Anlage 2

Schallschutzprüfstelle
Beratende Ingenieure VBI

Dipl.-Ing. Walter Körner
B. Eng. Georg Rathfelder

Bau- und Raumakustik
Thermische Bauphysik
Energieberatung
Schallschutzprüfstelle DIN 4109
Schallschutz am Arbeitsplatz

Anschrift:
Buchbrünnleweg 41
78479 Reichenau
Telefon: (0 75 31) 804 55 05
Telefax: (0 75 31) 804 55 06
E-Mail: info@gsa-koerner.de
www.gsa-koerner.de

Büro Mitte:
Jahnstraße 7
65329 Hohenstein
Telefon: (0 61 20) 97 98 99 -0
Telefax: (0 61 20) 97 98 99 -99
E-Mail: info@gsa-koerner.de
www.gsa-koerner.de

Sachbearbeiter:
Georg Rathfelder

Datum:
24. August 2020

BAUPHYSIKALISCHER BERICHT ZUM ABSCHLUSS DER VORENTWURFSPLANUNG

P 20153

NEUBAU MONTESSORI KINDERHAUS
SCHULSTRASSE / ACKERWEG
78476 ALLENSBACH

AUFTRAGGEBER:

Gemeinde Allensbach
Vertr. durch BM Stefan Friedrich
Rathausplatz 1

78476 Allensbach

ARCHITEKTEN:

Lanz Schwager Architekten BDA
Herr Lanz
Rheingutstraße 7

78462 Konstanz

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

		SEITE
1.	ZUSAMMENFASSUNG	3
2.	SITUATION UND AUFGABENSTELLUNG	6
3.	BEARBEITUNGSGRUNDLAGEN	6
4.	ANFORDERUNGEN	9
5.	BEURTEILUNG	15
6.	HINWEISE FÜR DIE ENTWURFS- UND AUSFÜHRUNGSPLANUNG	22
7.	SCHLUSSWORT	24

1. ZUSAMMENFASSUNG

1.1 ANGABEN ZUM BAUVORHABEN

Bei dem vorliegenden Bauvorhaben handelt es sich um den Neubau eines Montessori-Kinderhauses in der Gemeinde Allensbach.

Das nicht-unterkellerte, zweigeschossige Gebäude wird in Holzbauweise ausgeführt.

Die thermische Hülle umfasst das gesamte Bauvolumen. Alle Bereiche sind konditioniert. Das konditionierte Gebäudevolumen V_e beträgt $V_e = 4.324$ m³, die konditionierte Nettogrundfläche A_{NGF} beträgt $A_{NGF} = 1.084$ m².

Das Bauvorhaben wird gemäß Energieeinsparverordnung EnEV als „Nichtwohngebäude“ und als Neubau eingestuft.

1.2 GRUNDLAGENERMITTLUNG

Das Gebäude muss dem Anforderungsniveau nach EnEV 2014, Anforderungsniveau 2016 für Nichtwohngebäude entsprechen.
Des Weiteren soll das Gebäude den Anforderungen des KFW40-Effizienzhausstandard entsprechen.

Das Gebäude soll über eine monovalente Wärmepumpe mit Wärme versorgt werden. Als Variantenuntersuchung wurden eine elektrische Luft-Wasser-Wärmepumpe sowie eine elektrische Sole-Wasser-Wärmepumpe untersucht. Die Entscheidung, welche Wärmepumpe zur Ausführung kommt ist ebenfalls wie die Größe der PV-Anlage durch die Bauherrschaft zu fällen.

Durch die planenden Architekten, Lanz Schwager Architekten BDA, wurden drei mögliche Größen der Photovoltaik-Anlagen ermittelt:

- PV-Anlage mit etwa 150 m²
- PV-Anlage mit etwa 225 m²
- PV-Anlage mit etwa 287 m²

Die PV-Module werden jeweils auf dem nach Süden ausgerichteten Dach montiert, die nach Norden ausgerichtete Dachfläche wird nicht mit PV-Modulen belegt sondern mittels extensiver Dachbegrünung begrünt.
Wird die nach Süden ausgerichtete Dachfläche nicht vollflächig mit PV-Modulen belegt, so soll die Restfläche ebenfalls begrünt werden.

Im vorliegenden Bericht wird vereinfachend angenommen, dass die Fläche der PV-Anlage der Modulfläche der PV-Module entspricht. Da die Berechnung des durch die PV-Anlage erzeugten Stromes nach den Vorgaben der DIN V 18599 erfolgt, ist diese Vereinfachung sachgerecht, da moderne PV-Module einen höheren Stromertrag generieren als die in der DIN V 18599 verankerten Standardmodule.

1.3 BERECHNUNGSANSÄTZE UND ERGEBNISÜBERSICHT WÄRMESCHUTZ

Die der Energiebilanzierung zugrunde liegenden Ansätze sowie die Berechnungsergebnisse können wie folgt zusammengefasst werden:

- Beim vorliegenden Gebäude wurde der Nachweis des Jahres-Primärenergiebedarfs und des spezifischen Transmissionswärmeverlustes nach EnEV 2014 und DIN V 18599 geführt.
- Durch die geplante Ausführung des Gebäudes werden die Anforderungen der EnEV 2014, Anforderungsniveau 2016 eingehalten und unterschritten.
- Der nach EnEV zulässige Höchstwert des Primärenergiebedarfs Q''_p wird um min. 44 % unterschritten[1].
- Der nach EnEV Anlage 2, Tabelle 2 zulässige Höchstwert der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten wird um 22 % unterschritten.
- Die Warmwasserbereitung erfolgt dezentral elektrisch.

Des Weiteren ist zu beachten:

- Die zusätzlichen Transmissionswärmeverluste durch Wärmebrücken wurden mit einem pauschalen Ansatz von ΔU_{WB} = 0,1 W/m²K berücksichtigt.
- Eine mechanische Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung der Veranstaltungsräume wurde berücksichtigt. Für das Gebäude wurde ein reduzierter Infiltrationsluftwechsel in Ansatz gebracht. Die Durchführung eines Blower-Door-Tests gemäß DIN 4108-7 ist demnach nach Fertigstellung erforderlich.
- Für den Heizkreislauf ist ein hydraulischer Abgleich durchzuführen. Die Durchführung ist zu dokumentieren und der Nachweis ist vorzuhalten.
- Die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz nach DIN 4108-2 werden bei Durchführung der im Kapitel 6.3 beschriebenen Maßnahmen eingehalten.
- Die Baumaßnahme fällt, da es sich um einen Neubau handelt, unter den Geltungsbereich des EEWärmeG. Die Anforderungen werden durch die Nutzung einer Wärmepumpe sowie einer Unterschreitung der baurechtlichen Anforderungen gemäß EnEV, erfüllt.
- Der vorliegende Bericht enthält keine bauphysikalischen Detailplanungen. Detailausführungen sind hinsichtlich bauphysikalischer Belange im Zuge der Detailplanung gesondert zu untersuchen.

[1] Die Angabe bezieht sich auf die Variante Luft-Wasser-Wärmepumpe, PV-Anlage 150 m² Kollektorfläche

1.4 BAUTEILAUFBAUTEN AUSSENBAUTEILE

Die nachstehende Tabelle zeigt eine Übersicht über alle opaken Bauteile der thermischen Hülle. Es werden lediglich für den winterlichen und den sommerlichen Wärmeschutz relevante Bauteilschichten bzw. Bauteilparameter aufgeführt.

Tabelle 1: Übersicht opake Bauteile thermische Hülle

Bezeichnung	Bauteil	Dämmung			U-Wert
		Art	Stärke d in mm	Qualität λ in W/mK	in W/m²K
BP 1	Bodenplatte Schwimmender Estrich	XPS DIN EN 13164 PB EPS DIN EN 13163 DE0 EPS DIN EN 13163 DES	140 30 30	0,037 0,035 0,040	0,175
AW 1	Außenwand gegen Außenluft, Holzrahmenbauweise	MW DIN EN 13162 WZ WF DIN EN 13171 WAP	200 60	0,035 0,9	0,163
DA 1	Dach	MW DIN EN 13162 DAA	200	0,037	0,151

Die nachstehende Tabelle zeigt eine Übersicht über alle transparenten Bauteile der thermischen Hülle.
Es werden lediglich für den winterlichen und den sommerlichen Wärmeschutz relevante Bauteilparameter aufgeführt.

Tabelle 2: Übersicht transparente Bauteile

Bezeichnung	Bauteil	g-Wert	erf. Sonnenschutz	U-Wert
				in W/m²K
F1	Festverglasung / Fenster allgemein	0,42	Fc ≤ 0,25 (außenliegend)	0,85
F3	Eingangstüren	0,42	ohne	1,5

Für alle Verglasungen ist ein Gesamtenergiedurchlassgrad g von g = 0,42 vorzusehen.
Bei den Berechnungen zum sommerlichen Wärmeschutz wurde eine erhöhte Nachtlüftung, also ein zweifacher Luftwechsel im Nachtzeitraum berücksichtigt. Der Luftwechsel ist durch die vorhandene Lüftungsanlage, oder besser über automatisch gesteuerte Fenster bzw. Oberlichter mit Regenwächter, sicherzustellen.

2. SITUATION UND AUFGABENSTELLUNG

Die GSA Körner GmbH wurde am 05. Juni 2020 von der Bauherrschaft gemäß den bauphysikalischen Leistungen in Anlehnung an die HOAI beauftragt. Im Fachgebiet „Wärmeschutz und Energiebilanzierung“ sind demnach folgende Nachweise zu erbringen:

- Erstellung eines Energienachweises nach den Anforderungen der EnEV 2016, Anforderungsniveau 2016 in Verbindung mit der DIN V 18599.
- Nachweis der Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz gemäß DIN 4108-2.
- Erstellung des Energieausweises nach Fertigstellung der Maßnahme.
- Nachweis über Einhaltung der Anforderungen gemäß EEWärmeG.

3. BEARBEITUNGSGRUNDLAGEN

Für die Ausarbeitung dieser Gutachtlichen Stellungnahme standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Plansatz „Vorentwurfsplanung-Vorabzug“

Planverfasser:	Lanz Schwager Architekten BDA 78462 Konstanz
Bauherr:	Gemeinde Allensbach 78476 Allensbach
Planungsstand:	07.07.2020

  - Erläuterungstext, ohne Maßstab
  - BGF/BRI-Berechnungen, ohne Maßstab
  - Flächenberechnungen, ohne Maßstab
  - Grundriss EG, Maßstab 1 : 100
  - Grundriss OG, Maßstab 1 : 100
  - Querschnitt, Maßstab 1 : 100
  - Ansichten, Maßstab 1 : 100
  - Ansichten/Fassadenflächen, Maßstab 1 : 100

Folgende Normen und Richtlinien wurden für die Bearbeitung herangezogen:

DIN 4108	„Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden“
DIN 4108-2	„Mindestanforderungen an den Wärmeschutz“, Ausgabe Februar 2013
DIN 4108-3	„Klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für die Planung und Ausführung“, Ausgabe November 2014
DIN 4108-4	„Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte“, Ausgabe Februar 2013
DIN 4108-6	„Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs“, Ausgabe Juni 2006, Berichtigung 1
DIN 4108-7	„Luftdichtheit, Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie Beispiele“, Ausgabe Januar 2011
DIN 4108-10	„Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe, werkmäßig hergestellte Wärmedämmstoffe“, Ausgabe März 2006
DIN 4108 Beiblatt 2	„Wärmebrücken – Planungs- und Ausführungsbeispiele“, Ausgabe Januar 2015
DIN EN ISO 10211	„Wärmebrücken im Hochbau – Wärmestrom und Oberflächentemperaturen – Detaillierte Berechnungen“, Ausgabe April 2008
ENEV	Energieeinsparverordnung „Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden, Ausgabe November 2013
EWärmeG	Erneuerbare-Wärme-Gesetz, Baden-Württemberg, März 2015
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz, Dezember 2011
DIN EN ISO 6946	„Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient, Berechnungsverfahren“, Ausgabe April 2008
DIN V 18599	„Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfes für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwasser und Beleuchtung“ , Ausgabe Dezember 2011
DIN V 18599-1	„Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger“, Ausgabe Dezember 2011

DIN V 18599-2	„Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen“, Ausgabe Dezember 2011
DIN V 18599-3	„Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung“, Ausgabe Dezember 2011
DIN V 18599-4	„Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung“, Ausgabe Dezember 2011
DIN V 18599-5	„Endenergiebedarf von Heizsystemen“, Ausgabe Dezember 2011
DIN V 18599-6	„Endenergiebedarf von Lüftungsanlagen, Luftheizanlagen und Kühlsysteme für den Wohnungsbau“, Ausgabe Dezember 2011
DIN V 18599-7	„Endenergiebedarf für Raumlufttechnik- und Klimakältesystemen für den Nichtwohnungsbau“, Ausgabe Dezember 2011
DIN V 18599-8	„Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen“, Ausgabe Dezember 2011
DIN V 18599-9	„End- und Primärenergiebedarf von stromproduzierende Anlagen“, Ausgabe Dezember 2011
DIN V 18599-10	„Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten“, Ausgabe Dezember 2011
DIN V 18599-11	„Gebäudeautomation“, Ausgabe Dezember 2011

Soweit darüber hinaus Normen und Richtlinien im Zuge der Bearbeitung zur Anwendung kommen, sind diese im Text genannt und gegebenenfalls erläutert.

4. ANFORDERUNGEN

4.1 BAULICHER WÄRMESCHUTZ NACH DIN 4108

Die DIN 4108-2 legt Mindestanforderungen an den Wärmeschutz von Bauteilen fest. Die Anforderungen gelten für alle Räume, die auf eine Innentemperatur $T_i \geq 19$ °C bzw. niedrig beheizt (12 °C $\leq T_i \geq$ 19 °C) oder über Raumverbund beheizt werden.

Bei den Anforderungen handelt es sich um Mindestanforderungen an den Wärmeschutz einzelner Bauteile, die in Verbindung mit dem klimabedingten Feuchteschutz nach DIN 4108-3 ein hygienisches Raumklima und darüber hinaus eine dauerhafte Schadensfreiheit am Bauteil gewährleisten sollen.

Die Anforderungen sind in der nachstehenden Tabelle aufgeführt und gelten für opake Bauteile mit einer flächenbezogenen Masse von m‘ ≥ 100 kg/m².

Tabelle 3: Mindestanforderungen nach DIN 4108 an Außenbauteile

Zeile	Bauteile		Wärmedurchlass-widerstand, R in (m²K/W)
1	Wände beheizter Räume	gegen Außenluft, Erdreich, Tiefgaragen, nicht beheizte Räume (auch nicht beheizte Dachräume oder nicht beheizte Kellerräume außerhalb der wärmeübertragenden Umfassungsfläche	1,20
2	Dachschrägen beheizter Räume	gegen Außenluft	1,20
3	Decken beheizter Räume nach oben und Flachdächer		
3.1		gegen Außenluft	1,20
3.2		zu belüftenden Räume zwischen Dachschrägen und Abseitenwänden bei ausgebauten Dachräumen	0,90
3.3		zu nicht beheizten Räumen, zu bekriechbaren oder noch niedrigerer beheizten Räumen	0,90
3.4		zu Räumen zwischen gedämmten Dachschrägen und Abseitenwänden bei ausgebauten Dachräumen	0,35
4	Decken beheizter Räume nach unten		
4.1		gegen Außenluft, gegen Tiefgaragen, gegen Garagen (auch beheizte), Durchfahrten (auch verschließbare) und belüftete Kriechkeller	1,75
4.2		gegen nicht beheizten Kellerraum	0,90
4.3		unter Abschluss (z.B. Sohlplatte) von Aufenthaltsräumen unmittelbar an das Erdreich grenzend bis zu einer Raumtiefe von 5 m	
4.4		über einem nicht belüfteten Hohlraum, z.B. Kriechkeller, an das Erdreich grenzend	

Fortsetzung Tabelle 3

Zeile	Bauteile		Wärmedurchlass-widerstand, R in (m²K/W)
5	Bauteile an Treppenräumen		
5.1		Wände zwischen beheiztem Raum und direkt beheiztem Treppenraum, Wände zwischen beheiztem Raum und indirekt beheiztem Treppenraum, sofern alle anderen Bauteile des Treppenraumes die Anforderungen der Tabelle 3 erfüllen.	0,07
5.2		Wände zwischen beheiztem Raum und indirekt beheiztem Treppenraum, wenn nicht alle anderen Bauteile des Treppenraumes die Anforderungen der Tabelle 3 erfüllen.	0,25
5.3		oberer und unterer Abschluss eines beheizten oder indirekt beheizten Treppenraumes	wie Bauteile beheizter Räume
6	Bauteile zwischen beheizten Räumen		
6.1		Wohnungs- und Gebäudetrennwände zwischen beheizten Räumen	0,07
6.2		Wohnungstrenndecken, Decken zwischen beheizten Räumen unterschiedlicher Nutzung	0,35

Für homogene Bauteile mit einer flächenbezogenen Masse m‘ < 100 kg/m² gelten erhöhte Anforderungen an den Mindest-Wärmedurchlasswidertand von R ≥ 1,75 m²K/W. Bei Rahmen- und Skelettbauarten gilt diese Anforderung für das Gefach. In diesen Fällen ist für das gesamte Bauteil zusätzlich R ≥ 1,00 m²K/W nachzuweisen. Für den Deckel von Rollladenkästen ist ein Wert von R ≥ 0,55 m²K/W einzuhalten.

