $\Delta p = 16,9 \text{ kPa}$, $P_{hydr} = 3,022 \text{ kPa} \cdot \text{m}^3/\text{h}$, $e_{w,d,aux} = 10,6$

Elektrische Leistungsaufnahme P_p = unbekannt, geregelt, bedarfsorientiert

(2) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 6

Verteilssystem: dezentral mit Erzeugern

Wärmedurchgangskoeffizient U_i, gedämmte Leitungen nach 1995 (REF)

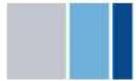
mittlere Temperatur des Rohrabschnitts $\theta_{w,av}$ ohne Zirkulation

Umgebungstemperatur in der thermischen Hülle = Bilanzinnentemperatur

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Stichtlg. (St)
(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 4/7/11/12/14			
Leitungslängen l _i	109 m	113 m	302 m
Wärmedurchgangskoeffizient U _i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Warmwassertemperatur $\theta_{w,av}$	34,5 °C	32,9 °C	32,9 °C
Umgebungstemperatur $\theta_{I,Jan}$	13,0 °C	19,9 °C	19,9 °C

(2) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 6

017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn	17.02.2021
	Wärmeschutznachweis	Seite 50



Leitungslängen l_i	0 m	0 m	0 m
Wärmedurchgangskoeffizient U_i	0,255 W/(mK)		
Warmwassertemperatur $\theta_{w,av}$	26,3 °C		
Umgebungstemperatur $\theta_{I,Jan}$	19,8 °C		

Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 4/7/11/12/14

$Q_{w,b}$	kWh	1.444	1.492	1.444	1.492	1.492	1.348	1.492	17.569
$Q_{w,d,V}$	kWh	566	585	566	585	585	528	585	6.883
$Q_{w,d,S}$	kWh	575	599	586	610	610	550	605	7.058
$Q_{w,d,St}$	kWh	465	491	487	510	510	459	502	5.781

$Q_{w,d}$	kWh	1.605	1.675	1.639	1.704	1.704	1.536	1.692	19.722
$W_{w,d}$	kWh	7	7	7	7	7	7	7	88
$Q_{I,w,d}$	kWh	1.040	1.091	1.073	1.120	1.120	1.008	1.107	12.839

Aufteilung $Q_{I,w,d}$: nach Grundflächenanteilen

(2) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 6

$Q_{w,b}$	kWh	164	170	164	170	170	153	170	2.000
-----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

$Q_{w,d,St}$	kWh	0	0	0	0	0	0	0	1
--------------	-----	---	---	---	---	---	---	---	---

$Q_{w,d}$	kWh	0	0	0	0	0	0	0	1
-----------	-----	---	---	---	---	---	---	---	---

$Q_{I,w,d}$	kWh	0	0	0	0	0	0	0	1
-------------	-----	---	---	---	---	---	---	---	---

Aufteilung $Q_{I,w,d}$: nach Grundflächenanteilen

$Q_{w,d}$ = Wärmeverluste des Rohrnetzes der Warmwasserverteilung nach DIN V 18599-8, Abs. 6.2

Leitungslängen der Verteilung (V), der Stränge (S) und der Stichleitungen (St) nach Tab.10 oder manuell

$Q_{I,w,d}$ = ungerichtete Wärmeinträge durch die WW-Verteilung, siehe "interne Wärmegewinne"

$W_{w,d}$ = Hilfsenergiebedarf der Zirkulationspumpe

Warmwasserspeicher

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 4/7/11/12/14

indirekt beheizter Speicher nach 1994, Speichervolumen $V = 88$ Liter

Bereitchafts-Wärmeverlust $Q_{s,P0,day} = 1,4$ kWh/d (T8 Gl. 26-30)

Umgebungstemperatur am Aufstellort θ_1 13,0 °C (Heizperiode), außerhalb der Heizperiode 22,0 °C

Speicher-Wärmeverlust $Q_{w,s} = f_{con} * (55 - T_u) / 45 * d_{op,mth} * Q_{s,P0,day}$ mit $f_{con} = 1,2$ (Gl.25)

Speicherladepumpe mit $P_p = 47$ W, Hilfsenergiebedarf $W_{w,s}$

Erzeugernutzwärmeabgabe für Trinkwarmwasserbereitung $Q_{w,outg} = Q_{w,b} + Q_{w,d}$ monatlich

Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 4/7/11/12/14

$Q_{w,outg}$	kWh	3.049	3.167	3.083	3.197	3.196	2.884	3.184	37.292
--------------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

