

Bauphysikalischer Nachweis

Gebäudeenergiegesetz (GEG)

Auftrags-Nr.: 1442-24-A

Projekt: TEU Neubau dreizügige Grundschule
Am Stadion
06179 Teutschenthal

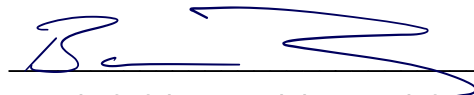
Bauherr: Gemeinde Teutschenthal
Am Busch 19
06179 Teutschenthal

Objektplaner: GS|AI Galandi Schirmer
Architekten + Ingenieure GmbH
Bismarckstraße 98
10625 Berlin

Aufsteller:



Bearbeitung: Michael Keller, M. BP.



Geschäftsführung: Dipl.-Ing. Olaf Bosenius

Datum: 03.03.2025

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
1 Vorbemerkungen	4
1.1 Gebäudebeschreibung	4
1.2 Planungsgrundlagen.....	5
1.3 Gesetzesgrundlage und Verordnungen	5
1.4 Anforderungen.....	5
1.5 Zonierung nach Nutzung	5
1.6 Baustoffe	5
1.7 Aufbau der Bauteile	6
1.8 Wärmebrücken	6
1.9 Luftdichtheit	6
1.10 Lüftungskonzept	6
1.11 Sommerlicher Wärmeschutz.....	7
1.12 Energiebilanz.....	7
1.13 Anlagentechnik.....	7
1.13.1 Heizung	7
1.13.2 Warmwasser	7
1.13.3 Lüftung	7
1.13.4 Kühlung.....	8
1.13.5 Beleuchtung	8
1.13.6 Photovoltaik.....	8
1.14 Nicht enthaltene Nachweise und Berechnungen	8
1.15 Verwendete Berechnungsprogramme	8
2 Positionsübersichten	10
3 Zonierung.....	18
4 Nachweise nach GEG.....	22
4.1 Ergebnisse	22
4.2 Kenndaten.....	26
4.3 Nachzuweisendes Gebäude	27
5 Nachweise des sommerlichen Wärmeschutzes	80
5.1 Randbedingungen	80
5.2 Übersichten	81
5.3 Vereinfachter Nachweis.....	83
Anlage 1: Planstand	84

Anlage 2: Bauteilaufbauten	87
Bauteil: 1.1 Außenwand KS Holz (1.1)	87
Bauteil: 1.2 Außenwand StB Holz (1.2)	88
Bauteil: 1.3 Außenwand StB Sichtbeton (1.3)	89
Bauteil: 1.4 Wand gg. Erdreich StB (1.4)	90
Bauteil: 2.1 Dach Holzbetonverbund (2.1)	91
Bauteil: 2.2 Dach (2.2)	92
Bauteil: 2.3 Dach BRESPA-Decke (2.3)	93
Bauteil: 3.1 Bodenplatte (3.1)	94
Bauteil: 3.2 Aufzugunterfahrt (3.2)	95
Bauteil: 4.1 Fenster $g = 0,40$ (4.1)	96
Bauteil: 4.2 Dachfenster (4.2)	96
Bauteil: 4.3 Fenster $g = 0,58$ (4.3)	96
Bauteil: 5.1 Außentür (5.1)	96
Anlage 3: Angaben zur TGA	97
Anlage 4: Berechnung Referenzgebäude	128

1 Vorbemerkungen

1.1 Gebäudebeschreibung

Die Gemeinde Teutschenthal plant die Errichtung einer neuen 3-zügigen Grundschule. Das Gebäude soll so geplant werden, dass die Option für die Erweiterung um einen weiteren Zug besteht. Weiterhin sollen im Erdgeschoss des Gebäudes ein Multifunktionsraum, Umkleiden und Duschen für den Sportverein entstehen. Insgesamt soll das Gebäude über maximal 3 Geschosse verfügen. Die Klassenräume eines Jahrgangs sollen jeweils um ein zentrales Forum herum angeordnet werden. Neben Klassen- und Differenzierungsräumen sollen eine Mensa, ein Musikraum, ein Lehrerzimmer sowie verschiedene Büroräume entstehen.

Das Gebäude wurde in Massivbauweise errichtet und verfügt über maximal 3 Obergeschosse. Es besteht aus drei Gebäudeteilen, die über unterschiedlichen Geschossanzahlen verfügen sollen.

Neben dem Gebäude sollen auch die Außenanlagen neu hergestellt werden. Dazu gehören auch neue Stellplätze, die vom Lehrpersonal und den Mitgliedern des Sportvereins gleichermaßen genutzt werden sollen. Dabei wird sich die Nutzung aufgrund der unterschiedlichen Nutzungszeiten nur selten überschneiden. Weiterhin sollen auf den Dächern der Gebäudeteile Lüftungsgeräte aufgestellt werden, welche für die Be- und Entlüftung der Lernbereiche und Funktionsräume eingesetzt werden.



Abmessungen (umschließend): L/B/H ca. 46,54 m / 57,46 m / Gestaffelt 8,11⁵ / 13,16⁵ / 17,12⁵ m

Lichte Geschosshöhe 3,01 m

Thermische Hülle: Außenwände einschließlich Fenster und Fenstertüren, Bodenplatte und Flachdächer einschließlich Glasdächer.

1.2 Planungsgrundlagen

Planungsgrundlage bilden die aktuellen Unterlagen des Objektplaners, siehe Anlage 1: Planstand, sowie die Angaben der TGA-Fachplaner und des Bauherrn zu der geplanten Anlagentechnik, siehe Anlage 3: Angaben der TGA.

1.3 Gesetzesgrundlage und Verordnungen

GEG 2024

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

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

Einschließlich normativer Verweise

AG-GEG LSA - Ausführungsgesetz des Landes Sachsen-Anhalt zum Gebäudeenergiegesetz

1.4 Anforderungen

Das planmäßig beheizte Raumvolumen ist nach den Anforderungen gemäß GEG 2024 für Nichtwohngebäude nachzuweisen.

Das Gebäude wird als BEG-Effizienzgebäude 40 als Neubau nachgewiesen.

Ein Nachweis zur Begrenzung der Treibhausgas-Emissionen im Lebenszyklus erfolgt nicht.
Eine Nachhaltigkeitszertifizierung erfolgt nicht.

1.5 Zonierung nach Nutzung

Die Zonierung erfolgt auf Grundlage der DIN V 18599:2018, Teil 10 (siehe Punkt 3).

1.6 Baustoffe

Hinweis: Die in der Nachweisführung angegebenen Wärmeleitfähigkeiten (WLS, früher WLG) der Dämmschichten sind Bemessungswerte und werden durch den Buchstaben λ gekennzeichnet. Die angenommenen Baustoffprodukte sind nur als Beispiele anzusehen und können gleichwertig ersetzt werden. Nennwerte der Wärmeleitfähigkeiten λ_D von Produkten werden gemäß DIN 4108-4:2020-11 Tabelle 2 mit Aufschlägen versehen.

1.7 Aufbau der Bauteile

Die Bauteilaufbauten sind detailliert hinsichtlich der bauphysikalischen Anforderungen und Eigenschaften in Anlage 2: Bauteilaufbauten aufgeführt. Es werden nur die für die U-Wert-Berechnung relevanten Bauteilschichten behandelt. Die vollständigen Aufbauten sind der Ausführungsplanung der Architekten zu entnehmen.

In den Bauteilaufbauten sind ggf. genaue Baustoffprodukte angegeben, die jedoch nur als Beispiel anzusehen sind und somit auch gleichwertig ersetzt werden können. Die Ausführungshinweise in den Bauteilaufbauten sind zu beachten.

1.8 Wärmebrücken

Der Einfluss von Wärmebrücken für das Nichtwohngebäude wird pauschal über einen U-Wert-Zuschlag von $\Delta U_{WB} = 0,05 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ auf die anteilige wärmeübertragende Umfassungsfläche berücksichtigt.

Für den Ansatz von $\Delta U_{WB} = 0,05 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ ist ein Detaillierter Wärmebrückennachweis erforderlich. Der Detaillierte Wärmebrückennachweis ist nicht teil der Grundleistungen nach HOAI 2021 und muss separat beauftragt werden. Die Nachweise sind in der LP5 zu erstellen.

Es ist eine umlaufende Dämmebene der äußeren Hüllfläche, d.h. für alle Bauteilkonstruktionen auszuführen.

1.9 Luftdichtheit

Die Anforderungen an die Gebäudedichtheit sind entsprechend GEG § 13 und entsprechend Kategorie I b) (RLT-Anlage mit Dichtheitsprüfung), sind entsprechend DIN V 18599-2:2018-2 zu beachten. Es sind Außenluftdurchlässe vorgesehen.

Eine Luftdichtheitsprüfung (z.B. Blower-Door-Test) ist für das Projekt verpflichtend durchzuführen und wird im Nachweis angesetzt.

1.10 Lüftungskonzept

Ein Lüftungskonzept liegt derzeit nicht vor und ist durch die Objektplanung zu veranlassen. Der hygienische Mindestluftwechsel muss gewährleistet werden.

1.11 Sommerlicher Wärmeschutz

Gemäß GEG sind für zu errichtende Nichtwohngebäude die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz nach DIN 4108-2:2013-02 einzuhalten. Diese Nachweise sind für die maßgebenden Räume unter Punkt 5 geführt.

1.12 Energiebilanz

Der Energiebedarf wird auf Grundlage gebäudebezogener Daten und unter der Annahme standardisierter Randbedingungen (z.B. pauschale Klimadaten, definiertes Nutzerverhalten, usw.) berechnet. Somit kann die energetische Qualität des Gebäudes unabhängig von Standort und Wetterlage sowie individuellem Nutzerverhalten beurteilt werden. Rückschlüsse auf den späteren tatsächlichen Energieverbrauch können daher nicht gezogen werden.

1.13 Anlagentechnik

1.13.1 Heizung

Der Heizwärmebedarf wird über eine Wärmepumpe mit Eisspeicher gedeckt. Die Regeneration des Eisspeichers erfolgt über Solar-Luft-Kollektoren. Die Beheizung erfolgt über Fußbodenheizung, wobei die Vor- und Rücklauftemperatur 38/25°C betragen. Die Leitungslängen werden nach DIN V 18599 angesetzt. Das Verteilnetz ist hydraulisch abgeglichen.

1.13.2 Warmwasser

Die Warmwasserversorgung für Verein und Küche (Zone WC und Sanitär und Küche in NWG) erfolgt zentral über die Wärmepumpe der Heizwärmeerzeugung. Außerhalb dieser Zonen erfolgt die Warmwasserbereitung dezentral über elektrische Durchlauferhitzer. In der Bilanzierung werden die dezentralen Warmwasserstationen in den weiteren Zonen aufgrund von GEG § 30 (5) mit einem Bedarf von weniger als 0,2 kWh/Person*d vernachlässigt.

Für die Küche wurde für die 300 Essen zu regulärer Schulzeit und 100 Essen in den Ferien ein gemittelter Wert von 180 Essen pro Tag angesetzt. Für die Sportanlage wurden 50 Personen pro Tag angesetzt.

1.13.3 Lüftung

Alle Zonen werden über Zu- und Abluft RLT-Anlagen mit Wärmerückgewinnung versorgt. Es sind Plattentaucher WRG Klasse H 1 > 75% geplant.

1.13.4 Kühlung

Es erfolgt eine technische Flächenkühlung mit einer 18 °C / 20 °C Kaltwasserkühlung. Die Kältespeicherung erfolgt über den Eisspeicher.

1.13.5 Beleuchtung

Für die Beleuchtung werden LED-Leuchtmittel mit EVG berücksichtigt. Die Zonen WC und Sanitär und Verkehrsflächen werden über Präsenzmelder gesteuert, die restlichen Zonen werden mit einer manuellen Bedienung ausgestattet.

1.13.6 Photovoltaik

Zur Stromerzeugung vor Ort ist eine Photovoltaik-Anlage vorgesehen.

Es werden 86 Photovoltaik Module auf Flachdach BT 1 und BT 3 mit Batteriespeicher erstellt.

Zum aktuellen Planungszeitpunkt, konnten noch keine Flächen für die PV-Anlage festgelegt werden.

1.14 Nicht enthaltene Nachweise und Berechnungen

Die nachfolgend aufgeführten Nachweise und Berechnungen sind nicht Bestandteil dieser bauphysikalischen Nachweisführung:

- Nachweise für Bau-, Zwischen- und Montagezustände durch die ausführende Firma.
- Nachweise für Bauteile innerhalb und außerhalb des planmäßig beheizten Gebäudevolumens.
- Nachweis der Gleichwertigkeit des mittleren U-Wertes der Dachdämmung bei Planung zur Gefälledämmung durch den Anbieter.
- Nachweis der Gleichwertigkeit des U_w -Wertes der Fenster durch den Hersteller.
- Erstellung des Luftdichtheitskonzeptes durch den Objektplaner.
- Erstellung eines Lüftungskonzeptes durch den Objektplaner.

1.15 Verwendete Berechnungsprogramme

Die Berechnung erfolgt mit dem Programm Dämmwerk 2025 Bauphysik-Software, Kern Ingenieurkonzepte in der derzeit gültigen Version. Die Erstellung des 3D Modells erfolgt mit ECAD 4 Version 11.0.13.



Bild 1: 3D Ansicht ECAD 4

2 Positionsübersichten

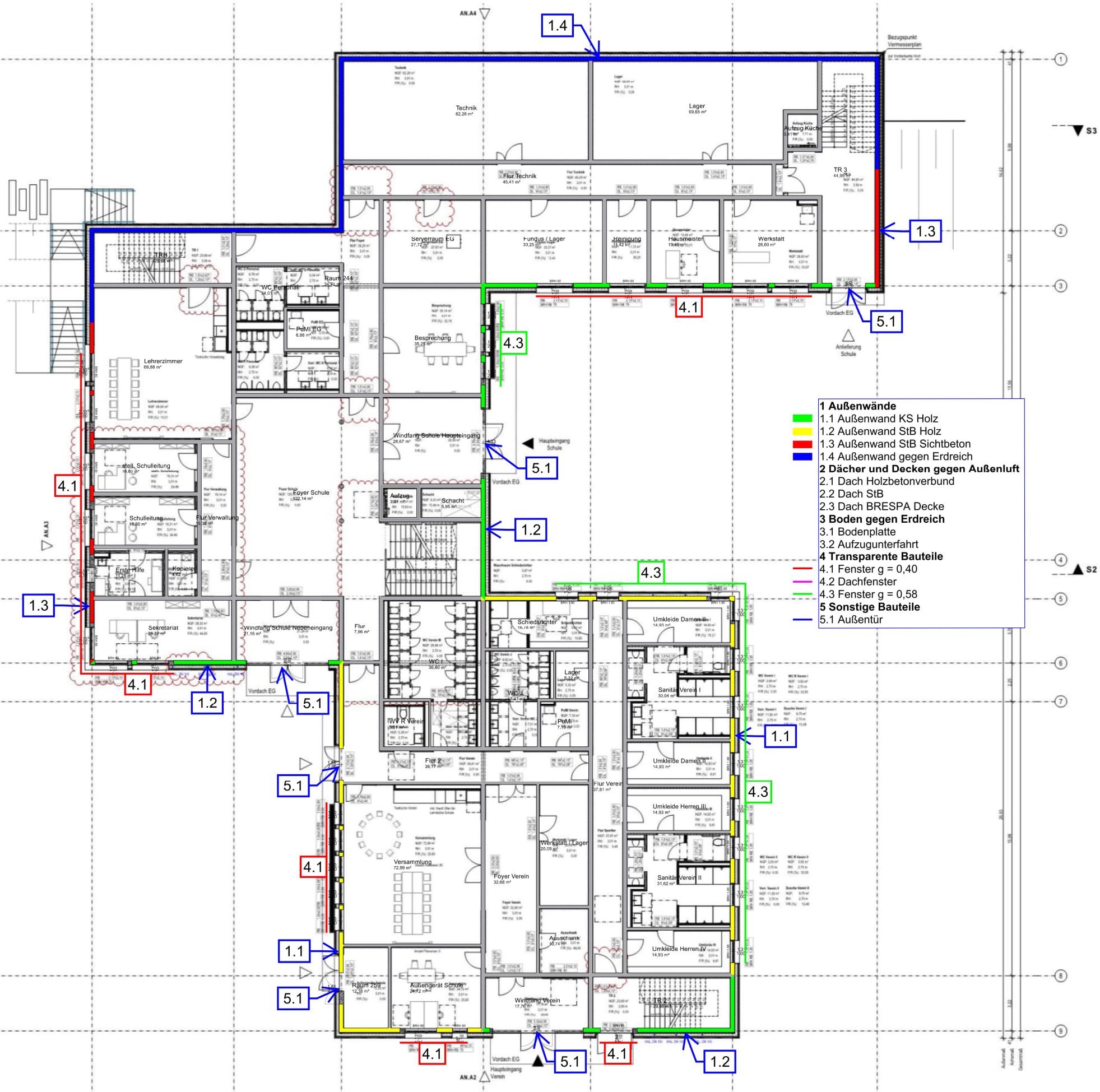


Bild 2: Bauteile Wände und Fenster Grundriss EG



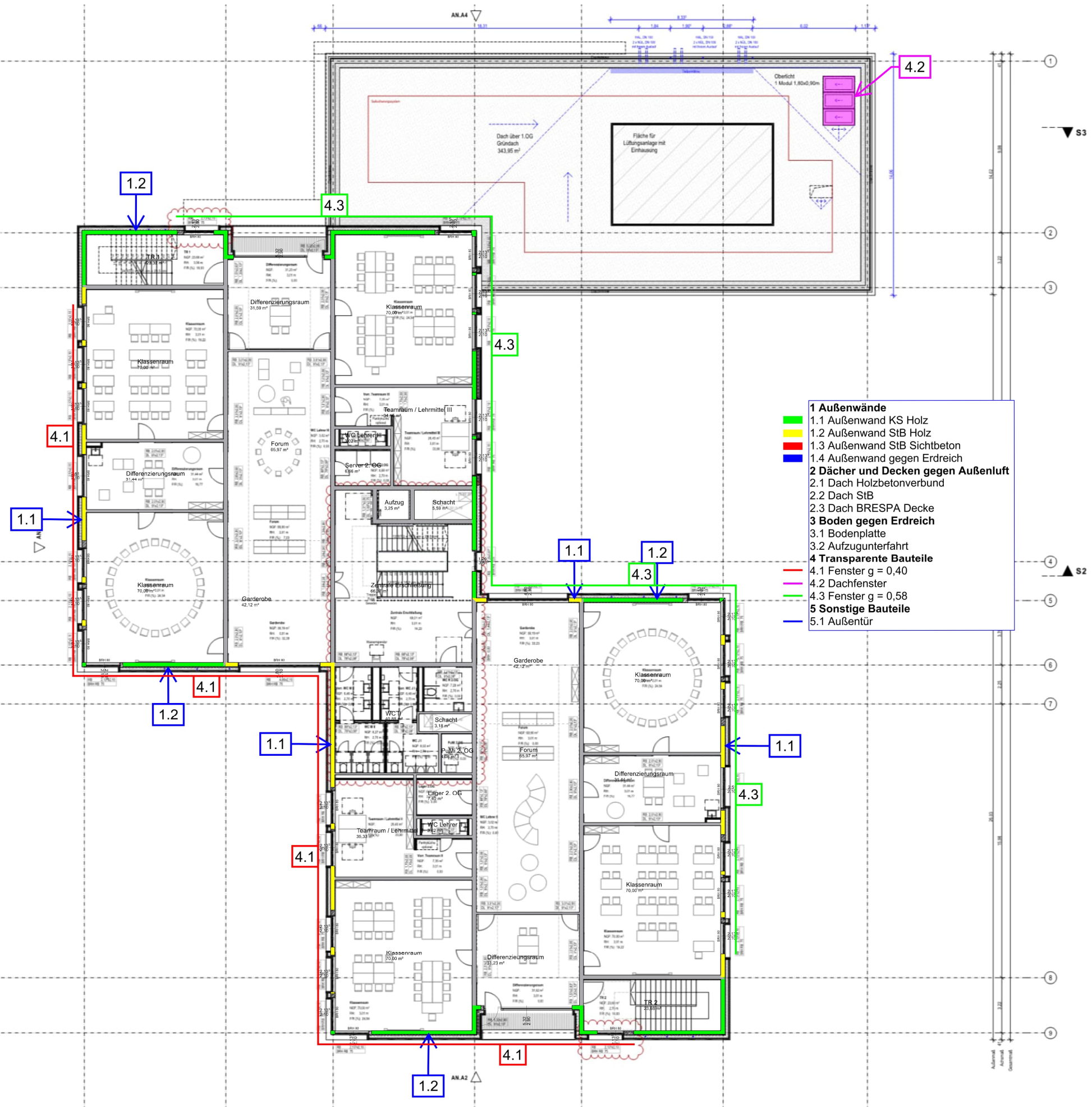


Bild 4: Bauteile Wände und Fenster Grundriss 2. OG

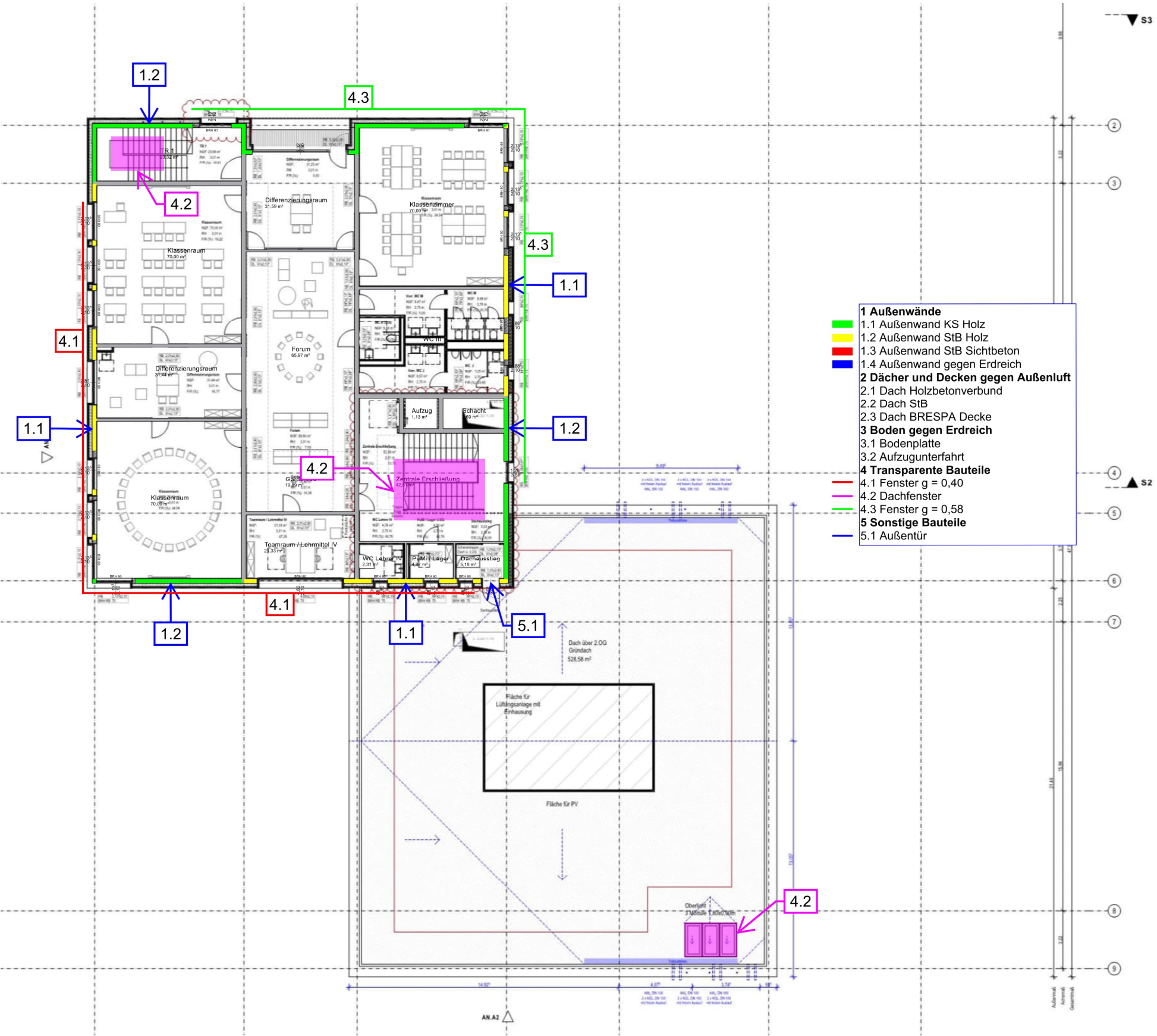
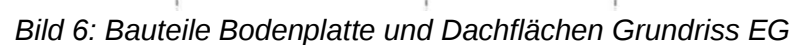