Opake Ausfachungen transparenter oder teil-transparenter Bauteile müssen in beheizten oder niedrig-beheizten Räumen einen Mindest-Wärmedurchlasswidertand von R ≥ 1,2 m²K/W aufweisen. Dies entspricht einem U-Wert von U_P ≤ 0,73 W/m²K.

4.2 SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Durch die Einhaltung der Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz nach DIN 4108-2 soll die thermische Behaglichkeit im Sommer in Aufenthaltsräumen sichergestellt werden. Eine starke Aufheizung der Räume soll vermieden werden. Ebenso soll der Einsatz von Anlagentechnik zur Kühlung von Innenräumen reduziert werden. Hierdurch kann der Einsatz von Energie eingespart werden.
Bereits in der Planungsphase eines Gebäudes muss der sommerliche Wärmeschutz thematisiert werden, um geeignete Maßnahmen zur Vermeidung von unzumutbaren Innentemperaturen zu dimensionieren.

Wesentliche Einflussparameter auf den sommerlichen Wärmeschutz sind

- der Gesamtenergiedurchlassgrad (g-Wert) der transparenten Bauteile,
- der Fensterflächenanteil, sowie Orientierung und Neigung der Fenster,
- Sonnenschutzmaßnahmen,
- Wärmespeicherkapazität der raumumschließenden Bauteile,
- Art der Nutzung.

Der Nachweis über Einhaltung der Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz nach DIN 4108-2 wird in der Regel nach dem sogenannten „Sonneneintragskennwertverfahren“ geführt. Im Bedarfsfalle kann der Nachweis über eine thermische Simulationsberechnung geführt werden.

Die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz gelten nicht für Räume hinter Schaufenster und ähnlichen Einrichtungen.

4.3 FEUCHTESCHUTZ

Tauwasserbildung im inneren von Bauteilen, die zu Materialschäden oder Beeinträchtigungen der Funktionssicherheit führt, ist zu vermeiden bzw. auf ein unschädliches Maß zu begrenzen. Zudem ist die Tauwasserbildung auf der Bauteiloberfläche zu begrenzen. Hierzu ist nachzuweisen, dass im Bereich von Wärmebrücken der Temperaturfaktor $f_{RSI} \geq 0{,}70$ beträgt. Unter den Normklimabedingungen nach DIN 4108 Beiblatt 2 darf die Oberflächentemperatur T_{surf} an keiner Stelle 12,6 °C unterschreiten. Bei einem üblichen Heiz- und Lüftungsverhalten kann davon ausgegangen werden, dass in diesem Falle Schimmelpilz- oder Tauwasserbildung vermieden werden kann.

4.4 WÄRMEBRÜCKEN

Wärmebrücken sind Bereiche in der thermischen Hülle mit erhöhten Wärmeströmen im Vergleich zu den angrenzenden Bauteilbereichen. Geometrische und konstruktive Wärmebrücken werden hierbei unterschieden. Der zusätzliche Wärmeverlust auf Grund von Wärmebrücken erfolgt über den Wärmebrückenzuschlag.
Der Wärmebrückenzuschlag wird mit der gesamten Hüllfläche des Gebäudes multipliziert und zu den Wärmeverlusten über den einzelnen Bauteilen der Gebäudehülle addiert.

$$H_T = \sum (U_j \times A_j) + \Delta U_{WB} \times \sum A_j$$

MitH$_T$ Transmissionswärmekoeffizient
UjWärmedurchgangskoeffizient des Einzelbauteils
Aj Fläche des Einzelbauteils
ΔU_{WB}Wärmebrückenzuschlag

Der Wärmebrückenzuschlg kann über einen pauschalen Zuschlag oder exakt ermittelt werden.

Pauschale Zuschläge sind nach Konstruktion und Qualität der Wärmebrücken zu wählen:

- ΔU_{WB} = 0,10 W/m²K für Gebäude ohne weiteren Nachweis bezüglich der Wärmebrücken.
- ΔU_{WB} = 0,05 W/m²K für Gebäude bei denen die Wärmebrücken gemäß den Details nach DIN 4108, Beiblatt 2 ausgeführt werden.
- ΔU_{WB} = 0,15 W/m²K für Gebäude, wenn mehr als 50 % der Außenwandflächen mit Innendämmung versehen sind.

Bei einer detaillierten Wärmebrückenberechnung ist für jede linienförmige Wärmebrücke der Wärmebrückenverlustkoeffizient Ψ nach DIN EN ISO 10211 zu ermitteln.
Der Wärmebrückenzuschlag ermittelt sich in diesem Fall nach

$$\Delta U_{WB} = \sum (\Psi_j \times l_j) / A$$

Mit Ψ_j Wärmebrückenverlustkoeffizient
l_j Einflusslänge der Wärmebrücke
A Gebäudehüllfläche
ΔU_{WB} Wärmebrückenzuschlag

4.5 WÄRMESCHUTZ NACH ENERGIEEINSPARVERORDNUNG (ENEV 2014)

Die Energieeinsparverordnung (EnEV) 2014 stellt Anforderungen an die Energieeffizienz von Gebäuden. Sie ist am 18.11.2013 in Kraft getreten und ist für alle Gebäude, die unter Einsatz von Energie beheizt oder gekühlt werden, anzuwenden. Beurteilt werden dabei sowohl die baulichen („Energiesparender Wärmeschutz“) als auch die anlagentechnischen Anforderungen („Energiesparende Anlagentechnik“). Die Bilanzierung erfolgt anhand des Jahres-Primärenergiebedarfes Q_p und den mittleren der Wärmedurchgangskoeffizienten U_m der wärmeübertragenden Umfassungsfläche, unterteilt nach beheizten (≥ 19°C) und niedrig beheizten (≥ 12°C und ≤ 19°C) Zonen.

Für Neubauvorhaben ab dem 01.01.2016 gelten erhöhte Anforderungen (siehe unten).

Jahres-Primärenergiebedarf

Der Höchstwert des Jahres-Primärenergiebedarfs eines zu errichtenden Nichtwohngebäudes ist der auf die Nettogrundfläche bezogene Jahres-Primärenergiebedarf Q_p eines Referenzgebäudes gleicher Geometrie, Nettogrundfläche, Ausrichtung und Nutzung wie das zu errichtende Gebäude. Die Ausführung des Referenzgebäudes (Gebäudehülle und Anlagentechnik) ist in Anlage 2 zur EnEV 2014 definiert.

Für Neubauvorhaben ab dem 01.01.2016 ist der nach dem angegebenen Verfahren berechnete Jahres-Primärenergiebedarf des Referenzgebäudes nach Tabelle 1, Zeile 1.0 der Anlage 2 zur EnEV 2014 mit dem Faktor 0,75 zu multiplizieren.

Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten

Die in der nachfolgenden Tabelle dargestellten Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsfläche eines zu errichtenden Nichtwohngebäudes dürfen nicht überschritten werden. Außentüren werden nicht erfasst.

Tabelle 4: Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten der Außenbauteile Nach EnEV 2014

Zeile	Bauteil	Anforderungsniveau	Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten, bezogen auf den Mittelwert der jeweiligen Bauteile	
			Zonen mit Raum-Solltemperaturen im Heizfall ≥ 19°C	Zonen mit Raum-Solltemperaturen im Heizfall von 12 bis 19°C
1	Opake Außenbauteile, soweit nicht in Bauteilen der Zeilen 3 und 4 enthalten	Sanierung und Neubauvorhaben bis zum 31.12.2015	U = 0,35 W/m²K	U = 0,50 W/m²K
		Neubauvorhaben ab dem 01.01.2016	U = 0,28 W/m²K	
2	Transparente Außenbauteile, soweit nicht in Bauteilen der Zeilen 3 und 4 enthalten	Sanierung und Neubauvorhaben bis zum 31.12.2015	U = 1,90 W/m²K	U = 2,80 W/m²K
		Neubauvorhaben ab dem 01.01.2016	U = 1,50 W/m²K	
3	Vorhangfassade	Sanierung und Neubauvorhaben bis zum 31.12.2015	U = 1,90 W/m²K	U = 3,00 W/m²K
		Neubauvorhaben ab dem 01.01.2016	U = 1,50 W/m²K	
4	Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln	Sanierung und Neubauvorhaben bis zum 31.12.2015	U = 3,10 W/m²K	U = 3,10 W/m²K
		Neubauvorhaben ab dem 01.01.2016	U = 2,50 W/m²K	

Sommerlicher Wärmeschutz nach EnEV2014

Gemäß Energieeinsparverordnung EnEV 2014, § 3 (4) bzw. § 4 (4) ist der Nachweis der Einhaltung des sommerlichen Wärmeschutzes für alle zu errichtenden Gebäude zu führen.

4.6 LUFTDICHTHEIT

Zu errichtende Gebäude sind nach EnEV 2014, § 6 so auszuführen, dass die wärmeübertragende Umfassungsfläche einschließlich Fugen dauerhaft luftundurchlässig entsprechend den anerkannten Regeln der technik abgedichtet ist. Ohne Nachweis der Luftdichtheit kann für das Nachweisverfahren nach EnEV 2014 ein stündlicher Luftwechsel von n = 0,7 h^1 angesetzt werden (vgl. DIN 4108-6 [3], Tabelle D3).

Wird bei Gebäuden mit freier Lüftung/Fensterlüftung ein Nachweis der Luftdichtheit durchgeführt, so kann im EnEV-Nachweis ein verminderter Luftwechsel von n = 0,6 h^1 in Ansatz gebracht werden.

Für den Nachweis der Luftdichtheit mittels messtechnischer Überprüfung (Blower-Door-Test) gemäß DIN 4108-7 sind nach EnEV 2014, Anlage 4, Absatz 2 folgende Grenzwerte einzuhalten:

- Gebäude ohne raumlufttechnische Anlagen: $n_{50} \leq 3{,}0\ h^1$
- Gebäude mit raumlufttechnischer Anlage: $n_{50} \leq 1{,}5\ h^1$

Eine Überprüfung der Luftdichtheit ist im vorliegenden Fall nicht erforderlich.

4.7 EEWÄRMEG

Neubauten, für die nach dem 01.01.2009 der Bauantrag gestellt wurde, sind nach dem EEWärmeG (11) zu beurteilen. Das EEWärmeG stellt Anforderungen an die Nutzung erneuerbare Energien (solare Strahlungsenergien, aus fester/flüssiger/ gasförmiger Biomasse erzeugte Wärme, Geothermie oder aus Luft oder Wasser entnommene Umweltwärme) zur Deckung des Wärmeenergiebedarfs im Neubau.

Alternativ dazu kann die in EEWärmeG § 3 beschriebene Nutzungspflicht im Neubau durch eine in EEWärmeG § 7 aufgelistete Maßnahme ersatzweise erfüllt werden.

Öffentlichen Gebäuden kommt eine Vorbildfunktion zu. Hier gelten erhöhte Anforderungen an die Nutzung erneuerbarer Energien im Neubau. Darüber hinaus muss bei bestehenden Gebäuden auch bei grundlegender Sanierung die Nutzung erneuerbarer Energien gemäß EEWärmeG § 5a nachgewiesen werden.

4.8 KFW40-STANDARD

Die Bauherrschaft verfolgt das Ziel, das Gebäude im KFW40-Standard zu definieren. Entsprechende Festsetzungen wurden bereites in der Wettbewerbsauslobung getroffen.
Die Kreditanstalt für Wiederaufbau fördert bei Neubauvorhaben von Nichtwohngebäude bei Erreichung des KFW55-Standards das Bauvorhaben im Förderprogramm 217 über ein zinsgünstiges Dahrlehn sowie einen Tilgungszuschuss in Höhe von 5 % der förderfähigen Kosten bzw. des Kreditbetrages.
Der KFW40-Standard wird nur bei Wohngebäude, nicht jedoch bei Nichtwohngebäude gefördert.

Die Anforderungen ergeben sich im vorliegenden Fall durch Extrapolatoin der Anfodrerungen an den KFW70- bzw. an den KFW55-Standard.

Tabelle 5: Herleitung KFW40-Anforderungen

Anforderungsparameter	KFW70	KFW55	KFW40
Primärenergiebedarf Qp	141,2 kWh/m²a	110,9 kWh/m²a	80,6 kWh/m²a
Mittlerer U-Wert opaker Bauteile	0,26 W/m²K	0,22 W/m²K	0,18 W/m²K
Mittlerer U-Wert transparenter Bauteile	1,4 W/m²K	1,2 W/m²K	1,0 W/m²K

5. BEURTEILUNG

Die Energiebilanzierung wurde nach den in der in DIN 18599 dokumentierten Berechnungsverfahren mit dem Softwareprogramm „EnEV Wärme + Dampf“, Version 19.12 der Rowa Soft GmbH erstellt.

Sämtliche Berechnungen zum Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile sind in den Anlagen dokumentiert. Es ist zu beachten, dass in der Regel nicht alle Bauteilschichten dargestellt sind. Thermisch nicht relevante Schichten sowie konstruktive Bauteilschichten werden im Regelfall nicht dargestellt.

5.1 BAULICHER WÄRMESCHUTZ NACH DIN 4108

Alle Anforderungen an den Mindestwärmeschutz für neu zu errichtende Bauteile nach DIN 4108-2 werden eingehalten.
In einem Bereich kann auf der bestehenden Bodenplatte kein Fußbodenaufbau mit Wärmedämmung ausgeführt werden. Für diesen Teilbereich können die Anforderungen nach DIN 4108-2 nicht erfüllt werden. Schäden an oder in Bauteilen sind dadurch nicht zu erwarten.

Der Mindestwärmeschutz im Bereich von Wärmebrücken ist im Zuge der Ausführungsplanung zu untersuchen.

5.2 SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Der Nachweis über Einhaltung der Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz ist im Zuge der weiteren Planungen zu führen. Des Weiteren soll mittels einer thermischen Simulation die Innentemperatur eines Gruppenraumes untersucht werden.

Für die Berechnung wird die Klimaregion C berücksichtigt. Für alle Räume wird „leichte Bauart“ in Ansatz gebracht.

5.3 WÄRMESCHUTZ NACH ENEV

Der Primärenergiebedarf wurde nach dem Monatsbilanzverfahren nach DIN V 18599 ermittelt. Die zusätzlichen Transmissionswärmeverluste durch Wärmebrücken wurden mit ΔU_{WB} = 0,10 W/m²K angesetzt.
Ein detaillierter Nachweis der Wärmebrückendetails ist nicht erforderlich.

Für das teilweise mechanisch belüftete Gebäude wurde ein reduzierter Infiltrationsluftwechsel in Ansatz gebracht. Die Durchführung eines Blower-Door-Tests nach Fertigstellung zur messtechnischen Überprüfung des Grenzwertes der Luftdichtheit ist daher erforderlich. Es wird empfohlen, zur Qualitätssicherung im Bereich der luftdichten Hülle einen weiteren Blower-Door-Test während der Bauphase durchzuführen.

5.4 ERGEBNISSE ENERGIEBILANZIERUNG

Der Jahresprimärenergiebedarf Q_P wurde nach den Vorgaben der DIN V 18599 ermittelt. Der Jahresprimärenergiebedarf des Referenzgebäudes $Q''_{P,\ Referenzgebäudes}$ liegt bei $Q''_{P,\ Referenzgebäudes}$ = 201,7 kWh/m²a.

Da es sich bei der Maßnahme um einen Neubau handelt, ist eine Verschärfung der primärenergetischen Anforderungen seit dem 01.01.2016 um den Faktor 0,75 zu berücksichtigen. Der verschärfte Anforderungswert beträgt $Q''_{P,EnEV2016}$ = 151,3 kWh/m²a.

Der Neubau bzw. die Varianten hinsichtlich Wärmeerzeugung und Größe der PV-Anlage erreichen folgenden Primärenergiebedarf.