$Q_{w,s}$	kWh	33	34	33	34	34	31	34	371
-----------	-----	----	----	----	----	----	----	----	-----

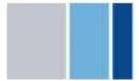
$W_{w,s}$	kWh	7	7	7	7	7	6	7	81
-----------	-----	---	---	---	---	---	---	---	----

Solaranlage zur Trinkwassererwärmung

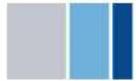
nicht vorgesehen

Nutzwärmebedarf der Warmwassererzeugung

017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn	17.02.2021
	Wärmeschutznachweis	Seite 51



Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 4/7/11/12/14									
$Q_{w, outg}$	kWh	3.082	3.201	3.116	3.231	3.230	2.915	3.218	37.663
(2) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 6									
$Q_{w, outg}$	kWh	165	170	165	170	170	154	170	2.002
Wärmepumpen zur Trinkwassererwärmung									
nicht vorgesehen									
Wärmeerzeugung									
(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 4/7/11/12/14									
Wärmeerzeuger 40 Fernwärme 50,5 kW (Nah-/Fernwärme KWK, fossil), $f_P = 0,60$, siehe Heizbereich 1									
Warmwasser, niedrige Temperatur 105°C, Temperatur der Sekundärseite (Hausstation) = 50 °C									
Dämmklasse nach EN 12828 = 4, Umgebungstemperatur am Aufstellort $\theta_l = 13,0$ °C									
(2) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 6									
Wärmeerzeuger 21 Elektro-Durchlauferhitzer ab 1980 2,0 kW (Strom-Mix)									
Wirkungsgrad bei Nennwärmeleistung $\eta_{k,Pn} = 100,0$ %, Bereitschaftswärmeverlust $q_{P0,70} = 0,0000$ kW									
Nutzwärmeabgabe für Trinkwarmwasserbereitung $Q_{w, outg} = Q_{w, b} + Q_{w, d} + Q_{w, s}$									
Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 4/7/11/12/14									
$Q_{w, outg}$	kWh	3.082	3.201	3.116	3.231	3.230	2.915	3.218	37.663
$Q_{w, g}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
$Q_{w, f}$	kWh	3.082	3.201	3.116	3.231	3.230	2.915	3.218	37.663
(2) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 6									
$Q_{w, outg}$	kWh	165	170	165	170	170	154	170	2.002
$Q_{w, f}$	kWh	165	170	165	170	170	154	170	2.002
mit $Q_{w, outg}$ = Nutzwärmebedarf der Erzeugung, $Q_{w, g}$ = Wärmeverlust des Kessels im WW-Betrieb und ggf. anteilig im Stillstand, $Q_{w, f} = Q_{w, outg} + Q_{w, g}$ = Endenergiebedarf									
Endenergie Warmwasserbereitung									
Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{w, outg}$	kWh	3.247	3.371	3.280	3.401	3.400	3.069	3.388	39.664
$Q_{w, f}$	kWh	3.247	3.371	3.280	3.401	3.400	3.069	3.388	39.664
$W_{w, f}$	kWh	14	14	14	14	14	13	14	169
Strom-Mix	kWh	165	170	165	170	170	154	170	2.002
Nah-/Fernw	kWh	3.082	3.201	3.116	3.231	3.230	2.915	3.218	37.663
$Q_{I, w, <4>}$	kWh/d	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
$Q_{I, w, <7>}$	kWh/d	19,1	19,3	19,7	19,9	19,9	19,8	19,6	
$Q_{I, w, <11>}$	kWh/d	12,1	12,3	12,5	12,6	12,6	12,6	12,5	
$Q_{I, w, <12>}$	kWh/d	1,9	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	
$Q_{I, w, <14>}$	kWh/d	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn								17.02.2021
	Wärmeschutznachweis								Seite 52



$Q_{w,outg} / Q_{w,f}$ = Nutz- / Endenergiebedarf für Warmwasserbereitung
 $W_{w,f}$ = Hilfsenergiebedarf, $Q_{l,w}$ = unregelmäßige Wärmeinträge durch Leitungs- / Speicherverluste
 Ungeregelte Wärmeinträge Q_l werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

Heizsysteme (DIN V 18599-5)

Maximal erforderliche Heizleistung $Q_{h,max}$

nach T2, Anhang B, Bemessungsmonat = Januar mit $\theta_{i,h,min}$ zonenbezogen und $\theta_{e,min} = -12^\circ\text{C}$