Bild 5: Bauteile Wände und Fenster Grundriss 3. OG



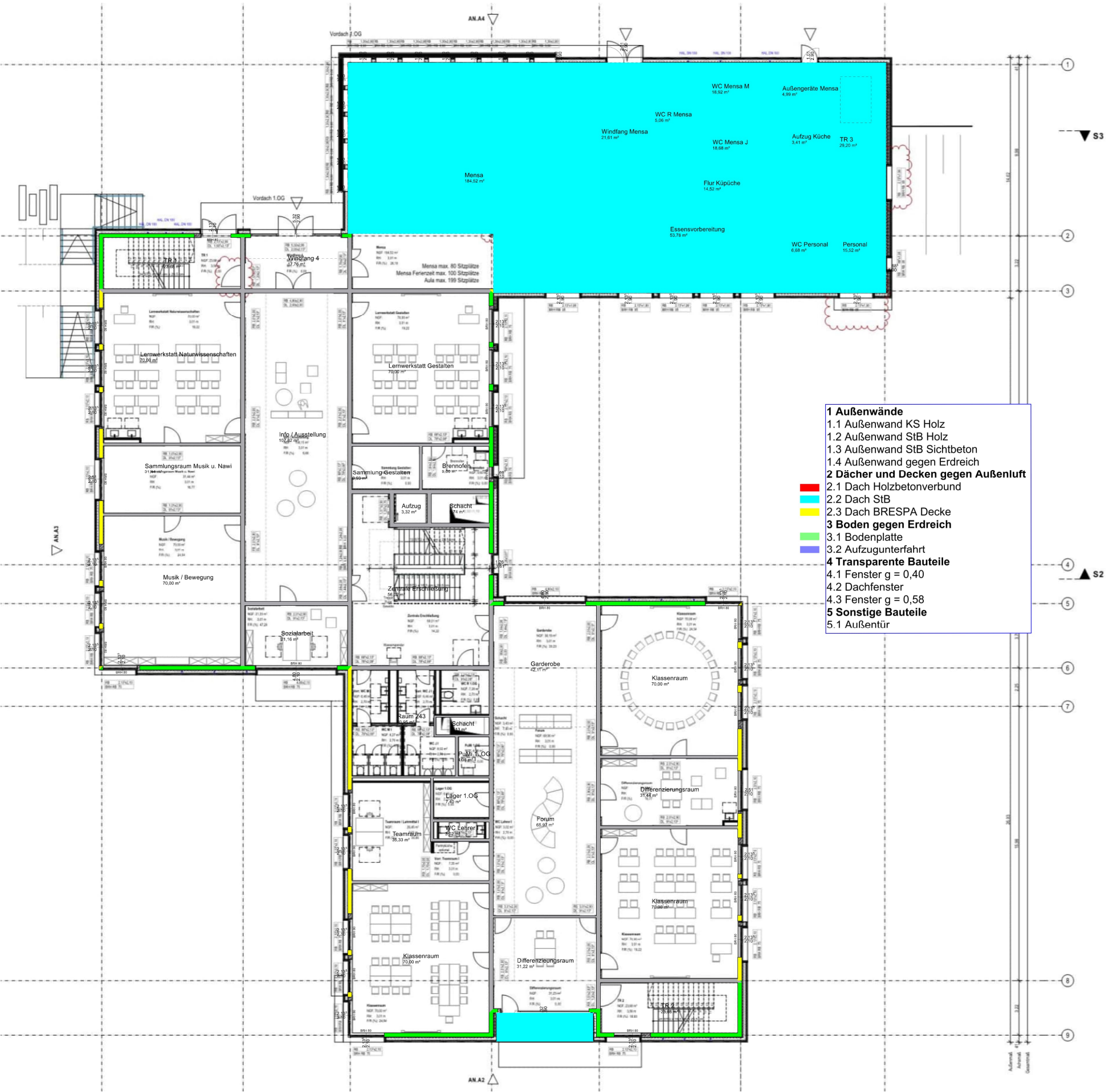


Bild 7: Bauteile Dachflächen Grundriss 1. OG

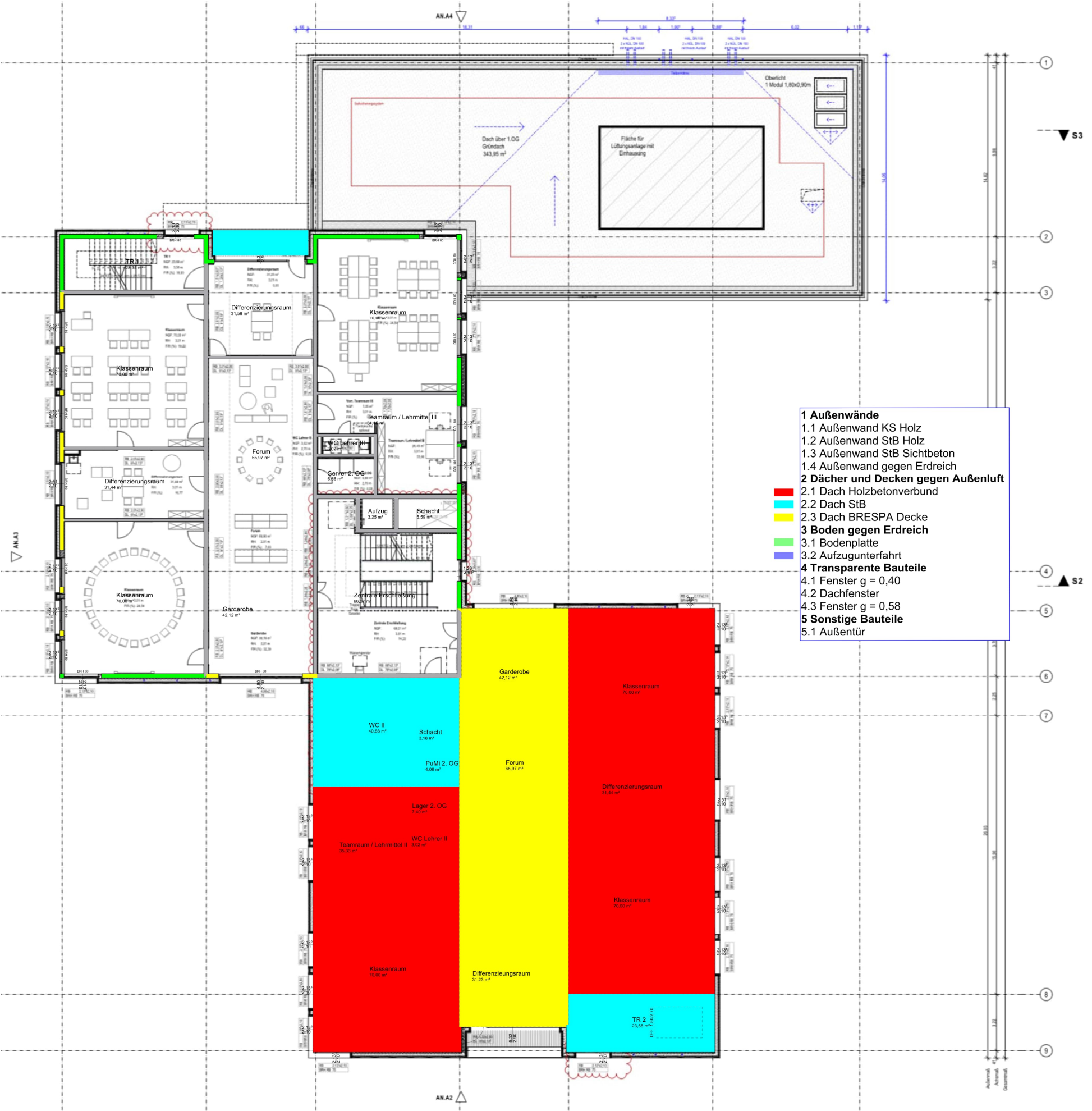


Bild 8: Bauteile Dachflächen Grundriss 2. OG

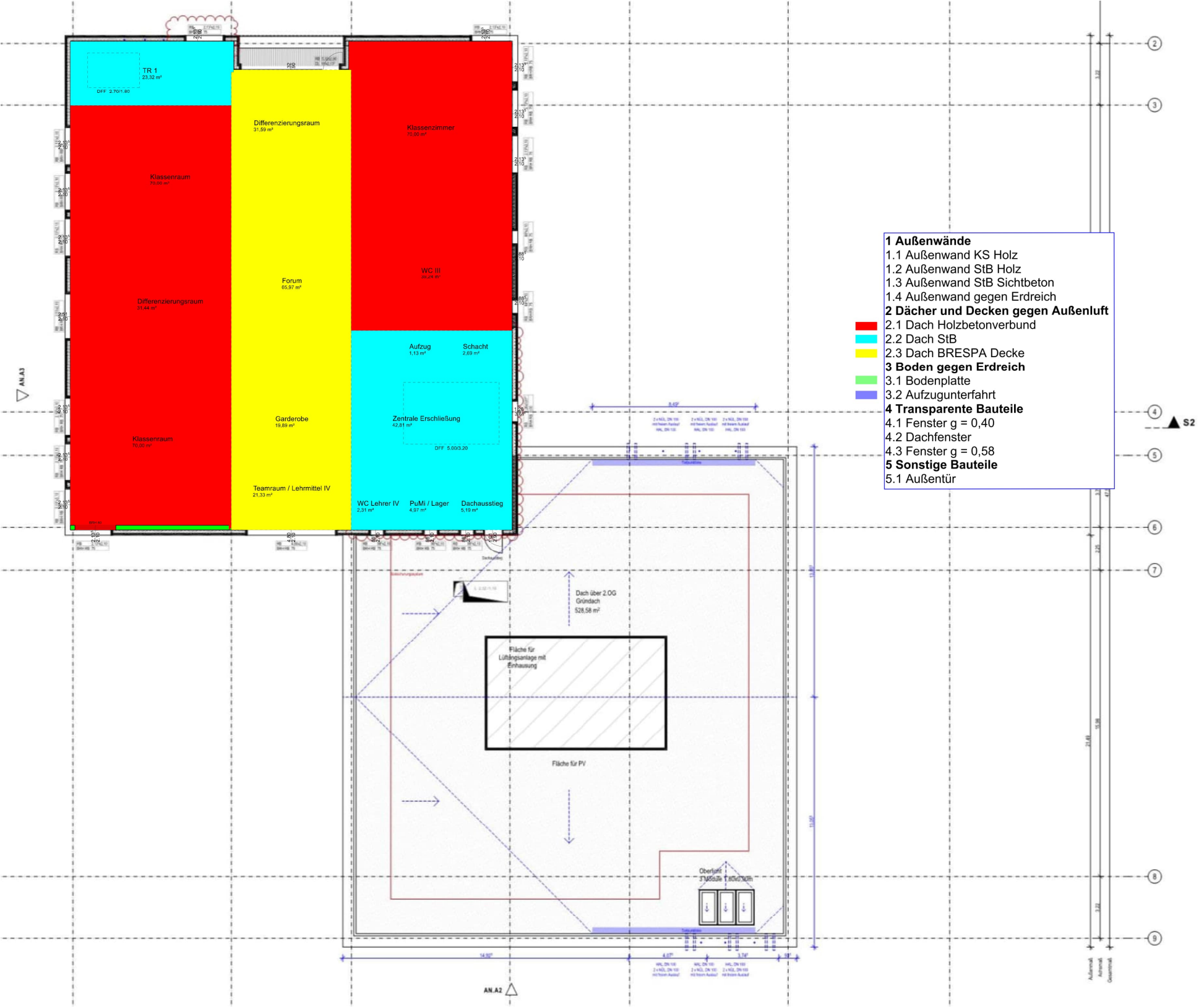


Bild 9: Bauteile Dachflächen Grundriss 3. OG

3 Zonierung



Bild 10: Zonierung EG





Bild 12: Zonierung 2. OG

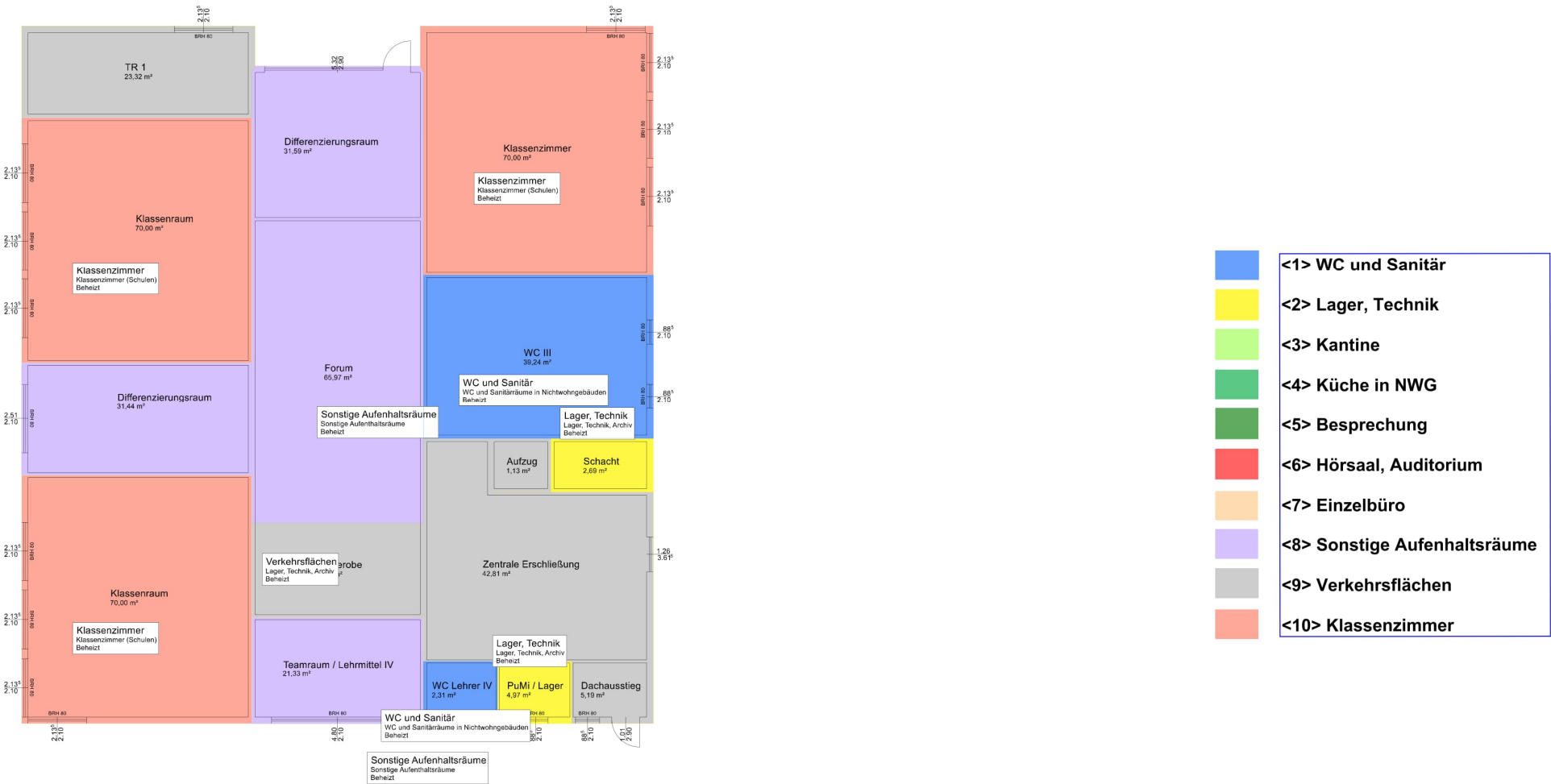


Bild 13: Zonierung 3. OG

4 Nachweise nach GEG

4.1 Ergebnisse

Baulicher Wärmeschutz

Höchstwerte für Hüllflächengruppen nach GEG A3

		opake Bauteile [W/(m²K)]	Fenster [W/(m²K)]	Vorhangf. [W/(m²K)]	Oberl. [W/(m²K)]
$U_{\max}$	$T_i \geq 19^\circ\text{C}$	0,28	1,50	1,50	2,50
$U_{\max}$	$T_i < 19^\circ\text{C}$	0,50	2,80	3,00	3,10
Zonen	$T_i \geq 19^\circ\text{C}$	0,15	0,95		1,30

Die Höchstwerte für Wärmedurchgangskoeffizienten werden eingehalten, **Nachweis erbracht**
 kleinste Grenzwertunterschreitung: $U = 0,95 \text{ W/(m}^2\text{K)} = 1,50 \text{ W/(m}^2\text{K)} -36,6\%$

Nachweis des Primärenergiebedarfs

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

zul $q_{P,REF} = 178,4 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$, aus der Referenzberechnung

Geforderte Unterschreitung nach GEG §18 und GEG-Novelle 2023 / 2024

zul $q_P = 178,4 - 45\% = 98,1 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$,

vorh $q_P = 257.698 / 4.326,8 = 59,6 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$

vorh $q_P 59,6 \leq 98,1 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$, **Grenzwert wird eingehalten**

Nachweis der Nutzung erneuerbarer Energien

Anforderungen an die Heizungsanlage nach GEG 2024, §71

Heizungsanlagen müssen die benötigte Wärme zu mindestens 65% aus erneuerbaren Energien erzeugen

benötigte Wärme im Gebäude	304.222 kWh/a	
genutzte erneuerbare Energien		
1. aus thermischen Solaranlagen	- kWh/a	
2. aus elektrischen Wärmepumpen	304.222 kWh/a	
3. aus gasmotorischen Wärmepumpen	- kWh/a	
4. aus Stromdirektheizung	- kWh/a	
5. aus unvermeidbarer Abwärme	- kWh/a	
6. aus Wärmenetzen	- kWh/a	
7. aus Biomasse / Wasserstoff	- kWh/a	
Summe erneuerbare Energien	304.222 kWh/a	100 %

erzielter Deckungsanteil für erneuerbare Energie

$$DA_{EE} = 304.222,0 / 304.222,3 \cdot 100 = 100\% \text{ (Bbl.2 Gl.5)}$$

Die Anforderungen an die Heizungsanlage nach GEG 2024, §71 (65,0% erneuerbar) **werden erfüllt**

Nachweis für öffentlich genutzte Gebäude

Wärme- und Kälteenergiebedarf = $65.413 + 0 + 345.590 = 411.003$ kWh/Jahr (mit Solar-, Umweltenergie- und Abwärmenutzung)

darin enthaltene Deckungsanteile aus erneuerbaren Energiequellen oder Ersatzmaßnahmen

Energiequelle	Energieertrag kWh/a	Deckungsanteil		Nutzungs- anteil
		erzielt	gefordert	
Umweltenergie [WW-WP] [Käl	411.003	100,0 %	50,0 %	200,0 %
PV-Strom [PV-Strom]	27.279	6,6 %	15,0 %	44,0 %
				244,0 %

Maßnahmen zur Einsparung von Energie

Nachweis mit HT' Grenzwert = HT' Referenzberechnung, ohne Nachweis der QP-Unterschreitung

		Grenzwert	erzielt	Unterschreitung		Nutzungs- anteil
				erzielt	gefordert	
HT' - Wert	W/(m²K)	0,42	0,29	32,4 %	15,0 %	216,3 %

erreichter Nutzungsanteil, Summe = 460,3 % $\geq$ Nutzungspflichtanteil = 100 %

Die Anforderungen aus dem GEG 2020 Abs.4 **werden erfüllt**

Bundesförderprogramme (BEG)

Bundesförderprogramme für den Neubau von Nichtwohngebäuden

Technische Mindestanforderungen zum Programm:

KFW-Förderprogramme für den klimafreundlichen Neubau von Nichtwohngebäuden ab 1.3.2023,

Effizienzgebäude EG40, $GWP_{100} \leq$ Grenzwert $\text{kg CO}_2 \text{ Äqu.}/(\text{m}^2 \text{ a})$ (LCA, projektspezifisch)

Referenzberechnung = "Gebäude-Referenz2020"

Endenergieeinsparung 195.573 kWh/a

Primärenergieeinsparung 166.848 kWh/a

CO₂-Einsparung 34.417 kg/a

		Primärenergiebedarf ----- mittlere U-Werte -----					
		QP´´	Opake Fenster	Vorhf.	Oberl.		
		kWh/(m²a)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	
Referenzberechnung	100 %	178,4					
erreicht $T_i \geq 19^\circ\text{C}$	33 %	59,6	0,14	0,95		1,30	
Effizienzgebäude 40	40 %	71,4	0,18	1,00	1,00	1,60	OK

LCA-Grenzwert $GWP_{100} \leq$ Anforderung projektspezifisch [$\text{kg CO}_2 \text{ Äqu.}/(\text{m}^2 \text{ a})$]

Der Nachweis zur Begrenzung der Treibhausgas-Emissionen im Lebenszyklus **liegt nicht vor**

NH-Paket (Nachhaltigkeitszertifikat)

Eine anerkannte Nachhaltigkeitszertifizierung nach BMI **liegt nicht vor**

Ein klimafreundliches Nichtwohngebäude KFNWG wird **nicht erreicht**.

4.2 Kenndaten

Es wurden die folgenden Bezugsgrößen ermittelt:

Wärmeübertragende Umfassungsfläche	A	$= 6.025,5 \text{ m}^2$
Beheiztes Gebäudevolumen (brutto)	V_e	$= 20.281 \text{ m}^3$
Beheiztes Luftvolumen (netto)	V_i	$= 16.225 \text{ m}^3$
Gebäudenutzfläche nach GEG	A_{NGF}	$= 4.327 \text{ m}^2$

4.3 Nachzuweisendes Gebäude

Energetische Bewertung von Gebäuden

Projekt: 1442-23-A GSAI TEU LP4

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 6946:2008, 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 "Gebäude"

Nachweisverfahren

Regelverfahren für Nichtwohngebäude nach GEG 2020, §§ 18 und 19 und Anlage 2 zur Begrenzung des

Jahres-Primärenergiebedarfs und der mittleren, bauteilbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten

mit den Änderungen des Gebäudeenergiegesetzes zum 1.1.2024 (BGBl vom 16. Oktober 2023)

mit den Änderungen des Gebäudeenergiegesetzes zum 1.1.2023 (BGBl vom 28. Juli 2022)

berechnet mit den Bilanzierungsverfahren nach DIN V 18599:2018

Referenzberechnung: Gebäude-Referenz2020.dwe

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

1.0 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> WC und Sanitär	216 WC und Sanit	250	19,9	17,6	401	1499
<2> Lager, Technik	220 Lager, Techn	250	20,1	17,5	496	1889
<3> Kantine	212 Kantine	250	19,5	17,4	185	675
<4> Küche in NWG	214 Küchen in Ni	300	20,0	17,4	54	196
<5> Besprechung	204 Besprechung,	250	19,9	17,5	181	692
<6> Hörsaal, Auditorium	209 Hörsaal, Aud	150	19,8	17,8	122	467
<7> Einzelbüro	201 Einzelbüro	250	19,9	17,4	103	393
<8> Sonstige Aufenthaltsräume	217 Sonstige Auf	250	19,9	17,7	790	2944
<9> Verkehrsflächen	219 Verkehrsfläch	250	20,1	17,4	941	3539

<10> Klassenzimmer	208 Klassenzimme	200	19,5	17,5	1053	3930
--------------------	------------------	-----	------	------	------	------

4.327 16.225

Gebäude, $A_{NGF} = 4326,8 \text{ m}^2$, $n_G = 4$ Geschosse (Bezugsfläche nach T1, Abs.8.2.1)

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 ϑ_j Bilanz-Innentemperaturen für den Heizwärmebedarf nach DIN V 18599-2, Abs.6.1.2**2.0 Transmissionswärmetransfer (DIN V 18599-2)**Transferkoeffizienten H_T aus der Hüllflächentabelle nach DIN V 18599, T2Begrenzung 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
Erdgeschoss EG						
EG WC und Sanitär						
FG H 33 Boden nach auß	1:0	93,2	0,177	0,60 Ffb	51 19 25 14	9,9
FAW NW 42 AW01	1:0	23,4	0,148	1,00 FAW	51	3,5
FF NW 009 1flg. w	1:0	1,3	0,950	1,00 FF	51 02	1,3
FG H 45 Boden nach auß	1:0	141,1	0,177	0,60 Ffb	51 19 25 14	15,0
FAW NO 47 AW01	1:0	78,4	0,148	1,00 FAW	51	11,6
FF NO 018 1flg. w	1:0	1,3	0,950	1,00 FF	51 02	1,2
FF NO 016 1flg. w	1:0	1,3	0,950	1,00 FF	51 02	1,2
FF NO 013 1flg. w	1:0	1,3	0,950	1,00 FF	51 02	1,3
FF NO 014 1flg. w	1:0	1,3	0,950	1,00 FF	51 02	1,2
FF NO 012 1flg. w	1:0	1,3	0,950	1,00 FF	51 02	1,3
FF NO 019 1flg. w	1:0	1,3	0,950	1,00 FF	51 02	1,2
FF NO 015 1flg. w	1:0	1,3	0,950	1,00 FF	51 02	1,3
FF NO 017 1flg. w	1:0	1,3	0,950	1,00 FF	51 02	1,2
FAW NW 50 AW01	1:0	24,3	0,148	1,00 FAW	51	3,6
FF NW 011 1flg. w	1:0	1,3	0,950	1,00 FF	51 02	1,2
FG H 51 Boden nach auß	1:0	39,9	0,177	0,60 Ffb	51 19 25 14	4,2
EG Lager, Technik						

FG	H	130	Boden nach au	2:0	14,8	0,177	0,60	Ffb	51	19	25	14	1,6
FG	H	134	Boden nach au	2:0	42,3	0,177	0,60	Ffb	51	19	25	14	4,5
FAW	SW	137	AW01	2:0	15,0	0,148	1,00	FAW	51				2,2
FAW	SW	004	Tür HT 2F-2	2:0	5,2	1,000	1,00	FF	51	02			5,3
FAW	SO	138	AW01	2:0	27,3	0,148	1,00	FAW	51				4,0
FF	SO	038	1flg. w	2:0	1,9	0,950	1,00	FF	51	02			1,8
FF	SO	039	2flg.sym w	2:0	4,5	0,950	1,00	FF	51	02			4,3
FG	H	140	Boden nach au	2:0	7,5	0,177	0,60	Ffb	51	19	25	14	0,8
FAW	NO	143	AW02	2:0	7,8	0,150	1,00	FAW	51				1,2
FG	H	146	Boden nach au	2:0	22,1	0,177	0,60	Ffb	51	19	25	14	2,4
FG	H	152	Boden nach au	2:0	166,2	0,177	0,55	Ffb	51	19	25	12	16,2
FAW	NW	154	AW gg. Erdrei	2:0	112,5	0,195	0,75	Fwb	51	19	25	13	16,5
FAW	SW	160	AW gg. Erdrei	2:0	24,7	0,195	0,75	Fwb	51	19	25	13	3,6
FG	H	161	Boden nach au	2:0	5,7	0,177	0,60	Ffb	51	19	25	14	0,6
FG	H	167	Boden nach au	2:0	8,0	0,177	0,60	Ffb	51	19	25	14	0,8
FG	H	170	Boden nach au	2:0	80,8	0,177	0,60	Ffb	51	19	25	14	8,6
FAW	SO	175	AW02	2:0	29,4	0,150	1,00	FAW	51				4,4
FF	SO	004	2flg.sym w	2:0	4,5	0,950	1,00	FF	51	02			4,3
FF	SO	005	2flg.sym w	2:0	4,5	0,950	1,00	FF	51	02			4,3
FG	H	178	Boden nach au	2:0	29,8	0,177	0,60	Ffb	51	19	25	14	3,2
FAW	SO	181	AW02	2:0	14,0	0,150	1,00	FAW	51				2,1
FF	SO	001	2flg.sym w	2:0	4,5	0,950	1,00	FF	51	02			4,3
FF	SO	002	2flg.sym w	2:0	4,5	0,950	1,00	FF	51	02			4,3
EG Besprechung													
FG	H	216	Boden nach au	5:0	79,3	0,177	0,60	Ffb	51	19	25	14	8,4
FAW	SW	220	AW01	5:0	19,2	0,148	1,00	FAW	51				2,8
FF	SW	023	1flg. w	5:0	3,8	0,950	1,00	FF	51	02			3,6
FF	SW	025	1flg. w	5:0	3,8	0,950	1,00	FF	51	02			3,6
FF	SW	027	1flg. w	5:0	3,8	0,950	1,00	FF	51	02			3,6
FF	SW	024	1flg. w	5:0	3,8	0,950	1,00	FF	51	02			3,6
FF	SW	026	1flg. w	5:0	3,8	0,950	1,00	FF	51	02			3,6
FG	H	221	Boden nach au	5:0	38,9	0,177	0,60	Ffb	51	19	25	14	4,1
FAW	NO	225	AW02	5:0	14,1	0,150	1,00	FAW	51				2,1
FF	NO	006	1flg. w	5:0	3,8	0,950	1,00	FF	51	02			3,6
FF	NO	008	1flg. w	5:0	3,8	0,950	1,00	FF	51	02			3,6
FF	NO	007	1flg. w	5:0	3,8	0,950	1,00	FF	51	02			3,6
FG	H	226	Boden nach au	5:0	76,5	0,177	0,55	Ffb	51	19	25	12	7,4
FAW	SW	231	AW03	5:0	18,9	0,151	1,00	FAW	51				2,9
FF	SW	036	2flg.sym w	5:0	4,5	0,950	1,00	FF	51	02			4,3

FF SW 035 2flg.sym w	5:0	4,5	0,950	1,00 Ff	51 02	4,3
FAW SW 232 AW gg. Erdrei	5:0	8,7	0,195	0,75 Fwb	51 19 25 13	1,3
EG Hörsaal, Auditorium						
FG H 234 10 Boden nach	6:0	128,7	0,177	0,60 Ffb	51 19 25 14	13,7
FAW NO 237 10 AW02	6:0	17,9	0,150	1,00 FAW	51	2,7
EG Einzelbüro						
FG H 251 10 Boden nach	7:0	32,6	0,177	0,60 Ffb	51 19 25 14	3,5
FAW SW 254 10 AW03	7:0	11,1	0,151	1,00 FAW	51	1,7
FF SW 031 10 2flg.sym w	7:0	4,5	0,950	1,00 Ff	51 02	4,3
FAW SO 255 10 AW02	7:0	24,8	0,150	1,00 FAW	51	3,7
FF SO 028 10 2flg.sym w	7:0	4,5	0,950	1,00 Ff	51 02	4,3
FF SO 029 10 2flg.sym w	7:0	4,5	0,950	1,00 Ff	51 02	4,3
FG H 258 10 Boden nach	7:0	39,1	0,177	0,60 Ffb	51 19 25 14	4,1
FAW SW 260 10 AW03	7:0	15,7	0,151	1,00 FAW	51	2,4
FF SW 033 10 2flg.sym w	7:0	4,5	0,950	1,00 Ff	51 02	4,3
FF SW 034 10 2flg.sym w	7:0	4,5	0,950	1,00 Ff	51 02	4,3
FG H 264 10 Boden nach	7:0	22,2	0,177	0,60 Ffb	51 19 25 14	2,4
FAW SO 265 10 AW02	7:0	12,6	0,150	1,00 FAW	51	1,9
FF SO 003 10 2flg.sym w	7:0	4,5	0,950	1,00 Ff	51 02	4,3
EG Sonstige Aufenthaltsrä						
FG H 315 10 Boden nach	8:0	12,2	0,177	0,60 Ffb	51 19 25 14	1,3
FG H 319 10 Boden nach	8:0	13,4	0,177	0,60 Ffb	51 19 25 14	1,4
FAW SW 321 10 AW03	8:0	7,5	0,151	1,00 FAW	51	1,1
FF SW 032 10 2flg.sym w	8:0	4,5	0,950	1,00 Ff	51 02	4,3
EG Verkehrsflächen						
FG H 382 10 Boden nach	9:0	203,9	0,177	0,60 Ffb	51 19 25 14	21,7
FD H 384 10 DA02 Beton	9:0	8,8	0,136	1,00 Fd	51	1,2
FAW SW 385 10 AW01	9:0	22,6	0,148	1,00 FAW	51	3,4
FAW SW 005 10 Tür HT 2F	9:0	5,2	1,000	1,00 Ff	51 02	5,3
FAW SO 386 10 AW02	9:0	10,7	0,150	1,00 FAW	51	1,6
FAW SO 006 10 Tür HT 2F	9:0	13,9	1,000	1,00 Ff	51 02	13,9
FAW SO 387 10 AW02	9:0	38,2	0,150	1,00 FAW	51	5,7
FAW SO 003 10 Tür HT 2F	9:0	15,8	1,000	1,00 Ff	51 02	15,8
FF SO 020 10 2flg.sym w	9:0	4,5	0,950	1,00 Ff	51 02	4,3
FAW NO 388 10 AW02	9:0	13,4	0,150	1,00 FAW	51	2,0
FAW NW 389 10 AW01	9:0	6,7	0,148	1,00 FAW	51	1,0
FF NW 010 10 1flg. w	9:0	1,3	0,950	1,00 Ff	51 02	1,3
FG H 393 10 Boden nach	9:0	178,2	0,177	0,60 Ffb	51 19 25 14	18,9
FAW SW 395 10 AW gg. Erd	9:0	15,4	0,195	0,75 Fwb	51 19 25 13	2,3

FAW SO 396 10 AW02	9:0	8,2	0,150	1,00	FAW	51	1,2
FAW SO 001 10 Tür HT 2F	9:0	5,7	1,000	1,00	FF	51 02	5,7
FAW NO 397 10 AW03	9:0	54,0	0,151	1,00	FAW	51	8,2
FAW SW 398 10 AW gg. Erd	9:0	13,4	0,195	0,75	Fwb	51 19 25 13	2,0
FAW NW 399 10 AW gg. Erd	9:0	58,4	0,195	0,75	Fwb	51 19 25 13	8,5
FAW NW 400 10 AW gg. Erd	9:0	13,9	0,195	0,75	Fwb	51 19 25 13	2,0
FG H 401 10 Boden nach	9:0	36,2	0,177	0,55	Ffb	51 19 25 12	3,5
FAW NO 403 10 AW02	9:0	9,2	0,150	1,00	FAW	51	1,4
FAW NO 002 10 Tür HT 2F	9:0	12,0	1,000	1,00	FF	51 02	12,0
FG H 404 10 Boden nach	9:0	18,3	0,177	0,35	FG	51 25 14	1,1
1. Obergeschoss GE							
GE WC und Sanitär							
FD H 15 10 DA02 Beton	1:0	51,2	0,137	1,00	FD	51	7,0
FAW NW 21 10 AW01	1:0	33,0	0,148	1,00	FAW	51	4,9
FD H 28 10 DA02 Beton	1:0	10,0	0,136	1,00	FD	51	1,4
FAW SO 29 10 AW01	1:0	7,6	0,148	1,00	FAW	51	1,1
GE Lager, Technik							
FAW NO 101 10 AW02	2:0	16,7	0,150	1,00	FAW	51	2,5
FF NO 012 10 1flg. w	2:0	1,9	0,950	1,00	FF	51 02	1,8
FAW SW 113 10 AW01	2:0	24,7	0,148	1,00	FAW	51	3,7
FAW SW 124 10 AW01	2:0	11,0	0,148	1,00	FAW	51	1,6
FF SW 036 10 2flg.sym w	2:0	5,3	0,950	1,00	FF	51 02	5,0
FD H 126 10 DA02 Beton	2:0	6,4	0,137	1,00	FD	51	0,9
FAW NW 129 10 AW02	2:0	5,0	0,150	1,00	FAW	51	0,7
FAW NW 004 10 Tür HT 1F	2:0	2,9	1,000	1,00	FF	51 02	2,9
GE Kantine							
FD H 200 81 DA02 Beton	3:0	124,5	0,137	1,00	FD	51	17,1
FD H 201 81 DA02 Beton	3:0	42,8	0,137	1,00	FD	51	5,9
FAW NW 205 81 AW02	3:0	27,5	0,150	1,00	FAW	51	4,1
FF NW 047 81 1flg. w	3:0	3,8	0,950	1,00	FF	51 02	3,6
FF NW 048 81 1flg. w	3:0	3,8	0,950	1,00	FF	51 02	3,6
FF NW 049 81 1flg. w	3:0	3,8	0,950	1,00	FF	51 02	3,6
FF NW 051 81 1flg. w	3:0	3,8	0,950	1,00	FF	51 02	3,6
FF NW 052 81 1flg. w	3:0	3,8	0,950	1,00	FF	51 02	3,6
FF NW 053 81 1flg. w	3:0	3,8	0,950	1,00	FF	51 02	3,6
FF NW 046 81 1flg. w	3:0	4,1	0,950	1,00	FF	51 02	3,9
FF NW 050 81 1flg. w	3:0	3,8	0,950	1,00	FF	51 02	3,6
FAW SW 206 81 AW02	3:0	20,3	0,150	1,00	FAW	51	3,0
FF SW 044 81 1flg. w	3:0	3,8	0,950	1,00	FF	51 02	3,6

FF SW 045 81 1flg. w	3:0	3,8	0,950	1,00	FF	51 02	3,6
FF SW 041 81 1flg. w	3:0	4,1	0,950	1,00	FF	51 02	3,9
FF SW 042 81 1flg. w	3:0	3,8	0,950	1,00	FF	51 02	3,6
FF SW 043 81 1flg. w	3:0	3,8	0,950	1,00	FF	51 02	3,6
FAW SO 208 81 AW01	3:0	20,2	0,148	1,00	FAW	51	3,0
FF SO 008 81 2flg.sym w	3:0	4,1	0,950	1,00	FF	51 02	3,9
GE Küche in NWG							
FD H 212 79 DA02 Beton	4:0	40,0	0,137	1,00	FD	51	5,5
FD H 213 79 DA02 Beton	4:0	19,3	0,137	1,00	FD	51	2,6
FAW SO 214 79 AW01	4:0	28,7	0,148	1,00	FAW	51	4,2
FF SO 005 79 2flg.sym w	4:0	4,1	0,950	1,00	FF	51 02	3,9
FF SO 007 79 2flg.sym w	4:0	4,1	0,950	1,00	FF	51 02	3,9
FF SO 004 79 2flg.sym w	4:0	4,1	0,950	1,00	FF	51 02	3,9
FF SO 006 79 2flg.sym w	4:0	4,1	0,950	1,00	FF	51 02	3,9
GE Einzelbüro							
FAW SO 248 79 AW02	7:0	14,2	0,150	1,00	FAW	51	2,1
FF SO 031 79 2flg.sym w	7:0	10,1	0,950	1,00	FF	51 02	9,6
GE Sonstige Aufenthaltsrä							
FAW NO 297 79 AW01	8:0	11,0	0,148	1,00	FAW	51	1,6
FF NO 020 79 2flg.sym w	8:0	5,3	0,950	1,00	FF	51 02	5,0
FAW SW 302 79 AW01	8:0	15,4	0,148	1,00	FAW	51	2,3
FF SW 029 79 2flg.sym w	8:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FF SW 030 79 2flg.sym w	8:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FAW SO 305 79 AW02	8:0	8,4	0,150	1,00	FAW	51	1,3
FAW SO 001 79 Tür HT 1F	8:0	15,4	0,950	1,00	FF	51 02	14,7
FD H 311 79 DA02 Beton	8:0	18,6	0,137	1,00	FD	51	2,5
FAW SO 312 79 AW01	8:0	10,0	0,148	1,00	FAW	51	1,5
FF SO 003 79 2flg.sym w	8:0	4,1	0,950	1,00	FF	51 02	3,9
FAW NO 314 79 AW01	8:0	19,0	0,148	1,00	FAW	51	2,8
FF NO 002 79 1flg. w	8:0	1,7	0,950	1,00	FF	51 02	1,6
GE Verkehrsflächen							
FAW NW 367 79 AW02	9:0	14,2	0,150	1,00	FAW	51	2,1
FF NW 015 79 1flg. w	9:0	10,1	0,950	1,00	FF	51 02	9,6
FF NO 014 79 1flg. w	9:0	4,6	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FD H 369 79 DA02 Beton	9:0	75,5	0,137	1,00	FD	51	10,3
FF H 003 79 Dachfläche	9:0	4,9	1,300	1,00	FF	51 71 02	6,3
FAW NW 370 79 AW01	9:0	6,1	0,148	1,00	FAW	51	0,9
FAW NW 005 79 Tür HT 2F	9:0	5,8	1,000	1,00	FF	51 02	5,8
FAW NO 371 79 AW01	9:0	28,5	0,148	1,00	FAW	51	4,2

FF NO 054 79 2flg.sym w	9:0	4,1	0,950	1,00	FF	51 02	3,9
FAW NW 372 79 AW02	9:0	13,7	0,150	1,00	FAW	51	2,1
FD H 374 79 DA02 Beton	9:0	8,8	0,137	1,00	FD	51	1,2
FAW SW 375 79 AW02	9:0	13,2	0,150	1,00	FAW	51	2,0
FAW NW 377 79 AW02	9:0	37,6	0,150	1,00	FAW	51	5,6
FAW NW 002 79 Tür HT 2F	9:0	15,4	1,000	1,00	FF	51 02	15,4
FF NW 040 79 2flg.sym w	9:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FAW SW 378 79 AW02	9:0	5,8	0,150	1,00	FAW	51	0,9
FAW SO 379 79 AW02	9:0	29,2	0,150	1,00	FAW	51	4,4
FF SO 024 79 2flg.sym w	9:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FAW NO 380 79 AW02	9:0	13,2	0,150	1,00	FAW	51	2,0
GE Klassenzimmer							
FAW SW 433 79 AW01	10:0	22,0	0,148	1,00	FAW	51	3,3
FF SW 038 79 2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FF SW 037 79 2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FF SW 039 79 2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FAW NO 434 79 AW02	10:0	21,7	0,150	1,00	FAW	51	3,2
FF NO 009 79 2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FF NO 010 79 2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FF NO 011 79 2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FAW NO 435 79 AW01	10:0	22,2	0,148	1,00	FAW	51	3,3
FF NO 018 79 2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FF NO 017 79 2flg.sym w	10:0	4,7	0,950	1,00	FF	51 02	4,5
FF NO 019 79 2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FAW NW 436 79 AW02	10:0	28,7	0,150	1,00	FAW	51	4,3
FF NW 016 79 2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FAW NO 437 79 AW01	10:0	21,9	0,148	1,00	FAW	51	3,2
FF NO 021 79 2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FF NO 022 79 2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FF NO 023 79 2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FAW SW 438 79 AW01	10:0	22,2	0,148	1,00	FAW	51	3,3
FF SW 033 79 2flg.sym w	10:0	4,7	0,950	1,00	FF	51 02	4,5
FF SW 034 79 2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FF SW 035 79 2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FAW SO 439 79 AW02	10:0	28,2	0,150	1,00	FAW	51	4,2
FF SO 032 79 2flg.sym w	10:0	5,0	0,950	1,00	FF	51 02	4,7
FAW SO 440 79 AW02	10:0	29,2	0,150	1,00	FAW	51	4,4
FF SO 025 79 2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FAW SW 441 79 AW01	10:0	22,4	0,148	1,00	FAW	51	3,3

FF SW 027 79 2flg.sym w 10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FF SW 026 79 2flg.sym w 10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FF SW 028 79 2flg.sym w 10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FAW NO 442 79 AW02 10:0	5,8	0,150	1,00	FAW	51	0,9
2. Obergeschoss GE 2						
GE 2 WC und Sanitär						
FD H 66 79 DA02 Beton 1:0	43,6	0,137	1,00	FD	51	6,0
FAW SW 72 79 AW01 1:0	24,7	0,148	1,00	FAW	51	3,7
FD H 84 79 DA01 Dach H 1:0	3,9	0,112	1,00	FD	51	0,4
FD H 188 79 DA01 Dach 2:0	8,8	0,112	1,00	FD	51	1,0
FD H 190 79 DA02 Beton 2:0	8,7	0,137	1,00	FD	51	1,2
FAW NO 194 79 AW02 2:0	7,8	0,150	1,00	FAW	51	1,2
GE 2 Sonstige Aufenthalts						
FD H 322 79 DA01 Dach 8:0	142,9	0,112	1,00	FD	51	16,0
FD H 324 79 DA01 Dach 8:0	34,4	0,112	1,00	FD	51	3,9
FAW SO 328 79 AW02 8:0	8,4	0,150	1,00	FAW	51	1,3
FAW SO 001 79 Tür HT 1F 8:0	15,4	0,950	1,00	FF	51 02	14,7
FAW NO 333 79 AW01 8:0	11,0	0,148	1,00	FAW	51	1,6
FF NO 014 79 2flg.sym w 8:0	5,3	0,950	1,00	FF	51 02	5,0
FAW SW 337 79 AW01 8:0	15,4	0,148	1,00	FAW	51	2,3
FF SW 024 79 2flg.sym w 8:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FF SW 023 79 2flg.sym w 8:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FAW NO 341 79 AW02 8:0	15,0	0,150	1,00	FAW	51	2,2
FF NO 005 79 2flg.sym w 8:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FF NO 006 79 2flg.sym w 8:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FAW SW 343 79 AW01 8:0	11,2	0,148	1,00	FAW	51	1,7
FF SW 030 79 2flg.sym w 8:0	5,3	0,950	1,00	FF	51 02	5,0
FAW NW 353 79 AW02 8:0	8,7	0,150	1,00	FAW	51	1,3
FAW NW 002 79 Tür HT 1F 8:0	15,4	0,950	1,00	FF	51 02	14,7
GE 2 Verkehrsflächen						
FD H 406 79 DA03 Bresp 9:0	45,5	0,136	1,00	FD	51	6,2
FAW SO 407 79 AW01 9:0	14,6	0,148	1,00	FAW	51	2,2
FF SO 025 79 2flg.sym w 9:0	10,1	0,950	1,00	FF	51 02	9,6
FAW NO 409 79 AW02 9:0	13,3	0,150	1,00	FAW	51	2,0
FF NO 008 79 1flg. w 9:0	4,6	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FAW NW 411 79 AW01 9:0	14,2	0,148	1,00	FAW	51	2,1
FF NW 009 79 2flg.sym w 9:0	10,1	0,950	1,00	FF	51 02	9,6
FD H 414 79 DA02 Beton 9:0	23,3	0,137	1,00	FD	51	3,2
FF H 004 79 Dachfläche 9:0	4,9	1,300	1,00	FF	51 71 02	6,3