Tabelle 6: Primärenergieanforderungen EnEV

Variante		Jahresprimär-energiebedarf	Prozentuale Unterschrei-tung EnEV-An-forderung
1	Luft-Wasser-Wärmepumpe, PV-Anlage 150 m²	83,8 kWh/m²a	44,6 %
2	Luft-Wasser-Wärmepumpe, PV-Anlage 225 m²	75,2 kWh/m²a	50,3 %
3	Luft-Wasser-Wärmepumpe, PV-Anlage 287 m²	70,9 kWh/m²a	53,1 %
4	Sole-Wasser-Wärmepumpe, PV-Anlage 150 m²	71,7 kWh/m²a	52,6 %
5	Sole-Wasser-Wärmepumpe, PV-Anlage 225 m²	63,5 kWh/m²a	58,0 %
6	Sole-Wasser-Wärmepumpe, PV-Anlage 287 m²	59,2 kWh/m²a	60,9 %

Die Anforderungen an den Primärenergiebedarf werden um min. 44 % unterschritten. Das Gebäude erfüllt demnach das verschärfte Anforderungsniveau der EnEV ab dem 01.01.2016.

Die mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten nach EnEV 2014, Anlage 2 werden eingehalten.

Die baurechtlichen Anforderungen gemäß EnEV werden deutlich übererfüllt.

5.5 BEURTEILUNGEN NACH EEWÄRMEG

Da es sich um einen Neubau handelt, fällt die Planungsmaßnahme unter den Geltungsbereich des EEWärmeG.

Die Einhaltung der Anforderungen nach EEWärmeG erfolgt über

- Einsatz einer Wärmpumpe
- Nutzung von Abwärme durch die Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
- Unterschreitung der Anforderungen gemäß EnEV

Die Anforderungen des EEWärmeG können eingehalten und deutlich unterschritten werden.

5.6 ERREICHUNG DES KFW40-STANDARD

Der maximal zulässige Primärenergiebedarf bei Erreichung des KFW40-Standards ergibt ich aus dem Primärenergiebedarf des Referenzgebäudes, in dem dieser mit dem Faktor 0,40 multipliziert wird.

$Q''_{P,KFW40} = 0{,}40 \cdot 201{,}7\ kWh/m^2a = 80{,}7\ kWh/m^2a$

Tabelle 7: Primärenergieanforderungen KFW40

Variante		Jahresprimär-energiebedarf	Prozentuale Unterschreitung KFW40-Anforde-rung
1	Luft-Wasser-Wärmepumpe, PV-Anlage 150 m²	83,8 kWh/m²a	-3,8 % [2]
2	Luft-Wasser-Wärmepumpe, PV-Anlage 225 m²	75,2 kWh/m²a	6,8 %
3	Luft-Wasser-Wärmepumpe, PV-Anlage 287 m²	70,9 kWh/m²a	12,1 %
4	Sole-Wasser-Wärmepumpe, PV-Anlage 150 m²	71,7 kWh/m²a	11,1 %
5	Sole-Wasser-Wärmepumpe, PV-Anlage 225 m²	63,5 kWh/m²a	21,3 %
6	Sole-Wasser-Wärmepumpe, PV-Anlage 287 m²	59,2 kWh/m²a	24,5 %

Die in Tabelle 6 und 7 dargestellten Bauteile der thermischen Gebäudehülle erfüllen die KFW40-Anforderungen.
Die Varianten 2 – 6 erreichen den KFW40-Standard. Wenn eine Luft-Wasser-Wärmepumpe ausgeführt wird, so muss die PV-Anlage eine Modulfläche von mindestens 225 m² aufweisen.

5.7 CO_2-EMISSIONEN

Der nachstehenden Tabelle können die CO_2-Emissionen des Gebäudes in der Nutzungsphase entnommen werden. Der sogenannte Haushaltsstrom, also der Strombedarf für z.B. Laptops, Staubsauger, Waschmaschinen, etc., ist hierbei nicht berücksichtigt.
CO_2-Emissionen, welche in der Herstellungsphase sowie im sogenannten End-of-Life-Szenario, anfallen, sind ebenfalls nicht berücksichtigt. Bei den Angaben wurde angenommen, dass „Strom-Mix“ zur Deckung des Strombedarfs aus dem Netz bezogen wird.

[2] Die KFW40-Anforderungen an den Primärenergieverbrauch werden nicht erreicht. Der maximal zulässige Primärenergiebedarf wird um 3,8 % überschritten.

Tabelle 8: CO_2-Emissionen

Variante		CO_2-Ausstoß	Prozentuale Unterschreitung in Bezug auf Variante 1
1	Luft-Wasser-Wärmepumpe, PV-Anlage 150 m²	29.687 kg/a	--
2	Luft-Wasser-Wärmepumpe, PV-Anlage 225 m²	26.624 kg/a	10,3 %
3	Luft-Wasser-Wärmepumpe, PV-Anlage 287 m²	25.086 kg/a	15,5 %
4	Sole-Wasser-Wärmepumpe, PV-Anlage 150 m²	25.436 kg/a	14,3 %
5	Sole-Wasser-Wärmepumpe, PV-Anlage 225 m²	22.502 kg/a	24,2 %
6	Sole-Wasser-Wärmepumpe, PV-Anlage 287 m²	20.963 kg/a	29,4 %

Es kann gezeigt werden, dass durch die Größe der PV-Anlage die CO_2-Emissionen deutlich reduziert werden können.
Die Variante 6 weist in Bezug auf Variante 1 einen um etwa 30 % reduzierten CO_2-Ausstoß auf.
Anforderungen an den CO_2-Ausstoß von Gebäuden bestehen derzeit noch nicht. Auf die Vorbildfunktion von Neubauvorhaben der öffentlichen Hand sei an dieser Stelle jedoch nochmals ausdrücklich verwiesen.

Zur Einordnung der Angaben ist anzumerken, dass der CO_2-Ausstoß pro Kopf im Jahr 2018 bei etwa 9.000 kg/a lag.

Der CO_2-Ausstoß des Gebäudes wird ermittelt, in dem der bilanzierte Strombedarf nach Abzug des vor Ort durch die PV-Anlage erzeugten und genutzten Stroms mit dem CO_2-Emissionsfaktor von elektrischer Energie (Strom-Mix) multipliziert wird.
In den Sommermonaten wird überschüssig erzeugter Strom, welcher in das Netz eingespeist wird, hierbei nicht mit einer Gutschrift o.ä. berücksichtigt.

5.8 STROMBEDARF UND BETRIEBSKOSTEN

Bei den Energie- bzw. Betriebskosten ergeben sich auf Grund des geringeren Strombedarfs der Sole-Wasser-Wärmepumpe im Vergleich zur Luft-Wasser-Wärmepumpe deutlich geringere Energiekosten. Bei den Wartungskosten ergeben sich keine signifikanten Unterschiede, auf eine Darstellung wird aus diesem Grund im Folgenden verzichtet.

Die nachstehenden Abbildungen zeigen den monatlichen Strombedarf des Gebäudes sowie die Erträge der Photovoltaik-Anlage.
Es zeigt sich, dass sich insbesondere in der Heizperiode bei der Sole-Wasser-Wärmepumpe ein geringerer Strombedarf ergibt, welches primär auf das höhere Temperaturniveau der genutzten Wärmequelle zurückzuführen ist. Der Strombedarf in den Sommermonaten ergibt sich vorrangig durch den Strombedarf für Warmwasser, Beleuchtung und Hilfsstrom für Anlagentechnik. Da diese Komponenten bei der Luft-Wasser-Wärmepumpe sowie bei der Sole-Wasser-Wärmepumpe identisch sind, ergibt sich in den Sommermonaten ein identischer Strombedarf der beiden untersuchten Varianten.

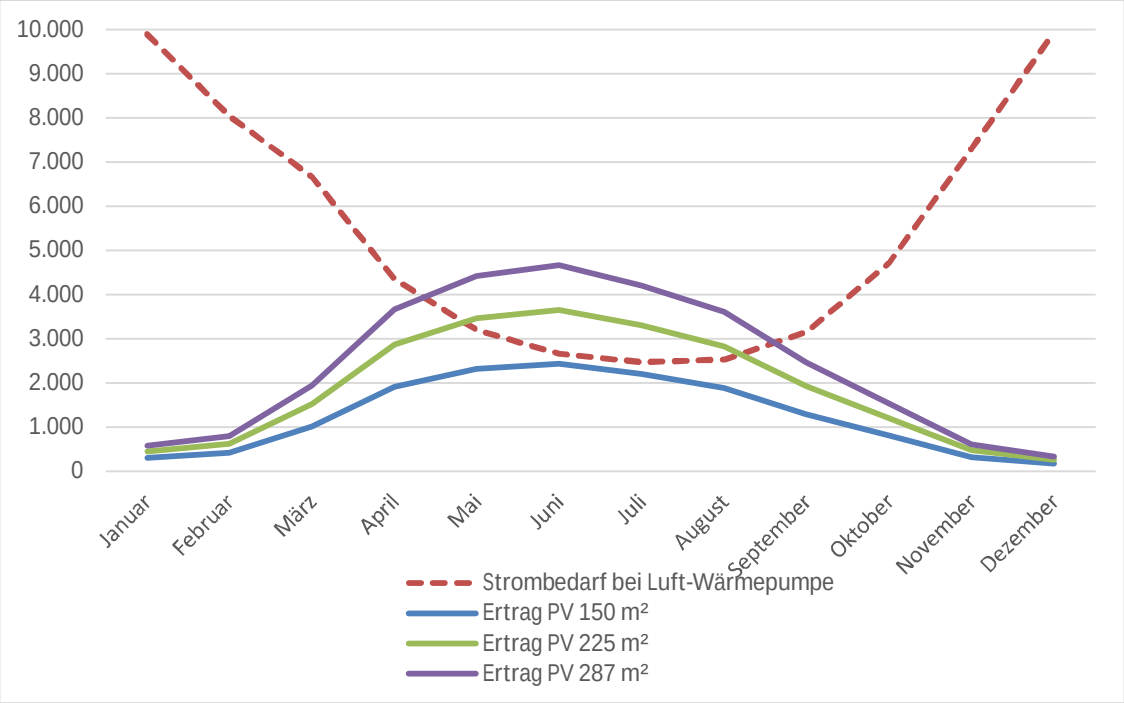


Abbildung 1: Strombedarf in kWh des Gebäude bei Luft-Wasser-Wärmepumpe und Strom-Ertrag PV-Anlage in kWh

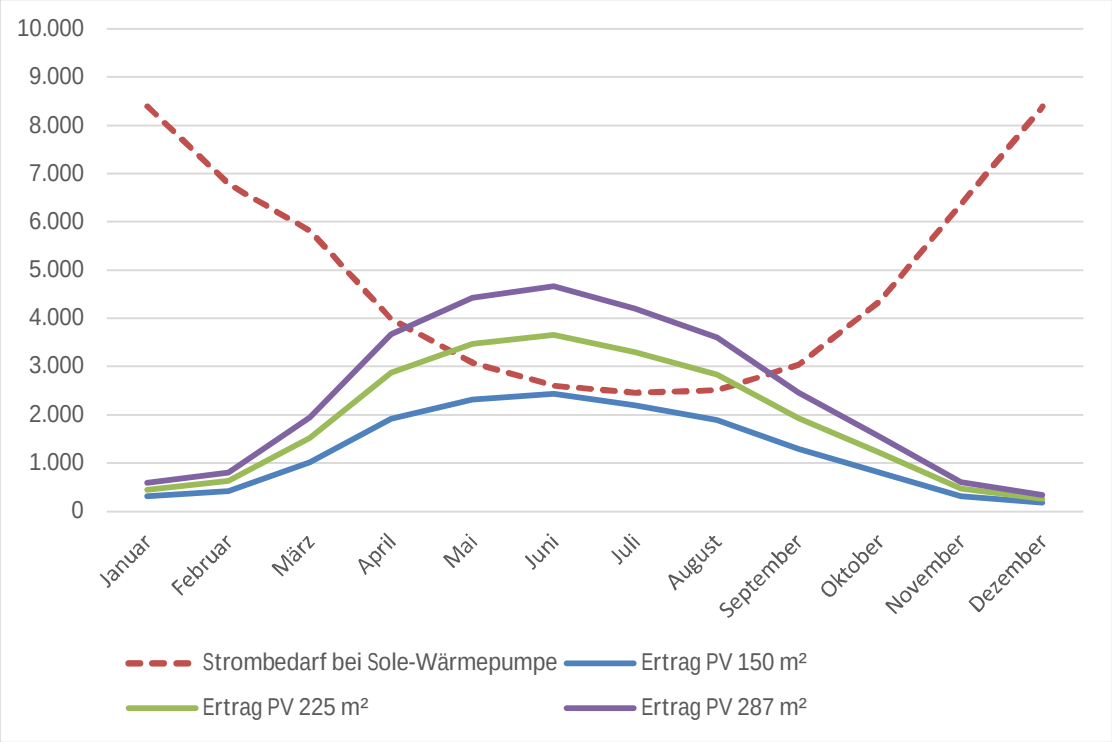


Abbildung 2: Strombedarf in kWh des Gebäude bei Sole-Wasser-Wärmepumpe und Strom-Ertrag PV-Anlage in kWh

Der Jahresertrag der PV-Anlage, beträgt je nach Größe der PV-Anlage:
- etwa 15.060 kWh/a bei 150 m² Modulfläche
- etwa 22.890 kWh/a bei 225 m² Modulfläche
- etwa 28.822 kWh/a bei 287 m² Modulfläche.

Der in Tabelle 8 ausgewiesene Strombedarf ist durch Bezug von Strom aus dem Stromnetz zu decken, da der durch die PV-Anlage erzeugte Strom den Bedarf nicht decken kann.

Der Strombedarf des Gebäudes ohne PV-Anlage beträgt bei der Variante Luft-Wasser-Wärmepumpe 64.958 kWh/a und bei der Variante Sole-Wasser-Wärmepumpe 57.813 kWh/a.

Werden Energiekosten in Höhe von 0,29 €/kWh brutto für Netzstrom berücksichtigt, so ergeben sich die in Tabelle 8 dargestellten jährlichen Energiekosten.

Tabelle 9: Strombedarf des Gebäudes mit Berücksichtigung der PV-Anlage

Variante		Bedarf für Netzstrom	Energiekosten	Prozentuale Unterschreitung in Bezug auf Variante 1
1	Luft-Wasser-Wärmepumpe, PV-Anlage 150 m²	49.894 kWh/a	14.469 €/a	--
2	Luft-Wasser-Wärmepumpe, PV-Anlage 225 m²	44.747 kWh/a	12.977 €/a	10,3 %
3	Luft-Wasser-Wärmepumpe, PV-Anlage 287 m²	42.161 kWh/a	12.227 €/a	15,5 %
4	Sole-Wasser-Wärmepumpe, PV-Anlage 150 m²	42.749 kWh/a	12.397 €/a	14,3 %
5	Sole-Wasser-Wärmepumpe, PV-Anlage 225 m²	37.818 kWh/a	10.967 €/a	24,2 %
6	Sole-Wasser-Wärmepumpe, PV-Anlage 287 m²	35.232 kWh/a	10.217 €/a	29,4 %

Die Mehrkosten für energetische Mehraufwendungen, wie z.B. eine größere PV-Anlage, können durch den oben genannten Tilgungszuschuss in Höhe von 5 % auf den Kreditbetrag teilweise kompensiert werden.

Es wird angenommen, dass eine PV-Anlage ohnehin ausgeführt werden soll. Ein Vergleich zwischen den Energiekosten ohne PV-Anlage und mit einer 150 m² PV-Anlage entfällt dadurch.

Die Investitionsmehrkosten für eine PV-Anlage mit 225 m² im Vergleich zu 150 m² betragen etwa 21.000 € brutto bei angenommen Kosten für die PV-Anlage von 1.500 € brutto pro 1 kWp Leistung.

Die jährlichen Energiekosten reduzieren sich durch die größere PV-Anlage um 1.492 €/a bei der Luft-Wasser-Wärmepumpe und um 1.430 € bei der Sole-Wasser-Wärmepumpe. Es wird vereinfachend eine Kosteneinsparung von 1.450 € brutto berücksichtigt. Die Mehraufwendungen amortisieren sich ohne die Berücksichtig weiterer Faktoren nach 14,5 Jahre. Die Lebensdauer der PV-Anlage liegt deutlich über dieser Zeitspanne. Soll entschieden werden, ob eine 150 m² große PV-Anlage oder eine 225 m² große PV-Anlage ausgeführt werden soll, so muss aus energetischer und kostentechnischer Sicht zur 225 m² großen PV-Anlage geraten werden.