Zone	$Q_{T,max}$ kW	$Q_{V,max}$ kW	V_{mech} m ³ /h	$Q_{V,mech}$ kW	$\Phi_{h,max}$ kW
<1> Verkehr 12	1,0	0,4	0	0,0	1,4
<2> Verkehr 18	4,7	0,6	0	0,0	5,4
<3> Lager 12	2,9	0,6	0	0,0	3,5
<4> Sanitär ZA	1,1	2,1	358	1,6	4,8
<5> Lager 21	0,2	0,1	0	0,0	0,2
<6> Sanitär AB	0,3	0,0	1771	7,7	8,1
<7> Werkhalle 18	13,9	2,8	2776	11,3	28,0
<8> Aufenthalt	0,7	0,1	455	2,0	2,8
<9> Verkehr 21	1,3	0,3	0	0,0	1,6
<10> Lager 18	2,9	0,5	0	0,0	3,4
<11> Werkhalle 15	23,9	1,7	1659	6,1	31,7
<12> Büro KÜ	2,7	0,4	1762	7,7	10,8
<13> Besprechung	0,9	0,2	1037	4,5	5,6
<14> Büro oK	0,3	0,0	85	0,4	0,7

$Q_{T,max}$ = Heizleistung zur Deckung der Transmissionswärmeverluste inklusive Wärmebrücken. Wärmetransfer zu benachbarten

Zonen $Q_{T,i,z}$ temperaturgewichtet mit $T_{i,min,H}$.

$Q_{V,max}$ = Heizleistung zur Deckung der Lüftungswärmeverluste aus Infiltration und Fensterlüftung

$V_{mech} = n_{mech,ZUL} * V$ = Mindestvolumenstrom der mechanischen Lüftungsanlage

$Q_{V,mech} = 0.34 * V_{mech} * (\theta_{i,h,min} - \theta_v)$ = Heizleistung für die Nacherwärmung der Zuluft (RLT mit WRG)

$\Phi_{h,max} = Q_{T,max} + Q_{V,max}$ = Heizleistung (T2 Gl.B.1)

Eingesetzte Heizsysteme

Anlage	Versorgungsbereich	Zone (n)	$Q_{h,b}$ kWh/Jahr	$\Phi_{h,max}$ kW	$Q_{N,h}$ kW
1 freie Heizflächen 70 / 55°C 2-Rohr	*		78.468	48,2	50,5
2 Fußbodenheizung Nasssystem		7/11/	35.547	59,7	63,4
3					

* = 1/2/3/4/5/6/8/9/10/12/13/14/

<1> hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, 2-Rohr 70/55 °C, Heizkörper vor Außenwand, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem ohne

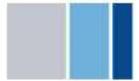
<2> hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, System Nasssystem, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem ohne

Heizwärmebedarf nach Heizbereichen

Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr	
$Q_{h,b}, <1>$	kWh	2.848	6.320	10.375	13.220	12.917	11.054	9.712	78.468
$Q_{h,b}, <2>$	kWh	84	1.327	5.378	8.760	8.416	6.475	4.096	35.547

Nutz-Heizwärmebedarf $Q_{h,b}$ nach T2, maximale Heizleistung $\Phi_{h,max}$ (T2, Anhang B) und Kesselnennleistung $Q_{N,h}$ nach T5,

017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn	17.02.2021
	Wärmeschutznachweis	Seite 53



5.4

Heizzeiten

(1) Bereich "freie Heizflächen 70 / 55°C 2-Rohr", Leitzone <1> Verkehr 12

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_h <1>$	h/m	720	744	720	744	744	672	744	8.760
$t_{h,rL,d} <1>$	h/d	13	13	16	18	17	17	16	
$d_{h,rB} <1>$	d/m	21	23	24	26	26	23	25	277
$t_{h,rL} <1>$	h/m	270	308	389	462	460	400	391	4.081

(2) Bereich "Fußbodenheizung Nasssystem", Leitzone <7> Werkhalle 18

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_h <7>$	h/m	266	495	720	744	744	672	744	5.007
$t_{h,rL,d} <7>$	h/d	10	10	14	16	16	15	13	
$d_{h,rB} <7>$	d/m	7	15	23	26	25	23	24	160
$t_{h,rL} <7>$	h/m	71	150	321	403	401	343	320	2.191

$t_h = t_{h,Nutz} + t_{h,WE}$ = monatliche Heizzeiten nach DIN V 18599-2, D.2

$t_{h,rL,day} = 24 - f_{L,NA} * (24 - t_{h,op,day})$ (T5 Gl.24) mit

$t_{h,op,day}$ = tägliche Heizzeit (Nutzungsrandbedingung) und $f_{L,NA}$ = Laufzeitfaktor