FAW SW 416 79 AW02	9:0	5,8	0,150	1,00	FAW	51	0,9
FAW SO 417 79 AW02	9:0	29,2	0,150	1,00	FAW	51	4,4
FF SO 018 79 2flg.sym w	9:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FAW NO 418 79 AW02	9:0	13,2	0,150	1,00	FAW	51	2,0
FAW NO 420 79 AW02	9:0	5,9	0,150	1,00	FAW	51	0,9
FAW NW 421 79 AW02	9:0	29,7	0,150	1,00	FAW	51	4,5
FF NW 034 79 2flg.sym w	9:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FAW SW 422 79 AW02	9:0	13,4	0,150	1,00	FAW	51	2,0
GE 2 Klassenzimmer							
FAW NW 443 79 AW02	10:0	29,7	0,150	1,00	FAW	51	4,5
FF NW 001 79 2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FAW NO 444 79 AW02	10:0	23,2	0,150	1,00	FAW	51	3,5
FF NO 004 79 2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FF NO 003 79 2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FF NO 035 79 2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FAW SW 445 79 AW02	10:0	5,9	0,150	1,00	FAW	51	0,9
FD H 447 79 DA01 Dach	10:0	76,0	0,112	1,00	FD	51	8,5
FAW NO 448 79 AW01	10:0	22,5	0,148	1,00	FAW	51	3,3
FF NO 012 79 2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FF NO 013 79 2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FF NO 011 79 2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FAW NW 449 79 AW02	10:0	28,7	0,150	1,00	FAW	51	4,3
FF NW 037 79 2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FD H 450 79 DA01 Dach	10:0	76,2	0,112	1,00	FD	51	8,5
FAW SW 451 79 AW01	10:0	22,4	0,148	1,00	FAW	51	3,3
FF SW 022 79 2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FF SW 021 79 2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FF SW 020 79 2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FAW SO 452 79 AW02	10:0	29,2	0,150	1,00	FAW	51	4,4
FF SO 019 79 2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FAW NO 453 79 AW02	10:0	5,8	0,150	1,00	FAW	51	0,9
FD H 454 79 DA03 Bresp	10:0	74,9	0,112	1,00	FD	51	8,4
FAW NO 455 79 AW01	10:0	21,9	0,148	1,00	FAW	51	3,2
FF NO 016 79 2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FF NO 015 79 2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FF NO 017 79 2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FAW SW 456 79 AW01	10:0	22,5	0,148	1,00	FAW	51	3,3
FF SW 031 79 2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FF SW 032 79 2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3

FF SW 033 79 2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FAW SO 457 79 AW02	10:0	29,2	0,150	1,00	FAW	51	4,4
FF SO 036 79 2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FAW SW 458 79 AW01	10:0	22,9	0,148	1,00	FAW	51	3,4
FF SW 027 79 2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FF SW 028 79 2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FF SW 029 79 2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
3. Obergeschoss GE 3							
GE 3 WC und Sanitär							
FD H 2 79 DA01 Dach Ho	1:0	49,9	0,112	1,00	FD	51	5,6
FAW NO 7 79 AW01	1:0	19,9	0,148	1,00	FAW	51	2,9
FF NO 006 79 1flg. w	1:0	1,9	0,950	1,00	FF	51 02	1,8
FF NO 005 79 1flg. w	1:0	1,9	0,950	1,00	FF	51 02	1,8
FD H 9 79 DA02 Beton	1:0	6,2	0,137	1,00	FD	51	0,8
FAW SO 11 79 AW01	1:0	8,9	0,148	1,00	FAW	51	1,3
FF SO 023 79 1flg. w	1:0	1,9	0,950	1,00	FF	51 02	1,8
GE 3 Lager, Technik							
FD H 91 79 DA02 Beton	2:0	6,1	0,137	1,00	FD	51	0,8
FAW SO 92 79 AW01	2:0	8,8	0,148	1,00	FAW	51	1,3
FF SO 024 79 1flg. w	2:0	1,9	0,950	1,00	FF	51 02	1,8
FD H 95 79 DA02 Beton	2:0	7,2	0,137	1,00	FD	51	1,0
FAW NO 96 79 AW02	2:0	7,7	0,150	1,00	FAW	51	1,2
GE 3 Sonstige Aufenthalts							
FDD H 268 79 Standard-S	8:0	34,4	0,112	1,00	FD	51	3,9
FD H 269 79 DA03 Bresp	8:0	104,1	0,136	1,00	FD	51	14,2
FAW SW 271 79 AW01	8:0	11,0	0,148	1,00	FAW	51	1,6
FF SW 016 79 2flg.sym w	8:0	5,3	0,950	1,00	FF	51 02	5,0
FAW NW 277 79 AW02	8:0	8,4	0,150	1,00	FAW	51	1,3
FAW NW 002 79 Tür HT 1F	8:0	15,4	0,950	1,00	FF	51 02	14,7
FD H 283 79 DA03 Bresp	8:0	24,2	0,112	1,00	FD	51	2,7
FAW SO 284 79 AW01	8:0	14,7	0,148	1,00	FAW	51	2,2
FF SO 011 79 2flg.sym w	8:0	10,1	0,950	1,00	FF	51 02	9,6
GE 3 Verkehrsflächen							
FD H 355 79 DA02 Beton	9:0	23,3	0,137	1,00	FD	51	3,2
FF H 019 79 Dachfläche	9:0	4,9	1,300	1,00	FF	51 71 02	6,3
FAW NO 357 79 AW02	9:0	5,8	0,150	1,00	FAW	51	0,9
FAW NW 358 79 AW02	9:0	29,2	0,150	1,00	FAW	51	4,4
FF NW 020 79 2flg.sym w	9:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FAW SW 359 79 AW02	9:0	13,2	0,150	1,00	FAW	51	2,0

FD	H	361	79	DA02 Beton	9:0	51,5	0,137	1,00	FD	51	7,1
FF	H	021	79	Dachfläche	9:0	16,0	1,300	1,00	FF	51 71 02	20,8
FD	H	362	79	DA03 Bresp	9:0	21,5	0,136	1,00	FD	51	2,9
FAW	SO	363	79	AW01	9:0	7,0	0,148	1,00	FAW	51	1,0
FF	SO	025	79	1flg. w	9:0	1,9	0,950	1,00	FF	51 02	1,8
FAW	SO	003	79	Tür HT 1F	9:0	2,9	1,000	1,00	FF	51 02	2,9
FAW	NO	365	79	AW02	9:0	28,9	0,150	1,00	FAW	51	4,3
FF	NO	027	79	1flg. w	9:0	4,6	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
GE 3 Klassenzimmer											
FD	H	424	79	DA03 Bresp	10:0	76,5	0,112	1,00	FD	51	8,6
FAW	NO	425	79	AW01	10:0	22,6	0,148	1,00	FAW	51	3,3
FF	NO	003	79	2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FF	NO	004	79	2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FF	NO	022	79	2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FAW	NW	426	79	AW02	10:0	29,2	0,150	1,00	FAW	51	4,4
FF	NW	001	79	2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FAW	SW	427	79	AW02	10:0	5,8	0,150	1,00	FAW	51	0,9
FDd	H	428	79	Standard-S	10:0	76,0	0,112	1,00	FD	51	8,5
FAW	SO	429	79	AW02	10:0	28,7	0,150	1,00	FAW	51	4,3
FF	SO	026	79	2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FAW	SW	430	79	AW01	10:0	22,4	0,148	1,00	FAW	51	3,3
FF	SW	013	79	2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FF	SW	015	79	2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FF	SW	014	79	2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FDd	H	431	79	Standard-S	10:0	75,1	0,112	1,00	FD	51	8,4
FAW	SW	432	79	AW01	10:0	22,0	0,148	1,00	FAW	51	3,3
FF	SW	017	79	2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FF	SW	019	79	2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3
FF	SW	018	79	2flg.sym w	10:0	4,5	0,950	1,00	FF	51 02	4,3

$$\Sigma A \text{ [m}^2\text{]} = 6.025,5$$

$$\Sigma H_T \text{ [W/K]} = 1.419,2$$

1. Bodenplattenmaß B' (25) = $A_G / (0.5 P) = 1598,00 / 118,50 = 13,49 \text{ m}$

2. Bodenplattenmaß B' (26) = $5,50 / (0.5 \cdot 9,40) = 1,17 \text{ m}$

3. Bodenplattenmaß B' (27) = $5,40 / (0.5 \cdot 9,30) = 1,16 \text{ m}$

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).

- 12 Bodenplatte des beheizten Kellers.
- 13 Wand des beheizten Kellers.
- 14 Bodenplatte auf Erdreich ohne Randdämmung.
- 19 Temperatur-Korrekturfaktoren F_x für untere Gebäudeabschlüsse nach DIN V 18599:2018-2, Tab.6
- 25 F_x -Tabellenwert für das Bodenplattenmaß B' nach EN ISO 13370.
- 51 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem U-Wert-Zuschlag von $0,05 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ pauschal berücksichtigt.
- 71 Glasdach

2.1 Wärmebrücken

Berechnung mit pauschalen Zuschlägen (siehe Hüllflächentabelle)

Wärmebrückenzuschläge ohne Temperaturkorrektur

$H_{T,WB} = 301,3 \text{ W/K}$ (21,2 %, $0,050 \text{ W/(m}^2\text{K)}$), Bilanzierung im Abschnitt "2.2 Transferkoeffizienten"

2.2 Temperaturgewichtete Transferkoeffizienten

Transferkoeffizienten	$H_{T,D}$	$H_{T,S}$	$H_{T,iu}$	ΣH_T	$H_{T,iz}$	$H_{T,zi}$
Transmission	W/K	W/K	W/K	W/K	W/K	W/K
<1> WC und Sanitär	105	29	0	135	0	0
<2> Lager, Technik	109	59	0	168	0	0
<3> Kantine	99	0	0	99	0	0
<4> Küche in NWG	33	0	0	33	0	0
<5> Besprechung	60	21	0	81	0	0
<6> Hörsaal, Auditorium	10	14	0	24	0	0
<7> Einzelbüro	57	10	0	67	0	0
<8> Sonstige Aufenthaltsrä	227	3	0	230	0	0
<9> Verkehrsflächen	385	59	1	445	0	0
<10> Klassenzimmer	440	0	0	440	0	0
	1525	194	1	1720		

$H_{T,D} = \Sigma A_j \cdot U_j + \Delta U_{WB} \cdot \Sigma A =$ 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

$$H'_{T,vorh} = (H_{T,D} + F_x \cdot H_{T,iu} + F_x \cdot H_{T,S}) / A = 1.720,7 / 6.025,5 = 0,29 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

2.3 Begrenzung der U-Werte (Nachweis)

Höchstwerte für Hüllflächengruppen nach GEG A3

opake Bauteile	Fenster	Vorhangf.	Oberl.
[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[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
Zonen T _i ≥ 19 °C		0,15	0,95		1,30

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

kleinste Grenzwertunterschreitung: U = 0,95 W/(m²K) = 1,50 W/(m²K) -36,7%

3.0 Lüftungswärmetransfer (DIN V 18599-2)

Gebäudedichtheit Regelwert, Kategorie I, mit RLT-Anlage mit Dichtheitsprüfung (T2, Tab.7), n₅₀ = 1,00 h⁻¹

Nettoraumvolumen > 1.500 m³ ⇒ n₅₀ = q₅₀ * Σ A / V = 2*6025 / 16225 = 0,74 (Gl.68)

Windschutzkoeffizienten für mittlere Abschirmung, mehr als eine exponierte Fassade

e_{wind} = 0.07 f_{wind} = 15 (EN ISO 13790 Tab.G4)

Gebäude mit Außenluftdurchlässen, f_{ATD} = (n₅₀ + 1.5) / n₅₀ = 2,50 (Gl.67)

Mit bedarfsabhängiger Außenluft-Volumenstromregelung nach T7, Abs.5.8 (zeitabhängige, raumweise Steuerung) für die Zonen <1> WC und Sanitär, <2> Lager Technik, <3> Kantine, <4> Küche in NWG, <5> Besprechung, <6> Hörsaal Auditorium, <7> Einzelbüro, <8> Sonstige Aufenthaltsräume, <9> Verkehrsflächen, <10> Klassenzimmer

Luftaustausch zwischen Gebäudezonen nicht relevant

Zone	ALD	n ₅₀ h ⁻¹	V _A /V _{dc} m³/(m²h)	Luftwechsel		Fenster n _{win} h ⁻¹	Lüftungsanlage	
				n _{nutz} h ⁻¹	n _{inf} h ⁻¹		n _{m, ZUL} h ⁻¹	t _{v, m} h/d
<1> WC und Sanitär ja		0,90	15,00	4,01	0,17	0,10	4,01	13
<2> Lager, Technik ja		0,81	0,15	0,04	0,16	0,10	-	-
<3> Kantine ja		0,86	18,00	4,93	0,16	0,10	4,93	9
<4> Küche in NWG ja		1,07	90,00	24,87	0,18	0,10	24,83	15
<5> Besprechung ja		0,85	8,75	2,29	0,16	0,10	2,29	13
<6> Hörsaal, Audit ja		0,63	19,00	4,97	0,15	0,10	4,97	12
<7> Einzelbüro ja		1,06	3,55	0,93	0,18	0,10	0,93	13
<8> Sonstige Aufen ja		0,47	6,10	1,64	0,14	0,10	1,64	13
<9> Verkehrsfläche ja		0,86	0,00	0,00	0,17	0,10	-	-
<10> Klassenzimmer ja		0,67	9,25	2,48	0,15	0,10	2,48	9
⇒ WE-Betrieb ...								
<1> WC und Sanitär			0,00	0,00	0,06	0,10		

<2> Lager, Technik	0,00	0,00	0,16	0,10
<3> Kantine	0,00	0,00	0,06	0,10
<4> Küche in NWG	0,00	0,00	0,07	0,10
<5> Besprechung	0,00	0,00	0,06	0,10
<6> Hörsaal, Auditorium	0,00	0,00	0,04	0,10
<7> Einzelbüro	0,00	0,00	0,07	0,10
<8> Sonstige Aufenthaltsräume	0,00	0,00	0,03	0,10
<9> Verkehrsflächen	0,00	0,00	0,17	0,10
<10> Klassenzimmer	0,00	0,00	0,05	0,10

Zone <1> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 6016 / 6016 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75

Zone <3> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 3330 / 3330 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75

Zone <4> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 4867 / 4867 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75

Zone <5> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 1585 / 1585 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75

Zone <6> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 2320 / 2320 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75

Zone <7> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 365 / 365 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75

Zone <8> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 4820 / 4820 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75

Zone <10> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 9739 / 9739 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75

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

$n_{\text{inf}} = n_{50} \cdot e_{\text{wind}} \cdot f_{\text{ATD}} \cdot (1 + (1 - f_e) \cdot t_{v,\text{mech}} / 24)$ 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 RLT = $n_{\text{win,min}} + \Delta n_{\text{win,mech}} \cdot t_{v,\text{mech}} / 24$

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 $n_{\text{nutz}} > 1.2 \Rightarrow \Delta n_{\text{win}} = n_{\text{nutz}} - n_{\text{inf}} - 0.1$

$n_{\text{mech}} = n_{\text{mech,ZUL}}$ = 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 m ³	H _{V, z, Jan} W/K	H _{V, inf} W/K	H _{V, win} W/K	Σ H _V W/K	H _{V, mech} W/K	θ _{V, Jan} °C
<1> WC und Sanitär	1.499	0	86	51	137	1108	15,2
<2> Lager, Technik	1.889	0	104	64	168	0	
<3> Kantine	675	0	38	23	61	425	15,2
<4> Küche in NWG	196	0	12	7	19	1033	15,2
<5> Besprechung	692	0	39	24	62	292	15,2
<6> Hörsaal, Auditor	467	0	24	16	40	394	15,2
<7> Einzelbüro	393	0	24	13	37	67	15,2
<8> Sonstige Aufenha	2.944	0	138	100	238	888	15,2

<9> Verkehrsflächen	3.539	0	200	120	320	0	
<10> Klassenzimmer	3.930	0	203	134	337	1242	15,2

0 866 552 1418 5448

⇒ WE-Betrieb ...

<1> WC und Sanitär	0	32	51	83
<2> Lager, Technik	0	104	64	168
<3> Kantine	0	14	23	37
<4> Küche in NWG	0	5	7	12
<5> Besprechung	0	14	24	38
<6> Hörsaal, Auditorium	0	7	16	23
<7> Einzelbüro	0	10	13	23
<8> Sonstige Aufenthaltsräume	0	33	100	133
<9> Verkehrsflächen	0	200	120	320
<10> Klassenzimmer	0	63	134	196

0 481 552 1032

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

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

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

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

ϑ_V = Zulufttemperatur der RLT-Anlage für Januar, sh. "RLT-Systeme"

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

4.0 Solare Wärmequellen (DIN V 18599-2)

4.1 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	Ag m²	IS, Jan/Jul W/m²	geff, Jan/Jul %	QS, Jan/Jul kWh/d
FF NW 009 1flg. w	1	0,92	11/ 95	42/ 42 7100	0,1/ 0,9
FF NO 018 1flg. w	1	0,92	11/ 112	42/ 42 "	0,1/ 1,0
FF NO 016 1flg. w	1	0,92	11/ 112	42/ 42 "	0,1/ 1,0
FF NO 013 1flg. w	1	0,92	11/ 112	42/ 42 "	0,1/ 1,0
FF NO 014 1flg. w	1	0,92	11/ 112	42/ 42 "	0,1/ 1,0
FF NO 012 1flg. w	1	0,92	11/ 112	42/ 42 "	0,1/ 1,0
FF NO 019 1flg. w	1	0,92	11/ 112	42/ 42 "	0,1/ 1,0

FF NO 015 1flg. w	1	0,92	11/ 112	42/ 42	"	0,1/ 1,0
FF NO 017 1flg. w	1	0,92	11/ 112	42/ 42	"	0,1/ 1,0
FF NW 011 1flg. w	1	0,92	11/ 95	42/ 42	"	0,1/ 0,9
FF SO 038 1flg. w	2	1,30	50/ 132	29/ 17	7104m	0,5/ 0,7
FF SO 039 2flg.sym	2	3,14	50/ 132	29/ 17	"	1,1/ 1,7
FF SO 004 2flg.sym	2	3,14	50/ 132	29/ 17	"	1,1/ 1,7
FF SO 005 2flg.sym	2	3,14	50/ 132	29/ 17	"	1,1/ 1,7
FF SO 001 2flg.sym	2	3,14	50/ 132	29/ 17	"	1,1/ 1,7
FF SO 002 2flg.sym	2	3,14	50/ 132	29/ 17	"	1,1/ 1,7
FF SW 023 1flg. w	5	2,64	40/ 120	29/ 17	"	0,7/ 1,3
FF SW 025 1flg. w	5	2,64	40/ 120	29/ 17	"	0,7/ 1,3
FF SW 027 1flg. w	5	2,64	40/ 120	29/ 17	"	0,7/ 1,3
FF SW 024 1flg. w	5	2,64	40/ 120	29/ 17	"	0,7/ 1,3
FF SW 026 1flg. w	5	2,64	40/ 120	29/ 17	"	0,7/ 1,3
FF NO 006 1flg. w	5	2,64	11/ 112	42/ 42	7100	0,3/ 3,0
FF NO 008 1flg. w	5	2,64	11/ 112	42/ 42	"	0,3/ 3,0
FF NO 007 1flg. w	5	2,64	11/ 112	42/ 42	"	0,3/ 3,0
FF SW 036 2flg.sym	5	3,14	40/ 120	29/ 17	7104m	0,9/ 1,5
FF SW 035 2flg.sym	5	3,14	40/ 120	29/ 17	"	0,9/ 1,5
FF SW 031 10 2flg.s	7	3,14	40/ 120	29/ 17	"	0,9/ 1,5
FF SO 028 10 2flg.s	7	3,14	50/ 132	29/ 17	"	1,1/ 1,7
FF SO 029 10 2flg.s	7	3,14	50/ 132	29/ 17	"	1,1/ 1,7
FF SW 033 10 2flg.s	7	3,14	40/ 120	29/ 17	"	0,9/ 1,5
FF SW 034 10 2flg.s	7	3,14	40/ 120	29/ 17	"	0,9/ 1,5
FF SO 003 10 2flg.s	7	3,14	50/ 132	29/ 17	"	1,1/ 1,7
FF SW 032 10 2flg.s	8	3,14	40/ 120	29/ 17	"	0,9/ 1,5
FF SO 020 10 2flg.s	9	3,14	50/ 132	29/ 17	"	1,1/ 1,7
FF NW 010 10 1flg.	9	0,92	11/ 95	42/ 42	7100	0,1/ 0,9
FF NO 012 10 1flg.	2	1,30	11/ 112	42/ 42	"	0,1/ 1,5
FF SW 036 10 2flg.s	2	3,69	40/ 120	29/ 17	7104m	1,0/ 1,8
FF NW 047 81 1flg.	3	2,64	11/ 95	42/ 42	7100	0,3/ 2,5
FF NW 048 81 1flg.	3	2,64	11/ 95	42/ 42	"	0,3/ 2,5
FF NW 049 81 1flg.	3	2,64	11/ 95	42/ 42	"	0,3/ 2,5
FF NW 051 81 1flg.	3	2,64	11/ 95	42/ 42	"	0,3/ 2,5
FF NW 052 81 1flg.	3	2,64	11/ 95	42/ 42	"	0,3/ 2,5
FF NW 053 81 1flg.	3	2,64	11/ 95	42/ 42	"	0,3/ 2,5
FF NW 046 81 1flg.	3	2,88	11/ 95	42/ 42	"	0,3/ 2,8
FF NW 050 81 1flg.	3	2,64	11/ 95	42/ 42	"	0,3/ 2,5
FF SW 044 81 1flg.	3	2,64	40/ 120	29/ 17	7104m	0,7/ 1,3
FF SW 045 81 1flg.	3	2,64	40/ 120	29/ 17	"	0,7/ 1,3
FF SW 041 81 1flg.	3	2,88	40/ 120	29/ 17	"	0,8/ 1,4
FF SW 042 81 1flg.	3	2,64	40/ 120	29/ 17	"	0,7/ 1,3

FF SW 043 81 1flg.	3	2,64	40/ 120	29/ 17	"	0,7/ 1,3
FF S0 008 81 2flg.s	3	2,84	50/ 132	29/ 17	"	1,0/ 1,5
FF S0 005 79 2flg.s	4	2,84	50/ 132	29/ 17	"	1,0/ 1,5
FF S0 007 79 2flg.s	4	2,84	50/ 132	29/ 17	"	1,0/ 1,5
FF S0 004 79 2flg.s	4	2,84	50/ 132	29/ 17	"	1,0/ 1,5
FF S0 006 79 2flg.s	4	2,84	50/ 132	29/ 17	"	1,0/ 1,5
FF S0 031 79 2flg.s	7	7,06	50/ 132	29/ 17	"	2,5/ 3,8
FF N0 020 79 2flg.s	8	3,69	11/ 112	42/ 42	7100	0,4/ 4,2
FF SW 029 79 2flg.s	8	3,14	40/ 120	29/ 17	7104m	0,9/ 1,5
FF SW 030 79 2flg.s	8	3,14	40/ 120	29/ 17	"	0,9/ 1,5
FF S0 003 79 2flg.s	8	2,84	50/ 132	29/ 17	"	1,0/ 1,5
FF N0 002 79 1flg.	8	1,18	11/ 112	42/ 42	7100	0,1/ 1,3
FF NW 015 79 1flg.	9	7,06	11/ 95	42/ 42	"	0,8/ 6,8
FF N0 014 79 1flg.	9	3,19	11/ 112	42/ 42	"	0,4/ 3,6
FF H 003 79 Dachfl	9	3,40	29/ 210	29/ 29	"	0,7/ 5,0
FF N0 054 79 2flg.s	9	2,84	11/ 112	42/ 42	"	0,3/ 3,2
FF NW 040 79 2flg.s	9	3,14	11/ 95	42/ 42	"	0,4/ 3,0
FF S0 024 79 2flg.s	9	3,14	50/ 132	29/ 17	7104m	1,1/ 1,7
FF SW 038 79 2flg.s	10	3,14	40/ 120	29/ 17	"	0,9/ 1,5
FF SW 037 79 2flg.s	10	3,14	40/ 120	29/ 17	"	0,9/ 1,5
FF SW 039 79 2flg.s	10	3,14	40/ 120	29/ 17	"	0,9/ 1,5
FF N0 009 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	42/ 42	7100	0,4/ 3,6
FF N0 010 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	42/ 42	"	0,4/ 3,6
FF N0 011 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	42/ 42	"	0,4/ 3,6
FF N0 018 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	42/ 42	"	0,4/ 3,6
FF N0 017 79 2flg.s	10	3,31	11/ 112	42/ 42	"	0,4/ 3,8
FF N0 019 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	42/ 42	"	0,4/ 3,6
FF NW 016 79 2flg.s	10	3,14	11/ 95	42/ 42	"	0,4/ 3,0
FF N0 021 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	42/ 42	"	0,4/ 3,6
FF N0 022 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	42/ 42	"	0,4/ 3,6
FF N0 023 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	42/ 42	"	0,4/ 3,6
FF SW 033 79 2flg.s	10	3,31	40/ 120	29/ 17	7104m	0,9/ 1,6
FF SW 034 79 2flg.s	10	3,14	40/ 120	29/ 17	"	0,9/ 1,5
FF SW 035 79 2flg.s	10	3,14	40/ 120	29/ 17	"	0,9/ 1,5
FF S0 032 79 2flg.s	10	3,49	50/ 132	29/ 17	"	1,2/ 1,9
FF S0 025 79 2flg.s	10	3,14	50/ 132	29/ 17	"	1,1/ 1,7
FF SW 027 79 2flg.s	10	3,14	40/ 120	29/ 17	"	0,9/ 1,5
FF SW 026 79 2flg.s	10	3,18	40/ 120	29/ 17	"	0,9/ 1,6
FF SW 028 79 2flg.s	10	3,14	40/ 120	29/ 17	"	0,9/ 1,5
FF N0 014 79 2flg.s	8	3,69	11/ 112	42/ 42	7100	0,4/ 4,2
FF SW 024 79 2flg.s	8	3,14	40/ 120	29/ 17	7104m	0,9/ 1,5
FF SW 023 79 2flg.s	8	3,14	40/ 120	29/ 17	"	0,9/ 1,5

FF NO 005 79 2flg.s	8	3,14	11/ 112	42/ 42	7100	0,4/ 3,6
FF NO 006 79 2flg.s	8	3,14	11/ 112	42/ 42	"	0,4/ 3,6
FF SW 030 79 2flg.s	8	3,69	40/ 120	29/ 17	7104m	1,0/ 1,8
FF SO 025 79 2flg.s	9	7,06	50/ 132	29/ 17	"	2,5/ 3,8
FF NO 008 79 1flg.	9	3,19	11/ 112	42/ 42	7100	0,4/ 3,6
FF NW 009 79 2flg.s	9	7,06	11/ 95	42/ 42	"	0,8/ 6,8
FF H 004 79 Dachfl	9	3,40	29/ 210	29/ 13	7104m	0,7/ 2,3
FF SO 018 79 2flg.s	9	3,14	50/ 132	29/ 17	"	1,1/ 1,7
FF NW 034 79 2flg.s	9	3,14	11/ 95	42/ 42	7100	0,4/ 3,0
FF NW 001 79 2flg.s	10	3,14	11/ 95	42/ 42	"	0,4/ 3,0
FF NO 004 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	42/ 42	"	0,4/ 3,6
FF NO 003 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	42/ 42	"	0,4/ 3,6
FF NO 035 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	42/ 42	"	0,4/ 3,6
FF NO 012 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	42/ 42	"	0,4/ 3,6
FF NO 013 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	42/ 42	"	0,4/ 3,6
FF NO 011 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	42/ 42	"	0,4/ 3,6
FF NW 037 79 2flg.s	10	3,14	11/ 95	42/ 42	"	0,4/ 3,0
FF SW 022 79 2flg.s	10	3,14	40/ 120	29/ 17	7104m	0,9/ 1,5
FF SW 021 79 2flg.s	10	3,14	40/ 120	29/ 17	"	0,9/ 1,5
FF SW 020 79 2flg.s	10	3,18	40/ 120	29/ 17	"	0,9/ 1,6
FF SO 019 79 2flg.s	10	3,14	50/ 132	29/ 17	"	1,1/ 1,7
FF NO 016 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	42/ 42	7100	0,4/ 3,6
FF NO 015 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	42/ 42	"	0,4/ 3,6
FF NO 017 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	42/ 42	"	0,4/ 3,6
FF SW 031 79 2flg.s	10	3,14	40/ 120	29/ 17	7104m	0,9/ 1,5
FF SW 032 79 2flg.s	10	3,14	40/ 120	29/ 17	"	0,9/ 1,5
FF SW 033 79 2flg.s	10	3,14	40/ 120	29/ 17	"	0,9/ 1,5
FF SO 036 79 2flg.s	10	3,14	50/ 132	29/ 17	"	1,1/ 1,7
FF SW 027 79 2flg.s	10	3,18	40/ 120	29/ 17	"	0,9/ 1,6
FF SW 028 79 2flg.s	10	3,14	40/ 120	29/ 17	"	0,9/ 1,5
FF SW 029 79 2flg.s	10	3,14	40/ 120	29/ 17	"	0,9/ 1,5
FF NO 006 79 1flg.	1	1,30	11/ 112	42/ 42	7100	0,1/ 1,5
FF NO 005 79 1flg.	1	1,30	11/ 112	42/ 42	"	0,1/ 1,5
FF SO 023 79 1flg.	1	1,30	50/ 132	29/ 17	7104m	0,5/ 0,7
FF SO 024 79 1flg.	2	1,30	50/ 132	29/ 17	"	0,5/ 0,7
FF SW 016 79 2flg.s	8	3,69	40/ 120	29/ 17	"	1,0/ 1,8
FF SO 011 79 2flg.s	8	7,06	50/ 132	29/ 17	"	2,5/ 3,8
FF H 019 79 Dachfl	9	3,40	29/ 210	29/ 29	7100	0,7/ 5,0
FF NW 020 79 2flg.s	9	3,14	11/ 95	42/ 42	"	0,4/ 3,0
FF H 021 79 Dachfl	9	11,20	29/ 210	29/ 29	"	2,3/ 16,5
FF SO 025 79 1flg.	9	1,30	50/ 132	29/ 17	7104m	0,5/ 0,7
FF NO 027 79 1flg.	9	3,19	11/ 112	42/ 42	7100	0,4/ 3,6

FF NO 003 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	42/ 42	"	0,4/ 3,6
FF NO 004 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	42/ 42	"	0,4/ 3,6
FF NO 022 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	42/ 42	"	0,4/ 3,6
FF NW 001 79 2flg.s	10	3,14	11/ 95	42/ 42	"	0,4/ 3,0
FF SO 026 79 2flg.s	10	3,14	50/ 132	29/ 17	7104m	1,1/ 1,7
FF SW 013 79 2flg.s	10	3,18	40/ 120	29/ 17	"	0,9/ 1,6
FF SW 015 79 2flg.s	10	3,14	40/ 120	29/ 17	"	0,9/ 1,5
FF SW 014 79 2flg.s	10	3,14	40/ 120	29/ 17	"	0,9/ 1,5
FF SW 017 79 2flg.s	10	3,14	40/ 120	29/ 17	"	0,9/ 1,5
FF SW 019 79 2flg.s	10	3,14	40/ 120	29/ 17	"	0,9/ 1,5
FF SW 018 79 2flg.s	10	3,14	40/ 120	29/ 17	"	0,9/ 1,5
429,20						99/ 335

Strahlungsintensitäten für den Standort "4 Potsdam (Deutschland)"

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

verwendete Verglasungen und Sonnenschutzvorrichtungen

7100: aus dem Bauteilbezug, ohne Sonnenschutz

7104: aus dem Bauteilbezug, Außenjalousie 45° grau

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 $G1 = 5$, $G2 = 10$ und $G3 = 30$

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

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

Bewegliche Sonnenschutzvorrichtungen in Nichtwohnzonen werden parallel zur baulichen Verschattung mit

$g_{eff} = F_W \cdot F_V \cdot (a \cdot g_{tot} + (1-a) \cdot g_{\perp})$ 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

4.2 Solare Wärmeeinträge über opake Hüllflächen

Autoeinstellungen für U , α und h_r nach GEG / EnEV

Hüllfläche	Zone	A	U	α	h_r	I_S, Jul	Q_S, Jul
		m^2	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$		$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	W/m^2	kWh/d
FAW SW 004 Tür HT SW	2	5,2	1,00	0,50	4,50	120	0,2
FAW SW 005 10 Tür SW	9	5,2	1,00	0,50	4,50	120	0,2
FAW SO 006 10 Tür SO	9	13,9	1,00	0,50	4,50	132	0,6
FAW SO 003 10 Tür SO	9	15,8	1,00	0,50	4,50	132	0,7
FAW SO 001 10 Tür SO	9	5,7	1,00	0,50	4,50	132	0,2
FAW NO 002 10 Tür NO	9	12,0	1,00	0,50	4,50	112	0,4

FAW NW 004 10 Tür NW	2	2,9	1,00	0,50	4,50	95	0,1
FAW SO 001 79 Tür SO	8	15,4	0,95	0,50	4,50	132	0,6
FAW NW 005 79 Tür NW	9	5,8	1,00	0,50	4,50	95	0,1
FAW NW 002 79 Tür NW	9	15,4	1,00	0,50	4,50	95	0,4
FAW SO 001 79 Tür SO	8	15,4	0,95	0,50	4,50	132	0,6
FAW NW 002 79 Tür NW	8	15,4	0,95	0,50	4,50	95	0,4
FAW NW 002 79 Tür NW	8	15,4	0,95	0,50	4,50	95	0,4
FAW SO 003 79 Tür SO	9	2,9	1,00	0,50	4,50	132	0,1
146,4							4,9

(α / h_r = Referenzwerte)

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

α = 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 * 0.9 = 4.5 W/(m²K)

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

4.3 solare Warmegewinne

Zone	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
über Fenster ...								
<1> WC und San	217	133	55	32	55	74	176	2.679
<2> Lager, Tec	531	437	152	112	235	184	440	4.497
<3> Kantine	703	477	191	125	221	227	553	7.027
<4> Küche in N	265	224	76	57	123	94	222	2.216
<5> Besprechun	567	410	158	110	196	180	453	5.116
<6> Hörsaal, A	-	-	-	-	-	-	-	-
<7> Einzelbüro	597	489	172	127	260	202	491	4.891
<8> Sonstige A	989	731	275	192	359	324	800	9.127
<9> Verkehrsfl	1.561	1.037	405	249	455	523	1.250	17.065
<10> Klassenzi	3.331	2.344	912	614	1.103	1.087	2.679	32.759
über opake ...								
<1> WC und San	-	-	-	-	-	-	-	-
<2> Lager, Tec	5	3	-	-	-	-	3	53
<3> Kantine	-	-	-	-	-	-	-	-
<4> Küche in N	-	-	-	-	-	-	-	-
<5> Besprechun	-	-	-	-	-	-	-	-
<6> Hörsaal, A	-	-	-	-	-	-	-	-
<7> Einzelbüro	-	-	-	-	-	-	-	-
<8> Sonstige A	30	20	-	-	2	-	20	377

<9> Verkehrsfl	44	29	-	-	3	-	29	527
<10> Klassenzi	-	-	-	-	-	-	-	-

8.839 6.334 2.396 1.618 3.013 2.894 7.114 86.334

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

Zone	AB m ²	QI, p kWh/d	QI, fac kWh/d	QI, g kWh/d	QI kWh/d
<1> WC und Sanitär	401	-	-	0,0	0,0
<2> Lager, Technik	496	-	-	0,0	0,0
<3> Kantine	185	32,4	1,9	0,0	34,2
<4> Küche in NWG	54	3,0	97,3	0,0	100,4
<5> Besprechung	181	16,8	1,4	0,0	18,3
<6> Hörsaal, Auditorium	122	51,3	2,9	0,0	54,2
<7> Einzelbüro	103	3,1	4,4	0,0	7,5
<8> Sonstige Aufenthaltsräume	790	73,5	6,3	0,0	79,8
<9> Verkehrsflächen	941	-	-	0,0	0,0
<10> Klassenzimmer	1053	105,3	21,1	0,0	126,3

⇒ WE-Betrieb ...