Die Investitionsmehrkosten für eine PV-Anlage mit 287 m² im Vergleich zu 225 m² betragen etwa 10.500 € brutto bei angenommen Kosten für die PV-Anlage von 1.500 € brutto pro 1 kWp Leistung.

Die jährliche Kosteneinsparung wird mit 750 € brutto berücksichtigt. Die Mehraufwendungen amortisieren sich ohne die Berücksichtig weiterer Faktoren nach 14 Jahre. Die Lebensdauer der PV-Anlage liegt deutlich über dieser Zeitspanne. Soll entschieden werden, ob eine 287 m² große PV-Anlage oder einer 225 m³ PV-Anlage ausgeführt werden soll, so muss aus energetischer und kostentechnischer Sicht zur 287 m² großen PV-Anlage geraten werden.

Aus den Abbildungen 1 und 2 ist ersichtlich, dass bei einer PV-Anlage mit 287 m² Größe der Strombedarf des Gebäudes von April bis September vollständig durch die PV-Anlage gedeckt werden kann. Bei einer Größe der PV-Anlage mit 225 m² kann der Strombedarf von etwa Mai bis August vollständig gedeckt werden.

Bei einer PV-Anlage mit 150 m² übersteigt selbst in den Sommermonaten der Strombedarf des Gebäudes die von der PV-Anlagen erzeugten Strommenge.

Es wird empfohlen, die PV-Anlage in maximal möglicher Größe auszuführen.

6. HINWEISE FÜR DIE ENTWURFS- UND AUSFÜHRUNGSPLANUNG

6.1 GEBÄUDEHÜLLE

6.1.2 Gefälledämmung

Bei Verwendung einer Gefälledämmung sind die angegebenen Dämmstärken aus dem EnEV-Nachweis als energetischer Mittelwert nach DIN 6946 zu verstehen. Am Tiefpunkt darf die Gefälledämmung auf minimal 2/3 des Mittelwerts reduziert werden. Die Einhaltung des geforderten U-Werts ist im Zuge der Ausführungsplanung der Gefälledämmung nachzuweisen.

6.2 LUFTDICHTHEIT DER GEBÄUDEHÜLLE

6.2.1 Luftdichtheit der Gebäudehülle

Die Energieeinsparverordnung sowie die Normen zum Wärmeschutz DIN 4108-2 und DIN 4108-3 fordern eine dauerhaft luftdicht ausgeführte Gebäudehülle. In DIN 4108-3 wird diese Forderung begründet: „Wände und Dächer müssen luftdicht sein, um eine Durchströmung und Mitführung von Raumluftfeuchte, die zu Tauwasserbildung in der Konstruktion führen kann, zu unterbinden.“ Es ist ein Luftdichtheitskonzept zu erstellen, die Luftdichtheitsschicht ist sorgfältig zu planen, auszuschreiben und auszuführen. Materialien zur Herstellung von Luftdichtheitsschichten sind

- Betonbauteile.
- Mauerwerk mit Putzlage oder Glattstrich; Mauerkronen sind ebenfalls zu verputzen.
- Luftdichtheitsbahnen.
- Plattenmaterialien (Gips- und Gipsfaserplatten, Faserzementplatten, Holzwerkstoffplatten, Bleche). Stöße, Anschlüsse und Durchdringungen sind gesondert auszubilden.

Anschlüsse von Luftdichtheitsbahnen können zum Beispiel durch Einputzen, Kombination von Latten/Profilen mit vorkomprimierten Dichtbändern, Kombination von Latten und Profilen mit Klebemassen und Klebemassen ohne Latten oder Profilen hergestellt werden. Der Untergrund ist durch geeignete Maßnahmen (z.B. Verputzen) so vorzubereiten, dass ein dauerhafter Anschluss der Luftdichtheitsbahnen gewährleistet ist.

Durchdringungen sind luftdicht anzuschließen.

Für die luftdichte Ausbildung von Fugen sind geeignete Dichtungsmaterialien zu wählen. Vorkomprimierte Dichtungsbänder sind nur bei ausreichender Komprimierung luftdicht. Montageschäume sind zur Herstellung der erforderlichen Luftdichtheit nicht zugelassen!

Insbesondere für Gebäude in Holz- und Mischbauweise wird die Durchführung einer Luftdichtheitsprüfung zur Überprüfung einer lückenlosen luftdichten Ebene und damit zur Verminderung von Wärmeverlusten und zur Vermeidung von Bauschäden empfohlen. Es wird empfohlen, nach Durchführung entsprechender Baumaßnahmen eine Sichtprüfung durch die Unterzeichner anzuordnen.

6.2.2 **Unbeheizte Räume**

Bei unbeheizten Räumen bestehen im Allgemeinen keine Anforderungen an den Wärmeschutz. Zur Vermeidung von Kondensatausfall an den ungedämmten Böden und Wänden sollte jedoch darauf geachtet werden, dass eine Belüftung mit feuchtwarmer Luft - insbesondere während der Sommermonate - unterlassen bzw. die Zuluft vorher ausreichend getrocknet wird. Von einer Unterbringung feuchteempfindlicher Güter ist grundsätzlich abzuraten. Sollten die Wände einen Innenanstrich erhalten, muss dieser diffusionsoffen sein.

6.3 ANLAGENTECHNIK

6.3.1 **Hydraulischer Abgleich**

Für den Heizkreislauf ist ein hydraulischer Abgleich durchzuführen. Durch diesen Nachweis ist eine einwandfreie, energiesparende Funktion der Heizungsanlage möglich. Die Durchführung eines hydraulischen Abgleichs ist in Ausschreibung und Bauablauf vorzusehen. Ein entsprechender Nachweis ist vorzuhalten.

6.4 SOCKELDETAIL

Es wird empfohlen, im Bereich des Sockeldetails eine Betonaufkantung vorzusehen, um feuchtegefährdete Bauteile, insbesondere Holzbauteile außerhalb des feuchte- und spritzwassergefährdeten Bereichs auszuführen. Eine erste Abstimmung zwischen GSA Körner und Lanz Schwager Architekten fand diesbezüglich bereits statt.
Die bauphysikalische Beurteilung des Sockeldetails erfolgt gemäß der „Richtlinie Sockelanschluss im Holzhausbau“ der Holzforschung Austria.

7. SCHLUSSWORT

Die vorliegende Stellungnahme wurde auf Grundlage der derzeit gültigen technischen Richtlinien und den genannten Eingangsparameter erstellt. Die Stellungnahme dient der Dokumentation des bauphysikalischen Planungsstandes nach Abschluss der Vorentwurfsplanung.
Die vorliegende Stellungnahme stellt kein bauphysikalisches Gesamtkonzept dar, sondern behandelt lediglich Aspekte des Wärmeschutzes, der Energiebilanzierung sowie der thermischen Bauphysik.
Bei der Planung und Ausführung der einzelnen Bauteilkonstruktionen sind die allgemein anerkannten Regeln der Technik, ergänzende Richtlinien sowie systembedingte Herstellervorgaben zu beachten.

DIESER BERICHT UMFASST 24 SEITEN UND 2 ANLAGEN.

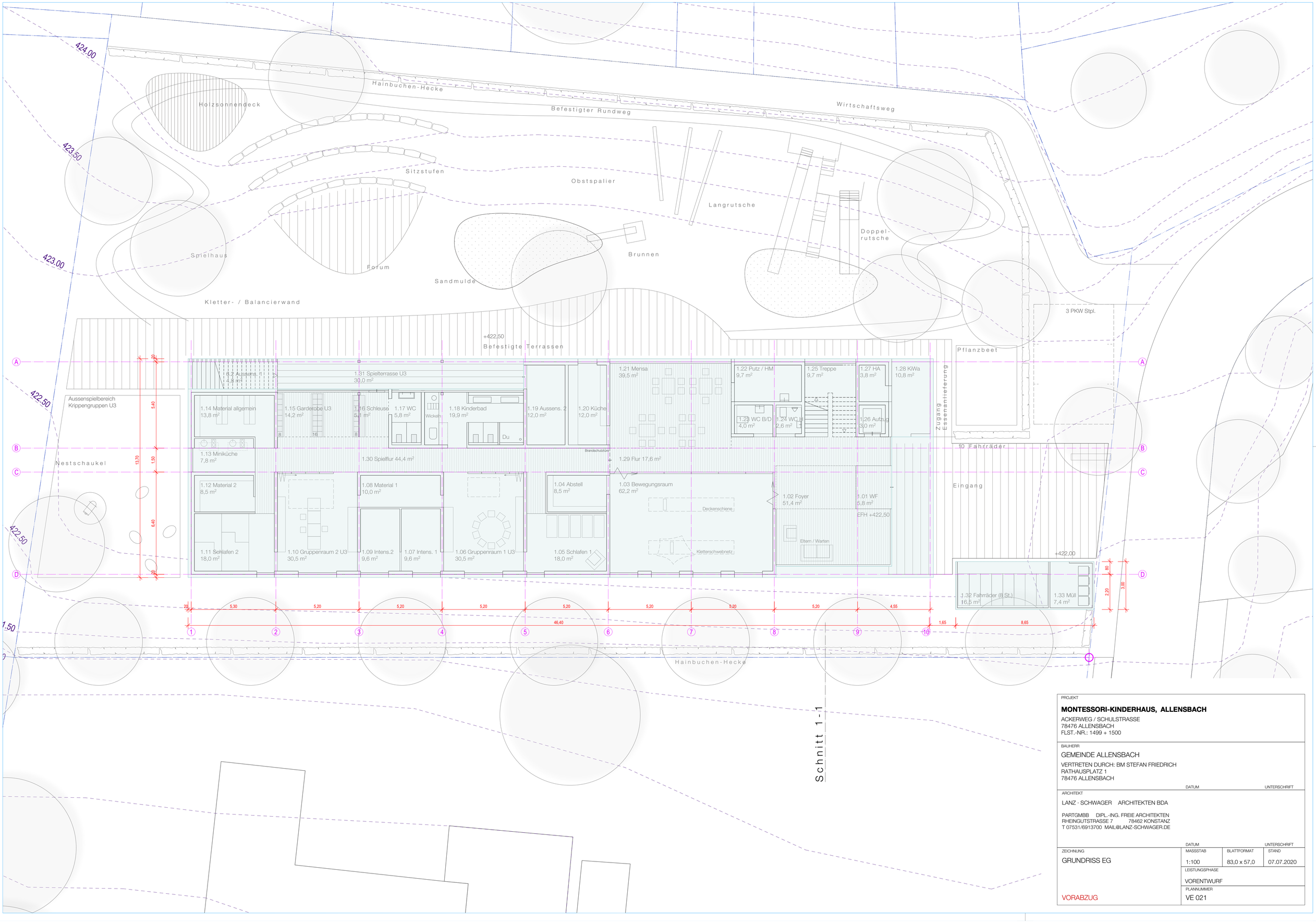
REICHENAU, DEN 24. AUGUST 2020/RA/GÜ

GSA Körner GmbH
Beratende Ingenieure VBI
Ingenieurgesellschaft für
Thermische Bauphysik,
Energieberatung, Akustik

Rathfelder

AKTUELLER PLANSATZ

Anlage: 1 Projekt: P 20153 Datum: 24.08.2020	GSA Körner GmbH Beratende Ingenieure VBI Ingenieurgesellschaft für Thermische Bauphysik, Energieberatung, Akustik Buchbrünnleweg 41, 78479 Reichenau



PROJEKT

MONTESSORI-KINDERHAUS, ALLENSBACH

ACKERWEG / SCHULSTRASSE
78476 ALLENSBACH
FLST.-NR.: 1499 + 1500

BAUHERR

GEMEINDE ALLENSBACH

VERTRETEN DURCH: BM STEFAN FRIEDRICH
RATHAUSPLATZ 1
78476 ALLENSBACH

DATUM UNTERSCHRIFT

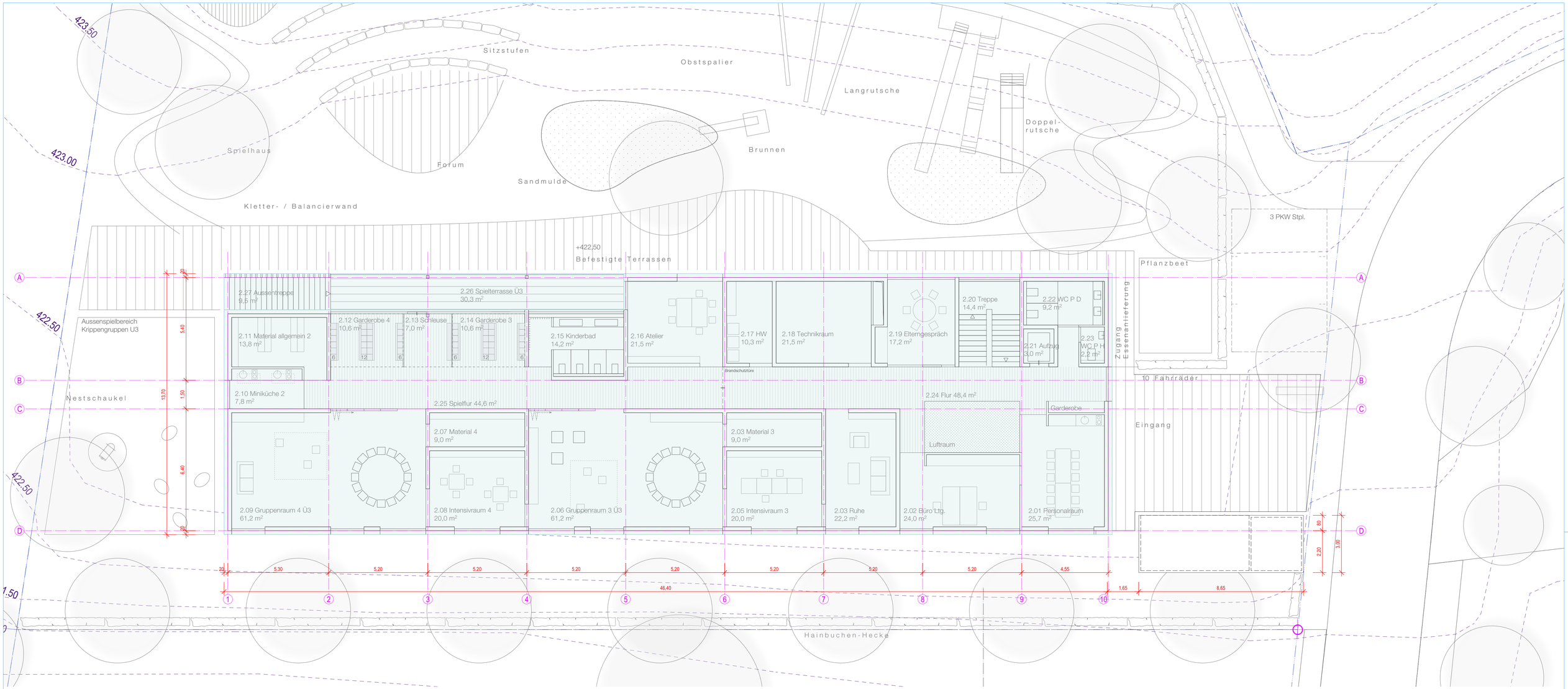
ARCHITEKT

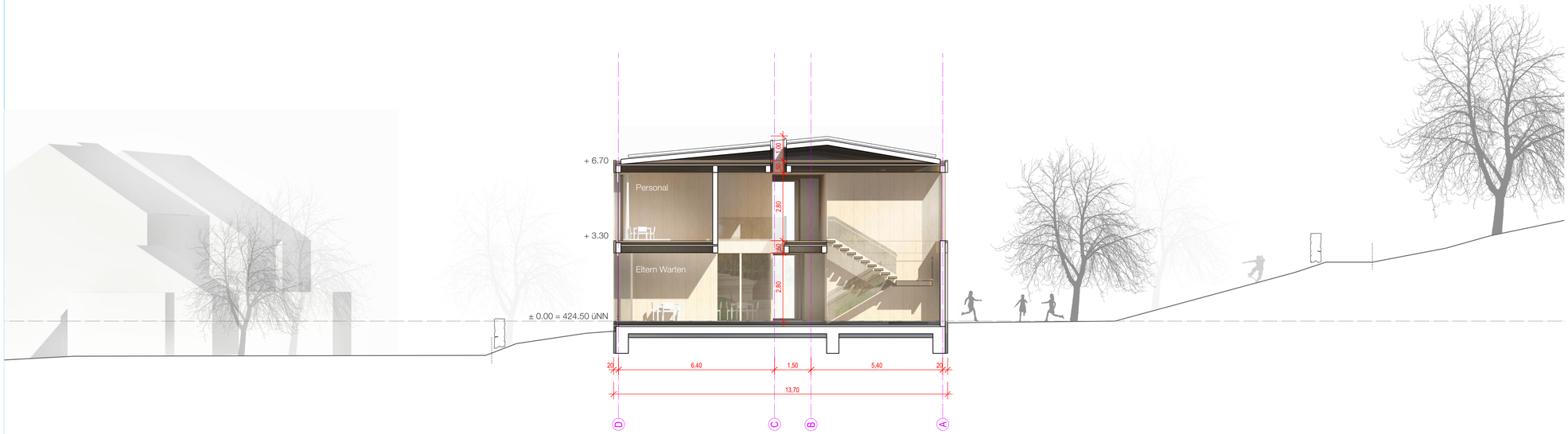
LANZ · SCHWAGER ARCHITEKTEN BDA

PARTGMBB DIPL.-ING. FREIE ARCHITEKTEN
RHEINGUTSTRASSE 7 78462 KONSTANZ
T 07531/6913700 MAIL@LANZ-SCHWAGER.DE

DATUM UNTERSCHRIFT

ZEICHNUNG	MASSSTAB	BLATTFORMAT	STAND
GRUNDRISS EG	1:100	83,0 x 57,0	07.07.2020
	LEISTUNGSPHASE		
	VORENTWURF		
VORABZUG	PLANNUMMER		
	VE 021		