$d_{h,rB}$ = monatliche, rechnerische Betriebstage der Heizung (T5 Gl.28)

$t_{h,rL} = t_{h,rL,day} * d_{h,rB}$ = monatliche, rechnerische Laufzeit

Heizwärmeübergabe

(1) freie Heizflächen 70 / 55°C 2-Rohr

hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, 2-Rohr 70/55 °C, Heizkörper vor Außenwand, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem ohne

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\vartheta_{ce} = (0,7+0,3)/2+1,2+0+0,2+0 = 1,90^\circ\text{K}$ (T5 Gl.35)

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (15,6%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse: Stellantriebe nicht relevant / bereits enthalten (0,0 Watt)

(2) Fußbodenheizung Nasssystem

hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, System Nasssystem, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem ohne

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\vartheta_{ce} = 0+1,2+(0,7+0,5)/2+0+0,2+0 = 2,00^\circ\text{K}$ (T5 Gl.35)

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (12,6%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse: Stellantriebe nicht relevant / bereits enthalten (0,0 Watt)

Nutzwärmebedarf, Verluste und Hilfsenergie der Wärmeübergabe

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) freie Heizflächen 70 / 55°C 2-Rohr									
$Q_{h,b}$	kWh	2.848	6.320	10.375	13.220	12.917	11.054	9.712	78.468
$Q_{h,ce}$	kWh	855	1.105	1.234	1.322	1.299	1.164	1.198	12.265
(2) Fußbodenheizung Nasssystem									
$Q_{h,b}$	kWh	84	1.327	5.378	8.760	8.416	6.475	4.096	35.547

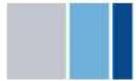
017/0043/001

Wartungshalle Heilbronn

17.02.2021

Wärmeschutznachweis

Seite 54



$Q_{h,ce}$	kWh	32	269	721	977	944	762	570	4.488
------------	-----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

$\Sigma Q_{h,b+ce}$	kWh	3.819	9.022	17.709	24.279	23.575	19.455	15.576	130.768
---------------------	-----	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	---------

Nutz-Heizwärmebedarf $Q_{h,b}$ (nach T2), Regel- und WE-Betrieb

Verluste der Wärmeübergabe $Q_{h,ce} = Q_{h,b} \cdot \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (monatlich, Gl.34)

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\vartheta_{ce}$ (Tab.9 ff) für hydraulischen Abgleich, Übergabesystem, Raumtemperaturregelung, Übertemperatur, spezifische Wärmeverluste der Außenbauteile, Strahlungswirkung, intermittierenden Heizbetrieb und Gebäudeautomation

Heizwärmeverteilung

Leitungslängen der Verteilung (V), der Stränge (S) und der Anbindeleitungen (A) nach Abs. 6.3
Hilfsenergiebedarf $W_{h,d}$ der Heizungspumpe

(1) freie Heizflächen 70 / 55°C 2-Rohr

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "1 Wohnen, Büro, Hotels", Netztyp 3 Steigestrangtyp, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich} = 1082,0 \text{ m}^2$, Geschosshöhe i.M. = 3,20 m, 5 Geschosse. manuell

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{VA} = 60 \text{ °C} / \theta_{RA} = 40 \text{ °C}$, $T_{i,Soll,<1>} = 21,0 \text{ °C}$

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 40 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

Korrekturfaktoren $f_{hydr. Abgleich} = -$, $f_{Netzform} = 1,00$, $f_{d,Pumpenmanagement} = 1,00$

Heizungspumpe, P_{Pumpe} unbekannt

(2) Fußbodenheizung Nasssystem

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "5 Werkhallen, Werkstätten", Netztyp 2 Etagenverteiltertyp, Flächenheizung, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich} = 1811,3 \text{ m}^2$, Geschosshöhe i.M. = 6,40 m, 1 Geschosse. manuell

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{VA} = 40 \text{ °C} / \theta_{RA} = 30 \text{ °C}$, $T_{i,Soll,<7>} = 20,0 \text{ °C}$

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 88 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

Korrekturfaktoren $f_{hydr. Abgleich} = 1,00$, $f_{Netzform} = 1,00$, $f_{d,Pumpenmanagement} = 1,00$

Heizungspumpe, P_{Pumpe} unbekannt

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Anbindung (A)
--	----------------	-------------	---------------

(1) freie Heizflächen 70 / 55°C 2-Rohr

Leitungslängen l_i	154,8 m	132,0 m	270,5 m
----------------------	---------	---------	---------

Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
-----------------------------	--------------	--------------	--------------