<1> WC und Sanitär	-	-	0,0	0,0
<2> Lager, Technik	-	-	0,0	0,0
<3> Kantine	-	-	0,0	0,0
<4> Küche in NWG	-	-	0,0	0,0
<5> Besprechung	-	-	0,0	0,0
<6> Hörsaal, Auditorium	-	-	0,0	0,0
<7> Einzelbüro	-	-	0,0	0,0
<8> Sonstige Aufenthaltsräume	-	-	0,0	0,0
<9> Verkehrsflächen	-	-	0,0	0,0
<10> Klassenzimmer	-	-	0,0	0,0

ungeregelte Wärmeeinträge im Januar

Zone	Leuchtenabluft m ³ /hW	QI, L kWh/d	QI, h kWh/d	QI, w kWh/d	QI, rv kWh/d
<1> WC und Sanitär	0,0	8,3	0,2	6,6	0,0
<2> Lager, Technik	0,0	0,1	0,3	0,0	0,0
<3> Kantine	0,0	1,0	0,1	0,0	0,0
<4> Küche in NWG	0,0	73,7	0,0	3,2	0,0
<5> Besprechung	0,0	14,5	0,1	0,0	0,0
<6> Hörsaal, Auditorium	0,0	2,7	0,1	0,0	0,0

<7> Einzelbüro	0,0	6,1	0,1	0,0	0,0
<8> Sonstige Aufenthaltsräume	0,0	5,4	0,4	0,0	0,0
<9> Verkehrsflächen	0,0	8,2	0,5	0,0	0,0
<10> Klassenzimmer	0,0	7,6	0,6	0,0	0,0

A_B = Bezugsfläche für die internen Wärmequellen / -senken

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

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

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

Q_l = 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

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

6.0 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> WC und Sanitär	135	137	1108	265	17	0,064
<2> Lager, Technik	168	168	0	175	8	0,046
<3> Kantine	99	61	425	122	42	0,348
<4> Küche in NWG	33	19	1033	147	181	1,238
<5> Besprechung	81	62	292	106	39	0,372
<6> Hörsaal, Auditorium	24	40	394	80	57	0,712
<7> Einzelbüro	67	37	67	60	22	0,371
<8> Sonstige Aufenthaltsräume	230	238	888	347	97	0,281
<9> Verkehrsflächen	445	320	0	389	24	0,061
<10> Klassenzimmer	440	337	1242	530	170	0,322

Zone	C_{wirk} Wh/(m²K)	H W/K	τ h	a -	η -	η_{WE}
<1> WC und Sanitär	50	1380	14,53	1,91	0,995	1,000
<2> Lager, Technik	50	336	73,89	5,62	1,000	1,000
<3> Kantine	50	584	15,84	1,99	0,917	1,000
<4> Küche in NWG	50	1084	2,49	1,16	0,479	0,999
<5> Besprechung	50	435	20,82	2,30	0,933	1,000
<6> Hörsaal, Auditorium	50	457	13,35	1,83	0,750	1,000

<7> Einzelbüro	50	172	29,91	2,87	0,963	0,999
<8> Sonstige Aufenthaltsräume	50	1355	29,16	2,82	0,980	1,000
<9> Verkehrsflächen	50	764	61,56	4,85	1,000	1,000
<10> Klassenzimmer	50	2019	26,08	2,63	0,965	1,000

$\Sigma H_T = H_{T,D} + H_{T,S} + H_{T,iu}$ = Transmissionswärme-Transferkoeffizienten, $H_{T,iu}$ siehe Q_{sink}

ΣH_V = Lüftungswärme-Transferkoeffizienten aus Infiltration und Fensterlüftung

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

Q_{sink} = Summe der Wärmesenken aus Transmission und Lüftung in der Gebäudezone

Q_{source} = Summe der solaren und internen Wärmequellen in der Gebäudezone

$\gamma = Q_{source} / Q_{sink}$ = Verhältnis zwischen Wärmequellen und Wärmesenken

C_{wirk} = 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_{wirk} / 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

7.0 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
	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	20,3	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,0	19,9
$T_{i, 2}$	°C	20,1	20,2	20,3	20,5	20,7	20,8	20,9	20,9	20,7	20,5	20,3	20,1
$T_{i, 3}$	°C	19,5	19,5	19,8	20,1	20,5	20,7	20,8	20,8	20,5	20,1	19,7	19,5
$T_{i, 4}$	°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
$T_{i, 5}$	°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
$T_{i, 6}$	°C	19,8	19,8	20,0	20,3	20,6	20,7	20,9	20,9	20,6	20,3	20,0	19,8
$T_{i, 7}$	°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
$T_{i, 8}$	°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	20,1	20,1	20,2	20,5	20,7	20,8	20,9	20,9	20,7	20,5	20,2	20,1
$T_{i, 10}$	°C	19,5	19,6	19,8	20,1	20,5	20,7	20,9	20,8	20,5	20,2	19,8	19,5

⇒ WE-Betrieb ...

$T_{i,1}$	°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
$T_{i,2}$	°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
$T_{i,3}$	°C	17,4	17,6	18,1	18,9	19,8	20,2	20,6	20,6	19,8	19,0	18,0	17,4
$T_{i,4}$	°C	17,4	17,6	18,1	18,9	19,8	20,2	20,6	20,6	19,8	18,9	17,9	17,4
$T_{i,5}$	°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
$T_{i,6}$	°C	17,8	18,0	18,4	19,1	19,9	20,3	20,7	20,6	19,9	19,2	18,3	17,8
$T_{i,7}$	°C	17,4	17,5	18,0	18,9	19,7	20,2	20,6	20,6	19,8	18,9	17,9	17,3
$T_{i,8}$	°C	17,7	17,8	18,3	19,1	19,9	20,3	20,7	20,6	19,9	19,1	18,2	17,7
$T_{i,9}$	°C	17,4	17,6	18,1	18,9	19,8	20,2	20,6	20,6	19,8	18,9	18,0	17,4
$T_{i,10}$	°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

7.1 Zone <1> WC und Sanitär

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,957	0,977	0,993	0,995	0,995	0,994	0,988	0,772
$\eta_{\text{source,WE}}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,954
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	196	348	344	355	355	321	355	3.229
t_h	h	298	744	720	744	744	672	744	5.456
$Q_{h,b,RE}$	kWh	390	2.295	4.082	5.381	5.257	4.450	3.814	27.851
$Q_{h,b,WE}$	kWh	10	97	331	485	474	386	279	2.091
Q_T	kWh	589	1.045	1.487	1.827	1.818	1.568	1.482	12.259
Q_V	kWh	309	1.786	3.292	4.398	4.292	3.631	3.100	19.291
Q_S^*	kWh	210	131	55	32	55	74	175	1.902
Q_I^*	kWh	288	309	310	326	324	289	315	2.884

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

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

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

solare Warmegewinne $Q_S^* = Q_S \cdot \eta$ und interne Warmegewinne $Q_I^* = Q_I \cdot \eta$

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

7.2 Zone <2> Lager, Technik

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 20,1 \text{ °C}$ 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}		0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,997
$\eta_{source, WE}$		0,996	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,980
$\Delta Q_{C, b, WE}$	kWh	251	440	426	440	440	397	440	4.044
t_h	h	520	744	720	744	744	672	744	7.771
$Q_{h, b, RE}$	kWh	941	2.014	2.991	3.644	3.542	3.087	2.796	22.941
$Q_{h, b, WE}$	kWh	1	167	587	828	782	663	477	3.622
Q_T	kWh	740	1.312	1.866	2.294	2.282	1.969	1.860	15.391
Q_V	kWh	741	1.315	1.870	2.298	2.286	1.972	1.863	15.418
Q_S^*	kWh	535	440	152	112	235	184	443	4.505
Q_I^*	kWh	4	6	9	12	11	9	8	77

7.3 Zone <3> Kantine

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,5 \text{ °C}$ und $Q_I = 34,2 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,4 \text{ °C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,487	0,752	0,890	0,928	0,917	0,906	0,829	0,644
$\eta_{source, WE}$		0,710	0,987	1,000	1,000	1,000	1,000	0,995	0,743
$\Delta Q_{C, b, WE}$	kWh	152	285	159	164	164	148	164	1.812
t_h	h	-	510	720	744	744	672	744	4.580
$Q_{h, b, RE}$	kWh	-	605	1.295	1.859	1.763	1.461	1.053	8.452
$Q_{h, b, WE}$	kWh	-	-	207	320	287	230	88	1.132
Q_T	kWh	424	752	1.070	1.315	1.308	1.129	1.066	8.824
Q_V	kWh	103	675	1.256	1.684	1.639	1.386	1.178	7.247

Q _S [*]	kWh	391	394	177	119	209	213	487	3.919
Q _I [*]	kWh	350	561	647	700	688	612	617	5.638

7.4 Zone <4> Küche in NWG

Regelbetrieb (82,2%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 20,0$ °C und $Q_I = 100,4$ kWh/d

Wochenendbetrieb (17,8%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,4$ °C und $Q_I = 0,0$ kWh/d

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,048	0,250	0,417	0,488	0,479	0,461	0,387	0,242
$\eta_{source,WE}$		0,631	0,934	1,000	1,000	0,999	1,000	0,982	0,772
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	26	49	46	48	48	43	72	440
t_h	h	-	249	683	744	744	657	612	3.885
Q _{h,b,RE}	kWh	-	280	983	1.594	1.521	1.227	851	6.675
Q _{h,b,WE}	kWh	-	-	19	39	27	24	-	109
Q _T	kWh	148	262	373	458	456	393	372	3.075
Q _V	kWh	-58	1.197	2.492	3.420	3.327	2.791	2.302	12.325
Q _S [*]	kWh	40	83	40	33	70	52	109	639
Q _I [*]	kWh	210	1.127	1.823	2.212	2.165	1.882	1.745	12.768

7.5 Zone <5> Besprechung

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9$ °C und $Q_I = 18,3$ 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}		0,500	0,783	0,911	0,942	0,933	0,927	0,860	0,665
$\eta_{source,WE}$		0,766	0,992	1,000	1,000	1,000	1,000	0,998	0,792
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	134	250	155	160	160	145	160	1.639
t_h	h	-	510	720	744	744	672	744	4.627
Q _{h,b,RE}	kWh	-	506	1.085	1.538	1.465	1.228	893	7.084
Q _{h,b,WE}	kWh	-	-	169	265	235	193	71	933
Q _T	kWh	354	629	894	1.099	1.093	943	891	7.373
Q _V	kWh	184	653	1.126	1.477	1.447	1.230	1.075	7.219

Q _S [*]	kWh	331	348	148	106	187	171	409	3.184
Q _I [*]	kWh	333	543	618	667	653	580	593	5.420

7.6 Zone <6> Hörsaal, Auditorium

Regelbetrieb (41,1%)

 mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,8\text{ °C}$ und $Q_I = 54,2\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (58,9%)

 mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,8\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,252	0,506	0,690	0,757	0,750	0,734	0,664	0,468
$\eta_{source,WE}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	55	98	105	108	108	98	108	911
t_h	h	424	625	720	744	744	672	744	6.993
Q _{h,b,RE}	kWh	-	107	320	496	476	388	283	2.160
Q _{h,b,WE}	kWh	55	99	176	236	235	198	171	1.400
Q _T	kWh	101	179	254	312	311	268	253	2.096
Q _V	kWh	68	395	727	971	946	801	683	4.260
Q _S [*]	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q _I [*]	kWh	177	368	486	551	546	482	483	3.998

7.7 Zone <7> Einzelbüro

Regelbetrieb (68,5%)

 mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9\text{ °C}$ und $Q_I = 7,5\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

 mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,4\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,558	0,832	0,959	0,978	0,963	0,963	0,888	0,704
$\eta_{source,WE}$		0,574	0,908	1,000	1,000	0,999	0,999	0,970	0,748
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	101	186	88	91	91	82	91	1.084
t_h	h	143	510	720	744	744	672	744	4.965
Q _{h,b,RE}	kWh	31	299	652	906	813	704	467	4.107
Q _{h,b,WE}	kWh	-	-	142	218	174	154	42	729
Q _T	kWh	294	522	742	912	908	783	740	6.122
Q _V	kWh	133	311	488	622	613	525	476	3.551

Q _S [*]	kWh	336	418	167	125	254	197	449	3.265
Q _I [*]	kWh	157	242	270	285	281	253	258	2.405

7.8 Zone <8> Sonstige Aufenthaltsräume

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9$ °C und $Q_I = 79,8$ kWh/d

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,669	0,901	0,971	0,983	0,980	0,978	0,952	0,784
$\eta_{source,WE}$		0,981	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,893
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	427	792	678	700	700	632	700	6.266
t_h	h	59	510	720	744	744	672	744	4.686
Q _{h,b,RE}	kWh	95	1.995	4.073	5.549	5.351	4.522	3.574	26.729
Q _{h,b,WE}	kWh	-	-	401	673	609	492	199	2.374
Q _T	kWh	1.011	1.793	2.549	3.133	3.118	2.689	2.541	21.024
Q _V	kWh	744	2.311	3.890	5.062	4.970	4.230	3.732	25.784
Q _S [*]	kWh	782	700	270	190	356	319	793	7.228
Q _I [*]	kWh	1.160	1.627	1.713	1.810	1.787	1.597	1.710	16.629

7.9 Zone <9> Verkehrsflächen

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,4$ °C und $Q_I = 0,0$ kWh/d

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,994	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,913
$\eta_{source,WE}$		0,978	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,874
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	900	834	807	834	834	753	834	8.410
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	6.651
Q _{h,b,RE}	kWh	2.069	4.216	6.440	7.944	7.773	6.658	5.860	46.457
Q _{h,b,WE}	kWh	-	521	1.473	2.047	1.961	1.617	1.156	8.890
Q _T	kWh	1.954	3.466	4.929	6.058	6.028	5.199	4.913	40.650
Q _V	kWh	1.406	2.494	3.547	4.359	4.337	3.741	3.535	29.250

Q _S [*]	kWh	1.588	1.066	405	249	458	523	1.278	14.811
Q _I [*]	kWh	146	165	183	211	190	156	156	1.744

7.10 Zone <10> Klassenzimmer

Regelbetrieb (54,8%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,5\text{ °C}$ und $Q_I = 126,3\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (45,2%)

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}		0,640	0,831	0,952	0,972	0,965	0,960	0,905	0,723
$\eta_{source,WE}$		0,722	0,991	1,000	1,000	1,000	1,000	0,997	0,752
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	1.067	932	902	932	932	842	932	10.576
t_h	h	520	744	720	744	744	672	744	7.793
Q _{h,b,RE}	kWh	121	1.993	4.715	6.544	6.206	5.198	3.773	30.507
Q _{h,b,WE}	kWh	-	51	1.575	2.340	2.102	1.714	741	8.522
Q _T	kWh	1.871	3.319	4.720	5.801	5.772	4.979	4.704	38.923
Q _V	kWh	890	2.727	4.572	5.947	5.831	4.966	4.384	30.423
Q _S [*]	kWh	2.255	2.118	888	605	1.082	1.063	2.536	20.782
Q _I [*]	kWh	1.392	1.884	2.115	2.259	2.214	1.970	2.038	19.236

7.11 Summe Heizwärmebedarf

	Q _T	Q _V	Q _S [*]	Q _I [*]	Q _{h,b}	Q _{h,b}
	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/(m²a)
<1> WC und Sanitär	12.259	19.291	1.902	2.884	29.942	74,7
<2> Lager, Technik	15.391	15.418	4.505	77	26.564	53,5
<3> Kantine	8.824	7.247	3.919	5.638	9.584	51,8
<4> Küche in NWG	3.075	12.325	639	12.768	6.784	125,5
<5> Besprechung	7.373	7.219	3.184	5.420	8.017	44,3
<6> Hörsaal, Audito	2.096	4.260	-	3.998	3.560	29,1
<7> Einzelbüro	6.122	3.551	3.265	2.405	4.836	47,0
<8> Sonstige Aufenth	21.024	25.784	7.228	16.629	29.103	36,8
<9> Verkehrsflächen	40.650	29.250	14.811	1.745	55.347	58,8
<10> Klassenzimmer	38.923	30.423	20.782	19.236	39.029	37,1
	155.735	154.768	60.234	70.799	212.765	49,2

9.0 RLT-Systeme (DIN V 18599-3)
9.1 Gewählte RLT-Anlagen

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

Zone	Feuchteanf.	No Anlage	Komponenten	$\theta_{\text{SUP, Jan}}$ °C
<1> WC und Sanitär	-	203 RLT-Anlage	VE rec75	15,2
<3> Kantine	mT	203 RLT-Anlage	VE rec75	15,2
<4> Küche in NWG	mT	203 RLT-Anlage	VE rec75	15,2
<5> Besprechung	mT	203 RLT-Anlage	VE rec75	15,2
<6> Hörsaal, Auditorium	mT	203 RLT-Anlage	VE rec75	15,2
<7> Einzelbüro	mT	203 RLT-Anlage	VE rec75	15,2
<8> Sonstige Aufenthaltsräume	mT	203 RLT-Anlage	VE rec75	15,2
<10> Klassenzimmer	mT	203 RLT-Anlage	VE rec75	15,2

 Zone <1> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 6016 / 6016\text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec75

 Zone <3> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 3330 / 3330\text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec75

 Zone <4> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 4867 / 4867\text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec75

 Zone <5> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 1585 / 1585\text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec75

 Zone <6> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 2320 / 2320\text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec75

 Zone <7> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 365 / 365\text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec75

 Zone <8> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 4820 / 4820\text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec75

 Zone <10> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 9739 / 9739\text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec75

Feuchteanforderung mT / oT = mit / 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

9.2 Strombedarf der Ventilatoren

	$V_{\text{mech, m}}$ m ³ /h	$t_v \cdot d_v$ h/m	PV, SUP kW	PV, ETA kW	WV, Jan kWh
<1> WC und Sanitär	6016	276	2,51	1,67	1.154
<3> Kantine	3330	191	1,39	0,93	442
<4> Küche in NWG	4867	382	2,03	1,35	1.293
<5> Besprechung	1585	276	0,66	0,44	304
<6> Hörsaal, Auditorium	2320	153	0,97	0,64	246
<7> Einzelbüro	365	276	0,15	0,10	70

<8> Sonstige Aufenthaltsraum	4820	276	2,01	1,34	925
<10> Klassenzimmer	9739	153	4,06	2,71	1.035

 monatliche Werte W_V [kWh]

	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
<1> WC und Sani	1.117	1.154	1.117	1.154	1.154	1.042	1.154	13.587
<3> Kantine	428	442	428	442	442	400	442	5.209
<4> Küche in NW	1.251	1.293	1.251	1.293	1.293	1.168	1.293	15.224
<5> Besprechung	294	304	294	304	304	275	304	3.581
<6> Hörsaal, Au	238	246	238	246	246	223	246	2.902
<7> Einzelbüro	68	70	68	70	70	63	70	825
<8> Sonstige Au	895	925	895	925	925	835	925	10.886
<10> Klassenzim	1.001	1.035	1.001	1.035	1.035	935	1.035	12.182
	5.293	5.469	5.293	5.469	5.469	4.940	5.469	64.397

 $V_{\text{mech,m}} = \text{Zuluft- / Abluft-Volumenstrom, Regelwert} = \text{Luftwechselzahl} \cdot \text{Luftvolumen}$
 $t_V \cdot d_V = \text{monatliche Betriebsstunden der RLT-Anlage} = h/\text{Tag} \cdot \text{Tage} \cdot \text{Nutzungsanteil im Regelbetrieb}$
 $P_{V,\text{SUP}} / P_{V,\text{ETA}} = \text{elektrische Leistungsaufnahme [kW] der Zuluft- und Abluft-Ventilatoren}$
 $W_V = \text{Endenergiebedarf für die Luftförderung im Betrachtungsmonat (Hilfsenergie)}$

9.3 Zuluftkonditionierung (DIN V 18599-3)

eine Luftkonditionierung ist nicht vorgesehen

9.4 Energiebedarf für Zuluftvorwärmung

nicht vorgesehen

9.5 Energiebedarf für Zuluftkühlung

nicht vorgesehen

Dampfbefeuchtung

nicht vorgesehen

10.0 Beleuchtungssysteme (DIN V 18599-4)

10.1 Tageslichtbereiche

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden (9), mit Dachoberlichtern (1)

Bezüge siehe DIN V 18599-4

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

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden

Tageslichtbereich	Zone	E_m lx	ATL m ²	ARB m ²	Tageslicht	CTL %
1 <1> WC und Sanitär » N-	N-O 1	200	46,8	18,7	gut	94
2 <2> Lager, Technik » S-	S-O 2	100	198,8	41,4	mittel	83
3 <3> Kantine » N-W	N-W 3	200	116,8	53,8	gut	95
4 <4> Küche in NWG » S-O	S-O 4	500	54,1	16,2	gut	78
5 <5> Besprechung » S-W	S-W 5	500	83,7	39,1	gut	85
6 <7> Einzelbüro » S-O	S-O 7	500	102,9	37,0	gut	81
7 <8> Sonstige Aufenthalts	S-O 8	300	286,2	130,0	gut	91
8 <9> Verkehrsflächen » S	S-O 9	100	389,4	154,8	gut	91
10 <10> Klassenzimmer » S-	S-W 10	300	808,9	243,2	gut	88

Tageslichtbereiche mit Dachoberlichtern

Tageslichtbereich	Zone	E_m lx	ATL m ²	ARB m ²	Tageslicht	CTL %
9 <9> Verkehrsflächen »	9	100	551,8	30,6	keine	83

tageslichtversorgte Flächen nach Zonen

Zone	ANGF [m ²]	ATL [m ²]	AKTL [m ²]
<1> WC und Sanitär	401	47	354
<2> Lager, Technik	496	199	298
<3> Kantine	185	117	68
<4> Küche in NWG	54	54	0
<5> Besprechung	181	84	97
<6> Hörsaal, Auditorium	122	-	122
<7> Einzelbüro	103	103	0
<8> Sonstige Aufenthaltsr	790	286	504
<9> Verkehrsflächen	941	941	0
<10> Klassenzimmer	1053	809	244

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

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

ARB = Fensterfläche (Rohbaumaße), E_m = Wartungswert der Beleuchtungsstärke (Zonenrandbedingung)

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

bei Dachoberlichtern $D_j = D_a \cdot \tau_{D65} \cdot k \cdot ARB / ATL \cdot \eta_R$ (Gl. 35), mit D_a = Außentageslichtquotient nach Tab.17, η_R =

Raumwirkungsgrad nach Tab. 18 / 19

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

CTL bei Dachoberlichtern nach Tab.23/24, abhängig von der Dachneigung und Flächenorientierung

10.2 Teilbetriebsfaktoren Tageslicht

Bereich		CTL	CTL, kon	FTL	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun
					%	%	%	%	%	%
1 <1> WC und Sanitär	1	94	60	52	45	40	37	35	34	
2 <2> Lager, Technik	2	83	55	61	56	52	49	47	47	
3 <3> Kantine » N-W	3	95	60	51	45	39	36	34	33	
4 <4> Küche in NWG »	4	78	52	65	60	57	54	53	52	
5 <5> Besprechung »	5	85	57	59	53	48	46	44	43	
6 <7> Einzelbüro » S	7	81	57	61	55	51	48	46	46	
7 <8> Sonstige Außen	8	91	60	54	47	42	39	37	36	
8 <9> Verkehrsfläche	9	91	60	54	47	42	39	37	36	
9 <9> Verkehrsfläche	9	83	50	69	62	56	52	49	49	
10 <10> Klassenzimmer	10	88	70	48	40	35	31	29	28	

Kontrollsystem(e): manuell (REF), autark nicht ausschaltend

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

FTL = Teilbetriebsfaktoren Tageslicht (Betriebszeitanteil Kunstlicht) nach Gl.39

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

10.3 Kunstlichtversorgung

elektrische Anschlussleistung für Kunstlichtbereiche (10)

Tabellenverfahren, monatlich berechnet (Januar)

Bereich	Zone	Em	Lampen	p _j	f _{Prä}	t _{T, TL}	t _{T, KTL}	t _N	Q _{1, b}
		lx		W/m ²		h/m	h/a	h/a	kWh/m
1 <1> WC und Sanitä	1	200	9-1-1	3,6	0,55	62	1399	114	177
2 <2> Sonstige Aufe	2	100	9-1-1	1,3	0,07	9	175	14	3
3 <3> Verkehrsfläch	3	200	9-1-1	2,3	1,00	76	1750	0	20
4 <4> Lager, Techni	4	500	9-1-1	12,7	1,00	133	2411	1489	1880
5 <5> Klassenzimmer	5	500	9-1-1	6,6	0,75	96	1907	155	308
6 <6> Besprechung	6	500	9-1-1	5,4	0,88	0	1232	81	50
7 <7> Hörsaal, Audi	7	500	9-1-1	7,2	0,85	0	2162	176	186
8 <8> Einzelbüro	8	300	9-1-1	4,0	0,75	87	1907	155	114
9 <9> Kantine	9	100	9-1-1	1,8	0,60	82	1526	124	174
10 <10> Küche in NWG	10	300	9-1-1	3,6	0,88	50	1225	0	144

3056

9-1-1 (0,49): LED-Leuchten, Vorschaltgerät EVG elektronisch, direkt, $A_{KL} = 3.882 \text{ m}^2$

Präsenzmelder: Zonen 1/3/, Konstantlichtregelung: nein

10.4 Endenergiebedarf für Beleuchtung $Q_{l,f}$

Zone	Sep kWh	Okt kWh	Nov kWh	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Jahr kWh
<1> WC und San	169	176	172	179	177	159	175	2.063
<2> Lager, Tec	2	3	3	3	3	2	2	29
<3> Kantine	16	18	21	25	20	16	16	199
<4> Küche in N	1.808	1.875	1.822	1.891	1.880	1.691	1.868	22.031
<5> Besprechun	289	303	299	316	308	273	299	3.541
<6> Hörsaal, A	34	35	34	35	35	32	35	411
<7> Einzelbüro	126	130	126	130	130	117	130	1.530
<8> Sonstige A	91	105	114	133	114	92	92	1.156
<9> Verkehrsfl	143	158	170	194	174	143	145	1.789
<10> Klassenzi	94	113	131	159	130	98	95	1.216
	2.772	2.917	2.891	3.064	2.970	2.623	2.856	33.967

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 / Beleuchtung vert. Flächen

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

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

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

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

11.0 Klimakältesysteme (DIN V 18599-7)

11.1 Kühlenergiebedarf

Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (Kühlbilanz)

Betrachtungsmonat Juli

Zone	Q_{sink}	Q_{source}	γ	c_{wirk}	τ	η
<1> WC und Sanitär	20	28	1,443	50,000	14,53	0,532
<2> Lager, Technik	24	13	0,557	50,000	73,89	0,983
<3> Kantine	11	64	5,536	50,000	15,84	0,176
<4> Küche in NWG	4	183	49,086	50,000	2,49	0,020
<5> Besprechung	10	51	4,917	50,000	20,82	0,199
<6> Hörsaal, Auditorium	5	57	12,491	50,000	13,35	0,079
<7> Einzelbüro	8	27	3,594	50,000	29,91	0,273
<8> Sonstige Aufenthaltsräume	34	119	3,536	50,000	29,16	0,277
<9> Verkehrsflächen	55	85	1,542	50,000	61,56	0,618

<10> Klassenzimmer	56	264	4,717	50,000	26,08	0,209
--------------------	----	-----	-------	--------	-------	-------

Kühlenergiebedarf

Zone	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Apr kWh	Mai kWh	Jun kWh	Jahr kWh
------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	-------------

⇒ $Q_{C,b}$ (Raumklima)

<1> WC und San	1	1	2	5	23	168	502	2.651
<2> Lager, Tec	-	-	-	-	-	-	1	8
<3> Kantine	51	63	65	167	497	920	1.326	7.318
<4> Küche in N	2.229	2.292	2.131	2.776	3.538	4.753	5.479	46.075
<5> Besprechun	41	52	51	133	386	643	923	5.455
<6> Hörsaal, A	169	174	169	242	378	657	826	5.796
<7> Einzelbüro	8	16	14	66	268	254	371	2.434
<8> Sonstige A	31	39	41	113	455	1.096	1.877	10.269
<9> Verkehrsfl	-	-	-	-	9	64	306	1.429
<10> Klassenzi	66	89	95	337	1.364	2.463	3.650	19.727

Kühlenergiebedarf der Raumklimasysteme $Q_{C,b}$

$Q_{C,b} = (1 - \eta) \cdot Q_{\text{source}}$ mit $Q_{\text{source}} = (Q_T + Q_V + Q_S + Q_I)_{\text{source}}$ (T2, Gl.2, nur Regelbetrieb)

berechnet mit $\theta_{i,c} = \theta_{i,c,\text{soll}} - 2\text{K}$ (T2 Gl.39), c_{wirk} und Zeitkonstante τ siehe Abschnitt 6.0

11.2 Maximal erforderliche Kälteleistung $Q_{C,\text{max}}$

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

Zone	$t_{c, \text{op}, d}$ h/d	$Q_{C, \text{max}, \text{Juli}}$ kW	$Q_{C, \text{max}, \text{Sept}}$ kW	techn. gekühlt
<1> WC und Sanitär	13	4,6	-1,7	nein
<2> Lager, Technik	13	4,7	3,7	nein
<3> Kantine	9	13,1	8,8	ja
<4> Küche in NWG	15	14,8	11,7	ja
<5> Besprechung	13	8,5	6,6	ja
<6> Hörsaal, Auditorium	12	5,2	3,4	ja
<7> Einzelbüro	13	6,2	6,2	ja
<8> Sonstige Aufenthaltsräume	13	17,9	12,2	ja
<9> Verkehrsflächen	13	18,6	11,2	nein
<10> Klassenzimmer	9	52,9	38,4	ja
		146,5	100,5	

$Q_{C,\text{max}} = 0.8 \cdot (Q_{\text{source}} - Q_{\text{sink}}) \cdot (1 + 0.3 \cdot \text{EXP}(-\tau/120)) - c_{\text{wirk}}/60 \cdot (\Delta\theta - 2) + c_{\text{wirk}}/40 \cdot (12 / t_{c-1})$ (T2, C.1)

mit $t_{c,op,d}$ = tägliche Betriebsdauer der Kühlanlage und $\Delta\theta$ = zul. Temperaturschwankung, Regelwert = 2K

11.5 <3> Kantine

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 18/20 (Bauteilaktivierung) (2.488 m²)

<3> Kantine

<4> Küche in NWG

<5> Besprechung

<6> Hörsaal Auditorium

<7> Einzelbüro

<8> Sonstige Aufenthaltsräume

<10> Klassenzimmer

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

$\eta = (4 - \eta_{c,ce} - \eta_{c,ce,sens} - \eta_{c,d}) = 4 - 0,9 - 1,0 - 1,0 = 1,100$ (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	2.595	2.725	2.565	3.835	6.885	10.787	14.453	97.073
$Q_{c,outg}$	kWh	2.855	2.997	2.822	4.218	7.573	11.865	15.898	106.781
$t_{c,op}$	h	191	191	173	191	185	191	185	2.250

Hilfsenergiebedarf

Sekundärventilatoren zur Raumkühlung nicht vorgesehen

Kälteverteilung:

Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 95,2$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$W_{Z,d}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-

Kälteerzeugung

Kältespeicherung: Speicherverluste $Q_{C,s}$ Eisspeicher mit Wetterprognoseregulierung

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,s}$	kWh	29	30	28	42	76	119	159	1.068

Kältemaschine: (227) 95,2 kW wassergekühlte Kompressionskältemaschine, Kältemittel R410A, Verdunstungsrückkühler, Kaltwasseraustrittstemperatur 14 °C (KKM), , EER = 4,62 mit $f_{C,B} = 1,1$ (Baujahr 2025), variable Kühlwassermenge, spezifischer Energiebedarf des Rückkühlers $q_{R,el} = 0,030$ kW/kW (Gl.52)

Teillast-Kennwerte PLV_{AV} und Nutzungsfaktoren für den Rückkühler f_R nach Zonen, Tabellenwerte aus Anhang A:

Kennwerttabellen für Nutzungsart "Klassenzimmer (Schulen)"

<3> Kantine, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 0$

<4> Küche in NWG, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 0$

<5> Besprechung, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 0$

<6> Hörsaal, Auditorium, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 0$

<7> Einzelbüro, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 0$

<8> Sonstige Aufenthaltsräume, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 0$

<10> Klassenzimmer, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 0$

Betriebszeit der Rückkühlung $t_{R,op}$ nach Gl.58 (Maximum aus RLT- und Raumkühlung)

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

Endenergie Rückkühlung $W_{C,f,R,el} = Q'_{C,outg} * (1 + 1 / EER) * q_{R,el} * f_{R,av} * t_{R,op}$ (Gl.52), $f_{R,av,i.M.} = 0,00$

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

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,outg}$	kWh	2.855	2.997	2.822	4.218	7.573	11.865	15.898	106.781
$Q_{C,s}$	kWh	29	30	28	42	76	119	159	1.068
$Q_{C,f,el}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
$t_{R,op}$	h/m	191	191	173	191	185	191	185	2.250
$W_{C,f,R,el}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-

Regenerativer Anteil $Q_{C,reg} = + 106.781 = 106.781$ kWh/a (100,0 %)

11.6 <4> Küche in NWG

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<3> Kantine"

11.7 <5> Besprechung

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<3> Kantine"

11.8 <6> Hörsaal, Auditorium

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<3> Kantine"

11.9 <7> Einzelbüro

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<3> Kantine"

11.10 <8> Sonstige Aufenthaltsräume

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<3> Kantine"

11.12 <10> Klassenzimmer

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<3> Kantine"

12.0 Warmwassersysteme (DIN V 18599-8)

12.1 Nutzenergiebedarf Warmwasser

Zone	Nutzung	q _{w, b} kWh/d je	Menge	Q _{w, b, Jan} kWh/M	
<1> WC und Sanitär	Sportanlage mit	1,800 Person	50	1.911	a
<2> Lager, Technik	nicht relevant			-	
<3> Kantine	nicht relevant			-	
<4> Küche in NWG	Gewerbeküchen	0,400 Menü	180	1.835	a
<5> Besprechung	nicht relevant			-	
<6> Hörsaal, Auditor	nicht relevant			-	
<7> Einzelbüro	nicht relevant			-	
<8> Sonstige Aufenha	nicht relevant			-	
<9> Verkehrsflächen	nicht relevant			-	
<10> Klassenzimmer	nicht relevant			-	

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

a)

12.2 Eingesetzte Warmwassersysteme

Versorgungsbereich	Zonen(n)	fZapf	Q _{w, b} kWh/Jahr
1 zentrale WW-Versorgung	1/	1,00	22.500
2 zentrale WW-Versorgung	4/	1,00	21.600
3			