PROJEKT

MONTESSORI-KINDERHAUS, ALLENSBACH

ACKERWEG / SCHULSTRASSE
78476 ALLENSBACH
FLST.-NR.: 1499 + 1500

BAUHERR

GEMEINDE ALLENSBACH

VERTRETEN DURCH: BM STEFAN FRIEDRICH
RATHAUSPLATZ 1
78476 ALLENSBACH

DATUM UNTERSCHRIFT

ARCHITEKT

LANZ · SCHWAGER ARCHITEKTEN BDA

PARTGMBB DIPL.-ING. FREIE ARCHITEKTEN
RHEINGUTSTRASSE 7 78462 KONSTANZ
T 07531/6913700 MAIL@LANZ-SCHWAGER.DE

DATUM UNTERSCHRIFT

ZEICHNUNG

GRUNDRISS OG
QUERSCHNITT

VORABZUG

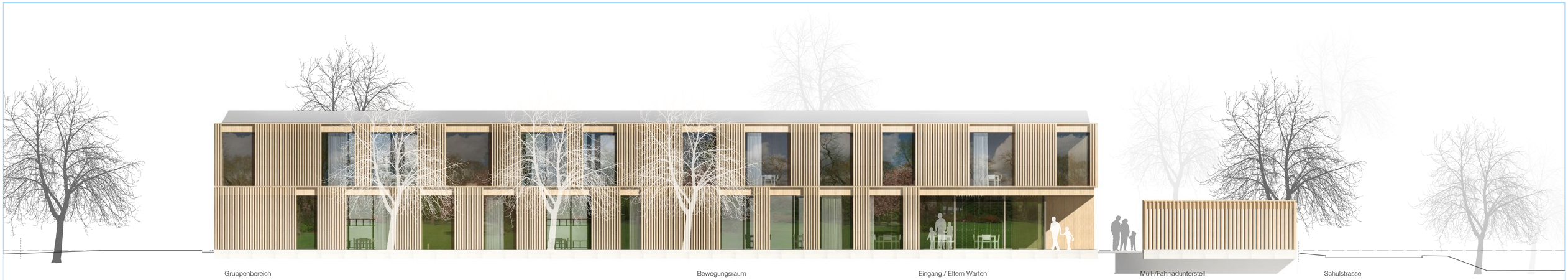
MASSSTAB	BLATTFORMAT	STAND
1:100	83,0 x 57,0	07.07.2020

LEISTUNGSPHASE

VORENTWURF

PLANNUMMER

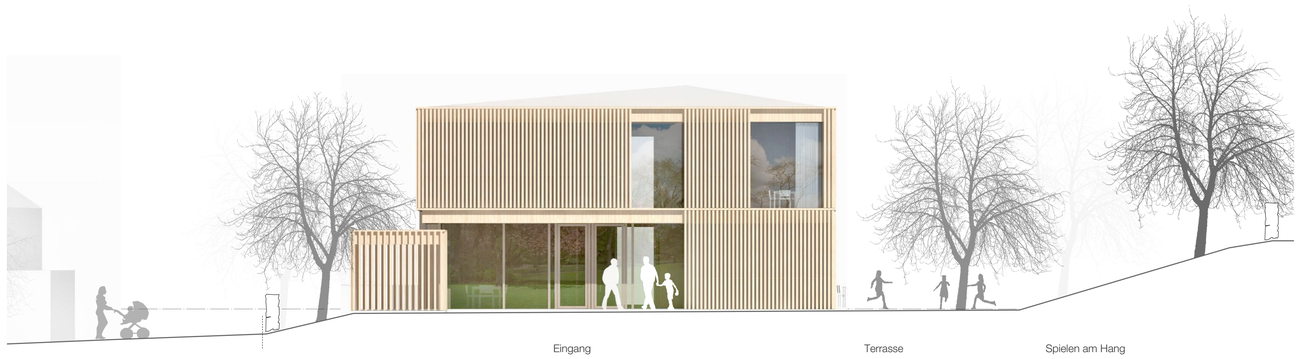
VE 022



SÜDANSICHT

NORDANSICHT

WESTANSICHT



OSTANSICHT

PROJEKT

MONTESSORI-KINDERHAUS, ALLENSBACH

ACKERWEG / SCHULSTRASSE
78476 ALLENSBACH
FLST.-NR.: 1499 + 1500

BAUHERR

GEMEINDE ALLENSBACH

VERTRETEN DURCH: BM STEFAN FRIEDRICH
RATHAUSPLATZ 1
78476 ALLENSBACH

DATUM UNTERSCHRIFT

ARCHITEKT

LANZ · SCHWAGER ARCHITEKTEN BDA

PARTGMBB DIPL.-ING. FREIE ARCHITEKTEN
RHEINGUTSTRASSE 7 78462 KONSTANZ
T 07531/6913700 MAIL@LANZ-SCHWAGER.DE

DATUM UNTERSCHRIFT

ZEICHNUNG	MASSSTAB	BLATTFORMAT	STAND
ANSICHTEN	1:100	83,0 x 57,0	07.07.2020
	LEISTUNGSPHASE		
	VORENTWURF		
VORABZUG	PLANNUMMER		
	VE 023		

Südfassade			Ostfassade (Eingang)			Nordfassade			Westfassade			Gesamt		
Fassade geschlossen	174,2 m²	ca.56 %	Fassade geschlossen	82,0 m²	ca.91 %	Fassade geschlossen	217,5 m²	ca.70 %	Fassade geschlossen	55,0 m²	ca.61 %	Fassade geschlossen	524,0 m²	ca.66 %
Verglasung	133,0 m²	ca.44 %	Verglasung	8,0 m²	ca. 9 %	Verglasung	90,0 m²	ca.30 %	Verglasung	35,0 m²	ca.39 %	Verglasung	266,0 m²	ca.34 %

SÜDANSICHT

NORDANSICHT

Nordfassade

Fassade geschlossen	217,5 m²	ca.70 %
Verglasung	90,0 m²	ca.30 %

Westfassade

Fassade geschlossen	82,0 m²	ca.91 %
Verglasung	8,0 m²	ca. 9 %

WESTANSICHT

Ostfassade

Fassade geschlossen	55,0 m²	ca.61 %
Verglasung	35,0 m²	ca.39 %

OSTANSICHT

PROJEKT

MONTESSORI-KINDERHAUS, ALLENSBACH

ACKERWEG / SCHULSTRASSE
78476 ALLENSBACH
FLST.-NR.: 1499 + 1500

BAUHERR

GEMEINDE ALLENSBACH

VERTRETEN DURCH: BM STEFAN FRIEDRICH
RATHAUSPLATZ 1
78476 ALLENSBACH

DATUM UNTERSCHRIFT

ARCHITEKT

LANZ · SCHWAGER ARCHITEKTEN BDA

PARTGMBB DIPL.-ING. FREIE ARCHITEKTEN
RHEINGUTSTRASSE 7 78462 KONSTANZ
T 07531/6913700 MAIL@LANZ-SCHWAGER.DE

DATUM UNTERSCHRIFT

ZEICHNUNG	MASSSTAB	BLATTFORMAT	STAND
ANSICHTEN FASSADENFLÄCHEN	1:100	83,0 x 57,0	07.07.2020
	LEISTUNGSPHASE		
	VORENTWURF		
VORABZUG	PLANNUMMER		
	VE 024		

ENERGIEEINSPARNACHWEIS

VARIANTE

LUFT-WASSER-WÄRMEPUMPE

Anlage: 2
Projekt: P 20153
Datum: 24.08.2020

GSA Körner GmbH
Beratende Ingenieure VBI
Ingenieurgesellschaft für Thermische Bauphysik, Energieberatung, Akustik
Buchbrünnleweg 41, 78479 Reichenau

E n e r g i e e i n s p a r n a c h w e i s

nach der Energieeinsparverordnung EnEV 2014 mit Verschärfung ab 2016

Bundesratsbeschluss vom 11.10.2013

"Nichtwohngebäude Neubau"

nach DIN V 18599 Teil 1-11:2011-12

öffentlich rechtlicher Nachweis

K f W - E f f i z i e n z h a u s 55 (EnEV 2014)

18.Aug 2020

Projekt Kurzbeschreibung: P20153 Montessori-Kinderhaus Allensbach

Bauvorhaben : Montessori-Kinderhaus, Allensbach

Bearbeiter : Sarah Gerstberger u. J. Georg Rathfelder

Objektstandort Baujahr 2020
Straße/Hausnr. : Ackerweg/Schulstraße
Plz/Ort : 78476 Allensbach
Gemarkung : Flurstücknummer: 1499+1500

Hauseigentümer/Bauherr
Name/Firma : Gemeinde Allensbach, BM Stefan Friedrich
Straße/Hausnr. : Rathausplatz 1
Plz/Ort : 78476 Allensbach
Telefon / Fax :

Name, Anschrift und Funktion des Ausstellers	Datum und Unterschrift, ggf. Stempel/Firmenzeichen
Sarah Gerstberger u. J. Georg Rathfelder GSA Körner GmbH Buchbrünnleweg 41 78479 Reichenau	25.Aug 2020

Tabelle der verwendeten Bauteile

	Bauteil	Bezeich	Ri.	Fläche [m²]	U-Wert [W/m²K]	Fak	Gewinn [kWh/a]	Verlust [kWh/a]
1	Wand							
1.1	20153 AW Holzständer 20+6	OG 001 N	N	21.28	0.163	1.00	1	287
1.2	20153 AW Holzständer 20+6	OG 010 W	W	12.77	0.163	1.00	12	173
1.3	20153 AW Holzständer 20+6	OG 003 N	N	30.03	0.163	1.00	1	406
1.4	20153 AW Holzständer 20+6	EG 010 W	W	8.27	0.163	1.00	7	112
1.5	20153 AW Holzständer 20+6	EG 001 N	N	18.46	0.163	1.00	1	249
1.6	20153 AW Holzständer 20+6	EG 010 W	W	10.12	0.163	1.00	9	137
1.7	20153 AW Holzständer 20+6	EG 003 N	N	14.67	0.163	1.00	1	198
1.8	20153 AW Holzständer 20+6	EG 005 S	S	5.42	0.163	1.00	9	73
1.9	20153 AW Holzständer 20+6	EG 004 O	O	16.35	0.163	1.00	19	221
1.10	20153 AW Holzständer 20+6	EG 003 N	N	15.95	0.163	1.00	1	215
1.11	20153 AW Holzständer 20+6	OG 003 N	N	11.95	0.163	1.00	1	161
1.12	20153 AW Holzständer 20+6	OG 002 W	W	2.80	0.163	1.00	3	38
1.13	20153 AW Holzständer 20+6	OG 010 W	W	25.06	0.163	1.00	23	338
1.14	20153 AW Holzständer 20+6	OG 009 S	S	68.84	0.163	1.00	109	930
1.15	20153 AW Holzständer 20+6	EG 010 W	W	13.57	0.163	1.00	12	183
1.16	20153 AW Holzständer 20+6	EG 009 S	S	74.41	0.163	1.00	118	1005
1.17	20153 AW Holzständer 20+6	EG 008 O	O	2.38	0.163	1.00	3	32
1.18	20153 AW Holzständer 20+6	OG 003 N	N	3.44	0.163	1.00	0	46
1.19	20153 AW Holzständer 20+6	OG 009 S	S	22.00	0.163	1.00	35	297
1.20	20153 AW Holzständer 20+6	OG 004 O	O	24.08	0.163	1.00	28	325
1.21	20153 AW Holzständer 20+6	OG 001 N	N	20.11	0.163	1.00	1	272
1.22	20153 AW Holzständer 20+6	OG 004 O	O	19.02	0.163	1.00	22	257
1.23	20153 AW Holzständer 20+6	OG 003 N	N	16.93	0.163	1.00	1	229
1.24	20153 AW Holzständer 20+6	EG 001 N	N	28.04	0.163	1.00	1	379
1.25	20153 AW Holzständer 20+6	OG 010 W	W	5.61	0.163	1.00	5	76
1.26	20153 AW Holzständer 20+6	EG 010 W	W	3.34	0.163	1.00	3	45
1.27	20153 AW Holzständer 20+6	EG 003 N	N	10.40	0.163	1.00	1	140
1.28	20153 AW Holzständer 20+6	OG 001 N	N	11.86	0.163	1.00	1	160
1.29	20153 AW Holzständer 20+6	OG 003 N	N	3.25	0.163	1.00	0	44
1.30	20153 AW Holzständer 20+6	OG 004 O	O	6.82	0.163	1.00	8	92
1.31	20153 AW Holzständer 20+6	EG 007 S	S	4.99	0.163	1.00	8	67
1.32	20153 AW Holzständer 20+6	EG 006 O	O	5.49	0.163	1.00	6	74
1.33	20153 AW Holzständer 20+6	EG 003 N	N	2.46	0.163	1.00	0	33
1.34	20153 AW Holzständer 20+6	EG 003 N	N	8.88	0.163	1.00	0	120
1.35	20153 AW Holzständer 20+6	EG 002 W	W	2.08	0.163	1.00	2	28
1.36	20153 AW Holzständer 20+6	EG 001 N	N	4.49	0.163	1.00	0	61
1.37	20153 AW Holz		-	0.00	1.065	1.00	---	0
				555.62	**0.163**		**451**	**7505**
2	Fenster, Fenstertüren						g	
2.1	Haustür mit kleinem Fenster 1,5	EG 005 S	S	3.36	1.500	1.00	0.05 43	417
2.2	Fenster U=0,85 g=0,42	OG 003 N	N	6.72	0.850	1.00	0.42 253	473
2.3	Haustür mit kleinem Fenster 1,5	OG 002 W	W	4.38	1.500	1.00	0.05 35	544
2.4	Fenster U=0,85 g=0,42	OG 009 S	S	51.38	0.850	1.00	0.42 5545	3617
2.5	Fenster U=0,85 g=0,42	EG 009 S	S	49.00	0.850	1.00	0.42 5288	3450
2.6	Fenster U=0,85 g=0,42	OG 003 N	N	9.80	0.850	1.00	0.42 369	690
2.7	Fenster U=0,85 g=0,42	OG 009 S	S	16.52	0.850	1.00	0.42 1783	1163
2.8	Fenster U=0,85 g=0,42	OG 010 W	W	4.20	0.850	1.00	0.42 281	296
2.9	Fenster U=0,85 g=0,42	EG 010 W	W	4.20	0.850	1.00	0.42 281	296
2.10	Fenster U=0,85 g=0,42	EG 003 N	N	24.64	0.850	1.00	0.42 927	1735
2.11	Fenster U=0,85 g=0,42	OG 001 N	N	28.56	0.850	1.00	0.42 1075	2011
2.12	Fenster U=0,85 g=0,42	OG 003 N	N	8.96	0.850	1.00	0.42 337	631
2.13	Fenster U=0,85 g=0,42	OG 004 O	O	4.90	0.850	1.00	0.42 374	345
2.14	Fenster U=0,85 g=0,42	EG 007 S	S	19.23	0.850	1.00	0.42 2075	1354
2.15	Haustür mit kleinem Fenster 1,5	EG 006 O	O	7.56	1.500	1.00	0.05 69	939
2.16	Fenster U=0,85 g=0,42	EG 006 O	O	14.16	0.850	1.00	0.42 1080	997
2.17	Fenster U=0,85 g=0,42	EG 003 N	N	8.96	0.850	1.00	0.42 337	631
2.18	Haustür mit kleinem Fenster 1,5	EG 002 W	W	4.38	1.500	1.00	0.05 35	544
2.19	Fenster U=0,85 g=0,42	EG 001 N	N	19.46	0.850	1.00	0.42 732	1370
				290.37	**0.894**		**20919**	**21502**