Umgebungstemperaturen $\theta_{I,i}$	13,0 °C	20,0 °C	20,0 °C
--------------------------------------	---------	---------	---------

(2) Fußbodenheizung Nasssystem

Leitungslängen l_i	275,4 m	35,6 m	- m
----------------------	---------	--------	-----

Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
-----------------------------	--------------	--------------	--------------

Umgebungstemperaturen $\theta_{I,i}$	13,0 °C	20,0 °C	20,0 °C
--------------------------------------	---------	---------	---------

Mittlere Heizkreistemperaturen $\theta_{VL,av}$ (Vorlauf) und $\theta_{RL,av}$ (Rücklauf), Verluste der Verteilung

$Q_{h,d}$, daraus resultierende, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{i,h,d}$ und Hilfsenergiebedarf $Q_{h,d,aux}$

Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

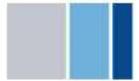
017/0043/001

Wartungshalle Heilbronn

17.02.2021

Wärmeschutznachweis

Seite 55



(1) freie Heizflächen 70 / 55°C 2-Rohr

$\beta_{h,d}$		0,11	0,21	0,33	0,41	0,40	0,38	0,30
$\theta_{VL,av}$	°C	28,0	32,6	37,8	40,5	40,1	39,4	36,6
$\theta_{RL,av}$	°C	24,4	26,7	29,2	30,5	30,3	30,0	28,6

$Q_{h,d}$	kWh	282	463	785	1.055	1.037	872	742	6.272
$W_{h,d}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
$Q_{I,h,d}$	kWh	172	304	538	734	720	603	505	4.374

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 4,8 \%$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{l,h,d} = 3,3 \%$
Aufteilung $Q_{l,h,d}$: nach Grundflächenanteilen

(2) Fußbodenheizung Nasssystem

$\beta_{h,d}$		0,01	0,05	0,14	0,22	0,21	0,18	0,11
$\theta_{VL,av}$	°C	20,2	21,4	23,4	25,0	24,9	24,2	22,6
$\theta_{RL,av}$	°C	20,1	20,7	21,7	22,5	22,4	22,1	21,3

$Q_{h,d}$	kWh	28	68	177	253	248	202	163	1.188
$W_{h,d}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
$Q_{I,h,d}$	kWh	0	1	7	14	13	10	6	53

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 0,9 \%$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{l,h,d} = 0,0 \%$
Aufteilung $Q_{l,h,d}$: nach Grundflächenanteilen

Mittlere Vorlauf-, Rücklauf- und Heizkreistemperaturen ($\theta_{VL,av}$, $\theta_{RL,av}$, $\theta_{HK,av}$) nach T5 Abs. 5.3

Belastungsgrad der Wärmeverteilung $\beta_{h,d}$ nach Gl.9

$Q_{h,d}$ = Wärmeverluste des Rohrnetzes = $\sum l_j \cdot U_j \cdot (\theta_{HK,m} - \theta_{l,i}) \cdot t_{h,rL,i} / 1000$ [kWh] (Gl.52)

$Q_{l,h,d} = Q_{h,d}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge in Zonen mit innen liegenden Leitungen

$W_{h,d} = W_{h,d,hydr} \cdot e_{h,d,aux}$ = Hilfsenergiebedarf der Heizungspumpe (Gl.55)

mit $W_{h,d,hydr}$ = hydraulischer Energiebedarf (Gl.56) und $e_{h,d,aux}$ = Pumpen-Aufwandszahl (Gl.61)

Nutzwärmebedarf der Erzeugung

(1) freie Heizflächen 70 / 55°C 2-Rohr

Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr	
$Q_{h,out}$	kWh	3.985	7.888	12.394	15.597	15.252	13.089	11.652	97.005

(2) Fußbodenheizung Nasssystem

Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr	
$Q_{h,out}$	kWh	144	1.664	6.276	9.990	9.608	7.439	4.829	41.223

$Q_{h,out} = Q_{h,b} + Q_{h,ce} + Q_{h,d}$ in [kWh]

Heizwärmepufferspeicher

nicht vorgesehen

solare Heizungsunterstützung

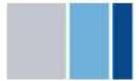
nicht vorgesehen

Heizungswärmepumpen

nicht vorgesehen

Konventionelle Heizwärmeerzeuger

017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn	17.02.2021
	Wärmeschutznachweis	Seite 56



Heizbereiche (1) (2)

(1) "freie Heizflächen 70 / 55°C 2-Rohr", Zonen 1/2/3/4/5/6/8/9/10/12/13/14 ($A_{NGF} = 1.082 \text{ m}^2$)