12.3 Verteilungsnetze

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1

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 = 0,21 m³/h, Δp = 18,7 kPa, P_{hydr} = 1,106 kPa*m³/h, e_{w,d,aux} = 16,6

Elektrische Leistungsaufnahme P_p = unbekannt, geregelt, bedarfsorientiert

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 4

Verteilssystem: Leitungslängen nach DIN V 18599-8:2018, Zirkulationsbetrieb an z = 13,0 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 = 0,27 m³/h, Δp = 16,3 kPa, P_{hydr} = 1,244 kPa*m³/h, e_{w,d,aux} = 15,7

Elektrische Leistungsaufnahme P_p = unbekannt, geregelt, bedarfsorientiert

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Stichtlg. (St)
(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1			
Leitungslängen l _i	80 m	3 m	85 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) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 4			
Leitungslängen l _i	104 m	3 m	21 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	20,0 °C	20,0 °C
---------------------------------------	---------	---------	---------

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

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1

Q _{W, b}	kWh	1.849	1.911	1.849	1.911	1.911	1.726	1.911	22.500
-------------------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

Q _{W, d, V}	kWh	414	427	414	427	427	386	427	5.033
----------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

Q _{W, d, S}	kWh	16	16	16	17	17	15	17	194
----------------------	-----	----	----	----	----	----	----	----	-----

Q _{W, d, St}	kWh	131	138	137	144	144	129	141	1.627
-----------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

Q _{W, d}	kWh	560	582	567	588	588	530	585	6.854
-------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

W _{W, d}	kWh	4	4	4	4	4	4	4	51
-------------------	-----	---	---	---	---	---	---	---	----

Q _{I, w, d}	kWh	147	155	153	160	160	144	158	1.821
----------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

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

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 4

Q _{W, b}	kWh	1.775	1.835	1.775	1.835	1.835	1.657	1.835	21.600
-------------------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

Q _{W, d, V}	kWh	717	741	717	741	741	669	741	8.720
----------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

Q _{W, d, S}	kWh	21	22	22	23	23	20	22	262
----------------------	-----	----	----	----	----	----	----	----	-----

Q _{W, d, St}	kWh	39	41	41	43	43	38	42	487
-----------------------	-----	----	----	----	----	----	----	----	-----

Q _{W, d}	kWh	777	804	779	806	806	728	805	9.469
-------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

W _{W, d}	kWh	6	6	6	6	6	6	6	76
-------------------	-----	---	---	---	---	---	---	---	----

Q _{I, w, d}	kWh	61	64	63	65	65	59	65	749
----------------------	-----	----	----	----	----	----	----	----	-----

 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} = unregelmäßige Wärmeeinträge durch die WW-Verteilung, siehe "interne Wärmegewinne"

W_{W, d} = Hilfsenergiebedarf der Zirkulationspumpe

12.4 Warmwasserspeicher

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1

indirekt beheizter Speicher nach 1994, Speichervolumen V = 750 Liter

 Bereitschafts-Wärmeverlust Q_{S, P0, day} = 2,3 kWh/d (T8 Gl. 26-30)

Umgebungstemperatur am Aufstellort = Bilanzinnentemperatur

 Speicher-Wärmeverlust Q_{W, S} = f_{con} * (55-Tu)/45 * d_{op, mth} * Q_{S, P0, day} mit f_{con} = 1,2 (Gl.25)

Speicherladepumpe mit $P_p = 109 \text{ W}$, Hilfsenergiebedarf $W_{W,S}$

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 4

indirekt beheizter Speicher nach 1994, Speichervolumen $V = 250 \text{ Liter}$

Bereitschafts-Wärmeverlust $Q_{S,P0,day} = 1,4 \text{ kWh/d}$ (T8 Gl. 26-30)

Umgebungstemperatur am Aufstellort = Bilanzinnentemperatur

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

Speicherladepumpe mit $P_p = 47 \text{ W}$, 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 1

$Q_{W, outg}$	kWh	2.410	2.493	2.416	2.499	2.499	2.256	2.496	29.354
$Q_{W, s}$	kWh	43	45	44	46	46	41	45	530
$W_{W, s}$	kWh	12	13	12	13	13	11	13	149
$Q_{I, w, s}$	kWh	43	45	44	46	46	41	45	530

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

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 4

$Q_{W, outg}$	kWh	2.553	2.639	2.555	2.640	2.640	2.385	2.640	31.068
$Q_{W, s}$	kWh	33	34	33	34	34	31	34	401
$W_{W, s}$	kWh	6	6	6	6	6	5	6	68
$Q_{I, w, s}$	kWh	33	34	33	34	34	31	34	401

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

12.5 Solaranlage zur Trinkwassererwärmung

nicht vorgesehen

12.6 Nutzwärmebedarf der Warmwassererzeugung

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

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1

$Q_{W, outg}$	kWh	2.453	2.538	2.460	2.544	2.544	2.298	2.542	29.884
---------------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 4

$Q_{W, outg}$	kWh	2.585	2.673	2.588	2.675	2.675	2.416	2.674	31.469
---------------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

12.7 Wärmepumpen zur Trinkwassererwärmung

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1

Wärmepumpe 1, Sole-Wasser WP Vissmann VITOCAL 300-G PRO DS180 für Heizung und WW, 282,6 kW

Energieträger eco-Strom, maximale Laufzeit 20 h/d, Vorrangschaltung für WW

Leistungszahl im Prüfstand COP = 4,49 bei S0/W35

Die Leistungszahlen (COP) werden für die Vorlauftemperatur 55°C und für monatsmittlere

Soletemperaturen (Erdsonde, Tab.32) korrigiert

COP-Koeffizienten durch Inter- / Extrapolation aus tabellierten Werten (Normwerte / Herstellerangaben)

Jahresarbeitszahl $SPF_{w,gen,a} = 29884/(9693+0+165) = 3,03$ (Gl.89)

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 4

Wärmepumpe 1, Sole-Wasser WP Vissmann VITOCAL 300-G PRO DS180 für Heizung und WW, 282,6 kW

Energieträger eco-Strom, maximale Laufzeit 20 h/d, Vorrangschaltung für WW

Leistungszahl im Prüfstand COP = 4,49 bei S0/W35

Die Leistungszahlen (COP) werden für die Vorlauftemperatur 55°C und für monatsmittlere

Soletemperaturen (Erdsonde, Tab.32) korrigiert

COP-Koeffizienten durch Inter- / Extrapolation aus tabellierten Werten (Normwerte / Herstellerangaben)

Jahresarbeitszahl $SPF_{w,gen,a} = 31469/(10207+0+173) = 3,03$ (Gl.89)

Nutzwärmeabgabe für Trinkwarmwasserbereitung $Q_{w,outg} = Q_{w,b} + Q_{w,d} + Q_{w,s} - Q_{w,sol}$ monatlich

$Q_{w,f}$ = Endenergiebedarf und $W_{w,gen}$ = Hilfsendenergiebedarf der Wärmepumpe

COP = Leistungszahl der WP, $t_{w,gen}$ = Laufzeit, $Q_{w,in}$ = verwendete Umweltwärme (Gl.80)

$Q_{w,f,hu}$ = Nutzwärmebedarf der Nachheizung

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

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1, Jahresarbeitszahl_{WW} = 3,03

$Q_{w,outg}$	kWh	2.453	2.538	2.460	2.544	2.544	2.298	2.542	29.884
COP		3,13	3,08	3,03	2,99	3,00	3,01	3,03	
$t_{w,gen}$	h/d	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	

$Q_{w,f}$	kWh	783	823	813	851	849	764	838	9.693
$Q_{w,in}$	kWh	1.670	1.715	1.647	1.694	1.696	1.533	1.704	20.190
$W_{w,gen}$	kWh	13	14	14	14	14	13	14	165

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 4, Jahresarbeitszahl_{WW} = 3,03

$Q_{w,outg}$	kWh	2.585	2.673	2.588	2.675	2.675	2.416	2.674	31.469
--------------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

COP		3,13	3,08	3,03	2,99	3,00	3,01	3,03	
$t_{w,gen}$	h/d	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
$Q_{w,f}$	kWh	826	867	855	894	892	804	882	10.207
$Q_{w,in}$	kWh	1.760	1.806	1.733	1.781	1.783	1.612	1.792	21.262
$W_{w,gen}$	kWh	14	15	15	15	15	14	15	173

12.8 Wärmeerzeugung

Ein konventioneller Wärmeerzeuger ist nicht vorgesehen

12.9 Endenergie Warmwasserbereitung

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{w,outg}$	kWh	5.038	5.211	5.048	5.219	5.219	4.713	5.216	61.353
$Q_{w,f}$	kWh	1.609	1.691	1.668	1.745	1.741	1.568	1.719	19.901
$W_{w,f}$	kWh	56	58	57	59	59	53	58	682
eco-Strom	kWh	1.609	1.691	1.668	1.745	1.741	1.568	1.719	19.901
$Q_{I,w,<1>}$	kWh/d	6,3	6,4	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	
$Q_{I,w,<4>}$	kWh/d	3,1	3,1	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	

$Q_{w,outg} / Q_{w,f}$ = Nutz- / Endenergiebedarf für Warmwasserbereitung

$W_{w,f}$ = Hilfsenergiebedarf, $Q_{I,w}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge durch Leitungs- / Speicherverluste

Unregelmäßige Wärmeeinträge Q_I werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

13.0 Heizsysteme (DIN V 18599-5)

13.1 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} m³/h	$Q_{V,mech}$ kW	$\Phi_{h,max}$ kW
<1> WC und Sanitär	4,3	2,2	6013	26,2	32,7
<2> Lager, Technik	5,4	2,7	0	0,0	8,1
<3> Kantine	3,2	1,0	3328	14,5	18,6
<4> Küche in NWG	1,1	0,3	4860	21,1	22,5
<5> Besprechung	2,6	1,0	1584	6,9	10,5
<6> Hörsaal, Auditorium	0,8	0,6	2319	10,1	11,5
<7> Einzelbüro	2,2	0,6	366	1,6	4,3

<8> Sonstige Aufenthaltsräume	7,4	3,8	4829	21,0	32,2
<9> Verkehrsflächen	14,2	5,1	0	0,0	19,3
<10> Klassenzimmer	14,1	5,4	9746	42,4	61,9

$Q_{T,max}$ = Heizleistung zur Deckung der Transmissionswärmeverluste inklusive Wärmebrücken. Wärmetransfer zu benachbarten Zonen $Q_{T,iz}$ temperaturgewichtet mit $T_{i,min,H}$.

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

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

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

$\Phi_{h,max} = Q_{T,max} + 0.5 \cdot Q_{V,max} + Q_{V,mech}$ = erforderliche Heizleistung in der Gebäudezone (T2 Gl.B.4)

13.2 Eingesetzte Heizsysteme

Anlage	Versorgungsbereich	Zone(n)	$Q_{h,b}$ kWh/Jahr	$\Phi_{h,max}$ kW	$Q_{N,h}$ kW
1 Fußbodenheizung Nasssystem	100% *		212.765	221,5	0,0
2					
* = 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/					

<1> hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, System Nasssystem, Raumtemperaturregelung Pi-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	3.714	15.245	31.714	42.905	41.053	34.594	26.586	212.765

Nutz-Heizwärmebedarf $Q_{h,b}$ nach T2, maximale Heizleistung $\Phi_{h,max}$ (T2, Anhang B) und Kesselnennleistung $Q_{N,h}$ nach T5, 5.4

13.3 Heizzeiten

(1) Bereich "Fußbodenheizung Nasssystem", Leitzone <10> Klassenzimmer (manuell)

Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_h <10>$ h/m	520	744	720	744	744	672	744	7.793
$t_{h,rL,d} <10>$ h/d	9	9	13	15	15	15	13	
$d_{h,rB} <10>$ d/m	12	20	22	24	24	21	22	216
$t_{h,rL} <10>$ h/m	109	186	285	370	367	312	282	2.548

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

$t_{h,rL,day} = 24 - f_{L,NA} \cdot (24 - t_{h,op,day})$ (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

13.4 Heizwärmeübergabe

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, System Nasssystem,
Raumtemperaturregelung Pi-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) (13,6%)

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) Fußbodenheizung Nasssystem

$Q_{h,b}$	kWh	3.714	15.245	31.714	42.905	41.053	34.594	26.586	212.765
$Q_{h,ce}$	kWh	1.196	2.861	4.050	4.606	4.429	3.908	3.520	28.863

$\Sigma Q_{h,b+ce}$	kWh	4.910	18.106	35.764	47.511	45.482	38.503	30.105	241.628
---------------------	-----	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------

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

Verluste der Wärmeübergabe $Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (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

13.5 Heizwärmeverteilung

Leitungslängen der Verteilung (V), der Stränge (S) und der Anbindeleitungen (A) nach Abs. 6.3

Hilfsenergiebedarf $W_{h,d}$ der Heizungspumpe

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "2 Schulen, Veranstaltungshallen", Netztyp 2

Etagenverteiltertyp, Flächenheizung, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich} = 4326,8$

m², Geschosshöhe i.M. = 3,97 m, 4 Geschosse.

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{VA} = 35\text{ °C}$ / $\theta_{RA} = 28\text{ °C}$, $T_{i,Soll,<10>} = 21,0\text{ °C}$

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 123 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

Korrekturfaktoren $f_{hydr. Abgleich} = 1,02$, $f_{Netzform} = 1,00$, $f_{d,Pumpenmanagement} = 1,00$

Heizungspumpe Δp konstant, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Anbindung (A)
(1) Fußbodenheizung Nasssystem			
Leitungslängen l_i	189,2 m	103,9 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 $Q_{l,h,d}$ und Hilfsenergiebedarf $Q_{h,d,aux}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) Fußbodenheizung Nasssystem									
$\beta_{h,d}$		0,04	0,11	0,22	0,29	0,28	0,26	0,18	
$\theta_{VL,av}$	°C	21,8	22,9	24,6	25,5	25,3	25,1	24,0	
$\theta_{RL,av}$	°C	21,4	21,9	22,8	23,3	23,2	23,0	22,5	
$Q_{h,d}$	kWh	40	78	143	202	198	164	133	1.036
$W_{h,d}$	kWh	236	401	490	564	552	485	467	4.484
$Q_{l,h,d}$	kWh	5	12	28	43	41	34	24	212

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 0,4\%$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{l,h,d} = 0,1\%$

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 = $\sum l_i \cdot U_i \cdot (\theta_{HK,m} - \theta_{l,i}) \cdot t_{h,RL,i}/1000$ [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)

13.6 Nutzwärmebedarf der Erzeugung

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,out}$	kWh	4.950	18.184	35.907	47.714	45.680	38.667	30.239	242.664

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

13.7 Heizwärmepufferspeicher

Heizbereiche (1)

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

Speicher: zur Wärmepumpe

Speicher-Nenninhalt $V = 2000$ l, Umgebungstemperatur $\theta_u = 20,0$ °C

Bereitschaftswärmeverlust $q_{B,S} = 9,4$ kWh/d, Faktor für die Verbindungsleitung $f_{con} = 1,20$

Speicherladepumpe, Leistungsaufnahme $P_{Pumpe} = 170$ W

$$Q_{h,s} = f_{con} \cdot (\theta_{h,s} - \theta_u) / 45 \cdot d_{h,mth} \cdot q_{B,S} = \text{Speicherverluste (Gl.68)}$$

$$Q_{I,h,s} = Q_{h,s} \text{ bei Aufstellung im beheizten Bereich (ungeregelte Wärmeeinträge, Gl.69)}$$

$$W_{h,s} = P_{Pumpe} \cdot \beta_{h,s} \cdot 24 \cdot d_{mth} / 1000 = \text{Hilfsenergiebedarf (Gl.71)}$$

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$\theta_{h,s}$	°C	22	22	24	24	24	24	23	
$Q_{h,s}$	kWh	12	19	28	34	33	29	25	206
$W_{h,s}$	kWh	5	14	28	37	35	30	23	187
$Q_{I,h,s}$	kWh	12	19	28	34	33	29	25	206

Aufteilung $Q_{I,h,s}$: nach Grundflächenanteilen

13.8 solare Heizungsunterstützung

nicht vorgesehen

13.9 Heizungswärmepumpen

Heizbereiche (1)

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

Wärmepumpe 1, Sole-Wasser WP Vissmann VITOCAL 300-G PRO DS180

für Heizung und WW, 282,6 kW

Energieträger eco-Strom, maximale Laufzeit 20 h/d

Leistungszahl im Prüfstand COP = 4,49 bei S0/W35

Die Leistungszahlen (COP) werden für die mittleren, monatlichen Vorlauftemperaturen $\theta_{VL}(\beta_h)$

(Gl.14) und für monatsmittlere Soletemperaturen (Erdsonde, B.15) korrigiert

COP-Koeffizienten durch Inter- / Extrapolation aus tabellierten Werten (Normwerte / Herstellerangaben)

$Q_{h,outg} = Q_{h,b} + Q_{h,d} + Q_{h,s} - Q_{h,sol}$ = Nutzwärmeabgabe für Heizung, monatlich

Nutzwärmeabgabe und Laufzeiten für die WW-Bereitung siehe "Warmwassersysteme"

COP = Leistungszahl der Wärmepumpe, monatlich, t_{ON} = tägliche Laufzeit

$Q_{h,f}$ = Endenergiebedarf der WP, $Q_{h,f,hu}$ = Nutz- / Endenergiebedarf der Nachheizung

$Q_{h,in}$ = regenerativer Energieertrag (Gl.149), $W_{h,gen}$ = Hilfsendenergiebedarf

Wärmepumpe 1, Jahresarbeitszahl $_{Hzg}$ = 5,19

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,outg}$	kWh	4.962	18.202	35.935	47.748	45.713	38.695	30.264	242.870
COP		5,58	5,47	5,34	5,26	5,27	5,29	5,35	
$t_{ON,g,d}$	h/d	0,5	1,9	4,0	5,2	5,0	4,7	3,3	
$Q_{h,f}$	kWh	889	3.328	6.729	9.077	8.658	7.315	5.646	45.513
$Q_{h,in}$	kWh	4.073	14.875	29.206	38.670	37.055	31.380	24.618	197.357
$W_{h,gen}$	kWh	26	97	194	261	250	211	163	1.315

13.10 Konventionelle Heizwärmeerzeuger

nicht vorgesehen

13.11 Endenergie Heizwärme

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,f}$	kWh	889	3.328	6.729	9.078	8.658	7.315	5.646	45.513
W_h	kWh	268	511	712	862	837	726	654	5.986
eco-Strom	kWh	889	3.328	6.729	9.078	8.658	7.315	5.646	45.513
$Q_{I,h,<1>}$	kWh/d	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	
$Q_{I,h,<2>}$	kWh/d	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	
$Q_{I,h,<3>}$	kWh/d	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
$Q_{I,h,<4>}$	kWh/d	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

$Q_{I,h,<5>}$	kWh/d	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
$Q_{I,h,<6>}$	kWh/d	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
$Q_{I,h,<7>}$	kWh/d	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0
$Q_{I,h,<8>}$	kWh/d	0,1	0,2	0,3	0,5	0,4	0,4	0,3
$Q_{I,h,<9>}$	kWh/d	0,1	0,2	0,4	0,5	0,5	0,5	0,3
$Q_{I,h,<10>}$	kWh/d	0,1	0,2	0,5	0,6	0,6	0,5	0,4

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

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

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

Die Energieanteile nach Energieträgern werden bei Bedarf nach anteiliger Kesselbelastung aufgeteilt

Ungeregelte Wärmeeinträge werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

14.0 Energiebedarf (DIN V 18599-1)

14.1 Stromerzeugende Systeme

Eine BHKW-Anlage ist nicht vorgesehen

Stromgutschrift für Strom aus erneuerbaren Energiequellen

Stromangebot aus Photovoltaikanlage nach GEG 2024 und DIN V 18599-9:2018

Peakleistung 31,27 kWp, quadratmeterbezogen $31,27 / (4326,8) = 0,007 \text{ kWp/m}^2$

PV-Module Süd 30° Standort Deutschland (Potsdam)

$Q_{f,prod,PV} = E_{sol} * P_{pk} * f_{perf} / I_{ref}$, DIN V 18599-9:2018, Gl.64

$Q_{f,nutz,PV}$ durch monatliche Aufrechnung $\text{MIN}(Q_{f,prod,PV} / Q_{Bedarf})$ (anrechenbar)

Strombedarf für Warmwasser Heizwärme Beleuchtung Hilfsenergie

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Strombedarf	kWh	10.886	13.974	17.349	20.277	19.734	17.225	16.404	170.445
Stromangebot	kWh	2.545	1.843	665	436	838	832	2.027	27.279
anrechenbar	kWh	2.545	1.843	665	436	838	832	2.027	27.279

Jahres-Stromproduktion = 27.279 kWh/a, Strombedarf = 170.444 kWh/a, anrechenbar = 27.279 kWh/a

14.2 Energiebedarf nach Energieträgern

Energieträger	Prozessbereich	Zonen	Endenergie kWh/a	fP	fHs/Hi	QP kWh/a
eco-Strom	Warmwasser	4/	19.901	1,80	1,00	35.821

eco-Strom	Heizwärme	*	45.513	1,80	1,00	81.923
Strom-Mix	Beleuchtung	**	33.967	1,80	1,00	61.140
Strom-Mix	Hilfsenergie		71.065	1,80	1,00	127.916
Strom-Mix	Stromgutschrift		-27.279	1,80	1,00	-49.102
Σ [kWh/Jahr]			143.166			257.698

* = 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/

** = 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/

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

Jahres-Primärenergiebedarf $q_P = 257.698 / 4.327 = 59,6 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$ ($\Sigma A_{NGF} = 4.327 \text{ m}^2$)

Endenergie brennwertbezogen = 143.166 kWh/a = Jahressummen aus den Prozessbereichen

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

Endenergiebedarf: Hilfsenergie 16,4 kWh/(m²a), eco-Strom 15,1 kWh/(m²a), Strom-Mix 7,9 kWh/(m²a), Stromgutschrift [Strom-Mix] -6,3 kWh/(m²a)

Treibhausgasemissionen (CO2)

Energieträger	Endenergie kWh/a	Emissionsfaktor g CO2/kWh	Emissionen kg/a	kg/(m²a)
eco-Strom	19.901	560	11.144	
eco-Strom	45.513	560	25.487	
Strom-Mix	33.967	560	19.021	
Strom-Mix	71.065	560	39.796	
Strom aus PV	-	560	-15.276	
	170.446		80.173	18,5

Emissionsfaktoren nach GEG 2020, Anlage 9, Endenergiebedarf heizwertbezogen

Gutschrift für PV-Strom = - 95449,0 / 170446,0 * 27279 = -15.276 kWh/a (GEG A9, Abs.1g)

14.3 Endenergiebedarf nach Zonen

		RLT	Beleucht.	Klima	Warmwasser	Heizung	Summe
siehe Abschnitt		9	10	11	12	13	
Zone	m²	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a
<1> WC und Sanitä	401	-	2.063	-	9.693	6.403	18.159
<2> Lager, Techni	496	-	29	-	-	5.685	5.714

<3> Kantine	185	-	199	-	-	2.048	2.248
<4> Küche in NWG	54	-	22.017	-	10.201	1.451	33.669
<5> Besprechung	181	-	3.541	-	-	1.716	5.257
<6> Hörsaal, Audi	122	-	411	-	-	760	1.171
<7> Einzelbüro	103	-	1.531	-	-	1.033	2.564
<8> Sonstige Aufe	790	-	1.156	-	-	6.226	7.382
<9> Verkehrsfläch	941	-	1.789	-	-	11.838	13.627
<10> Klassenzimme	1.053	-	1.216	-	-	8.347	9.563
Gebäude	4.327	-	33.967	-	19.900	45.509	99.377

Endenergie = Jahressummen aus den Prozessbereichen ohne Hilfsenergie

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

14.4 Aufteilung des Energiebedarfs für den Energieausweis

	RLT	Beleucht.	Klima	Warmwasser	Heizung	Summe
	kWh/m²a	kWh/m²a	kWh/m²a	kWh/m²a	kWh/m²a	kWh/m²a
Nutzenergiebedarf	14,9	7,9	22,4	10,2	49,2	104,5
Endenergiebedarf	14,9	7,9	0,0	4,8	11,9	39,4
Primärenergiebedarf	26,8	14,1	0,0	8,6	21,4	70,9

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

15.0 Nachweise

für ein neu errichtetes Gebäude

Referenzberechnung = "Gebäude-Referenz2020"

15.1 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**

15.2 Nachweis des Primärenergiebedarfs

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

zul $q_{P,REF} = 178,4 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, aus der Referenzberechnung

zul $q_P = 178,4 - 45\% = 98,1 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, geforderte Unterschreitung nach GEG §18 und GEG-Novelle 2023 / 2024

vorh $q_P = 257.698 / 4326,8 = 59,6 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

vorh $q_P = 59,6 \leq 98,1 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, **Grenzwert wird eingehalten**

15.8 Nachweis der Nutzung erneuerbarer Energien

Nachweis 65% Erneuerbare

Anforderungen an die Heizungsanlage nach GEG 2024, §71

Heizungsanlagen müssen die benötigte Wärme zu mindestens 65% aus erneuerbaren Energien erzeugen

benötigte Wärme im Gebäude	304.222 kWh/a
----------------------------	---------------

genutzte erneuerbare Energien

1. aus thermischen Solaranlagen	- kWh/a
2. aus elektrischen Wärmepumpen	304.222 kWh/a
3. aus gasmotorischen Wärmepumpen	- kWh/a
4. aus Stromdirektheizung	- kWh/a
5. aus unvermeidbarer Abwärme	- kWh/a
6. aus Wärmenetzen	- kWh/a
7. aus Biomasse / Wasserstoff	- kWh/a

Summe erneuerbare Energien	304.222 kWh/a	100 %
----------------------------	---------------	-------

erzielter Deckungsanteil für erneuerbare Energie $DA_{EE} = 304222,0/304222,3 \cdot 100 = 100\%$ (Entwurf Bbl.2 Gl.5)Die Anforderungen an die Heizungsanlage nach GEG 2024, §71 (65,0% erneuerbar) **werden erfüllt****17.0 Nutzung von erneuerbaren Energien***17.1 Nutzung von erneuerbaren Energien nach GEG 2020, §§ 34 ff*

Nachweis für öffentlich genutzte Gebäude

Wärme- und Kälteenergiebedarf = 65413 + 0 + 345590 = 411.003 kWh/Jahr (mit Solar-, Umweltenergie- und Abwärmenutzung)

darin enthaltene Deckungsanteile aus erneuerbaren Energiequellen oder Ersatzmaßnahmen

Energiequelle	Energieertrag kWh/a	Deckungsanteil		Nutzungs- anteil
		erzielt	gefordert	
Umweltenergie [WW-WP] [Käl	411.003	100,0 %	50,0 %	200,0 %
PV-Strom [PV-Strom]	27.279	6,6 %	15,0 %	44,0 %
				244,0 %

Maßnahmen zur Einsparung von Energie

Nachweis mit $HT'_{Grenzwert} = HT'_{Referenzberechnung}$, ohne Nachweis der QP-Unterschreitung

Grenzwert	erzielt	Unterschreitung	Nutzungs-
-----------	---------	-----------------	-----------

				erzielt	gefordert	anteil
HT' - Wert	W/(m²K)	0,42	0,29	32,4 %	15,0 %	216,3 %

erreichter Nutzungsanteil, Summe = 460,3 % ≥ Nutzungspflichtanteil = 100 %

Die Anforderungen aus dem GEG 2020 Abs.4 **werden erfüllt**

20.0 Bundesförderprogramme (BEG)

Bundesförderprogramme für den Neubau von Nichtwohngebäuden

Technische Mindestanforderungen zum Programm:

KFW-Förderprogramme für den klimafreundlichen Neubau von Nichtwohngebäuden ab 1.3.2023,

Effizienzgebäude EG40, $GWP_{100} \leq$ Grenzwert kg CO₂ Äqu./(m² a) (LCA, projektspezifisch)

Referenzberechnung = "Gebäude-Referenz2020"

Endenergieeinsparung 195.573 kWh/a

Primärenergieeinsparung 166.848 kWh/a

CO₂-Einsparung 34.417 kg/a

Primärenergiebedarf ----- mittlere U-Werte -----

Q_{P'} Opake Fenster Vorhf. Oberl.

kWh/(m²a) W/(m²K) W/(m²K) W/(m²K) W/(m²K)

Referenzberechnung	100 %	178,4					
erreicht Ti ≥ 19°C	33 %	59,6	0,14	0,95		1,30	
Effizienzgebäude 40	40 %	71,4	0,18	1,00	1,00	1,60	OK

LCA-Grenzwert $GWP_{100} \leq$ Anforderung projektspezifisch [kg CO₂ Äqu./(m² a)]

Der Nachweis zur Begrenzung der Treibhausgas-Emissionen im Lebenszyklus liegt nicht vor

NH-Paket (Nachhaltigkeitszertifikat)

Eine anerkannte Nachhaltigkeitszertifizierung nach BMI liegt nicht vor

Ein klimafreundliches Nichtwohngebäude KFNWG wird nicht erreicht.

5 Nachweise des sommerlichen Wärmeschutzes

5.1 Randbedingungen

- Klimaregion C
- Nichtwohngebäude
- In Teilbereichen erhöhte Nachtlüftung, $n \geq 2,0 \text{ h}^{-1}$
- Einsatz passiver Kühlung über Eisspeicher
- Südwest und Südost Sonnenschutzglas $g \leq 0,4$ notwendig
- Nordost und Nordwest Glas $g \leq 0,58$ ausreichend
- Außenliegende Sonnenschutzvorrichtung $F_c = 0,3$
- Kein Außenliegender Sonnenschutz in Räumen mit reiner Nordost, Nordwest Verglasung notwendig
- Hinweis: Um ein Aufheizen von Räumen mit Aufenthalt durch umgebende Verkehrsflächen zu verhindern, empfehlen wir auch für die Flure und Treppenhäuser Maßnahmen zum Sonnenschutz (z.B. innenliegend) zu planen.

Bild 14: Übersicht SWS EG



Bild 15: Übersicht SWS 1. OG

5.3 Vereinfachter Nachweis

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013-02

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013-02								Klimaregion		C		Wohngebäude											Nichtwohngebäude			x	
	Raum-Nr.	Raum	A _w	A _G	f _{wG}	Bauart	a	b	Fenster-Ausrichtung	SoSch-Glas	Nachtlüftung	f _{Nord}	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	ΣS _x = S _{zul}	F _c	g	F _s	A _w *g*F _c *F _s	S _{vorh}	Nachweis		
EG	0.1	Besprechung	11,31	35,14	0,32	mittlere Bauart	0,030	0,115	NO		erhöhte NL	1,00	0,072	-0,007			0,100	0,040	0,205	1	0,58		6,56	0,187	o.k.		
										0	0,000	0,000			0,000					0,000	0,000	0,00					
										0	0,000	0,000			0,000					0,000	0,000	0,00					
	0.2	Sekretariat	8,97	28,32	0,47	mittlere Bauart	0,030	0,115	SO	x	erhöhte NL	0	0,072	-0,025	0,020		0,000	0,040	0,117	0,3	0,4		1,08	0,057	o.k.		
			4,48						SW	x	0	0,010			0,000		0,3			0,4	0,54						
										0	0,000	0,000			0,000					0,000	0,000	0,00					
	0.3	Schulleitung	4,48	18,31	0,24	mittlere Bauart	0,030	0,115	SW	x	ohne NL	0	0,006	0,002	0,030		0,000	0,040	0,078	0,3	0,4		0,54	0,029	o.k.		
										0	0,000	0,000			0,000					0,000	0,000	0,00					
										0	0,000	0,000			0,000					0,000	0,000	0,00					
OG1	1.1	Mensa	18,85	184,52	0,29	mittlere Bauart	0,030	0,115	SW	x	ohne NL	0	0,006	-0,003	0,011		0,000	0,040	0,113	0,3	0,4		2,26	0,110	o.k.		
			30,16						NW		0,57	0,057			1		0,58			17,49							
			4,06						SO	x	0	0,002			0,000		0,3			0,4	0,49						
	1.2	Personal	1,68	15,52	0,37	schwere Bauart	0,030	0,115	NO		ohne NL	0,29	0,011	-0,013			0,029	0,060	0,109	1	0,58		0,98	0,094	o.k.		
			4,06						SO	x	0	0,000			0,3		0,4			0,49							
										0	0,000	0,000			0,000					0,000	0,000	0,00					
	1.3	Differenzierungsraum	15,43	31,23	0,49	mittlere Bauart	0,030	0,115	SW	x	erhöhte NL	0	0,072	-0,027	0,030		0,000	0,040	0,115	0,3	0,4		1,85	0,059	o.k.		
										0	0,000	0,000			0,000					0,000	0,000	0,00					
										0	0,000	0,000			0,000					0,000	0,000	0,00					
	1.4	Klassenraum	4,48	70,00	0,26	mittlere Bauart	0,030	0,115	SO	x	ohne NL	0	0,006	0,001	0,008		0,000	0,040	0,077	0,3	0,4		0,54	0,031	o.k.		
			13,45						SW	x	0	0,023			0,000		0,3			0,4	1,61						
										0	0,000	0,000			0,000					0,000	0,000	0,00					
	1.5	Sozialarbeit	10,08	21,33	0,47	schwere Bauart	0,030	0,115	SO	x	ohne NL	0	0,011	-0,024	0,030		0,000	0,060	0,077	0,3	0,4		1,21	0,057	o.k.		
										0	0,000	0,000			0,000					0,000	0,000	0,00					
										0	0,000	0,000			0,000					0,000	0,000	0,00					
	1.6	Klassenraum	4,48	70,00	0,26	mittlere Bauart	0,030	0,115	NW		erhöhte NL	0,25	0,072	0,001			0,025	0,040	0,213	1	0,58		2,60	0,149	o.k.		
			13,45						NO		0,75	0,075			1		0,58			7,80							
											0	0,000			0,000		0,000				0,000	0,000	0,00				

Parameter zur Nachweisführung

- Klimaregion C
- Nichtwohngebäude
- In Teilbereichen erhöhte Nachtlüftung, $n \geq 2,0 \text{ h}^{-1}$
- Einsatz passiver Kühlung über Eisspeicher
- Südwest und Südost Sonnenschutzglas $g \leq 0,4$ notwendig
- Nordost und Nordwest Glas $g \leq 0,58$ ausreichend
- Außenliegende Sonnenschutzvorrichtung $F_c = 0,3$
- Kein Außenliegender Sonnenschutz in Räumen mit reiner Nordost, Nordwest verglasung notwendig
- Ermittlung der Bauart siehe Extraberechnung

Anlage 1: Planstand

Bauvorhaben:	TEU Neubau dreizügige Grundschule Am Stadion 06179 Teutschenthal					
Bauherr:	Gemeinde Teutschenthal Am Busch 19, 06179 Teutschenthal Tel (034601) 24666 _____ Freigabe Bauherr					
Planung:	GS AI GALANDI SCHIRMER ARCHITECTEN + INGENIEURE GMBH Bismarckstraße 98, 10625 Berlin Tel (030) 300 962 - 0, Fax (030) 300 962- 22 info@gsai.de _____ Unterschrift / Stempel					
Planinhalt:	Grundriss EG					
Plancode:	Projekt	Fachrichtung	LPH	Bauart	Planart/Plan Nr	Index
	TEU	ARC	4	X	GR.E0	00
Maßstab	Blattgröße			Plansteller/in		Index Datum
1:100	1.189 x 841 A2			sj		14.02.2025
Dateiname: 2302_TEU						