3	Decke zum Dachge., Dach							
3.1	20153 Dach 20/035	OG 001 N	N	17.36	0.151	1.00	19	217
3.2	20153 Dach 20/035	OG 001 S	S	10.49	0.151	1.00	12	131
3.3	20153 Dach 20/035	OG 001 N	N	1.73	0.151	1.00	2	22
3.4	20153 Dach 20/035	OG 001 N	N	38.54	0.151	1.00	43	481
3.5	20153 Dach 20/035	OG 001 S	S	10.33	0.151	1.00	12	129
3.6	20153 Dach 20/035	OG 001 N	N	12.84	0.151	1.00	14	160
3.7	20153 Dach 20/035	OG 001 N	N	12.88	0.151	1.00	14	161
3.8	20153 Dach 20/035	OG 001 S	S	10.34	0.151	1.00	12	129
3.9	20153 Dach 20/035	OG 001 S	S	1.06	0.151	1.00	1	13
3.10	20153 Dach 20/035	OG 001 S	S	9.37	0.151	1.00	10	117
3.11	20153 Dach 20/035	OG 001 S	S	183.90	0.151	1.00	205	2293
3.12	20153 Dach 20/035	OG 001 S	S	3.37	0.151	1.00	4	42
3.13	20153 Dach 20/035	OG 001 S	S	3.36	0.151	1.00	4	42
3.14	20153 Dach 20/035	OG 001 N	N	10.60	0.151	1.00	12	132
3.15	20153 Dach 20/035	OG 001 N	N	8.77	0.151	1.00	10	109
3.16	20153 Dach 20/035	OG 001 S	S	5.76	0.151	1.00	6	72
3.17	20153 Dach 20/035	OG 001 S	S	31.30	0.151	1.00	35	390
3.18	20153 Dach 20/035	OG 001 S	S	21.72	0.151	1.00	24	271
3.19	20153 Dach 20/035	OG DK H	-	0.62	0.149	0.50	---	4
3.20	20153 Dach 20/035	OG 001 N	N	17.63	0.151	1.00	20	220
3.21	20153 Dach 20/035	OG 001 N	N	16.79	0.151	1.00	19	209
3.22	20153 Dach 20/035	OG DK H	-	2.07	0.149	0.50	---	13
3.23	20153 Dach 20/035	OG 001 S	S	5.49	0.151	1.00	6	68
3.24	20153 Dach 20/035	OG 001 N	N	1.61	0.151	1.00	2	20
3.25	20153 Dach 20/035	OG DK H	-	20.37	0.149	0.50	---	126
3.26	20153 Dach 20/035	OG 001 N	N	2.24	0.151	1.00	2	28
3.27	20153 Dach 20/035	OG 001 S	S	3.42	0.151	1.00	4	43
3.28	20153 Dach 20/035	OG 001 N	N	11.83	0.151	1.00	13	148
3.29	20153 Dach 20/035	OG 001 N	N	5.75	0.151	1.00	6	72
3.30	20153 Dach 20/035	OG 001 S	S	63.55	0.151	1.00	71	792
3.31	20153 Dach 20/035	OG 001 N	N	25.10	0.151	1.00	28	313
3.32	20153 Dach 20/035	OG 001 N	N	1.42	0.151	1.00	2	18
3.33	20153 Dach 20/035	OG 001 N	N	26.56	0.151	1.00	30	331
3.34	20153 Dach 20/035	OG 001 S	S	4.11	0.151	1.00	5	51
3.35	20153 Dach 20/035	OG 001 N	N	1.34	0.151	1.00	1	17
				603.62	**0.148**		**647**	**7382**
4	Grundfläche, Kellerdecke							
4.1	20153 Bodenplatte 3+3+14	EG KL H	-	10.30	0.175	0.60	---	90
4.2	20153 Bodenplatte 3+3+14	EG KL H	-	17.47	0.175	0.60	---	152
4.3	20153 Bodenplatte 3+3+14	EG KL H	-	9.48	0.175	0.60	---	83
4.4	20153 Bodenplatte 3+3+14	EG KL H	-	11.71	0.175	0.60	---	102
4.5	20153 Bodenplatte 3+3+14	EG KL H	-	12.22	0.175	0.60	---	107
4.6	20153 Bodenplatte 3+3+14	EG KL H	-	18.73	0.175	0.60	---	163
4.7	20153 Bodenplatte 3+3+14	EG KL H	-	202.38	0.175	0.60	---	1764
4.8	20153 Bodenplatte 3+3+14	EG KL H	-	29.98	0.175	0.60	---	261
4.9	20153 Bodenplatte 3+3+14	EG KL H	-	8.72	0.175	0.60	---	76
4.10	20153 Bodenplatte 3+3+14	EG KL H	-	9.38	0.175	0.60	---	82
4.11	20153 Bodenplatte 3+3+14	EG KL H	-	57.43	0.175	0.60	---	501
4.12	20153 Bodenplatte 3+3+14	EG KL H	-	183.86	0.175	0.60	---	1603
				571.65	**0.105**		------	**4983**
5	Decke gegen Außenluft unten							
5.1	20153 Deck üb. Eingang 140	OG KL H		21.56	0.149	1.00	---	266
5.2	20153 Deck üb. Eingang 140	OG KL H		6.71	0.149	1.00	---	83
				28.27	**0.149**		------	**348**
		Summe:		**2049.52**				

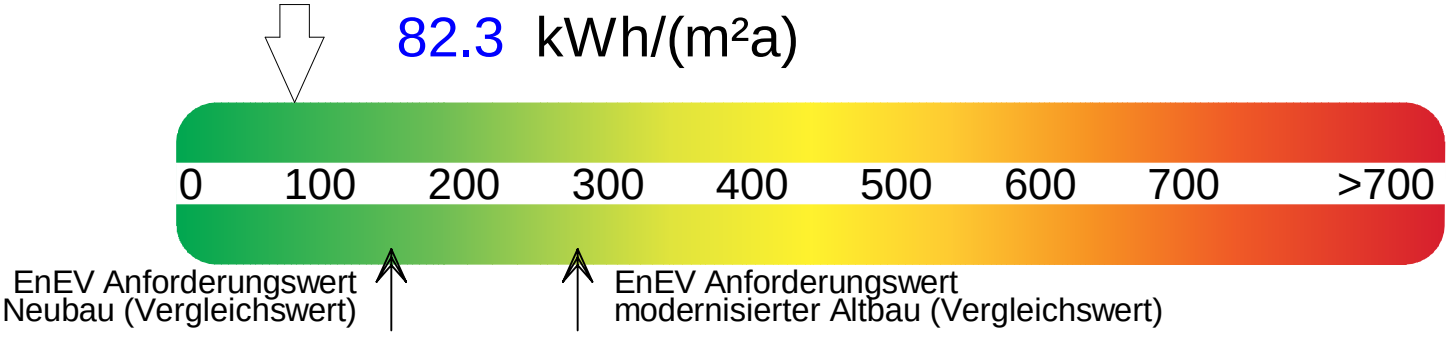
Jahresprimärenergiebedarf Q"P = 82.3 [kWh/m²a]
Q"Pmax = 109.5 [kWh/m²a]

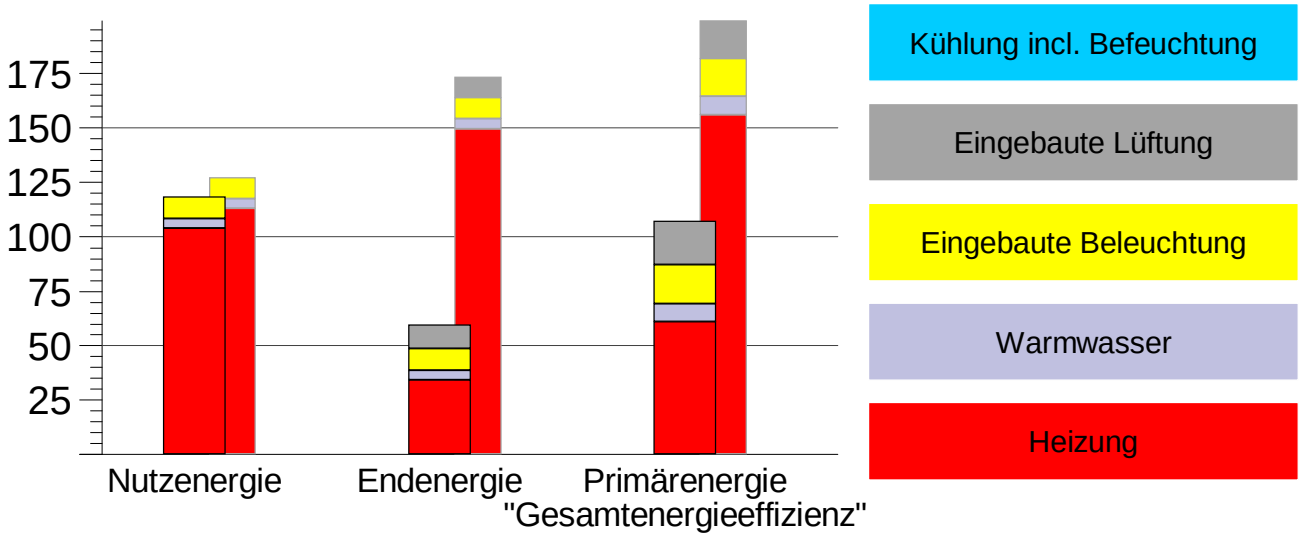
E N E V - E N D E R G E B N I S

Jahres-Primärenergiebedarf Q''P: bezogen auf die beheizte Nettogrundfläche	82.3 [kWh/m²a]	
maximal zulässiger Jahres-Primärenergiebedarf:	109.5 [kWh/m²a] 199.1 [kWh/m²a]	für KfW-Effizienzhaus 55 100% Referenzgebäudewert

KfW Effizienzhaus 55 Grenzwerte Bauteil		Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten bezogen auf die Mittelwerte der jeweiligen Bauteile	
		Zonen >= 19°C	Zonen 12 bis < 19°C
1	Opake Außenbauteile, soweit nicht in Bauteilen der Zeile 3 und 4 enthalten	Ist U = 0.136 W/(m²K) KfWmax U=0.22 W/(m²K) ✓	----- KfWmax U=0.35 W/(m²K)
2	Transparente Außenbauteile, soweit nicht in Bauteilen der Zeile 3 und 4 enthalten	Ist U = 0.850 W/(m²K) KfWmax U=1.20 W/(m²K) ✓	----- KfWmax U=2.20 W/(m²K)
3	Vorhangfassaden	----- KfWmax U=1.20 W/(m²K)	----- KfWmax U=3.20 W/(m²K)
4	Glasdächer, Lichtbänder Lichtkuppeln	----- KfWmax U=2.00 W/(m²K)	----- KfWmax U=2.20 W/(m²K)

die maximal zulässigen Grenzwerte werden eingehalten.





Im Vordergrund sind die Energieanteile des berechneten Gebäudes zu sehen. Die Balken im Hintergrund sind zum Vergleich die Werte des Referenzgebäudes.

Energieart	Heizung	Warmwasser	Beleuchtung	Lüftung	Kühlung	Gesamt
Ist-Nutzenergie Ref-Nutzenergie	112812 kWh 122596 kWh	4800 kWh 4800 kWh	10655 kWh 10365 kWh	0 kWh 0 kWh	0 kWh 0 kWh	128267 kWh 137761 kWh
Ist-Endenergie Ref-Endenergie	36813 kWh 161913 kWh	4988 kWh 5216 kWh	10655 kWh 10365 kWh	12158 kWh 10421 kWh	0 kWh 0 kWh	64615 kWh 187916 kWh
Ist-Primärenergie Ref-Primärenergie	66264 kWh 169034 kWh	8979 kWh 9389 kWh	19179 kWh 18657 kWh	21885 kWh 18758 kWh	0 kWh 0 kWh	116307 kWh 215839 kWh

KfW-Ergebnisdaten Energieeffizienzprogramm

Der Jahres-Primärenergiebedarf Qp für das Referenzgebäude: 199.1 kWh/(m²a)
Der Jahres-Primärenergiebedarf Qp für das Gebäude beträgt: 82.3 kWh/(m²a) (58.68% besser als das Ref-Gebäude)
Die Endenergieeinsparung gegenüber des Referenzgebäudes beträgt: 123301 kWh/a
Die Primärenergieeinsparung gegenüber des Referenzgebäudes beträgt: 126.6 MWh/a
Der CO2-Ausstoß des Referenzgebäudes beträgt: 58977 kg/a
Der CO2-Ausstoß des Gebäudes beträgt: 38446 kg/a
Die CO2-Emmisionsminderung des Gebäudes gegenüber des Referenzgebäudes beträgt:20531 kg/a

Strom aus erneuerbaren Energien nach §5 der EnEV 2014

Berechnung der PV-Anlage über die DIN 18599-9

Art des Photovoltaikmoduls: Polykristallines Silizium η_{Zelle}=15%

	K_{pk}	0.125	kW/m²
PV-Kollektorfläche:		150.0	m²
Peak-Leistung der PV Anlage:		18.75	kW
Systemleistungsfaktor: Mäßig belüftete Module, <0,5m aufs Dach gesetzt	f_{perf}	0.75	[-]
Ausrichtung des PV Kollekors (0°= Nord, 180°=SÜD):		180	°
Neigung des PV Kollekors (0°= waagerecht, 90°=senkrecht):		5	°

Jahresleistung erneuerbarer Stromproduktion / PV Anlage: 15393 kWh/a

anrechenbarer erneuerbarer Anteil (wurde von der Endenergie abgezogen): 15064 kWh/a

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
monatl. regenerative Leistung in KWh	303	416	1015	1914	2312	2440	2197	1883	1286	806	314	178
monatl. regenerative Leistung in %	2.2	2.8	6.9	12.7	15.1	15.9	14.3	12.4	8.7	5.6	2.1	1.3
angerechneter Strom in KWh	303	416	1015	1914	2312	2440	2197	1883	1286	806	314	178

Nach EnEV darf nur der Strom angerechnet werden der nach EnEV berechnet wurde. Hausstrom und Strom für Geräte (Prozessenergien) bleibt unberücksichtigt.