Heizung Fern- und Nahwärme, Warmwasser 105°C

Fernwärmestation $P_n = 50,5 \text{ KW}$ (Nah-/Fernwärme KWK, fossil), $f_p = 0,60$

Temperatur der Sekundärseite der FW-Hausstation $\theta_{sec,DS} = \theta_{HK,m}$ (monatlich)

Umgebungstemperatur am Aufstellort $T_u 13,0 \text{ °C}$, Dämmklasse nach EN 12828 = 4

Wärmeverlust $Q_{h,gen}$ der Fernwärme-Hausstation nach Gl.242 ff

(2) "Fußbodenheizung Nasssystem", Zonen 7/11 ($A_{NGF} = 1.811 \text{ m}^2$)

Heizung Fern- und Nahwärme, Warmwasser 105°C

Fernwärmestation $P_n = 63,4 \text{ KW}$ (Nah-/Fernwärme HW, fossil), $f_p = 0,60$

Temperatur der Sekundärseite der FW-Hausstation $\theta_{sec,DS} = \theta_{HK,m}$ (monatlich)

Umgebungstemperatur am Aufstellort $T_u 13,0 \text{ °C}$, Dämmklasse nach EN 12828 = 4

Wärmeverlust $Q_{h,gen}$ der Fernwärme-Hausstation nach Gl.242 ff

$Q_{h,f} = Q_{h,outg} + Q_{h,gen} = \text{Endenergiebedarf der Wärmeerzeugung}$

$W_{h,gen} = \text{Hilfsenergiebedarf nach Gl.192}$

$Q_{i,h,gen} = \text{ungeregelte Wärmeeinträge durch Wärmeerzeuger in der thermischen Hülle, Gl.191}$

(1) freie Heizflächen 70 / 55°C 2-Rohr

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,outg}$	kWh	3.985	7.888	12.394	15.597	15.252	13.089	11.652	97.005
$Q_{h,gen}$	kWh	64	68	67	71	70	63	69	760
$Q_{h,f}$	kWh	4.049	7.956	12.462	15.668	15.323	13.153	11.721	97.766
$W_{h,gen}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-

(2) Fußbodenheizung Nasssystem

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,outg}$	kWh	144	1.664	6.276	9.990	9.608	7.439	4.829	41.223
$Q_{h,gen}$	kWh	67	69	68	71	70	63	70	775
$Q_{h,f}$	kWh	211	1.734	6.343	10.060	9.678	7.503	4.898	41.998
$W_{h,gen}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-

Endenergie Heizwärme

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,f}$	kWh	4.260	9.690	18.805	25.728	25.001	20.655	16.620	139.764
W_h	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Nah-/Fernw	kWh	4.049	7.956	12.462	15.668	15.323	13.153	11.721	97.766
Nah-/Fernw	kWh	211	1.734	6.343	10.060	9.678	7.503	4.898	41.998
$Q_{I,h,<1>}$	kWh/d	0,7	1,2	2,2	2,9	2,8	2,6	2,0	
$Q_{I,h,<2>}$	kWh/d	0,9	1,6	2,9	3,8	3,7	3,4	2,6	
$Q_{I,h,<3>}$	kWh/d	0,9	1,5	2,7	3,6	3,5	3,2	2,4	
$Q_{I,h,<4>}$	kWh/d	0,4	0,6	1,1	1,5	1,5	1,4	1,0	
$Q_{I,h,<5>}$	kWh/d	0,1	0,2	0,4	0,6	0,6	0,5	0,4	
$Q_{I,h,<6>}$	kWh/d	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	
$Q_{I,h,<7>}$	kWh/d	0,0	0,0	0,2	0,3	0,3	0,2	0,1	
$Q_{I,h,<8>}$	kWh/d	0,3	0,5	0,8	1,1	1,1	1,0	0,8	
$Q_{I,h,<9>}$	kWh/d	0,7	1,1	2,1	2,7	2,7	2,5	1,9	
$Q_{I,h,<10>}$	kWh/d	0,7	1,2	2,2	2,9	2,8	2,6	2,0	
$Q_{I,h,<11>}$	kWh/d	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	