Bauvorhaben:	TEU Neubau dreizügige Grundschule Am Stadion 06179 Teutschenthal					
Bauherr:	Gemeinde Teutschenthal Am Busch 19, 06179 Teutschenthal Tel (034601) 24666 _____ Freigabe Bauherr					
Planung:	GS AI GALANDI SCHIRMER ARCHITECTEN + INGENIEURE GMBH Bismarckstraße 98, 10625 Berlin Tel (030) 300 962 - 0, Fax (030) 300 962- 22 info@gsai.de _____ Unterschrift / Stempel					
Planinhalt:	Grundriss 1. OG					
Plancode:	Projekt	Fachrichtung	LPH	Bauart	Planart/Plan Nr	Index
	TEU	ARC	4	X	GR.E1	00
Maßstab	Blattgröße			Plansteller/in		Index Datum
1:100	1.189 x 841 A2			sj		14.02.2025
Dateiname: 2302_TEU						

Bauvorhaben:	TEU Neubau dreizügige Grundschule Am Stadion 06179 Teutschenthal					
Bauherr:	Gemeinde Teutschenthal Am Busch 19, 06179 Teutschenthal Tel (034601) 24666 _____ Freigabe Bauherr					
Planung:	GS AI GALANDI SCHIRMER ARCHITECTEN + INGENIEURE GMBH Bismarckstraße 98, 10625 Berlin Tel (030) 300 962 - 0, Fax (030) 300 962- 22 info@gsai.de _____ Unterschrift / Stempel					
Planinhalt:	Grundriss 2. OG					
Plancode:	Projekt	Fachrichtung	LPH	Bauart	Planart/Plan Nr	Index
	TEU	ARC	4	X	GR.E2	00
Maßstab	Blattgröße			Plansteller/in		Index Datum
1:100	1.189 x 841 A2			sj		14.02.2025
Dateiname: 2302_TEU						

Bauvorhaben:	TEU Neubau dreizügige Grundschule Am Stadion 06179 Teutschenthal					
Bauherr:	Gemeinde Teutschenthal Am Busch 19, 06179 Teutschenthal Tel (034601) 24666 _____ Freigabe Bauherr					
Planung:	GS AI GALANDI SCHIRMER ARCHITECTEN + INGENIEURE GMBH Bismarckstraße 98, 10625 Berlin Tel (030) 300 962 - 0, Fax (030) 300 962- 22 info@gsai.de _____ Unterschrift / Stempel					
Planinhalt:	Grundriss 3. OG					
Plancode:	Projekt	Fachrichtung	LPH	Bauart	Planart/Plan Nr	Index
	TEU	ARC	4	X	GR.E3	00
Maßstab	Blattgröße			Plansteller/in		Index Datum
1:100	1.189 x 841 A2			sj		14.02.2025
Dateiname: 2302_TEU						

Bauvorhaben:	TEU Neubau dreizügige Grundschule Am Stadion 06179 Teutschenthal				
Bauherr:	Gemeinde Teutschenthal Am Busch 19, 06179 Teutschenthal Tel (034601) 24666 _____ Freigegebener Bauherr				
Planung:	 GALANDI SCHIRMER ARCHitekten+INGENIEURE GMBH Bismarckstraße 98, 10625 Berlin Tel (030) 300 962 - 0, Fax (030) 300 962- 22 info@gsai.de _____ Unterschrift / Stempel				
Planinhalt:	Grundriss DA				
Plancode:	Projekt	Fachrichtung	LPH	Bauzeit	Index
	TEU	ARC	4	X	GR.DA 00
Maßstab	Blattgröße			Plansteller in	Index Datum
1:100	1.189 x 841 A2			sj	14.02.2025
Dateiname: 2302_TEU					

Bauvorhaben:	TEU Neubau dreizügige Grundschule Am Stadion 06179 Teutschenthal				
Bauherr:	Gemeinde Teutschenthal Am Busch 19, 06179 Teutschenthal Tel (034601) 24666 _____ Freigegebener Bauherr				
Planung:	 GALANDI SCHIRMER ARCHitekten+INGENIEURE GMBH Bismarckstraße 98, 10625 Berlin Tel (030) 300 962 - 0, Fax (030) 300 962- 22 info@gsai.de _____ Unterschrift / Stempel				
Planinhalt:	Schnitt 1-1, 2-2				
Plancode:	Projekt	Fachrichtung	LPH	Bauzeit	Index
	TEU	ARC	4	X	SN.S1 00
Maßstab	Blattgröße			Plansteller in	Index Datum
1:100	1.189 x 841 A2			sj	14.02.2025
Dateiname: 2302_TEU					

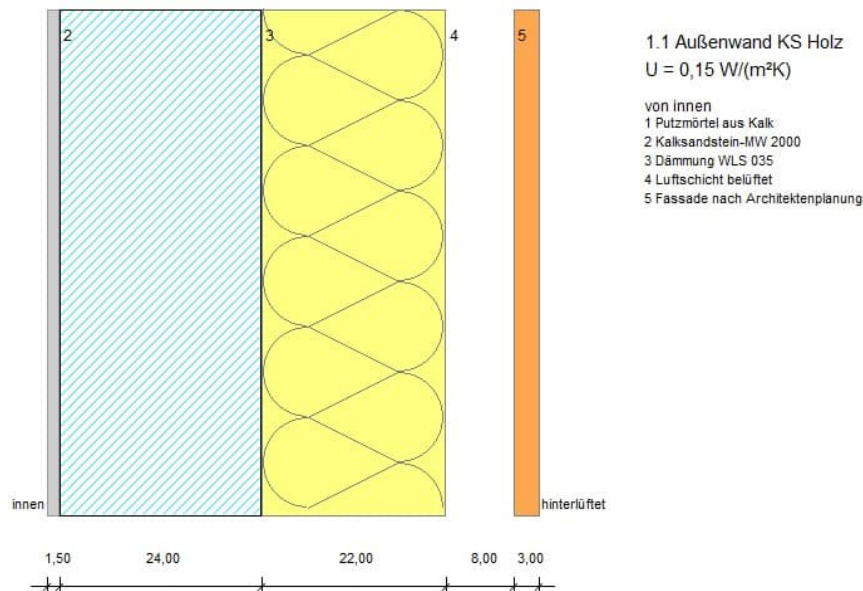
Bauvorhaben:	TEU Neubau dreizügige Grundschule Am Stadion 06179 Teutschenthal				
Bauherr:	Gemeinde Teutschenthal Am Busch 19, 06179 Teutschenthal Tel (034601) 24666 _____ Freigegebener Bauherr				
Planung:	 GALANDI SCHIRMER ARCHitekten+INGENIEURE GMBH Bismarckstraße 98, 10625 Berlin Tel (030) 300 962 - 0, Fax (030) 300 962- 22 info@gsai.de _____ Unterschrift / Stempel				
Planinhalt:	Schnitt 3-3, 4-4				
Plancode:	Projekt	Fachrichtung	LPH	Bauzeit	Index
	TEU	ARC	4	X	SN.S2 00
Maßstab	Blattgröße			Plansteller in	Index Datum
1:100	1.189 x 841 A2			sj	14.02.2025
Dateiname: 2302_TEU					

Bauvorhaben:	TEU Neubau dreizügige Grundschule Am Stadion 06179 Teutschenthal				
Bauherr:	Gemeinde Teutschenthal Am Busch 19, 06179 Teutschenthal Tel (034601) 24666 _____ Freigegebener Bauherr				
Planung:	 GALANDI SCHIRMER ARCHitekten+INGENIEURE GMBH Bismarckstraße 98, 10625 Berlin Tel (030) 300 962 - 0, Fax (030) 300 962- 22 info@gsai.de _____ Unterschrift / Stempel				
Planinhalt:	Ansicht 1-2, Nord-Ost				
Plancode:	Projekt	Fachrichtung	LPH	Bauzeit	Index
	TEU	ARC	4	X	AN.A1-A2 00
Maßstab	Blattgröße			Plansteller in	Index Datum
1:100	1.189 x 841 A2			sj	14.02.2025
Dateiname: 2302_TEU					

Bauvorhaben:	TEU Neubau dreizügige Grundschule Am Stadion 06179 Teutschenthal					
Bauherr:	Gemeinde Teutschenthal Am Busch 19, 06179 Teutschenthal Tel (034601) 24666 _____ Freigeber Bauherr					
Planung:	GS AI GALANDI SCHIRMER ARCHITEKTEN+INGENIEURE GMBH Bismarckstraße 98, 10625 Berlin Tel (030) 300 962 - 0, Fax (030) 300 962- 22 info@gsai.de _____ Unterschrift / Stempel					
Planinhalt:	Ansicht 3-4, Süd-West					
Plancode:	Projekt	Fachrichtung	LPH	Baujahr	Planart/Plan Nr	Index
	TEU	ARC	4	X	AN.A3-A4	00
Maßstab	Blattgröße				Plansteller/in	Index-Datum
1:100	1.189 x 841 A2				Sj	14.02.2025
Dateiname: 2302_TEU						

Anlage 2: Bauteilaufbauten

Bauteil: 1.1 Außenwand KS Holz (1.1)



Bauteiltyp "Außenwand hinterlüftet" (4)

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

Querschnitt

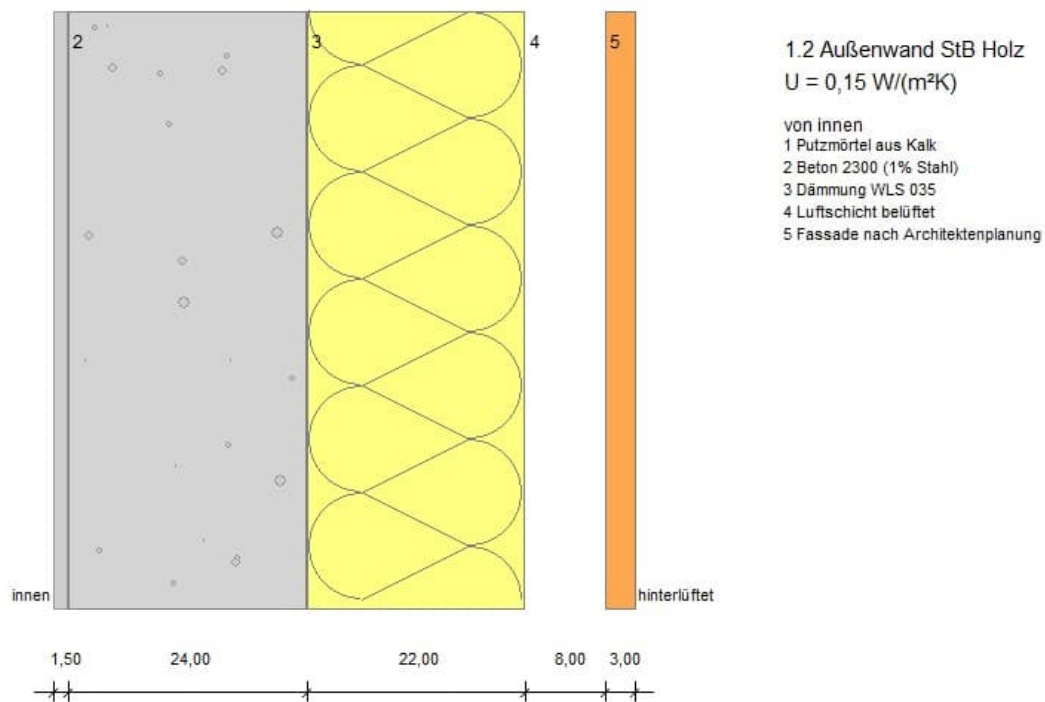
	s	ρ		λ	R
von innen	cm	kg/m³	kg/m²	W/(mK)	m²K/W
R _{si}					0,130
01 Putzmörtel aus Kalk	1,50	1800	27,0	1,000	0,015
02 Kalksandstein-MW 2000	24,00	2000	480,0	1,100	0,218
03 Dämmung WLS 035	22,00	20	4,4	0,035	6,286
04 Luftschicht belüftet	8,00	1	0,1	-	-
05 Fassade nach Architektenplanung	3,00	500	15,0	-	-
R _{se}					0,130
	d = 58,50	G = 526,5		R _T = 6,78	

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U_c = 0,148 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

0,000 = Chi Wärmebrückenfreie Unterkonstruktion (.z.B. HILTI MFT-FOX VT M oder gleichwertig)

U-Wert Gesamtkorrektur < 3% $\Rightarrow U = 0,126 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (EN ISO 6946:2008, Nr. 7)

Bauteil: 1.2 Außenwand StB Holz (1.2)

Bauteiltyp "Außenwand hinterlüftet" (4)

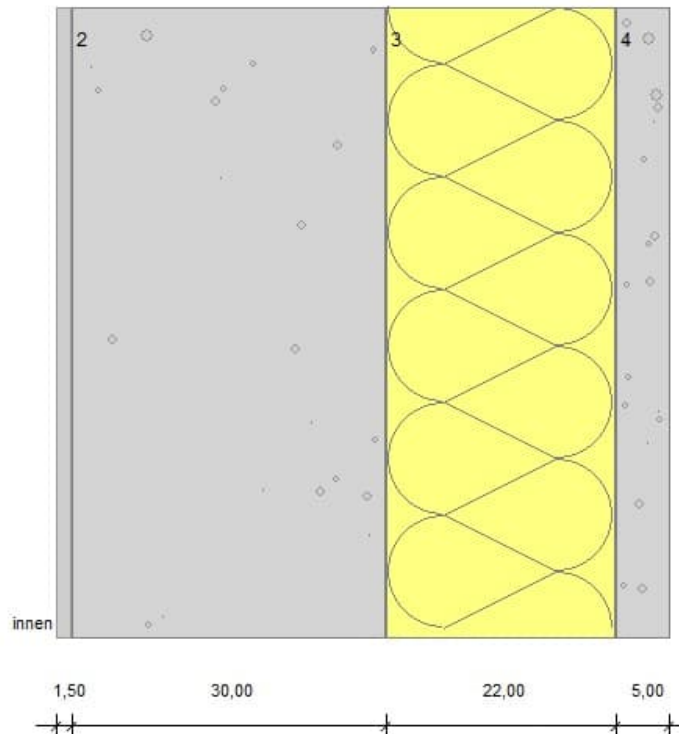
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$ **Querschnitt**

	s	ρ		λ	R
von innen	cm	kg/m ³	kg/m ²	W/(mK)	m ² K/W
R_{si}					0,130
01 Putzmörtel aus Kalk	1,50	1800	27,0	1,000	0,015
02 Beton 2300 (1% Stahl)	24,00	2300	552,0	2,300	0,104
03 Dämmung WLS 035	22,00	20	4,4	0,035	6,286
04 Luftschicht belüftet	8,00	1	0,1	-	-
05 Fassade nach Architektenplanung	3,00	500	15,0	-	-
R_{se}					0,130
d = 58,50 G = 598,5 $R_T = 6,67$					

WärmedurchgangskoeffizientWärmedurchgangskoeffizient $U_c = 0,150 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

0,000 = Chi Wärmebrückenfreie Unterkonstruktion (.z.B. HILTI MFT-FOX VT M oder gleichwertig)

U-Wert Gesamtkorrektur < 3% $\Rightarrow U = 0,128 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (EN ISO 6946:2008, Nr.7)

Bauteil: 1.3 Außenwand StB Sichtbeton (1.3)

1.3 Außenwand StB Sichtbeton

 $U = 0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

von innen

1 Putzmörtel aus Kalk

2 Beton 2300 (1% Stahl)

3 Dämmung WLS 035

4 Normalbeton bewehrt nach DIN 1045

110 kg CO₂/(m²50a)

Bauteiltyp "Außenwand" (3)

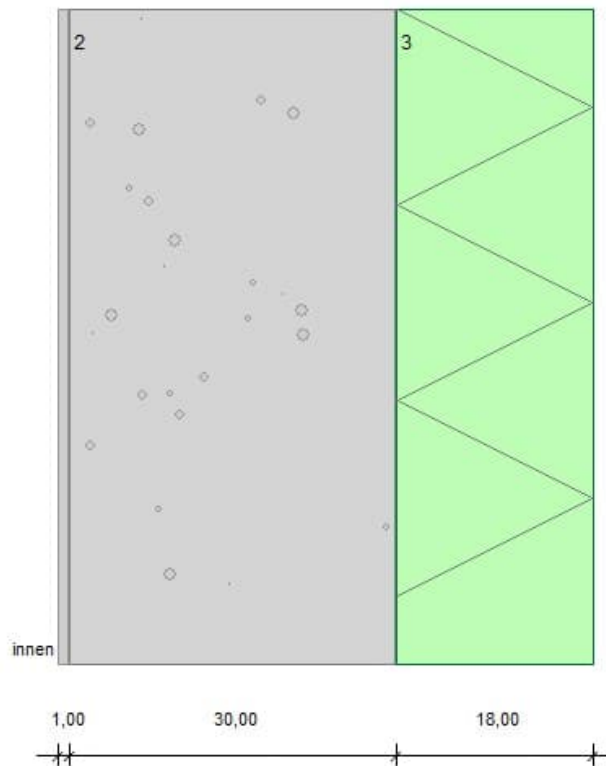
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ **Querschnitt**

	s	ρ		λ	R
von innen	cm	kg/m ³	kg/m ²	W/(mK)	m ² K/W
R_{si}					0,130
01 Putzmörtel aus Kalk	1,50	1800	27,0	1,000	0,015
02 Beton 2300 (1% Stahl)	30,00	2300	690,0	2,300	0,130
03 Dämmung WLS 035	22,00	20	4,4	0,035	6,286
04 Normalbeton bewehrt nach DIN 104	5,00	2400	120,0	2,100	0,024
R_{se}					0,040
	d =	58,50	G =	841,4	$R_T = 6,62$

WärmedurchgangskoeffizientWärmedurchgangskoeffizient $U_c = 0,151 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

0,000 = Chi Wärmebrückenfreie WDVS Dübel

U-Wert Gesamtkorrektur < 3% $\Rightarrow U = 0,129 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (EN ISO 6946:2008, Nr.7)

Bauteil: 1.4 Wand gg. Erdreich StB (1.4)

1.4 Wand gg. Erdreich StB
 $U = 0,19 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

von innen
 1 Putzmörtel aus Kalk
 2 Beton 2300 (1% Stahl)
 3 Perimeterdämmung 037

Bauteiltyp "Außenwand gegen Erdreich" (5)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$

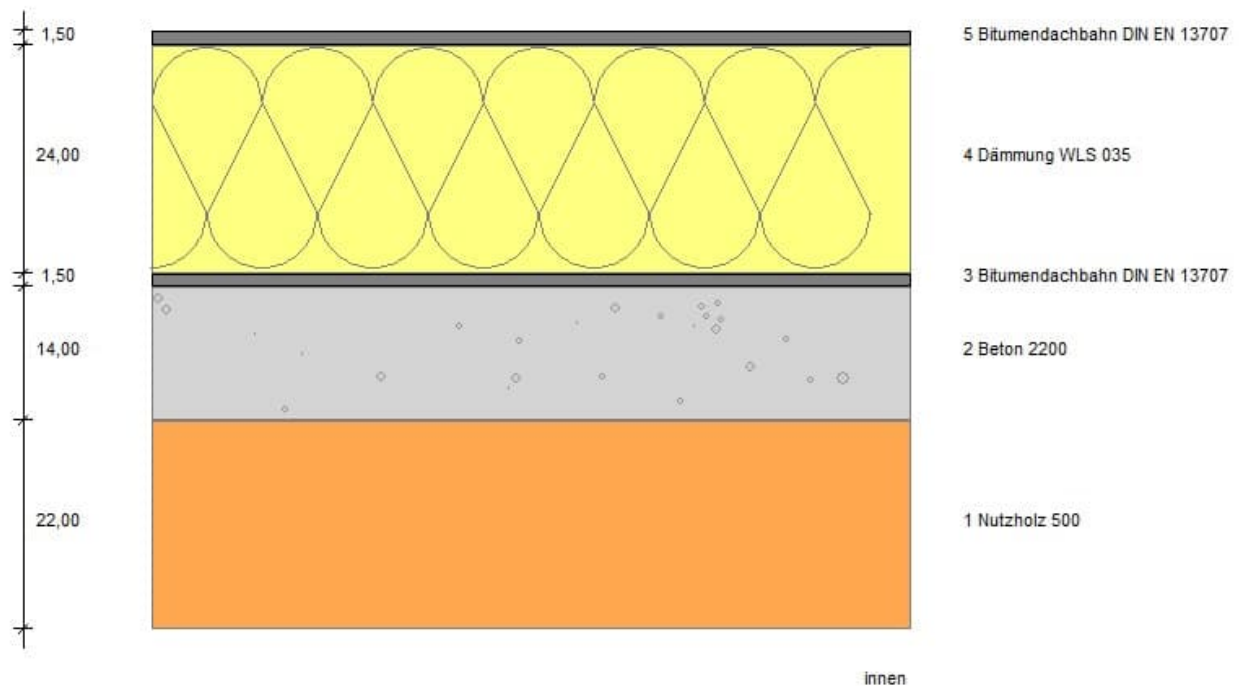
Querschnitt

	s	ρ		λ	R
von innen	cm	kg/m ³	kg/m ²	W/(mK)	m ² K/W
R_{si}					0,130
01 Putzmörtel aus Kalk	1,00	1800	18,0	1,000	0,010
02 Beton 2300 (1% Stahl)	30,00	2300	690,0	2,300	0,130
03 Perimeterdämmung 037	18,00	25	4,5	0,037	4,865
R_{se}					0,000

$d = 49,00$ $G = 712,5$ $R_T = 5,14$

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,195 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

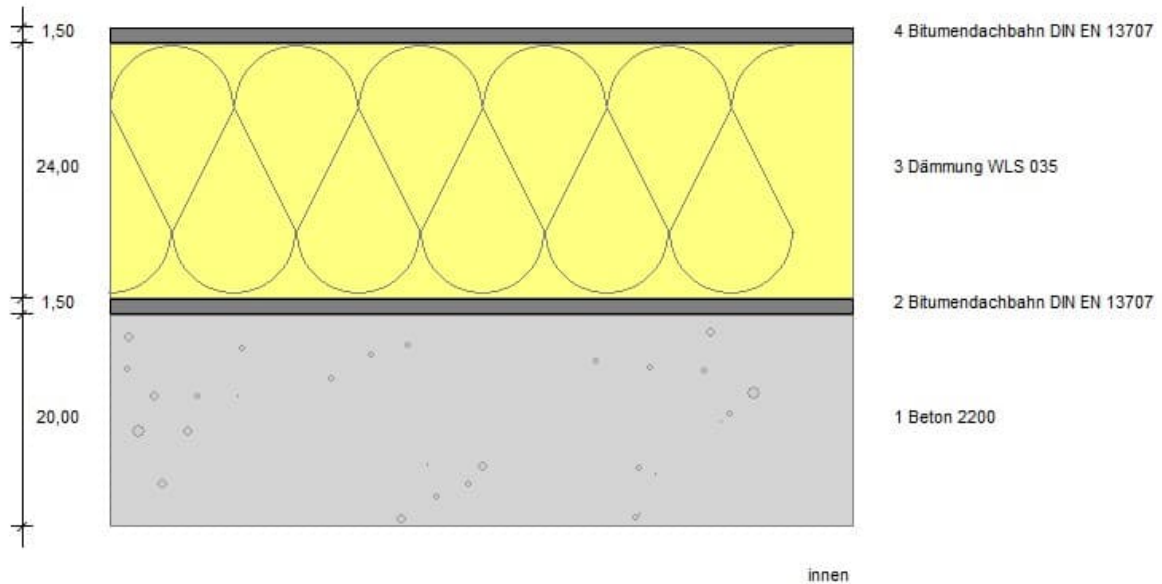
Bauteil: 2.1 Dach Holzbetonverbund (2.1)

Bauteiltyp "Decke gegen die Außenluft" (1)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,10$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ **Querschnitt**

von innen	s cm	ρ kg/m ³	λ kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,100
01 Nutzholz 500	22,00	500	110,0	0,130	1,692
02 Beton 2200	14,00	2200	308,0	1,650	0,085
03 Bitumendachbahn DIN EN 13707	1,50	1200	18,0	0,170	0,088
04 Dämmung WLS 035	24,00	20	4,8	0,035	6,857
05 Bitumendachbahn DIN EN 13707	1,50	1200	18,0	0,170	0,088
R_{se}					0,040
	d = 63,00	G = 458,8	$R_T = 8,95$		

WärmedurchgangskoeffizientWärmedurchgangskoeffizient $U = 0,112 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Bauteil: 2.2 Dach (2.2)

2.2 Dach
 $U = 0,14 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Bauteiltyp "Decke gegen die Außenluft" (1)

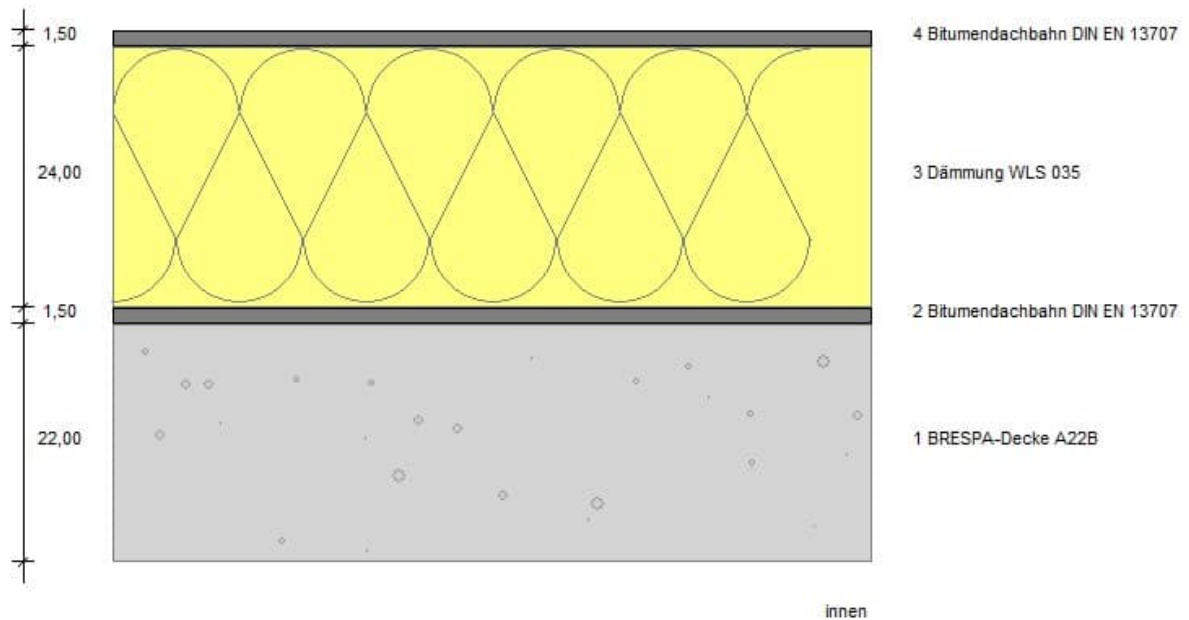
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,10$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,100
01 Beton 2200	20,00	2200	440,0	1,650	0,121
02 Bitumendachbahn DIN EN 13707	1,50	1200	18,0	0,170	0,088
03 Dämmung WLS 035	24,00	20	4,8	0,035	6,857
04 Bitumendachbahn DIN EN 13707	1,50	1200	18,0	0,170	0,088
R_{se}					0,040
d = 47,00 G = 480,8 $R_T = 7,29$					

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,137 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Bauteil: 2.3 Dach BRESPA-Decke (2.3)

2.3 Dach BRESPA-Decke
 $U = 0,14 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Bauteiltyp "Decke gegen die Außenluft" (1)

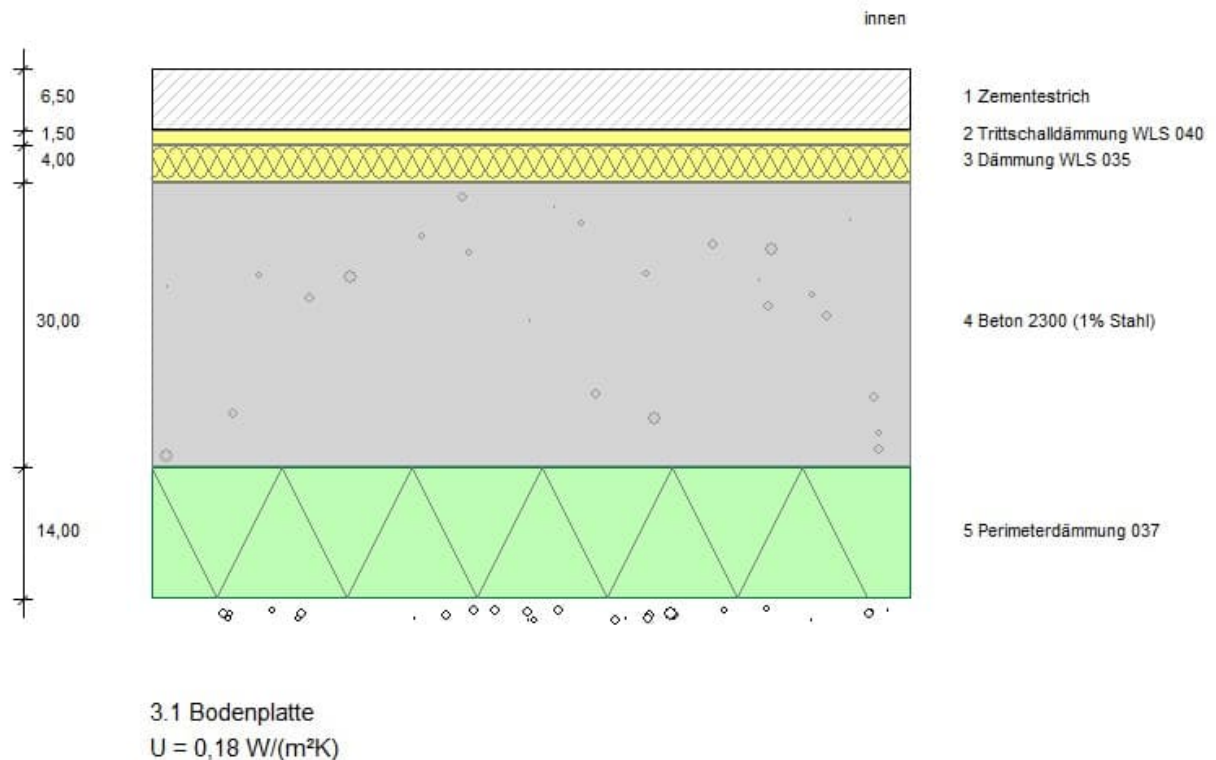
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,10$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,100
01 BRESPA-Decke A22B	22,00	1564	344,1	1,100	0,200
02 Bitumendachbahn DIN EN 13707	1,50	1200	18,0	0,170	0,088
03 Dämmung WLS 035	24,00	20	4,8	0,035	6,857
04 Bitumendachbahn DIN EN 13707	1,50	1200	18,0	0,170	0,088
R_{se}					0,040
	d = 49,00	G = 384,9		$R_T = 7,37$	

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,136 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

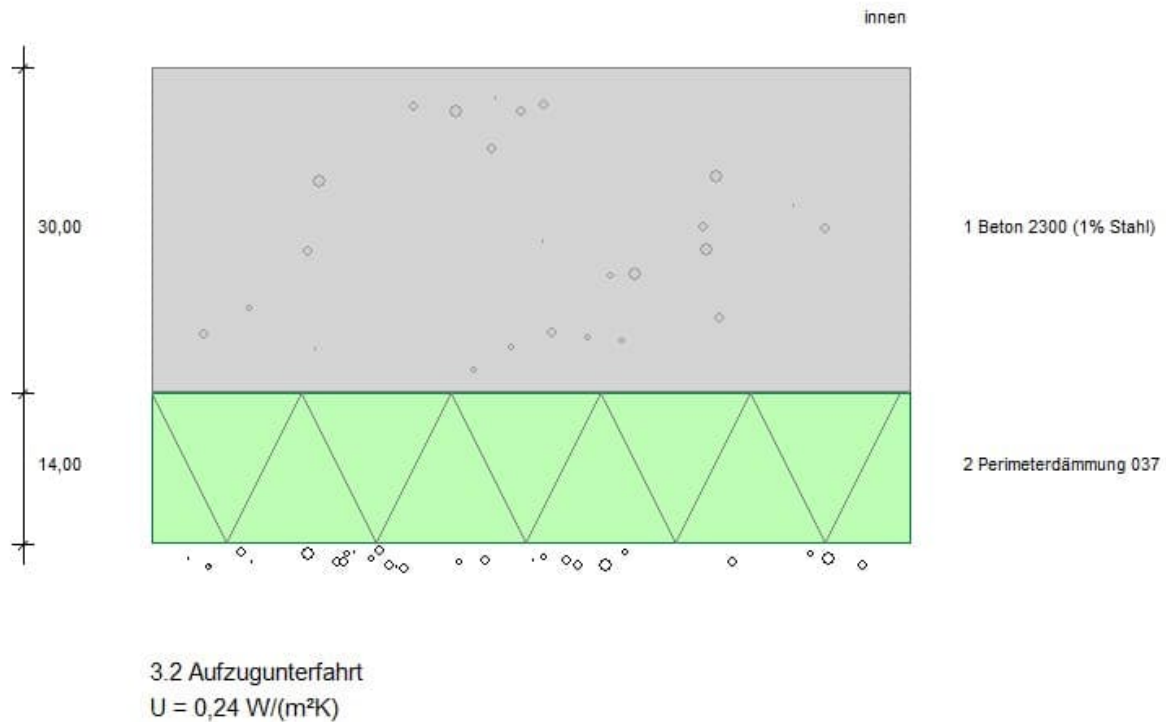
Bauteil: 3.1 Bodenplatte (3.1)

Bauteiltyp "Fußboden gegen Erdreich" (9)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,17$ und $R_{se} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ **Querschnitt**

	s	ρ		λ	R
von innen	cm	kg/m ³	kg/m ²	W/(mK)	m ² K/W
R_{si}					0,170
01 Zementestrich	6,50	2000	130,0	1,400	0,046
02 Trittschalldämmung WLS 040	1,50	-	-	0,040	0,375
03 Dämmung WLS 035	4,00	20	0,8	0,035	1,143
04 Beton 2300 (1% Stahl)	30,00	2300	690,0	2,300	0,130
05 Perimeterdämmung 037	14,00	25	3,5	0,037	3,784
R_{se}					0,000
	d = 56,00	G = 824,3		$R_T = 5,65$	

WärmedurchgangskoeffizientWärmedurchgangskoeffizient $U = 0,177 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Bauteil: 3.2 Aufzugunterfahrt (3.2)

Bauteiltyp "Fußboden gegen Erdreich" (9)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,17$ und $R_{se} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ **Querschnitt**

	s	ρ		λ	R
von innen	cm	kg/m³	kg/m²	W/(mK)	m²K/W
R_{si}					0,170
01 Beton 2300 (1% Stahl)	30,00	2300	690,0	2,300	0,130
02 Perimeterdämmung 037	14,00	25	3,5	0,037	3,784
R_{se}					0,000
	d = 44,00	G = 693,5		$R_T = 4,08$	

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U = 0,245 W/(m²K) (ohne Korrekturen)

Bauteil: 4.1 Fenster g = 0,40 (4.1)

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,950 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (manuell festgelegt)

Energiedurchlassgrad $g = 40\%$

.....