Wärmebrücken pauschal ohne weiteren Nachweis

Bei der Berechnung des Verlustes durch die Wärmebrücken wurde bei jedem verwendeten Bauteil
ein Aufschlag auf den U-Wert von 0,1 W/m²K, berücksichtigt.
Dabei wurden 0.0 m² Oberfläche ausgenommen (z.B.Vorhangfassade).

ursprünglicher mittlerer U-Wert	0.246 W/m²K	[Abminderungsfaktoren sind berücksichtigt]
neuer mittlere U-Wert	0.346 W/m²K	
Transmissionsverlust erhöht sich um	40.69 %	

Qwb = 16975 kWh/a

Begrenzung der Leitungsverluste

Die Wärmeabgabe der Wärme- und Warmwasserverteilungsleitungen ist gem. § 14 Abs.5 i.V.m.Anhang 5 EnEV wie folgt zu begrenzen:

Zeile	Art der der Leitungen/Armaturen	Mindestdicke der Dämm-schicht, bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/(m².K)
1	Innendurchmesser bis 22 mm	20 mm
2	Innendurchmesser über 22 mm bis 35 mm	30 mm
3	Innendurchmesser über 35 mm bis 100 mm	gleich Innendurchmesser
4	Innendurchmesser über 100 mm	100 mm
5	Leitungen und Armaturen nach den Zeilen 1 bis 4 in Wand- und Deckendurchbrüchen, im Kreuzungsbereich von Leitungen, an Leitungsverbindungsstellen, bei zentralen Leitungsnetzverteilern	1/2 der Anforderungen der Zeilen 1 bis 4
6	Leitungen von Zentralheizungen nach den Zeilen 1 bis 4, die nach dem 31.Januar 2002 in Bauteilen zwischen beheizten Räumen verschiedener Nutzer verlegt werden.	1/2 der Anforderungen der Zeilen 1 bis 4
7	Leitungen nach Zeile 6 im Fußbodenaufbau	6 mm
8	Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen sowie Armaturen von Raumlufttechnik- und Klimakältesystemen	6 mm

Soweit in den Fällen des § 14 Absatz 4 Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen an Außenluft grenzen, sind diese mit dem Zweifachen der Mindestdicke nach Tabelle 1 Zeile 1 bis 4 zu dämmen

Anlagentechnik

Wärmeerzeuger

Wärmepumpe 1:
Baujahr: 2020
zugeordnete Zone: Lager und Technik
Heizungstype: Wärmepumpe
Energieträger: Strom-Mix
☑ Standard Randbedingungen für Kennwerte

Temperaturen
Vorlauf: 35 °C
Rücklauf: 28 °C

Allgemeine Daten
Antrieb der WP: Elektrisch
Medium Quelle-/Senke-seite: Luft-Wasser
zurückgewonnener Anteil des Brennstoffs : 0.00 -

Bivalenz
☑ integrierter Zusatzheizer Heizung
☐ integrierter Zusatzheizer Warmwasser
☑ bivalenter Betrieb Heizung
☐ bivalenter Betrieb Warmwasser
Art des bivalenten Betriebs: Parallel
Bivalenzaußentemperatur: -2 °C
Einsatzgrenzaußentemperatur der WP: -10 °C

Verteilsystem
Art des Verteilsystems: Flächenheizung
Eigenschaft Flächenheizung: schwer
Abstand der Rohre: 15 cm
Heizgrenztemperatur: 13 °C

Wärmequelle (Luft)
Luftquelle: Außenluft
☐ WRG vor Abluftwärmepumpe geschaltet
☐ Erdreichzuluftübertrager vorhanden
Wirkungsgrad WRG: 0 %

Hilfsenergien
Leistungsbedarf Primärkreis: 0.00 kW
Volumenstrom Primärkreis: 35.0 m³/h
Druckabfall Primärseite: 40.0 kPa
Leistungsbedarf Sekundärkreis: 0.14 kW
Volumenstrom Sekundärkreis: 15.0 m³/h
Druckabfall Sekundärseite: 10.0 kPa
Nennleistung: 59.4 kW

Wärmeübergabesysteme

Flächenheizung 1:
zugeordnete Zone: Lager und Technik
Radiatortype: Flächenheizung
Wärmeträgermedium: Wasser
Art der Dämmung: mit Mindestdämmung
Regelung: Zweipunktregler
Systemart: Fußbodenheizung Nasssystem
Anzahl Antriebe elektronische Regelung: 0 -
Standard Leistung Regelung: 0.1 W
Anzahl Ventilatoren und Gebläse: 0 -
Standard Leistung Ventilatoren /Gebl.: 10.0 W
Anzahl zusätzlicher Pumpen: 0 -
Standard Leistung zusätzlicher Pumpen: 0.0 W
Deckungsanteil: 100%

Flächenheizung 2:
zugeordnete Zone: Gruppenräume
Radiatortype: Flächenheizung
Wärmeträgermedium: Wasser
Art der Dämmung: mit Mindestdämmung
Regelung: Zweipunktregler
Systemart: Fußbodenheizung Nasssystem
Anzahl Antriebe elektronische Regelung: 0 -
Standard Leistung Regelung: 0.1 W
Anzahl Ventilatoren und Gebläse: 0 -
Standard Leistung Ventilatoren /Gebl.: 10.0 W
Anzahl zusätzlicher Pumpen: 0 -
Standard Leistung zusätzlicher Pumpen: 0.0 W
Deckungsanteil: 100%

Flächenheizung 3:
zugeordnete Zone: Büro und Personal
Radiatortype: Flächenheizung
Wärmeträgermedium: Wasser
Art der Dämmung: mit Mindestdämmung
Regelung: Zweipunktregler
Systemart: Fußbodenheizung Nasssystem
Anzahl Antriebe elektronische Regelung: 0 -
Standard Leistung Regelung: 0.1 W
Anzahl Ventilatoren und Gebläse: 0 -
Standard Leistung Ventilatoren /Gebl.: 10.0 W
Anzahl zusätzlicher Pumpen: 0 -
Standard Leistung zusätzlicher Pumpen: 0.0 W
Deckungsanteil: 100%

Flächenheizung 4:
zugeordnete Zone: WC und Sanitär
Radiatortype: Flächenheizung
Wärmeträgermedium: Wasser
Art der Dämmung: mit Mindestdämmung
Regelung: Zweipunktregler
Systemart: Fußbodenheizung Nasssystem
Anzahl Antriebe elektronische Regelung: 0 -
Standard Leistung Regelung: 0.1 W
Anzahl Ventilatoren und Gebläse: 0 -
Standard Leistung Ventilatoren /Gebl.: 10.0 W
Anzahl zusätzlicher Pumpen: 0 -
Standard Leistung zusätzlicher Pumpen: 0.0 W
Deckungsanteil: 100%

Flächenheizung 5:
zugeordnete Zone: Küche und Essen
Radiatortype: Flächenheizung
Wärmeträgermedium: Wasser
Art der Dämmung: mit Mindestdämmung
Regelung: Zweipunktregler
Systemart: Fußbodenheizung Nasssystem
Anzahl Antriebe elektronische Regelung: 0 -
Standard Leistung Regelung: 0.1 W
Anzahl Ventilatoren und Gebläse: 0 -
Standard Leistung Ventilatoren /Gebl.: 10.0 W
Anzahl zusätzlicher Pumpen: 0 -
Standard Leistung zusätzlicher Pumpen: 0.0 W
Deckungsanteil: 100%

Flächenheizung 6:
zugeordnete Zone: Verkehrsflächen
Radiatortype: Flächenheizung
Wärmeträgermedium: Wasser
Art der Dämmung: mit Mindestdämmung
Regelung: Zweipunktregler
Systemart: Fußbodenheizung Nasssystem
Anzahl Antriebe elektronische Regelung: 0 -
Standard Leistung Regelung: 0.1 W
Anzahl Ventilatoren und Gebläse: 0 -
Standard Leistung Ventilatoren /Gebl.: 10.0 W
Anzahl zusätzlicher Pumpen: 0 -
Standard Leistung zusätzlicher Pumpen: 0.0 W
Deckungsanteil: 100%

Wasseranschlüsse

Zapfstelle 1:
zugeordnete Zone: Küche und Essen

Pumpen

Pumpe 3:
Pumpenauslegung: bedarfsausgelegt
Pumpenregelung: delta_p = variabel
☐ Überstromventil vorhanden
Überströmung: 0.000
Hydraulischer Abgleich: mehr als 8 Heizkörper
☑ Wasserinhalt des Erzeugers < 150ml / kW
☐ intermittierende Betriebsweise
Dimensionierung Pumpe: 30.0 W
Differenzdruck WE: 80.00 kPa
Korrekturfaktor für Absenkung: 0.60
☐ Wärmemengenzähler
☐ Strangarmaturen (Differenzdruckregler)

Pumpe 4:
Pumpenauslegung: bedarfsausgelegt
Pumpenregelung: delta_p = variabel
☐ Überstromventil vorhanden
Überströmung: 0.000
Hydraulischer Abgleich: mehr als 8 Heizkörper
☑ Wasserinhalt des Erzeugers < 150ml / kW
☐ intermittierende Betriebsweise
Dimensionierung Pumpe: 30.0 W
Differenzdruck WE: 80.00 kPa
Korrekturfaktor für Absenkung: 0.60
☐ Wärmemengenzähler
☐ Strangarmaturen (Differenzdruckregler)

Pumpe 5:
Pumpenauslegung: bedarfsausgelegt
Pumpenregelung: delta_p = variabel
☐ Überstromventil vorhanden
Überströmung: 0.000
Hydraulischer Abgleich: mehr als 8 Heizkörper
☑ Wasserinhalt des Erzeugers < 150ml / kW
☐ intermittierende Betriebsweise
Dimensionierung Pumpe: 30.0 W
Differenzdruck WE: 80.00 kPa
Korrekturfaktor für Absenkung: 0.60
☐ Wärmemengenzähler
☐ Strangarmaturen (Differenzdruckregler)

Pumpe 6:
Pumpenauslegung: bedarfsausgelegt
Pumpenregelung: delta_p = variabel
☐ Überstromventil vorhanden
Überströmung: 0.000
Hydraulischer Abgleich: mehr als 8 Heizkörper
☑ Wasserinhalt des Erzeugers < 150ml / kW
☐ intermittierende Betriebsweise
Dimensionierung Pumpe: 30.0 W
Differenzdruck WE: 80.00 kPa
Korrekturfaktor für Absenkung: 0.60
☐ Wärmemengenzähler
☐ Strangarmaturen (Differenzdruckregler)

Pumpe 7:
Pumpenauslegung: bedarfsausgelegt
Pumpenregelung: delta_p = variabel
☐ Überstromventil vorhanden
Überströmung: 0.000
Hydraulischer Abgleich: mehr als 8 Heizkörper
☑ Wasserinhalt des Erzeugers < 150ml / kW
☐ intermittierende Betriebsweise
Dimensionierung Pumpe: 30.0 W
Differenzdruck WE: 80.00 kPa
Korrekturfaktor für Absenkung: 0.60
☐ Wärmemengenzähler
☐ Strangarmaturen (Differenzdruckregler)

Pumpe 7:
Pumpenauslegung: bedarfsausgelegt
Pumpenregelung: delta_p = variabel
☐ Überstromventil vorhanden
Überströmung: 0.000
Hydraulischer Abgleich: mehr als 8 Heizkörper
☑ Wasserinhalt des Erzeugers < 150ml / kW
☐ intermittierende Betriebsweise
Dimensionierung Pumpe: 30.0 W
Differenzdruck WE: 80.00 kPa
Korrekturfaktor für Absenkung: 0.60
☐ Wärmemengenzähler
☐ Strangarmaturen (Differenzdruckregler)

Pumpe 7:
Pumpenauslegung: bedarfsausgelegt
Pumpenregelung: geregelt
☑ Wasserinhalt des Erzeugers < 150ml / kW
☐ intermittierende Betriebsweise
Dimensionierung Pumpe: 1.95 W
Differenzdruck WE: 0.00 kPa
Korrekturfaktor für Absenkung: 0.00

Speicher

Pufferspeicher 1:
Baujahr: 2020
zugeordnete Zone: Lager und Technik
Speichertype: Pufferspeicher(Heizung)

Randbedingungen
Bereitschaftswäremeverlust: 3.73 kWh/d
Speichernenninhalt: 564.39 l
☐ Umwälzpumpe erforderlich
Nennleistungsaufnahme der Pumpe: 72.52 W
☐ Speicher ist integriert in Wärmepumpe

el. TWW-Speicher 1:
Baujahr: 2020
zugeordnete Zone: Küche und Essen
Speichertype: elektrisch beheizter TWW-Speicher (Tagspeicher)

Randbedingungen
Bereitschaftswäremeverlust: 0.49 kWh/d
Speichernenninhalt: 18.66 l
☐ Umwälzpumpe erforderlich
Nennleistungsaufnahme der Pumpe: 0.00 W
☐ Speicher ist integriert in Wärmepumpe

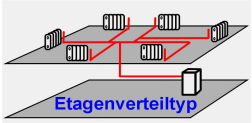
Lüftungsanlagen

ÜbergabeLuftauslass 1:
zugeordnete Zone: Gruppenräume
☐ Betrieb auch an Nicht-Nutzungstagen
Art der Lüftung: Lüftungsanlage zur vollständigen Belüftung
Zuluft-Luftwechsel: 0.60 1/h
Zulufttemperatur: 17.0 °C
Mindestvolumenstrom Anlage: 1.00 m³/h
Wärmerückgewinnung: Wärmerückgewinnung ohne Stoff- bzw. Feuchteübertragung
Wärmerückgewinnungsgrad: 75.0 %
Vorwärmung (Frostschutz): Standard
Abschalten Zuluftventilator : Standard
Typ des Luftbefeuchtungssystems: es findet keine Befeuchtung statt
mittl. Gesamtwirkungsgrad Abluftventilator: 60.0 %
mittl. Gesamtwirkungsgrad Zuluftventilator: 60.0 %
Gesamtdruckverlust des Kanalnetzes Abluft: 1000 Pa
Gesamtdruckverlust des Kanalnetzes Zuluft: 750 Pa
Druckverlust bei variablen Widerstand Abluft: 0 Pa
Druckverlust bei variablen Widerstand Zuluft: 0 Pa
Auslegungsvolumenstrom Abluft: 2827.1 m³/h
Auslegungsvolumenstrom Zuluft: 2827.1 m³/h
Abluftvolumenstrom von RLT Anlagen: 0.00 m³/(h*m²)
Zulufttemperatur im Winter: 24.0 °C
Zulufttemperatur im Sommer: 20.0 °C
Luftkanalfläche ausserhalb thermischer Hülle: 0.0 m²

ÜbergabeLuftauslass 2:
zugeordnete Zone: Büro und Personal
☑ Betrieb auch an Nicht-Nutzungstagen
Art der Lüftung: Lüftungsanlage zur vollständigen Belüftung
Zuluft-Luftwechsel: 0.60 1/h
Zulufttemperatur: 17.0 °C
Mindestvolumenstrom Anlage: 1.00 m³/h
Wärmerückgewinnung: Wärmerückgewinnung ohne Stoff- bzw. Feuchteübertragung
Wärmerückgewinnungsgrad: 75.0 %
Vorwärmung (Frostschutz): Standard
Abschalten Zuluftventilator : Standard
Typ des Luftbefeuchtungssystems: es findet keine Befeuchtung statt
mittl. Gesamtwirkungsgrad Abluftventilator: 60.0 %
mittl. Gesamtwirkungsgrad Zuluftventilator: 60.0 %
Gesamtdruckverlust des Kanalnetzes Abluft: 1000 Pa
Gesamtdruckverlust des Kanalnetzes Zuluft: 750 Pa
Druckverlust bei variablen Widerstand Abluft: 0 Pa
Druckverlust bei variablen Widerstand Zuluft: 0 Pa
Auslegungsvolumenstrom Abluft: 489.9 m³/h
Auslegungsvolumenstrom Zuluft: 489.9 m³/h
Abluftvolumenstrom von RLT Anlagen: 0.00 m³/(h*m²)
Zulufttemperatur im Winter: 24.0 °C
Zulufttemperatur im Sommer: 20.0 °C
Luftkanalfläche ausserhalb thermischer Hülle: 0.0 m²

Verteilkreise

Kreis 1: Heizkreis
Gruppenzugehörigkeit: Wohnen, Büro, Praxen, Hotels, Seminar, Bettenzimmer, Wohnheime, Kindergarten, Pflegeheime
Netztyp: Etagenverteilertyp
Der Kreis verbindet folgende Elemente:
Speicher: Pufferspeicher 1
Radiator: Flächenheizung 1
Radiator: Flächenheizung 3
Radiator: Flächenheizung 5
Radiator: Flächenheizung 4
Radiator: Flächenheizung 6
Radiator: Flächenheizung 2
Zone: Lager und Technik



Leitung: Leitung 6, Type: Heizwasser
Temperaturabsenkung: nein
Art: Verteilung, U-Wert = 0.20 W/mK, Länge = 44.96 m, Verteilung innenliegend
Art: Strang, U-Wert = 0.25 W/mK, Länge = 2.06 m,

Leitung: Leitung 7, Type: Heizwasser
Temperaturabsenkung: nein
Art: Verteilung, U-Wert = 0.20 W/mK, Länge = 37.11 m, Verteilung innenliegend
Art: Strang, U-Wert = 0.25 W/mK, Länge = 0.93 m,

Leitung: Leitung 8, Type: Heizwasser
Temperaturabsenkung: nein
Art: Verteilung, U-Wert = 0.20 W/mK, Länge = 37.16 m, Verteilung innenliegend
Art: Strang, U-Wert = 0.25 W/mK, Länge = 0.94 m,

Leitung: Leitung 9, Type: Heizwasser
Temperaturabsenkung: nein
Art: Verteilung, U-Wert = 0.20 W/mK, Länge = 36.59 m, Verteilung innenliegend
Art: Strang, U-Wert = 0.25 W/mK, Länge = 0.86 m,

Leitung: Leitung 10, Type: Heizwasser
Temperaturabsenkung: nein
Art: Verteilung, U-Wert = 0.20 W/mK, Länge = 66.48 m, Verteilung innenliegend
Art: Strang, U-Wert = 0.25 W/mK, Länge = 5.34 m,

Leitung: Leitung 11, Type: Heizwasser
Temperaturabsenkung: nein
Art: Verteilung, U-Wert = 0.20 W/mK, Länge = 74.76 m, Verteilung innenliegend
Art: Strang, U-Wert = 0.25 W/mK, Länge = 6.64 m,

Überprüfung des Mindestwärmeschutz der Bauteile nach DIN 4108-2 2013-02

Bauteil	Flächen-gewicht kg/m²	Innen-raum-temp	R m²K/W	Grenz-wert m²K/W	Art	Ergebnis
20153 AW Holzständer 20+6	94.4	normal	7.24	1.75	*8	OK
20153 AW Holz	60.0	normal	0.77	1.75	*7	nicht erfüllt
20153 Dach 20/035	98.4	normal	6.50	1.75	*7	OK
20153 Dach 20/035	98.4	normal	6.50	1.75	*7	OK
20153 Bodenplatte 3+3+14	588.1	normal	5.53	0.90	*1	OK
20153 Deck üb. Eingang 140	405.2	normal	6.51	1.75	*1	OK

Art der Berechnung: nach DIN 4108-2:2013-02:
*1 Tabelle 3, normale Bauteile >=100kg/m²
*7 Bauteil mit weniger als 100 kg Flächengewicht
*8 Gefachbauteil mit weniger als 100 kg Flächengewicht

Sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108-2 2013-02

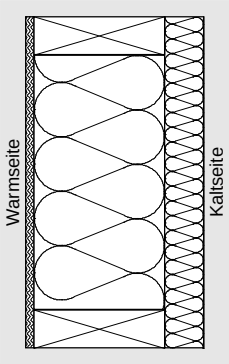
Der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes wird extern geführt und ist nicht Bestandteil dieser Berechnung.