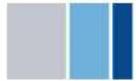
017/0043/001

Wartungshalle Heilbronn

17.02.2021

Wärmeschutznachweis

Seite 57



Q _{I,h,<12>} kWh/d	0,6	1,0	1,9	2,5	2,4	2,3	1,7
Q _{I,h,<13>} kWh/d	0,4	0,6	1,1	1,5	1,5	1,4	1,0
Q _{I,h,<14>} kWh/d	0,1	0,2	0,4	0,5	0,5	0,4	0,3

$$Q_{h,f} = \text{Endenergiebedarf Heizung} = Q_{h,b} + Q_{h,ce} + Q_{h,d} + Q_{h,s} + Q_{h,g} - Q_{h,sol} \text{ (Gl.4)}$$

$$W_h = \text{Hilfsenergiebedarf} = W_{h,ce} + W_{h,d} + W_{h,s} + W_{h,gen} \text{ (Gl.6)}$$

$$Q_{l,h} = \text{ungeregelte Wärmeeinträge} = Q_{l,h,d} + Q_{l,h,s} + Q_{l,h,g} \text{ (Gl.7)}$$

Die Energieanteile nach Energieträgern werden bei Bedarf nach anteiliger Kesselbelastung aufgeteilt
Ungeregelte Wärmeeinträge werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

Energiebedarf (DIN V 18599-1)

Stromerzeugende Systeme

Eine BHKW-Anlage ist nicht vorgesehen

Strom aus erneuerbaren Energiequellen steht nicht zur Verfügung

Energiebedarf nach Energieträgern

Energieträger	Prozessbereich	Zonen	Endenergie kWh/a	f _P	f _{Hs/Hi}	Q _P kWh/a
Nah-/Fernwär	Heizwärme	*	97.766	0,60	1,00	58.659
Nah-/Fernwär	Heizwärme	7/11/	41.998	0,60	1,00	25.199
Strom-Mix	Warmwasser	6/	2.002	1,80	1,00	3.603
Nah-/Fernwär	Warmwasser	4/7/11/12/14/	37.663	0,60	1,00	22.598
Strom-Mix	Klimakälte	8/12/13/	2.059	1,80	1,00	3.705
Strom-Mix	Beleuchtung	**	15.110	1,80	1,00	27.198
Strom-Mix	Hilfsenergie		17.459	1,80	1,00	31.426
Σ [kWh/Jahr]			214.056			172.388

* = 1/2/3/4/5/6/8/9/10/12/13/14/

** = 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/

$$Q_P = \sum Q_{f,i} \cdot f_{P,i} / f_{Hs/Hi,i} \text{ (DIN V 18599-1, Gl.22)}$$

$$\text{Jahres-Primärenergiebedarf } q_P = 172.388 / 2.893 = \mathbf{59,6 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}} \text{ (}\Sigma A_{NGF} = 2.893 \text{ m}^2\text{)}$$

Endenergie (Heizwert) = Jahressummen aus den Prozessbereichen

f_P = Primärenergiefaktoren energieträgerbezogen nach DIN V 18599-1, Tab.A.1

Endenergiebedarf: Hilfsenergie 6,0 kWh/(m²a), Nah-/Fernwärme KWK, fossil 46,8 kWh/(m²a),

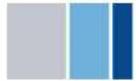
Nah-/Fernwärme HW, fossil 14,5 kWh/(m²a), Strom-Mix 6,6 kWh/(m²a)

Treibhausgasemissionen (CO₂)

Energieträger	Endenergie kWh/a	Emissionsfaktor g CO ₂ /kWh	Emissionen kg/a	kg/(m ² a)
Nah-/Fernwärme KWK,	97.766	180	17.598	
Nah-/Fernwärme HW, f	41.998	400	16.799	
Strom-Mix	2.002	560	1.121	
Nah-/Fernwärme KWK,	37.663	180	6.779	
Strom-Mix	2.059	560	1.153	
Strom-Mix	15.110	560	8.462	
Strom-Mix	17.459	560	9.777	
214.057			61.689	21,3

Emissionsfaktoren nach GEG 2020, Anlage 9, Endenergiebedarf heizwertbezogen

017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn	17.02.2021
	Wärmeschutznachweis	Seite 58



Gutschrift für PV-Strom aus Verrechnung nach DIN V 18599-9:2018

Endenergiebedarf nach Zonen

siehe Abschnitt Zone	m ²	RLT 9 kWh/a	Beleucht. 10 kWh/a	Klima 11 kWh/a	Warmwasser 12 kWh/a	Heizung 13 kWh/a	Summe kWh/a
<1> Verkehr 12	131	-	356	-	-	7.284	7.639
<2> Verkehr 18	172	-	460	-	-	18.081	18.541
<3> Lager 12	162	-	73	-	-	15.840	15.913
<4> Sanitär ZA	69	-	319	-	-	14.006	14.325
<5> Lager 21	26	-	12	-	-	938	950
<6> Sanitär AB	10	-	43	-	1.997	5.715	7.755
<7> Werkhalle 18	1.108	-	8.747	-	17.750	13.065	39.563
<8> Aufenthalt	51	-	340	278	-	2.758	3.376
<9> Verkehr 21	125	-	333	-	-	5.386	5.720
<10> Lager 18	132	-	58	-	-	11.674	11.732
<11> Werkhalle 15	703	-	2.777	-	17.749	28.931	49.457
<12> Büro KÜ	113	-	702	1.191	1.822	11.014	14.730
<13> Besprechung	69	-	736	590	-	4.480	5.805
<14> Büro oK	21	-	155	-	340	587	1.082
Gebäude	2.893	-	15.110	2.059	39.664	139.771	196.605