Bauteil: 4.2 Dachfenster (4.2)

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1,300 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (manuell festgelegt)

Energiedurchlassgrad $g = 40\%$

.....

Bauteil: 4.3 Fenster g = 0,58 (4.3)

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,950 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (manuell festgelegt)

Energiedurchlassgrad $g = 58\%$

.....

Bauteil: 5.1 Außentür (5.1)

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1,000 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (manuell festgelegt)

Energiedurchlassgrad $g = 58\%$

Anlage 3: Angaben zur TGA

E-Mail zur Trinkwarmwasserbereitung von Bauprojekt K.Schmidt GmbH vom 12.11.2024

0915 AW: 1442 TEU GEG-Nachweis PV und WW-Bereitung



Katrin Hohnstädter <hohnstaedter@bauprojekt-sgh.de>

An Michael Keller; David Blache

Cc teu@gsai.de; mandy.seidel@gemeinde-teutschenthal.de; Leven Stefanie

 Zur Nachverfolgung. Beginn am Mittwoch, 13. November 2024. Fällig am Mittwoch, 13. November 2024.

Beginnen Sie „Allen antworten“ mit:

[Vielen Dank für die schnelle Antwort.](#)

[Vielen Dank!](#)

[Vielen Dank für die Info!](#)

 [Feedback](#)

  Antwo

Sehr geehrter Herr Keller,

für den Bereich Küche gibt es keinen berechneten Warmwasserbedarf. Im Rahmen kann der Ausführungsplanung kann dieser evtl. mit dem Betreiber geklärt werden.

In unserer Entwurfsplanung sind wir von einer zentralen Warmwasserbereitung über die Wärmepumpe mit zusätzlichen E-Heizstab ausgegangen. Dieser kann sicher auch auf 6kW begrenzt werden.

Für eventuelle Fragen stehen wir ihnen gern zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

Katrin Hohnstädter, **Dipl.-Ing. HLS**

Bauprojekt K.Schmidt GmbH



Telefon: +49 3464 / 54 33 34

Mobil: +49 160 98 90 80 22

Fax: +49 3464 / 54 33 22

Web: www.bauprojekt-sgh.de

E-Mail: hohnstaedter@bauprojekt-sgh.de

TGA Fragenkatalog HLS von Bauprojekt K.Schmidt GmbH vom 11.11.2024

2 Allgemeines

<i>Luftdichtheitsprüfung vorgesehen?</i>	☐ Ja ☐ Nein
<i>Außenluftdurchlässe vorgesehen?</i>	☐ Ja ☐ Nein
<i>Ist ein Kälteerzeugersystem vorgesehen?</i>	☐ Ja, Zonen: _____ ☒ Nein
<i>Wird ein Lüftungskonzept erstellt?</i>	☐ Ja, durch: _____ ☐ Nein
<i>Nutzungszeiten abweichend zur DIN V 18599?</i>	☐ Ja ☐ Nein
<i>Anzahl der geplanten Essen</i>	_____ Essen pro Tag
<i>Warmwasserbedarf</i>	☐ ≤ 5 Liter je Person und Tag ☐ > 5 Liter je Person und Tag
<i>Fernwärmezertifikat</i>	☐ ist beigelegt ☐ wird nachgereicht durch _____
<i>Öffentliches Gebäude</i>	☐ Ja ☐ Nein

Die Erfüllung des GEG, Teil 2, Abschnitt 4 kann nach Auswertung der Angaben abgestimmt werden.

Photovoltaik-Anlage:

geplant?

- ☐ Ja
☐ Nein

Stromnutzung überwiegend gebäudenah?

- ☐ Ja
☐ Nein

3 Heizung

	Versorgungsbereich I	ggf. Versorgungsbereich II
Wärmeerzeuger	Wärmepumpe	
wenn Fernwärme (Fernwärme zuzügl. Zertifikat)	☐ fossil ☐ erneuerbar f_p - Faktor ____	☐ fossil ☐ erneuerbar f_p - Faktor ____
wenn Hallenheizung	☐ Hellstrahler ☐ kondensierend, konstante Verbrennungsluftmenge, Abgas-WÜT ☐ kondensierend, variable Verbrennungsluftmenge, Abgas-WÜT	☐ Hellstrahler ☐ kondensierend, konstante Verbrennungsluftmenge, Abgas-WÜT ☐ kondensierend, variable Verbrennungsluftmenge, Abgas-WÜT
	☐ Dunkelstrahler ☐ nicht kondensierend, konstante Verbrennungsluftmenge, ohne Abgas-WÜT ☐ nicht kondensierend, variable Verbrennungsluftmenge, ohne Abgas-WÜT ☐ kondensierend, konstante Verbrennungsluftmenge, Abgas-WÜT ☐ kondensierend, variable Verbrennungsluftmenge, Abgas-WÜT	☐ Dunkelstrahler ☐ nicht kondensierend, konstante Verbrennungsluftmenge, ohne Abgas-WÜT ☐ nicht kondensierend, variable Verbrennungsluftmenge, ohne Abgas-WÜT ☐ kondensierend, konstante Verbrennungsluftmenge, Abgas-WÜT ☐ kondensierend, variable Verbrennungsluftmenge, Abgas-WÜT
wenn Wärmepumpe	Typ: ☐ Luft-Wasser ☒ Sole-Wasser Erdsonde oder Erdkollektor? ☐ Wasser-Wasser ☐ Luft-Luft ☐ für 35°C und -7/2/7°C COP = ____/____/____ ☐ für 45°C und -7/2/7°C COP = ____/____/____ ☐ für 55°C und -7/2/7°C COP = ____/____/____ Laufzeitbegrenzung ____ h/d Heizleistung 150 kW Nachheizung: ☐ konventionell durch: _____ ☐ elektrisch	Typ: ☐ Luft-Wasser ☐ Sole-Wasser Erdsonde oder Erdkollektor? ☐ Wasser-Wasser ☐ Luft-Luft ☐ für 35°C und -7/2/7°C COP = ____/____/____ ☐ für 45°C und -7/2/7°C COP = ____/____/____ ☐ für 55°C und -7/2/7°C COP = ____/____/____ Laufzeitbegrenzung ____ h/d Heizleistung ____ kW Nachheizung: ☐ konventionell durch: _____ ☐ elektrisch
Aufstellungsort	☒ innerhalb thermische Hülle ☐ außerhalb thermischer Hülle	☐ innerhalb thermische Hülle ☐ außerhalb thermischer Hülle
Vor- und Rücklauftemperatur	35 / 28 °C	____ / ____ °C
Intermittierender Heizbetrieb	☒ Ja ☐ Nein	☐ Ja ☐ Nein
Pumpe (Korrektur für das Pumpenmanagement)	☐ ohne Pumpenmanagement (im Bestand) ☒ Pumpenmanagement (außentemperaturgeführt) ☐ Pumpenmanagement (raumtemperaturgeführt)	☐ ohne Pumpenmanagement (im Bestand) ☐ Pumpenmanagement (außentemperaturgeführt) ☐ Pumpenmanagement (raumtemperaturgeführt)

	Versorgungsbereich I	ggf. Versorgungsbereich II
<i>Effizienzfaktor der Pumpe</i>	☐ manuell ☐ Ppu/Phydr ☒ auto, bedarfsgerechte Pumpe ☐ auto, überdimensionierte Pumpe	☐ manuell ☐ Ppu/Phydr ☐ auto, bedarfsgerechte Pumpe ☐ auto, überdimensionierte Pumpe
<i>Übergab</i>	☐ freie Heizflächen ☒ Flächenheizung ☐ Luftheizung ☐ Elektroheizung	☐ freie Heizflächen ☐ Flächenheizung ☐ Luftheizung ☐ Elektroheizung
<i>Lage</i>	☐ HK vor Innenwand ☐ HK vor Glasflächen ☐ ohne Strahlungsschutz ☐ mit Strahlungsschutz ☐ HK vor Außenwand	
<i>Regelung</i>	☐ P-Regler ☒ PI-Regler ☐ PI-Regler mit Optimierung	☐ P-Regler ☐ PI-Regler ☐ PI-Regler mit Optimierung
<i>Netztyp</i>	☐ Etagenringtyp ☐ Etagenverteiltertyp ☒ Steigstrangtyp ☐ Strahlungs- und Luftheizung	☐ Etagenringtyp ☐ Etagenverteiltertyp ☐ Steigstrangtyp ☐ Strahlungs- und Luftheizung
<i>Rohrlängen, detailliert</i>	_____ m (Verteilung) _____ m (Stränge) _____ m (Anbindung) ☐ Berechnung nach DIN V 18599 durch: _____	_____ m (Verteilung) _____ m (Stränge) _____ m (Anbindung) ☐ Berechnung nach DIN V 18599 durch: _____
<i>Hydraulischer Abgleich</i>	☒ Ja ☐ Nein	☐ Ja ☐ Nein
<i>f_{hydr}</i>	☐ 1,06 (ohne hydr. Abgleich) ☒ 1,02 (> 8 Heizflächen/Durchflussregler) ☐ 1,0 (bis 8 Heizflächen/Durchflussregler) ☐ 1,02 (1-Rohr, Durchflussregler statisch) ☐ 1,0 (1-Rohr, Durchflussregler dynamisch)	☐ 1,06 (ohne hydr. Abgleich) ☐ 1,02 (> 8 Heizflächen/Durchflussregler) ☐ 1,0 (bis 8 Heizflächen/Durchflussregler) ☐ 1,02 (1-Rohr, Durchflussregler statisch) ☐ 1,0 (1-Rohr, Durchflussregler dynamisch)
<i>Heizungspufferspeicher</i>	2000 Liter (Nenninhalt) 50 °C	_____ Liter (Nenninhalt) _____ °C

5 Warmwasser

Frischwasserstationen

Diese Art der Warmwasserbereitung ist weder bei einer Berechnung nach DIN 18599 noch nach DIN 4701-10 energetisch zu bewerten und abzubilden. Daher erfolgt die Berechnung als energetischer Vergleich mit einem konventionellen zentralen System.

Frischwasserstation geplant? ☐ Ja ☐ Nein

	Versorgungsbereich I	ggf. Versorgungsbereich II
<i>Wärmeerzeuger</i>	☒ wie Heizwärmeerzeuger ☐ _____	☐ wie Heizwärmeerzeuger ☐ _____
<i>Warmwasser-Versorgung</i>	☒ Zentral Verein ☒ Dezentral Schule	
<i>Warmwasser-Verteilung</i>	☐ nicht vorhanden ☒ mit Zirkulation ☐ ohne Zirkulation ☐ mit Begleitheizung ☐ ohne Begleitheizung	☐ nicht vorhanden ☐ mit Zirkulation ☐ ohne Zirkulation ☐ mit Begleitheizung ☐ ohne Begleitheizung
<i>Betriebsdauer</i>	____ h/d (Begleitheizung) 24 ____ h/d (Zirkulation)	____ h/d (Begleitheizung) ____ h/d (Zirkulation)
<i>Zirkulationspumpe</i>	☒ geregelt ☐ ungeregelt ----- ____ W (el. Leistungsaufnahme)	☐ geregelt ☐ ungeregelt ----- ____ W (el. Leistungsaufnahme)
<i>Netztyp</i>	☐ Steigstrangtyp ☒ Ebenentyp ☐ Dezentrale Versorgung	
<i>Rohrlängen, detailliert</i>	____ m (Verteilung) ____ m (Stränge) ____ m (Anbindung) ☐ Berechnung nach DIN V 18599 durch: _____	____ m (Verteilung) ____ m (Stränge) ____ m (Anbindung) ☐ Berechnung nach DIN V 18599 durch: _____
<i>Warmwasser-Speicher</i>	☐ nicht vorhanden ----- ☐ direkt ☒ indirekt ☐ bivalent ☐ solar ☐ gasbeheizt ☐ elektrisch	☐ nicht vorhanden ----- ☐ direkt ☐ indirekt ☐ bivalent ☐ solar ☐ gasbeheizt ☐ elektrisch
<i>Warmwasser-Speicher</i>	☒ innerhalb der thermischen Hülle ☐ außerhalb der thermischen Hülle ----- 1 ____ (Anzahl) 750 ____ Liter (Nenninhalt) ____ W (Pumpenleistung)	☐ innerhalb der thermischen Hülle ☐ außerhalb der thermischen Hülle ----- ____ (Anzahl) ____ Liter (Nenninhalt) ____ W (Pumpenleistung)

Solargestützte Warmwassererwärmunggeplant?☐ Ja☒ Nein

	Versorgungsbereich I	ggf. Versorgungsbereich II
Solaranlage	☐ Flachkollektoren	☐ Flachkollektoren
	☐ Röhrenkollektoren	☐ Röhrenkollektoren
	_____ m ² (Kollektorfläche)	_____ m ² (Kollektorfläche)
	_____ m ² (Aperturfläche)	_____ m ² (Aperturfläche)
	_____ (Orientierung)	_____ (Orientierung)
	_____ ° (Neigung)	_____ ° (Neigung)
	_____ (Einstrahlwinkelkorrektur)	_____ (Einstrahlwinkelkorrektur)
	_____ W/m ² K (U-Wert k1)	_____ W/m ² K (U-Wert k1)
	_____ W/m ² K (U-Wert k2)	_____ W/m ² K (U-Wert k2)
	_____ (Konversionsfaktor)	_____ (Konversionsfaktor)
_____ % (Heizungsunterstützung)	_____ % (Heizungsunterstützung)	
☐ separater Speicher	☐ separater Speicher	
☐ bivalenter Kombispeicher	☐ bivalenter Kombispeicher	
V _{sux} _____ Liter	V _{sux} _____ Liter	
V _{sol} _____ Liter	V _{sol} _____ Liter	

6 Lüftung

<i>Wärmerückgewinnung</i>	☒ nur Wärme ☐ Wärme und Feuchte ____ % (Wärmerückgewinnungsgrad)	☐ nur Wärme ☐ Wärme und Feuchte ____ % (Wärmerückgewinnungsgrad)
<i>Aufstellungsort</i>	☐ innerhalb thermische Hülle ☒ außerhalb thermischer Hülle	☐ innerhalb thermische Hülle ☐ außerhalb thermischer Hülle
<i>Volumenstrom</i>	☐ Konstantvolumenstrom ☒ Zeit-/Nutzung sabhängig ☐ Kühllastabhängig	☐ Konstantvolumenstrom ☐ Zeit-/Nutzung sabhängig ☐ Kühllastabhängig
<i>Auslegung</i>	____ h (Betriebsdauer) ____ 1/h (Luftwechsel)	____ h (Betriebsdauer) ____ 1/h (Luftwechsel)
<i>RLT-Komponenten</i>	☒ ohne Heiz- und Kühlfunktion (nur Erwärmung auf Raumtemp.) ☐ Heizfunktion ____ °C (Zulufttemperatur Heizen) ☐ Kühlfunktion ____ °C (Zulufttemperatur Kühlen)	☐ ohne Heiz- und Kühlfunktion ☐ Heizfunktion ____ °C (Zulufttemperatur Heizen) ☐ Kühlfunktion ____ °C (Zulufttemperatur Kühlen)
<i>Feuchteanforderung</i>	☐ Ja ☒ Nein ☐ mit Toleranz ☐ Verdunster ☐ regelbar ☐ Dampf	☐ Ja ☐ Nein ☐ mit Toleranz ☐ Verdunster ☐ regelbar ☐ Dampf
<i>Ventilatorleistung</i>	____ Wh/m³ = W/m³/h (Zuluft) ____ Wh/m³ = W/m³/h (Abluft)	____ Wh/m³ = W/m³/h (Zuluft) ____ Wh/m³ = W/m³/h (Abluft)
<i>Leistung Heizregister</i>	____ kW	____ kW

7 Klimakältesystem

	Klimasystem	Zone __	Zone__	Zone
				__
Art	☐ ohne ☐ <u>RLT Klimasystem</u> ☒ Raumklimasystem	☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐

<u>RLT Klimasystem</u>	☐ Kaltwasser 6/12 ☐ Kaltwasser 14/18 ☐ Kaltwasser 18/20 ☐ Direktverdampfung	☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐
Raumklimasystem	☐ Kaltwasser 6/12 ☐ Kaltwasser 8/14, Ventilator-konvektor ☐ Kaltwasser 14/18 ☐ Kaltwasser 16/18, Kühldecke ☒ Kaltwasser 18/20, Bauteilaktivierung ☐ Direktverdampfung	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
Mindestauslastung bc.grenz.	☐ Saisonale Betriebsweise 0,15 ☐ Bedarfsorientiert ohne Außenluftklimasystem 0,30 ☐ Bedarfsorientiert mit Außenluftklimasystem 0,60	☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐
Sekundärventilatoren	☐ Brüstungsgerät ☐ Raumklimageräte DX (Kanäle und Luftdurchlässe, Deckenkassetten, Wand- u. Brüstungsgeräte) ☐ Ventilator-konvektoren (Brüstungs- u. Deckengeräte 6°C/ 14°C; Luftverteilung über Kanäle 14°C)	☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐

	Kältespeicherung
Art	☐ ohne ☒ Wasserspeicher ☒ Eisspeicher
Wasserspeicher	☐ Wetterprognoseregulierung ☐ Speicherentladung am Folgetag parallel mit Kältemaschine ☐ Spitzenlastspeicher ☐ Redundanzspeicher
Eisspeicher	☐ Wetterprognoseregulierung ☐ Speicherentladung am Folgetag parallel mit Kältemaschine ☐ Spitzenlastspeicher ☐ Redundanzspeicher

	Kälteerzeuger
Wassergekühlte / luftgekühlte Kompressionskältemaschine	Kältemittel ☐ R314a/unbekannt ☐ R407C ☐ R410A ☐ R717 ☐ R22 /Bestand
Verdunstungsrückkühler	☐ 6 °C ☐ 14 °C
Trockenkühler	☐ 6 °C ☐ 14 °C
Raumklimasystem, luftgekühlt	☐ VRF-System > 12kW ☐ Raumklimageräte < 12kW ☐ Kompaktklimagerät als Fenster-/Wandklimagerät ☐ Split-System / Multisplitsystem ☐ taktend / ☐ frequenzgeregelt / ☐ Inverter geregelt ☐ Heizmedium 80 / 70°C ☐ Verdunstungskühler 12°C/ ☐ Heizmedium 90 / 75°C Verdunstungskühler ☐ 6°C ☐ 12°C ☐ 16°C
Absorptionskältemaschine H ₂ O/LiBr	☐ Heizmedium 80 / 70°C ☐ Verdunstungskühler 12°C/ ☐ Heizmedium 90 / 75°C Verdunstungskühler ☐ 6°C ☐ 12°C ☐ 16°C ☐ Heizmedium 110 / 95°C Verdunstungskühler ☐ 6°C ☐ 12°C ☐ 16°C Trockenkühler ☐ 12°C ☐ 16°C ☐ Heizmedium 130 / 110°C Verdunstungskühler ☐ 6°C ☐ 12°C ☐ 16°C Trockenkühler ☐ 6°C ☐ 12°C ☐ 16°C ☐ Heizmedium 170 / 155°C Verdunstungskühler ☐ 6°C ☐ 12°C ☐ 16°C

Rückkühler für wassergeführte Anlagen	☐ mit konstanter Kühlwassermenge ☐ mit variabler Kühlwassermenge ☐ geschlossener Kreislauf ☐ Axialventilator ☐ Radialventilator ☐ offener Kreislauf ☐ Axialventilator ☐ Radialventilator
Gasbetriebene Kälteerzeugung	☐ Direkt verdampfte VRF-Systeme ☐ Direkt befeuerte Absorptionskältemaschine
Geothermische Kühlung	☒ Grundwasser ☐ Erdsonde Ton/Schluff; Kalkstein; Quarzit

	Energieträger
Art	☐ Strom-Mix ☐ Erdgas ☐ Heizöl ☐ solar ☐ andere _____
Fernkälte	f_k -Wert _____

TGA Fragenkatalog ELT von KPI Planungsgesellschaft mbH vom 16.07..2024

2 Allgemeines

Luftdichtheitsprüfung vorgesehen?	☐ Ja ☐ Nein
Außenluftdurchlässe vorgesehen?	☐ Ja ☐ Nein
Ist ein Kälteerzeugersystem vorgesehen?	☐ Ja, Zonen: _____ ☐ Nein
Wird ein Lüftungskonzept erstellt?	☐ Ja, durch: _____ ☐ Nein
Nutzungszeiten abweichend zur DIN V 18599?	☐ Ja ☐ Nein
Anzahl der geplanten Essen	_____ Essen pro Tag
Warmwasserbedarf	☐ ≤ 5 Liter je Person und Tag ☐ > 5 Liter je Person und Tag
Fernwärmezertifikat	☐ ist beigefügt ☐ wird nachgereicht durch _____
Öffentliches Gebäude	☐ Ja ☐ Nein

Die Erfüllung des GEG, Teil 2, Abschnitt 4 kann nach Auswertung der Angaben abgestimmt werden.

Photovoltaik-Anlage:

geplant?

☐ Ja ~~Ja~~

☐ Nein

Stromnutzung überwiegend gebäudenah?

☐ Ja derzeit noch völlig unklar wo, aber es sollte möglichst gebäudenah geplant werden

☐ Nein

4 Beleuchtung

	Versorgungsbereich I	ggf. Versorgungsbereich II
<i>Lampentypen, detailliert</i>	☐ Leuchtstoffröhren ☐ kompakte Leuchtstofflampen ☐ Halogen ☐ Glühlampen ☐ LED Leuchten EVG ☐ LED Ersatzlampen EVG	☐ Leuchtstoffröhren ☐ Halogen ☐ Glühlampen ☐ LED
<i>Vorschaltgerät</i>	☐ EVG-integriert ☐ WVG ☐ KVG	☐ EVG-integriert ☐ WVG ☐ KVG
<i>Steuerung</i>	☐ manuell 20/17/14/12/09/08/04/01 ☐ tageslichtabhängig 08/09 ☐ automatisch 16/19 ☐ abschaltend ☐ permanent	☐ manuell ☐ tageslichtabhängig ☐ automatisch ☐ abschaltend ☐ permanent
<i>Präsenzmelder</i>	☐ Ja 19/16 ☐ Nein alle anderen Zonen	☐ Ja ☐ Nein
<i>Konstantlichtregelung</i>	☐ Ja ☐ Nein	☐ Ja ☐ Nein
<i>Beleuchtungsart</i>	☐ direkt ☐ indirekt ☐ direkt/indirekt	☐ direkt ☐ indirekt ☐ direkt/indirekt

5 Warmwasser

Frischwasserstationen

Diese Art der Warmwasserbereitung ist weder bei einer Berechnung nach DIN 18599 noch nach DIN 4701-10 energetisch zu bewerten und abzubilden. Daher erfolgt die Berechnung als energetischer Vergleich mit einem konventionellen zentralen System.

Frischwasserstation geplant? ☐ Ja ☐ Nein

	Versorgungsbereich I	ggf. Versorgungsbereich II
<i>Wärmeerzeuger</i>	☐ wie Heizwärmeerzeuger ☐ _____	☐ wie Heizwärmeerzeuger ☐ _____
<i>Warmwasser-Versorgung</i>	☐ Zentral ☐ Dezentral	
<i>Warmwasser-Verteilung</i>	☐ nicht vorhanden ☐ mit Zirkulation ☐ ohne Zirkulation ☐ mit Begleitheizung ☐ ohne Begleitheizung	☐ nicht vorhanden ☐ mit Zirkulation ☐ ohne Zirkulation ☐ mit Begleitheizung ☐ ohne Begleitheizung
<i>Betriebsdauer</i>	____ h/d (Begleitheizung) ____ h/d (Zirkulation)	____ h/d (Begleitheizung) ____ h/d (Zirkulation)
<i>Zirkulationspumpe</i>	☐ geregelt ☐ ungeregelt ____ W (el. Leistungsaufnahme)	☐ geregelt ☐ ungeregelt ____ W (el. Leistungsaufnahme)
<i>Netztyp</i>	☐ Steigstrangtyp ☐ Ebenentyp ☐ Dezentrale Versorgung	
<i>Rohrlängen, detailliert</i>	____ m (Verteilung) ____ m (Stränge) ____ m (Anbindung) = Berechnung nach DIN V 18599 durch: _____	____ m (Verteilung) ____ m (Stränge) ____ m (Anbindung) = Berechnung nach DIN V 18599 durch: _____
<i>Warmwasser-Speicher</i>	☐ nicht vorhanden ----- ☐ direkt ☐ indirekt ☐ bivalent ☐ solar ☐ gasbeheizt ☐ elektrisch	☐ nicht vorhanden ----- ☐ direkt ☐ indirekt ☐ bivalent ☐ solar ☐ gasbeheizt ☐ elektrisch
<i>Warmwasser-Speicher</i>	☐ innerhalb der thermischen Hülle ☐ außerhalb der thermischen Hülle ----- ____ (Anzahl) ____ Liter (Nenninhalt) ____ W (Pumpenleistung)	☐ innerhalb der thermischen Hülle ☐ außerhalb der thermischen Hülle ----- ____ (Anzahl) ____ Liter (Nenninhalt) ____ W (Pumpenleistung)

Solargestützte Warmwassererwärmunggeplant?

- ☐ Ja
- ☒ **Nein**

	Versorgungsbereich I	ggf. Versorgungsbereich II
<i>Solaranlage</i>	☒ Flachkollektoren	☐ Flachkollektoren
	☐ Röhrenkollektoren	☐ Röhrenkollektoren
	____ m ² (Kollektorfläche)	____ m ² (Kollektorfläche)
	____ m ² (Aperturfläche)	____ m ² (Aperturfläche)
	____ (Orientierung)	____ (Orientierung)
	____ ° (Neigung)	____ ° (Neigung)
	____ (Einstrahlwinkelkorrektur)	____ (Einstrahlwinkelkorrektur)
	____ W/m ² K (U-Wert k1)	____ W/m ² K (U-Wert k1)
	____ W/m ² K (U-Wert k2)	____ W/m ² K (U-Wert k2)
	____ (Konversionsfaktor)	____ (Konversionsfaktor)
____ % (Heizungsunterstützung)	____ % (Heizungsunterstützung)	
☐ separater Speicher	☐ separater Speicher	
☐ bivalenter Kombispeicher	☐ bivalenter Kombispeicher	
V _{aux} ____ Liter	V _{aux} ____ Liter	
V _{sol} ____ Liter	V _{sol} ____ Liter	

Derzeit kann nicht abgeschätzt werden, wie groß die PV-Anlage aufgrund der Größe der Lüftungsanlage und Dachflächenbelegung wird.

Auszug aus Betriebsbeschreibung zum Neubau einer dreizügigen Grundschule in Teutschenthal
von Gemeinde Teutschenthal vom 12.01.2024

Anlage A - Mensa/ Ausgabeküche/ Lehrküche

1. Vorüberlegungen Mensanutzung

Die Nutzung der Mensa ist vorrangig für die Ausgabe des Mittagessens vorgesehen.

Das Essen wird von einem Caterer angeliefert.

Anzahl: ca. 300 Personen

(Schülerinnen, Schüler, Lehrkräfte)

3 - 4 Durchgängen a ca. 20 bis 30 Minuten, pro Durchgang max. 80 Personen

Öffnungszeit Mittagessen der Mensa: ca. 11.30 Uhr bis ca. 13 Uhr

Verpflegungsangebot in den Ferien (Mittagessen für ca. 100 Personen)



KPI Planungsgesellschaft mbH
Bornitzstraße 73-75
10365 Berlin
Deutschland

Ansprechpartner/in:
Gerald Weiß Projekt-Ing
Telefon: 0381-3676748-9
Telefax: 0172-9880200
E-Mail: g.weiss@kpi-ingenieure.de

Gemeinde Teutschenthal

Am Busch 19 in 06179 Teutschenthal

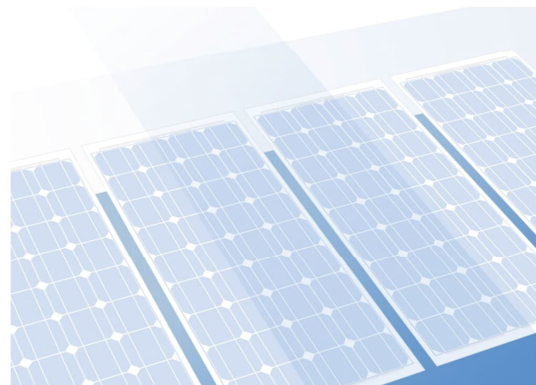
Projekttitle: PV Anlage Teutschenthal Grundschule

04.12.2024

Ihre PV-Anlage von KPI Planungsgesellschaft mbH

Adresse der Anlage

Neubau einer dreizügigen Grundschule
Am Stadion 9 in 06179 Teutschenthal



Projektbeschreibung:

Photovoltaikanlage auf Flachdach BT 1 und BT 3 mit Aufständering und Batteriespeicher



Erstellt mit PV*SOL premium 2024 (R8)
Valentin Software GmbH

PV Anlage Teutschenthal Grundschule

KPI Planungsgesellschaft mbH



Projektübersicht

PV-Anlage

Netzgekoppelte PV-Anlage mit elektrischen Verbrauchern und Batteriesystemen

Klimadaten	Halle-Saale, DEU (1995 - 2012)
Quelle der Werte	DWD TMY3 (Valentin Software)
PV-Generatorleistung	36,55 kWp
PV-Generatorfläche	171,8 m ²
Anzahl PV-Module	86
Anzahl Wechselrichter	2
Anzahl Batteriesysteme	1

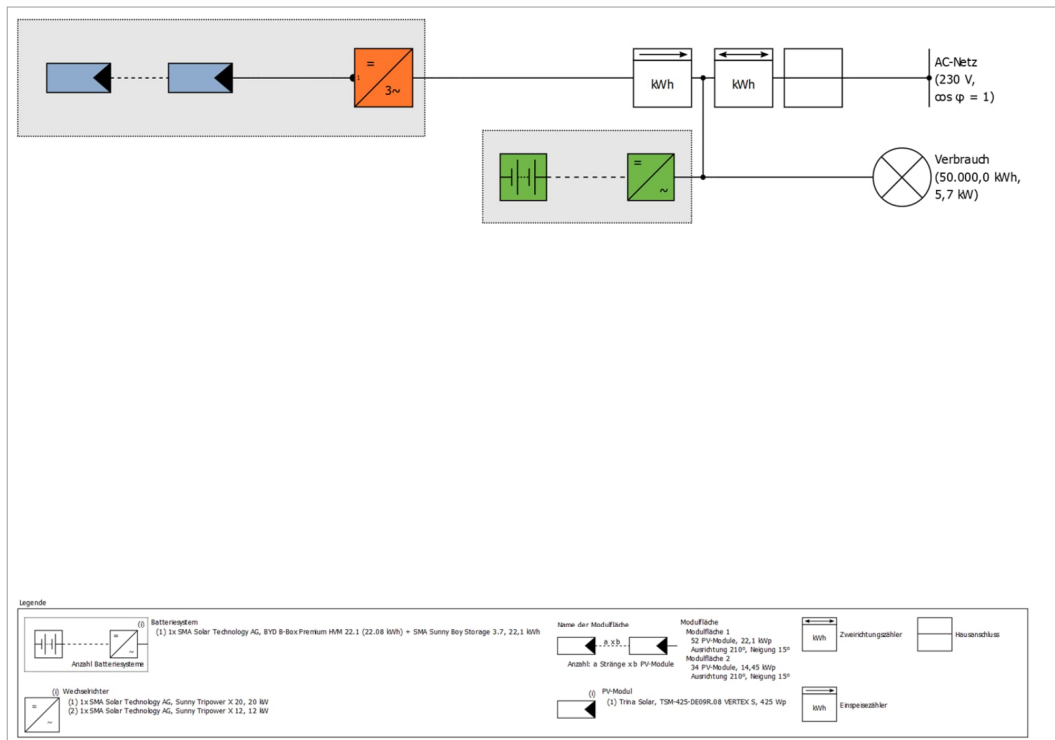


Abbildung: Schaltschema

PV Anlage Teutschenthal Grundschule



KPI Planungsgesellschaft mbH

Ertragsprognose

Ertragsprognose

PV-Generatorleistung	36,55 kWp
Spez. Jahresertrag	979,75 kWh/kWp
Anlagennutzungsgrad (PR)	91,71 %
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	35.853 kWh/Jahr
Direkter Eigenverbrauch	17.028 kWh/Jahr
Batterieladung	5.011 kWh/Jahr
Abregelung am Einspeisepunkt	0 kWh/Jahr
Netzeinspeisung	13.814 kWh/Jahr
Eigenverbrauchsanteil	61,4 %
Vermiedene CO ₂ -Emissionen	16.657 kg/Jahr
Autarkiegrad	43,3 %

Wirtschaftlichkeit

Ihr Gewinn

Gesamte Investitionskosten	0,00 €
Gesamtkapitalrendite	8,64 %
Amortisationsdauer	10,1 Jahre
Stromgestehungskosten	0,0851 €/kWh
Bilanzierung / Einspeisekonzept	Überschusseinspeisung

Die Ergebnisse sind durch eine mathematische Modellrechnung der Firma Valentin Software GmbH (PV*SOL Algorithmen) ermittelt worden. Die tatsächlichen Erträge der Solarstromanlage können aufgrund von Schwankungen des Wetters, der Wirkungsgrade von Modulen und Wechselrichtern sowie anderer Faktoren abweichen.