Schichtaufbau und U-Werte der verwendeten Bauteile

20153 AW Holzständer 20+6	555.62 m²	U-Wert = 0.163 W/m²K

Das Bauteil besitzt 2 Schichtbereiche

Material		Dichte [kg/m³]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Diff. - Wid.
Aufbau des Feldbereichs	87.0 %					
Luftübergang Warmseite R_{Si} 0.13						
F1 OSB-Platten	D	650.0	12.50	0.130	0.096	30 / 50
F2 MW 035 WZ DIN EN 13162		250.0	200.00	0.035	5.714	1
F3 WF WAB 042 DIN EN 13171		450.0	60.00	0.042	1.429	5
F4 Fassadenbahn		700.0	0.20	0.700	0.000	100
Luftübergang Kaltseite R_{Se} 0.04						
Aufbau des Balkenbereichs	13.0 %					
Luftübergang Warmseite R_{Si} 0.13						
B1 OSB-Platten	D	650.0	12.50	0.130	0.096	30 / 50
B2 Holz (Fichte,Kiefer,Tanne)	D	600.0	200.00	0.130	1.538	40
B3 WF WAB 042 DIN EN 13171		450.0	60.00	0.042	1.429	5
B4 Fassadenbahn		700.0	0.20	0.700	0.000	100
Luftübergang Kaltseite R_{Se} 0.04						



U-Wert-Berechnung inhomogener Bauteile nach DIN EN ISO 6946

Bauteildicke	Feldanteil	Flächengewicht	U-Wert	R_T	R_T'	R_T''
272.70 mm	87.0 %	94.4 kg/m²	0.163 W/m²K	6.13 m²K/W	6.34 m²K/W	5.92 m²K/W

Kommentar zum Bauteil
OSB-Platten luftdicht verklebt. Raumseitige Vorsatzschale und konstruktive Schichten sind nicht dargstellt (Fassadenkonstruktion, Hinterlüftung u.ä.)

Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-2 leichte Bauteile (<100kg/m²):
der Wärmedurchlasswiderstand des Feldbereichs und der mittlere Wärmeduchlasswiderstand wurden überprüft

zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht	: 94.4	kg/m²	
R an der ungünstigsten Stelle	: 7.239	m²K/W	(Feldbereich)
Grenzwert (Mindestwert) für R	: 1.750	m²K/W	
R gesamte Bauteil (Mittelwert)	: 5.962	m²K/W	
Grenzwert (Mindestwert) für das Gesamtbauteil	: 1.000	m²K/W	

die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2013-2 erfüllt

Randbedingungen der Dampfdiffusion

	Warmseite		Kaltseite
Tauperiode:			
Lufttemperatur	20.0 °C		-5.0 °C
relative Feuchte	50.0 %		80.0 %
Dauer der Tauperiode	2160 Stunden		
Verdunstungsperiode:			
Dampfdruck	1200 Pa		1200 Pa
Dampfdruck Ausfallstelle		1700 Pa	
Dauer der Verdunstungsperiode	2160 Stunden		

das Bauteil wird als Wand berechnet.

Ergebnis der Dampfdiffusionsberechnung (Feldbereich des Bauteils)

Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL B

Tauwasser in der Tauperiode:	(2160h)	0.110 kg/m²
mögliche Verdunstungsmenge:	(2160h)	3.782 kg/m²
verbleibende Restmenge		0.000 kg/m²

Aufbau ist OK. Es verbleibt kein Wasser im Bauteil

Ausfallpunkt 0.575[m] (µ*d) 610.0[Pa] an Schichtgrenze 2/3

Vom Ausfall betroffene Schichten:

Nr.	Material	DIN	µ1/µ2	µ
2	MW 035 WZ DIN EN 13162		µ1	1
3	WF WAB 042 DIN EN 13171		µ1	5

Ergebnis der Dampfdiffusionsberechnung (Balkenbereich des Bauteils)

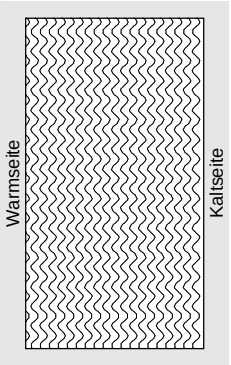
Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL A

Aufbau ist OK. Kein Tauwasserausfall

20153 AW Holz	0.00 m²	U-Wert = 1.065 W/m²K

Material		Dichte [kg/m³]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Diff. - Wid.
Luftübergang Warmseite R_{Si} 0.13						
1 Holz (Fichte,Kiefer,Tanne)	D	600.0	100.00	0.130	0.769	40
Luftübergang Kaltseite R_{Se} 0.04						

Bauteildicke = 100.00 mm Flächengewicht = 60.0 kg/m² R = 0.77 m²K/W



Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-2 leichte Bauteile (<100kg/m²):
der Wärmeduchlasswiderstand des gesamten Bauteils wurde zur Überprüfung verwendet

zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht	: 60.0	kg/m²
R an der ungünstigsten Stelle	: 0.769	m²K/W
Grenzwert (Mindestwert) für R	: 1.750	m²K/W

!!! die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2013-2 nicht erfüllt !!!

Randbedingungen der Dampfdiffusion

	Warmseite		Kaltseite
Tauperiode:			
Lufttemperatur	20.0 °C		-5.0 °C
relative Feuchte	50.0 %		80.0 %
Dauer der Tauperiode	2160 Stunden		
Verdunstungsperiode:			
Dampfdruck	1200 Pa		1200 Pa
Dampfdruck Ausfallstelle		1700 Pa	
Dauer der Verdunstungsperiode	2160 Stunden		

das Bauteil wird als Wand berechnet.

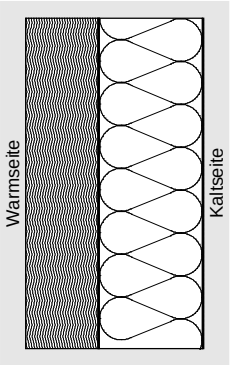
Ergebnis der Dampfdiffusionsberechnung

Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL A

Aufbau ist OK. Kein Tauwasserausfall

20153 Dach 20/035	580.57 m²	U-Wert = 0.151 W/m²K

Material	Dichte [kg/m³]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Diff. - Wid.
Luftübergang Warmseite R_{Si} 0.10					
1 Holzmassiv-Element	600.0	140.00	0.130	1.077	40
2 Dampfsperre / Notach	1100.0	2.00	0.200	0.010	100000
3 MW 037 DAA DIN EN 13162	50.0	200.00	0.037	5.405	1
4 Abdichtung	1100.0	2.00	0.200	0.010	100000
Luftübergang Kaltseite R_{Se} 0.04					



Bauteildicke = 344.00 mm Flächengewicht = 98.4 kg/m² R = 6.50 m²K/W

Kommentar zum Bauteil
Dachbegrünung/Kies o.ä. nicht dargestellt.

Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-2 leichte Bauteile (<100kg/m²):
der Wärmeduchlasswiderstand des gesamten Bauteils wurde zur Überprüfung verwendet

zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht	: 98.4	kg/m²
R an der ungünstigsten Stelle	: 6.502	m²K/W
Grenzwert (Mindestwert) für R	: 1.750	m²K/W

die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2013-2 erfüllt

Randbedingungen der Dampfdiffusion

	Warmseite		Kaltseite	
Tauperiode:				
Lufttemperatur	20.0	°C	-5.0	°C
relative Feuchte	50.0	%	80.0	%
Dauer der Tauperiode	2160	Stunden		
Verdunstungsperiode:				
Dampfdruck	1200	Pa	1200	Pa
Dampfdruck Ausfallstelle	2000	Pa		
Dauer der Verdunstungsperiode	2160	Stunden		

das Bauteil wird als Dach berechnet.

Ergebnis der Dampfdiffusionsberechnung

Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL B

Tauwasser in der Tauperiode:	(2160h)	0.005	kg/m²
mögliche Verdunstungsmenge:	(2160h)	0.012	kg/m²
verbleibende Restmenge		0.000	kg/m²

Aufbau ist OK. Es verbleibt kein Wasser im Bauteil

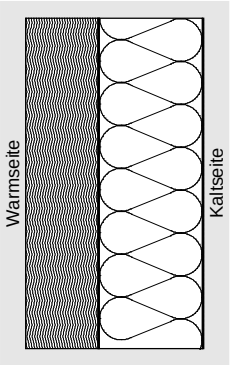
Ausfallpunkt 205.800[m] (µ*d) 408.4[Pa] an Schichtgrenze 3/4

Vom Ausfall betroffene Schichten:

Nr.	Material	DIN	µ1/µ2	µ
3	MW 037 DAA DIN EN 13162		µ1	1
4	Abdichtung		µ1	100000

20153 Dach 20/035	23.05 m²	U-Wert = 0.149 W/m²K

Material	Dichte [kg/m³]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Diff. - Wid.
Luftübergang Warmseite R_{Si} 0.10					
1 Holzmassiv-Element	600.0	140.00	0.130	1.077	40
2 Dampfsperre / Notach	1100.0	2.00	0.200	0.010	100000
3 MW 037 DAA DIN EN 13162	50.0	200.00	0.037	5.405	1
4 Abdichtung	1100.0	2.00	0.200	0.010	100000
Luftübergang Kaltseite R_{Se} 0.10					



Bauteildicke = 344.00 mm Flächengewicht = 98.4 kg/m² R = 6.50 m²K/W

Kommentar zum Bauteil
Dachbegrünung/Kies o.ä. nicht dargestellt.

Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-2 leichte Bauteile (<100kg/m²):
der Wärmeduchlasswiderstand des gesamten Bauteils wurde zur Überprüfung verwendet

zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht	: 98.4	kg/m²
R an der ungünstigsten Stelle	: 6.502	m²K/W
Grenzwert (Mindestwert) für R	: 1.750	m²K/W

die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2013-2 erfüllt

Randbedingungen der Dampfdiffusion

	Warmseite	Kaltseite
Tauperiode:		
Lufttemperatur	20.0 °C	5.0 °C
relative Feuchte	50.0 %	80.0 %
Dauer der Tauperiode	2160 Stunden	
Verdunstungsperiode:		
Dampfdruck	1200 Pa	1200 Pa
Dampfdruck Ausfallstelle	1700 Pa	
Dauer der Verdunstungsperiode	2160 Stunden	

das Bauteil wird als Decke berechnet.

Ergebnis der Dampfdiffusionsberechnung

Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL B

Tauwasser in der Tauperiode:	(2160h)	0.001 kg/m²
mögliche Verdunstungsmenge:	(2160h)	0.008 kg/m²
verbleibende Restmenge		0.000 kg/m²

Aufbau ist OK. Es verbleibt kein Wasser im Bauteil

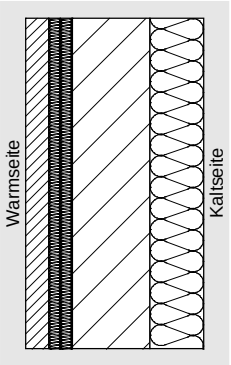
Ausfallpunkt 205.800[m] (µ*d) 888.4[Pa] an Schichtgrenze 3/4

Vom Ausfall betroffene Schichten:

Nr.	Material	DIN	µ1/µ2	µ
3	MW 037 DAA DIN EN 13162		µ1	1
4	Abdichtung		µ1	100000

20153 Bodenplatte 3+3+14	571.65 m²	U-Wert = 0.175 W/m²K

Material		Dichte [kg/m³]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Diff. - Wid.
Luftübergang Warmseite R_{Si} 0.17						
1 Zementestrich	D	2000.0	60.00	1.400	0.043	15 / 35
2 EPS DES 040 DIN EN 13163		40.0	30.00	0.040	0.750	1
3 EPS DEO 035 DIN EN 13163		40.0	30.00	0.035	0.857	1
4 Abdichtung		1100.0	2.00	0.200	0.010	100000
5 Beton		2300.0	200.00	2.300	0.087	80 / 130
6 XPS PB 037 DIN EN 13164		25.0	140.00	0.037	3.784	80 / 250
Luftübergang Kaltseite R_{Se} 0.00						



Bauteildicke = 462.00 mm Flächengewicht = 588.1 kg/m² R = 5.53 m²K/W

Kommentar zum Bauteil
Konstruktive Schichten nicht dargestellt.

Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-2 Tabelle 3, normale Bauteile (>=100kg/m²):

Einsatzart:	gedämmte Fußböden von Räumen auf dem Erdreich	
zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht	: 588.1	kg/m²
R an der ungünstigsten Stelle	: 5.531	m²K/W
Grenzwert (Mindestwert) für R	: 0.900	m²K/W

die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2013-2 erfüllt

Randbedingungen der Dampfdiffusion

	Warmseite	Kaltseite
Tauperiode:		
Lufttemperatur	20.0 °C	8.0 °C
relative Feuchte	50.0 %	80.0 %
Dauer der Tauperiode	8760 Stunden	
Verdunstungsperiode:		
Dampfdruck	1200 Pa	1200 Pa
Dampfdruck Ausfallstelle	1700 Pa	
Dauer der Verdunstungsperiode	0 Stunden	

das Bauteil wird als Decke berechnet.

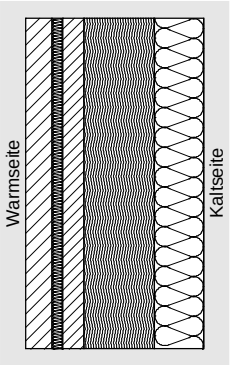
Ergebnis der Dampfdiffusionsberechnung

Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL A

Aufbau ist OK. Kein Tauwasserausfall

20153 Deck üb. Eingang 140	28.27 m²	U-Wert = 0.149 W/m²K

Material		Dichte [kg/m³]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Diff. - Wid.
Luftübergang Warmseite R_{Si} 0.17						
1 Zementestrich	D	2000.0	75.00	1.400	0.054	15 / 35
2 MW DES 035 DIN EN 13162		250.0	30.00	0.035	0.857	1
3 Splitt-Schüttung		1800.0	60.00	1.000	0.060	3
4 Brettsperrholz		600.0	200.00	0.130	1.538	40
5 MW WAB 035 DIN EN 13162		140.0	140.00	0.035	4.000	1
6 Fassadenbahn		700.0	0.20	0.700	0.000	100
Luftübergang Kaltseite R_{Se} 0.04						



Bauteildicke = 505.20 mm Flächengewicht = 405.2 kg/m² R = 6.51 m²K/W

Kommentar zum Bauteil
Konstruktive Schichten nicht dargestellt.

Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-2 Tabelle 3, normale Bauteile (>=100kg/m²):

Einsatzart:	Decke gegen Außenluft unten		
zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht		: 405.2	kg/m²
R an der ungünstigsten Stelle		: 6.509	m²K/W
Grenzwert (Mindestwert) für R		: 1.750	m²K/W

die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2013-2 erfüllt

Randbedingungen der Dampfdiffusion

	Warmseite		Kaltseite
Tauperiode:			
Lufttemperatur	20.0 °C		-5.0 °C
relative Feuchte	50.0 %		80.0 %
Dauer der Tauperiode	2160 Stunden		
Verdunstungsperiode:			
Dampfdruck	1200 Pa		1200 Pa
Dampfdruck Ausfallstelle		1700 Pa	
Dauer der Verdunstungsperiode	2160 Stunden		

das Bauteil wird als Decke berechnet.

Ergebnis der Dampfdiffusionsberechnung

Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL A

Aufbau ist OK. Kein Tauwasserausfall