Endenergie = Jahressummen aus den Prozessbereichen ohne Hilfsenergie

Die Aufteilung der Endenergieanteile aus Prozessbereichen mit mehreren Zonen erfolgt lastabhängig.

Aufteilung des Energiebedarfs für den Energieausweis

	RLT kWh/m ² a	Beleucht. kWh/m ² a	Klima kWh/m ² a	Warmwasser kWh/m ² a	Heizung kWh/m ² a	Summe kWh/m ² a
Nutzenergiebedarf	5,9	5,2	1,9	6,8	39,4	59,1
Endenergiebedarf	5,9	5,2	0,8	13,8	48,3	74,0
Primärenergiebedarf	10,6	9,4	1,5	9,2	29,0	59,6

Energiebedarf für den Energieausweis mit Hilfsenergie (Ventilator-, Pumpenstrom, ...)

Nachweise

für ein neu errichtetes Gebäude

Referenzberechnung = "2021-02-10-Entwurf-Gebäudehülle-Referenz2020"

Nachweis der thermischen Hülle

Grenzwerte für Nichtwohngebäude nach GEG '20 siehe "2.3 Begrenzung der U-Werte"

Die Höchstwerte für Wärmedurchgangskoeffizienten werden eingehalten, **Nachweis erbracht**

Nachweis des Primärenergiebedarfs

Höchstwert des grundflächenbezogenen Jahres-Primärenergiebedarfs nach GEG '20, § 18

zul $q_{P,REF} = 100,2 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, aus der Referenzberechnung

zul $q_P = 100,2 - 25\% = 75,1 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, geforderte Unterschreitung nach GEG §18

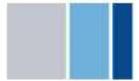
vorh $q_P = 172.388 / 2893,4 = 59,6 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

vorh $q_P = 59,6 \leq 75,1 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, **Grenzwert wird eingehalten**

Nachweis der Nutzung erneuerbarer Energien

Nachweis über die Nutzungsanteile für erneuerbare Energien

017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn	17.02.2021
	Wärmeschutznachweis	Seite 59



(detaillierter Nachweis siehe Abs. 17)

Die Anforderungen aus dem Gebäudeenergiegesetz 2020, §§ 34 ff **werden erfüllt**

.....
Nutzung von erneuerbaren Energien

Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz - EEWärmeG 2011 / 2014

Nachweis für privat genutzte Gebäude

Wärme- und Kälteenergiebedarf = 181487 + 0 + 4581 + 0 = 186.068 kWh/Jahr (mit Solar-, Umweltenergie- und Abwärmenutzung)

darin enthaltene Deckungsanteile aus erneuerbaren Energiequellen oder Ersatzmaßnahmen
genutzte Fernwärme zu 142,3% aus erneuerbarer Energie

Energiequelle	Energieertrag kWh/a	Deckungsanteil		Nutzungs- anteil
		erzielt	gefordert	
Umweltenergie [Kälte-8]	6.640	3,6 %	50,0 %	7,2 %
Fernwärme [Heizwärme] [War	177.426	135,7 %	50,0 %	271,4 %
				278,6 %

Maßnahmen zur Einsparung von Energie

Nachweis mit $HT'_{\text{Grenzwert}} = HT'_{\text{Referenzberechnung}}$

	Grenzwert	erzielt	Unterschreitung		Nutzungs- anteil	
			erzielt	gefordert		
HT' - Wert	W/(m ² K)	0,48	0,50	-3,2 %	15,0 %	0,0 %
QP	kWh/(m ² a)	75,1	59,6	20,7 %	15,0 %	

erreichter Nutzungsanteil, Summe = 278,6 % ≥ Nutzungspflichtanteil = 100 %

Die Anforderungen aus dem EEWärmeG 2011 / 2014 **werden erfüllt**

017/0043/001	Wartungshalle Heilbronn	17.02.2021
	Wärmeschutznachweis	Seite 60