Erstellt mit PV*SOL premium 2024 (R8)
Valentin Software GmbH

Seite 3 von 16

PV Anlage Teutschenthal Grundschule

KPI Planungsgesellschaft mbH



Aufbau der Anlage
Überblick

Anlagendaten	
Anlagenart	Netzgekoppelte PV-Anlage mit elektrischen Verbrauchern und Batteriesystemen
Klimadaten	
Standort	Halle-Saale, DEU (1995 - 2012)
Quelle der Werte	DWD TMY3 (Valentin Software)
Auflösung der Daten	1 h
Verwendete Simulationsmodelle:	
- Diffusstrahlung auf die Horizontale	Hofmann
- Einstrahlung auf die geneigte Fläche	Hay & Davies
Verbrauch	
Gesamtverbrauch	50000 kWh
Neu	50000 kWh
Spitzenlast	5,7 kW

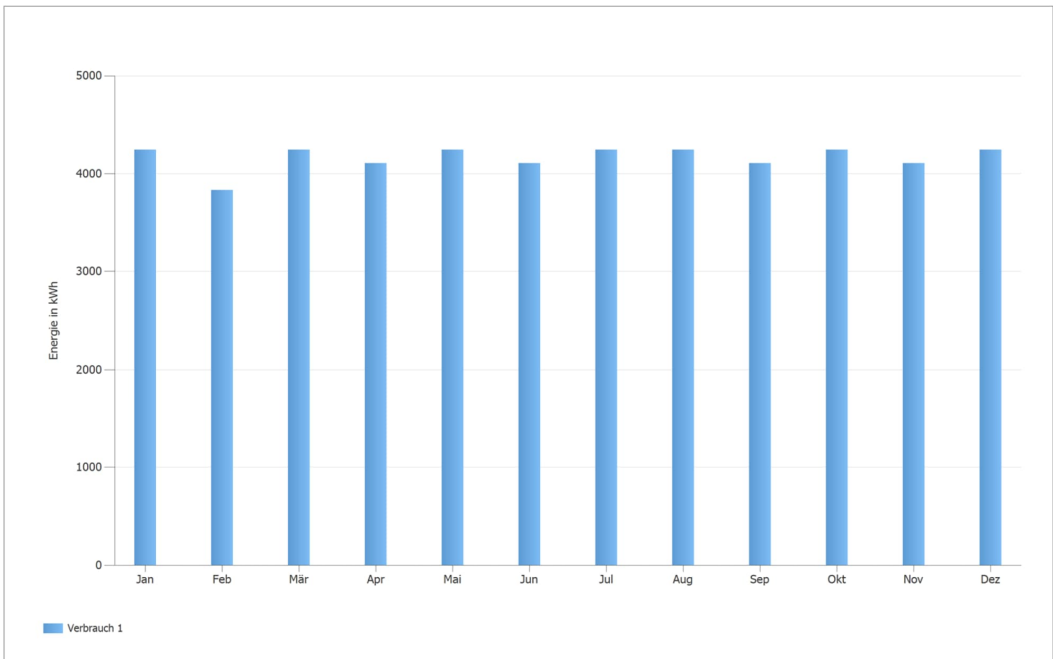


Abbildung: Verbrauch

PV Anlage Teutschenthal Grundschule



KPI Planungsgesellschaft mbH

Modulflächen

1. Modulfläche - Modulfläche 1

PV-Generator, 1. Modulfläche - Modulfläche 1

Name	Modulfläche 1
PV-Module	52 x TSM-425-DE09R.08 VERTEX S (v1)
Hersteller	Trina Solar
Neigung	15 °
Ausrichtung	Südwesten 210 °
Einbausituation	Aufgeständert - Dach
PV-Generatorfläche	103,9 m²

2. Modulfläche - Modulfläche 2

PV-Generator, 2. Modulfläche - Modulfläche 2

Name	Modulfläche 2
PV-Module	34 x TSM-425-DE09R.08 VERTEX S (v1)
Hersteller	Trina Solar
Neigung	15 °
Ausrichtung	Südwesten 210 °
Einbausituation	Aufgeständert - Dach
PV-Generatorfläche	67,9 m²

Wechselrichterverschaltung

Verschaltung 1

Modulfläche	Modulfläche 1
Wechselrichter 1	
Modell	Sunny Tripower X 20 (v3)
Hersteller	SMA Solar Technology AG
Anzahl	1
Dimensionierungsfaktor	110,5 %
Verschaltung	MPP 1: 1 x 18
	MPP 2: 1 x 17
	MPP 3: 1 x 17

Verschaltung 2

Modulfläche	Modulfläche 2
Wechselrichter 1	
Modell	Sunny Tripower X 12 (v3)
Hersteller	SMA Solar Technology AG
Anzahl	1
Dimensionierungsfaktor	120,4 %
Verschaltung	MPP 1: 1 x 12
	MPP 2: 1 x 11
	MPP 3: 1 x 11



PV Anlage Teutschenthal Grundschule



KPI Planungsgesellschaft mbH

AC-Netz

AC-Netz

Anzahl Phasen	3
Netzspannung zwischen Phase und Nullleiter	230 V
Verschiebungsfaktor (cos phi)	+/- 1

Batteriesysteme

Batteriesystem - Gruppe 1

Modell	BYD B-Box Premium HVM 22.1 (22.08 kWh) + SMA Sunny Boy Storage 3.7 (v1)
Hersteller	SMA Solar Technology AG
Anzahl	1
Batteriewechselrichter	
Art der Kopplung	AC Kopplung
Nennleistung	3,68 kW
Batterie	
Hersteller	BYD Company Ltd.
Modell	HVM (v1)
Anzahl	8
Batterieenergie	22,1 kWh
Batterietyp	Lithium-Eisen-Phosphat

PV Anlage Teutschenthal Grundschule

KPI Planungsgesellschaft mbH



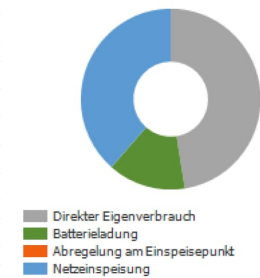
Simulationsergebnisse

Ergebnisse Gesamtanlage

PV-Anlage

PV-Generatorleistung	36,55 kWp
Spez. Jahresertrag	979,75 kWh/kWp
Anlagennutzungsgrad (PR)	91,71 %
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	35.853 kWh/Jahr
Direkter Eigenverbrauch	17.028 kWh/Jahr
Batterieladung	5.011 kWh/Jahr
Abregelung am Einspeisepunkt	0 kWh/Jahr
Netzeinspeisung	13.814 kWh/Jahr
Eigenverbrauchsanteil	61,4 %
Vermiedene CO ₂ -Emissionen	16.657 kg/Jahr

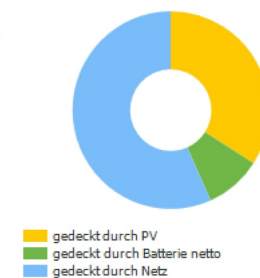
PV-Generatorenergie (AC-Netz)



Verbraucher

Verbraucher	50.000 kWh/Jahr
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	43 kWh/Jahr
Gesamtverbrauch	50.043 kWh/Jahr
gedeckt durch PV	17.028 kWh/Jahr
gedeckt durch Batterie netto	4.663 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	28.352 kWh/Jahr
Solarer Deckungsanteil	43,3 %

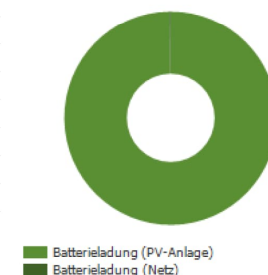
Gesamtverbrauch



Batteriesystem

Ladung am Anfang	22 kWh
Batterieladung (Gesamt)	5.020 kWh/Jahr
Batterieladung (PV-Anlage)	5.011 kWh/Jahr
Batterieladung (Netz)	9 kWh/Jahr
Batterieenergie zur Verbrauchsdeckung	4.672 kWh/Jahr
Batterie-Entladung ins Netz	0 kWh/Jahr
Verluste durch Laden/Entladen	281 kWh/Jahr
Verluste in Batterie	89 kWh/Jahr
Zyklenbelastung	4,9 %
Lebensdauer	>20 Jahre

Batterieladung (Gesamt)



Autarkiegrad

Gesamtverbrauch	50.043 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	28.352 kWh/Jahr
Autarkiegrad	43,3 %



Erstellt mit PV*SOL premium 2024 (R8)
Valentin Software GmbH

Seite 7 von 16

PV Anlage Teutschenthal Grundschule

KPI Planungsgesellschaft mbH

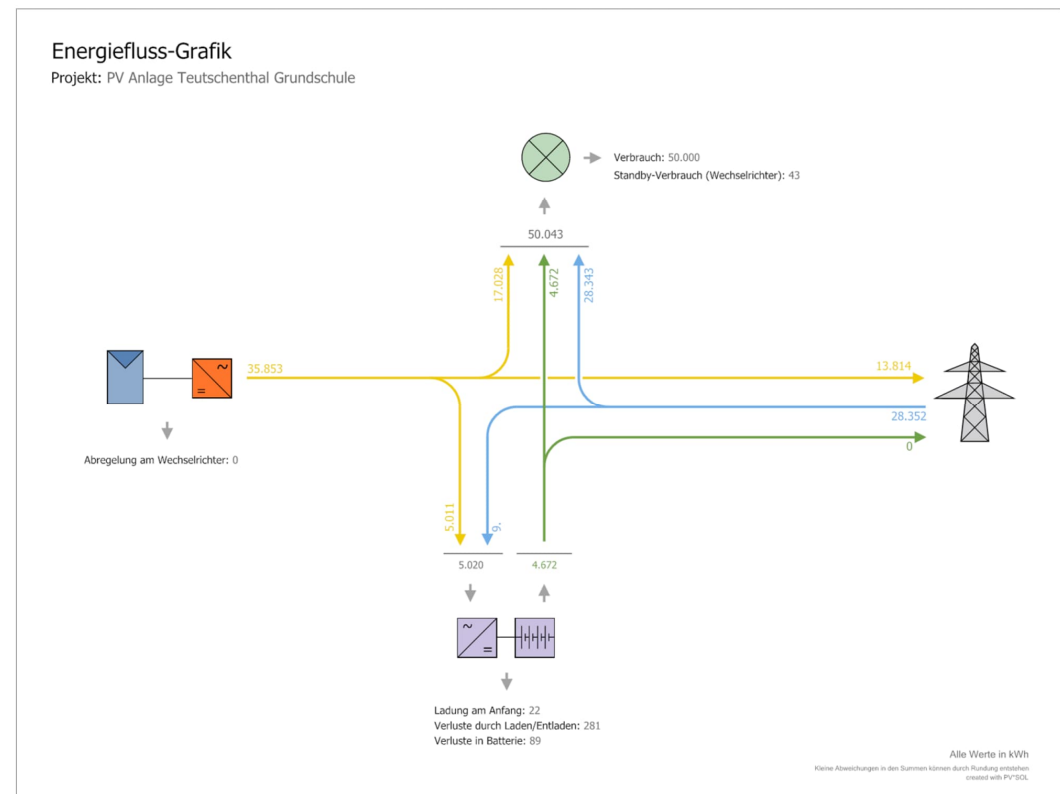


Abbildung: Energiefluss

PV Anlage Teutschenthal Grundschule



KPI Planungsgesellschaft mbH

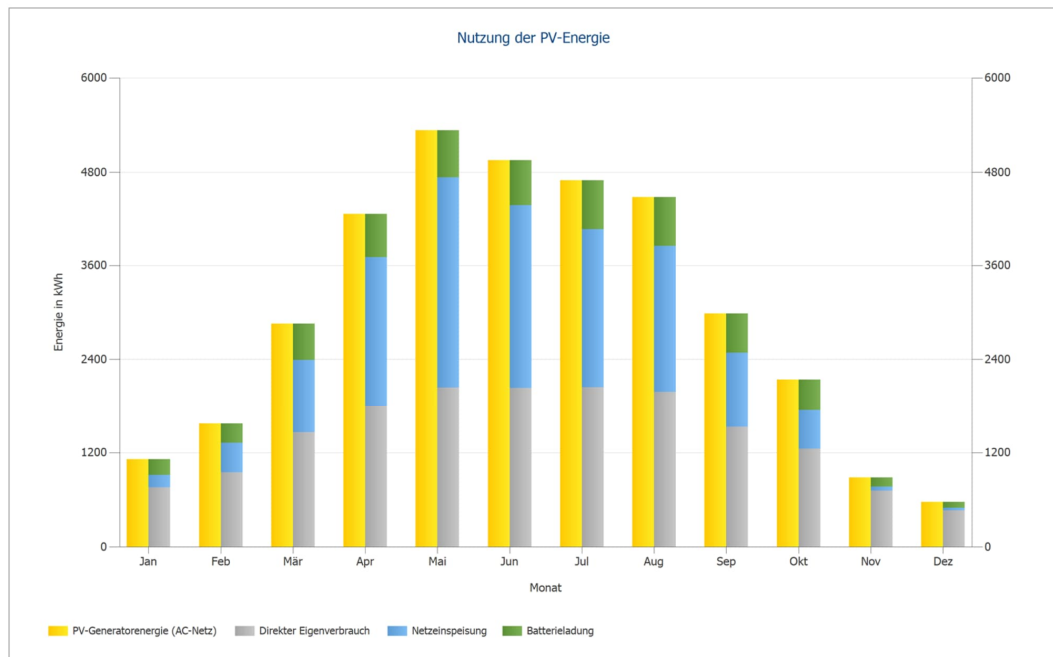


Abbildung: Nutzung der PV-Energie

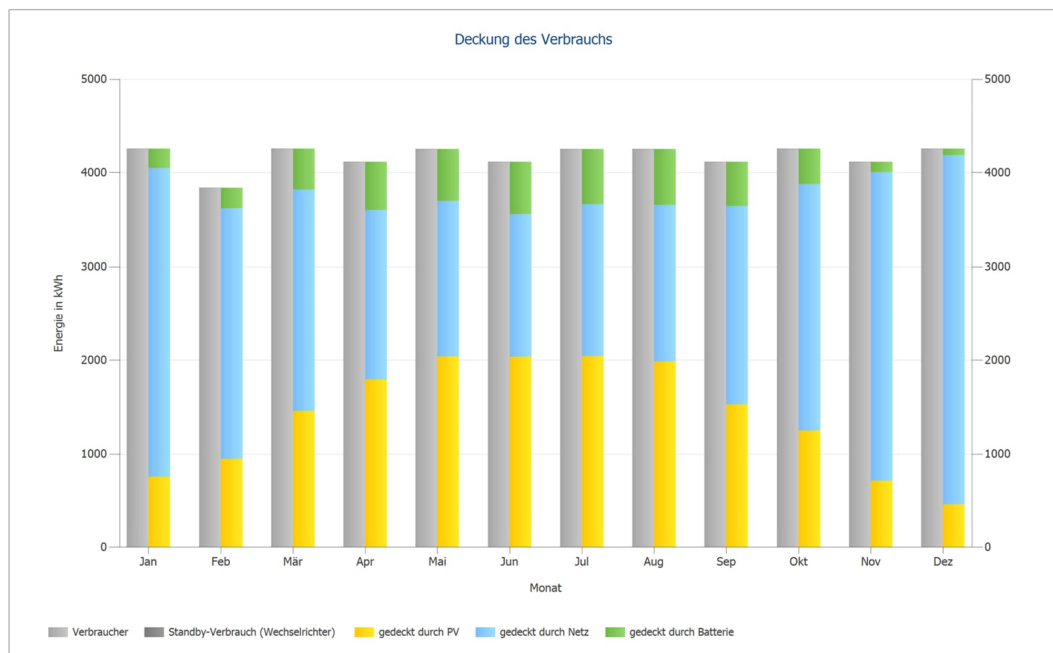


Abbildung: Deckung des Verbrauchs

PV Anlage Teutschenthal Grundschule

KPI Planungsgesellschaft mbH

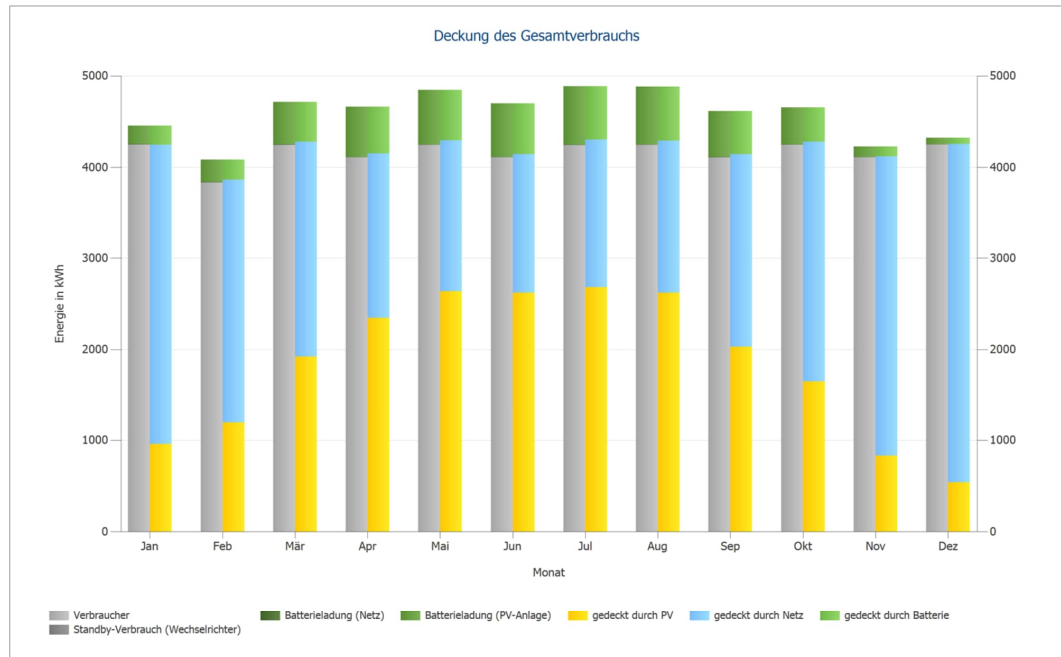


Abbildung: Deckung des Gesamtverbrauchs

PV Anlage Teutschenthal Grundschule



KPI Planungsgesellschaft mbH

Wirtschaftlichkeitsanalyse

Überblick

Anlagendaten

Netzeinspeisung im ersten Jahr (inkl. Moduldegradation)	13.723 kWh/Jahr
PV-Generatorleistung	36,6 kWp
Inbetriebnahme der Anlage	21.11.2024
Betrachtungszeitraum	20 Jahre
Kapitalzins	1 %

Wirtschaftliche Kenngrößen

Gesamtkapitalrendite	8,64 %
Kumulierter Cashflow	57.413,08 €
Amortisationsdauer	10,1 Jahre
Stromgestehungskosten	0,0851 €/kWh

Zahlungsübersicht

spezifische Investitionskosten	0,00 €/kWp
Investitionskosten	0,00 €
Einmalzahlungen	56.500,00 €
Förderungen	0,00 €
Jährliche Kosten	50,00 €/Jahr
Sonstige Erlöse oder Einsparungen	0,00 €/Jahr

Vergütung und Ersparnisse

Gesamtvergütung im ersten Jahr	1.015,65 €/Jahr
Ersparnisse im ersten Jahr	4.776,57 €/Jahr

EEG 2023 (Teileinspeisung) - Gebäudeanlagen

Gültigkeit	21.11.2024 - 31.12.2044
Spezifische Einspeisevergütung	0,074 €/kWh
Einspeisevergütung	1015,6543 €/Jahr

Example Private (Example)

Arbeitspreis	0,2218 €/kWh
Grundpreis	6,9 €/Monat
Preisänderungsfaktor Arbeitspreis	2 %/Jahr

PV Anlage Teutschenthal Grundschule

KPI Planungsgesellschaft mbH

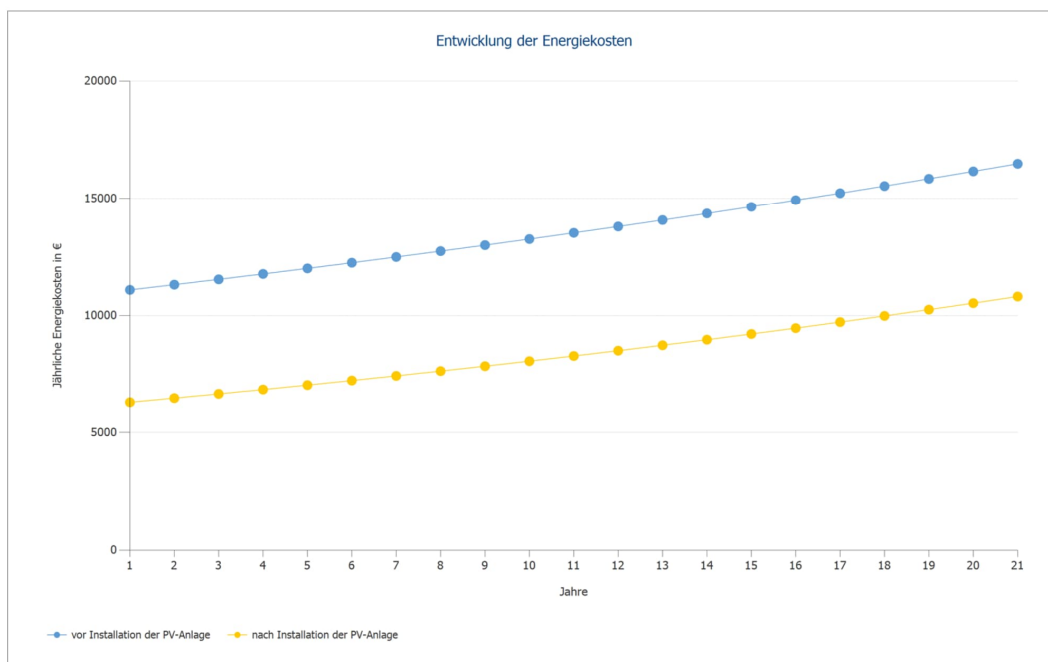


Abbildung: Entwicklung der Energiekosten

PV Anlage Teutschenthal Grundschule



KPI Planungsgesellschaft mbH

Cashflow

Cashflow

	Jahr 1	Jahr 2	Jahr 3	Jahr 4	Jahr 5
Sonstige Kosten	-49,50 €	-49,01 €	-48,53 €	-48,05 €	-47,57 €
Einmalzahlungen	-56.500,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Einspeisevergütung	1.003,17 €	985,62 €	965,94 €	946,55 €	927,45 €
Einsparungen Strombezug	4.589,35 €	4.728,10 €	4.726,42 €	4.724,25 €	4.721,58 €
Jährlicher Cashflow	-50.956,98 €	5.664,70 €	5.643,83 €	5.622,75 €	5.601,45 €
Kumulierter Cashflow	-50.956,98 €	-45.292,28 €	-39.648,45 €	-34.025,70 €	-28.424,25 €

Cashflow

	Jahr 6	Jahr 7	Jahr 8	Jahr 9	Jahr 10
Sonstige Kosten	-47,10 €	-46,64 €	-46,17 €	-45,72 €	-45,26 €
Einmalzahlungen	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Einspeisevergütung	908,64 €	890,10 €	871,85 €	853,87 €	836,16 €
Einsparungen Strombezug	4.718,38 €	4.714,66 €	4.710,41 €	4.705,61 €	4.700,25 €
Jährlicher Cashflow	5.579,92 €	5.558,13 €	5.536,09 €	5.513,76 €	5.491,15 €
Kumulierter Cashflow	-22.844,33 €	-17.286,20 €	-11.750,11 €	-6.236,35 €	-745,20 €

Cashflow

	Jahr 11	Jahr 12	Jahr 13	Jahr 14	Jahr 15
Sonstige Kosten	-44,82 €	-44,37 €	-43,93 €	-43,50 €	-43,07 €
Einmalzahlungen	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Einspeisevergütung	818,72 €	801,54 €	784,62 €	767,96 €	751,55 €
Einsparungen Strombezug	4.694,32 €	4.687,82 €	4.680,73 €	4.673,04 €	4.664,74 €
Jährlicher Cashflow	5.468,23 €	5.444,99 €	5.421,42 €	5.397,50 €	5.373,21 €
Kumulierter Cashflow	4.723,03 €	10.168,01 €	15.589,43 €	20.986,93 €	26.360,14 €

Cashflow

	Jahr 16	Jahr 17	Jahr 18	Jahr 19	Jahr 20
Sonstige Kosten	-42,64 €	-42,22 €	-41,80 €	-41,39 €	-40,98 €
Einmalzahlungen	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Einspeisevergütung	735,39 €	719,47 €	703,80 €	688,37 €	673,18 €
Einsparungen Strombezug	4.655,81 €	4.646,25 €	4.636,04 €	4.625,18 €	4.613,65 €
Jährlicher Cashflow	5.348,55 €	5.323,50 €	5.298,04 €	5.272,16 €	5.245,85 €
Kumulierter Cashflow	31.708,70 €	37.032,20 €	42.330,24 €	47.602,41 €	52.848,25 €

Cashflow

	Jahr 21
Sonstige Kosten	-40,57 €
Einmalzahlungen	0,00 €
Einspeisevergütung	3,96 €
Einsparungen Strombezug	4.601,43 €
Jährlicher Cashflow	4.564,82 €
Kumulierter Cashflow	57.413,08 €

Degradation- und Preissteigerungsraten werden monatlich über den gesamten Betrachtungszeitraum angewendet. Dies erfolgt bereits im ersten Jahr.



Erstellt mit PV*SOL premium 2024 (R8)
Valentin Software GmbH

Seite 13 von 16

PV Anlage Teutschenthal Grundschule



KPI Planungsgesellschaft mbH

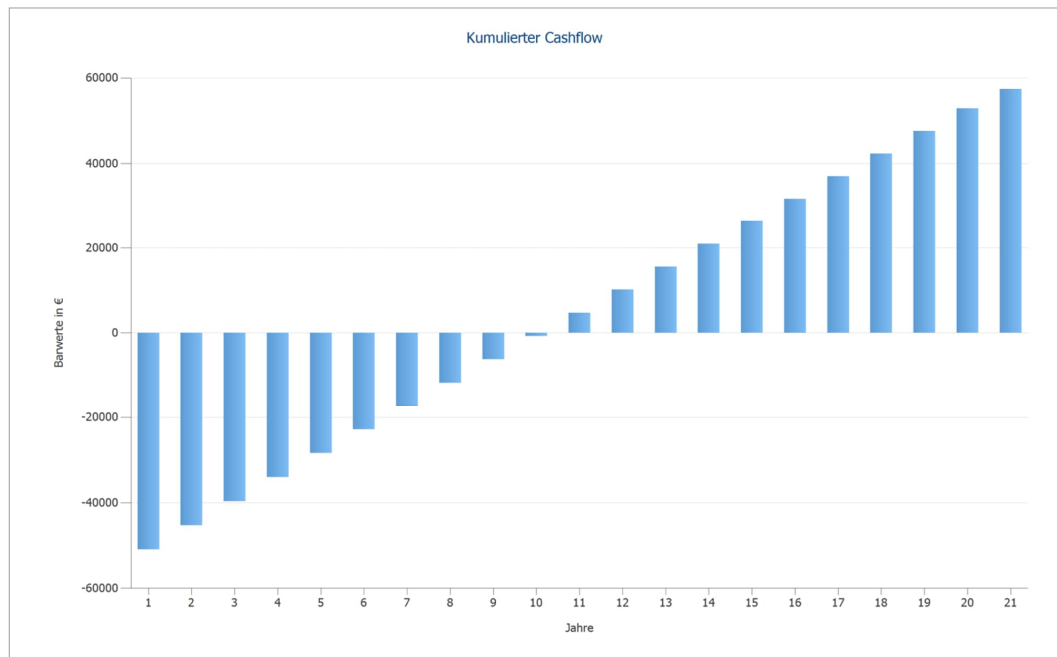


Abbildung: Kumulierter Cashflow

PV Anlage Teutschenthal Grundschule

KPI Planungsgesellschaft mbH



Pläne und Stückliste
Schaltplan

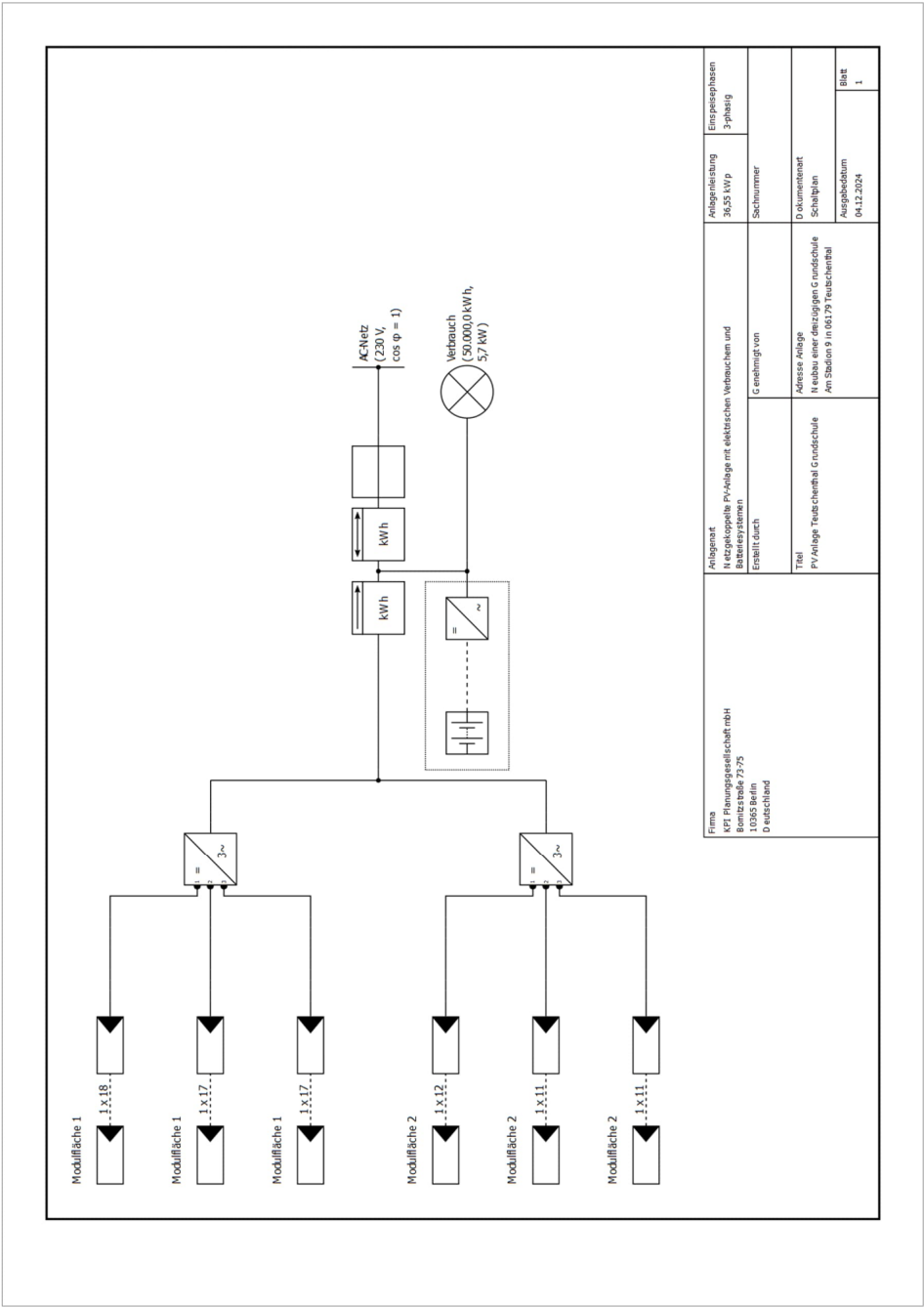


Abbildung: Schaltplan

PV Anlage Teutschenthal Grundschule



KPI Planungsgesellschaft mbH

Stückliste

Stückliste

#	Typ	Artikelnummer	Hersteller	Name	Menge	Einheit
1	PV-Modul		Trina Solar	TSM-425-DE09R.08 VERTEX S	86	Stück
2	Wechselrichter		SMA Solar Technology AG	Sunny Tripower X 20	1	Stück
3	Wechselrichter		SMA Solar Technology AG	Sunny Tripower X 12	1	Stück
4	Batteriesystem		SMA Solar Technology AG	BYD B-Box Premium HVM 22.1 (22.08 kWh) + SMA Sunny Boy Storage 3.7	1	Stück
5	Komponenten			Einspeisezähler	1	Stück
6	Komponenten			Zweirichtungszähler	1	Stück
7	Komponenten			Hausanschluss	1	Stück

Anlage 4: Berechnung Referenzgebäude

Energetische Bewertung von Gebäuden

Projekt: 1442-23-A GSAI TEU LP4

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 6946:2008, 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 "Gebäude-Referenz2020"

Nachweisverfahren

Regelverfahren für Nichtwohngebäude nach GEG 2020, §§ 18 und 19 und Anlage 2 zur Begrenzung des Jahres-Primärenergiebedarfs und der mittleren, bauteilbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten mit den Änderungen des Gebäudeenergiegesetzes zum 1.1.2024 (BGBl vom 16. Oktober 2023) mit den Änderungen des Gebäudeenergiegesetzes zum 1.1.2023 (BGBl vom 28. Juli 2022)

berechnet mit den Bilanzierungsverfahren nach DIN V 18599:2018

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

1.0 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> WC und Sanitär	216 WC und Sanit	250	19,9	17,5	401	1499
<2> Lager, Technik	220 Lager, Techn	250	20,1	17,4	496	1889
<3> Kantine	212 Kantine	250	19,5	17,3	185	675
<4> Küche in NWG	214 Küchen in Ni	300	20,0	17,3	54	196
<5> Besprechung	204 Besprechung,	250	19,9	17,4	181	692
<6> Hörsaal, Auditorium	209 Hörsaal, Aud	150	19,8	17,7	122	467
<7> Einzelbüro	201 Einzelbüro	250	19,9	17,3	103	393
<8> Sonstige Aufenthaltsräume	217 Sonstige Auf	250	19,9	17,5	790	2944
<9> Verkehrsflächen	219 Verkehrsfläch	250	20,0	17,3	941	3539

<10> Klassenzimmer	208 Klassenzimme	200	19,5	17,4	1053	3930
--------------------	------------------	-----	------	------	------	------

4.327 16.225

Gebäude, $A_{NGF} = 4326,8 \text{ m}^2$, $n_G = 4$ Geschosse (Bezugsfläche nach T1, Abs.8.2.1)

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 ϑ_i Bilanz-Innentemperaturen für den Heizwärmebedarf nach DIN V 18599-2, Abs.6.1.2**2.0 Transmissionswärmetransfer (DIN V 18599-2)**Transferkoeffizienten H_T aus der Hüllflächentabelle nach DIN V 18599, T2Begrenzung 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
Erdgeschoss EG						
EG WC und Sanitär						
FG H 33 Boden nach auß	1:0	93,2	0,350	0,45 F_{fb}	51 19 25 14	14,7
FAW NW 42 AW01	1:0	23,4	0,280	1,00 F_{AW}	51 02	6,5
FF NW 009 1flg. w	1:0	1,3	1,300	1,00 F_F	51 02	1,7
FG H 45 Boden nach auß	1:0	141,1	0,350	0,45 F_{fb}	51 19 25 14	22,2
FAW NO 47 AW01	1:0	78,4	0,280	1,00 F_{AW}	51 02	21,9
FF NO 018 1flg. w	1:0	1,3	1,300	1,00 F_F	51 02	1,7
FF NO 016 1flg. w	1:0	1,3	1,300	1,00 F_F	51 02	1,7
FF NO 013 1flg. w	1:0	1,3	1,300	1,00 F_F	51 02	1,7
FF NO 014 1flg. w	1:0	1,3	1,300	1,00 F_F	51 02	1,7
FF NO 012 1flg. w	1:0	1,3	1,300	1,00 F_F	51 02	1,7
FF NO 019 1flg. w	1:0	1,3	1,300	1,00 F_F	51 02	1,7
FF NO 015 1flg. w	1:0	1,3	1,300	1,00 F_F	51 02	1,7
FF NO 017 1flg. w	1:0	1,3	1,300	1,00 F_F	51 02	1,7
FAW NW 50 AW01	1:0	24,3	0,280	1,00 F_{AW}	51 02	6,8
FF NW 011 1flg. w	1:0	1,3	1,300	1,00 F_F	51 02	1,7
FG H 51 Boden nach auß	1:0	39,9	0,350	0,45 F_{fb}	51 19 25 14	6,3

EG Lager, Technik

FG H 130 Boden nach au	2:0	14,8	0,350	0,45 Ffb	51 19 25 14	2,3
FG H 134 Boden nach au	2:0	42,3	0,350	0,45 Ffb	51 19 25 14	6,7
FAW SW 137 AW01	2:0	15,0	0,280	1,00 FAW	51 02	4,2
FAW SW 004 Tür HT 2F-2	2:0	5,2	1,800	1,00 FF	51 02	9,4
FAW SO 138 AW01	2:0	27,3	0,280	1,00 FAW	51 02	7,7
FF SO 038 1flg. w	2:0	1,9	1,300	1,00 FF	51 02	2,4
FF SO 039 2flg.sym w	2:0	4,5	1,300	1,00 FF	51 02	5,8
FG H 140 Boden nach au	2:0	7,5	0,350	0,45 Ffb	51 19 25 14	1,2
FAW NO 143 AW02	2:0	7,8	0,280	1,00 FAW	51 02	2,2
FG H 146 Boden nach au	2:0	22,1	0,350	0,45 Ffb	51 19 25 14	3,5
FG H 152 Boden nach au	2:0	166,2	0,350	0,45 Ffb	51 19 25 12	26,2
FAW NW 154 AW gg. Erdrei	2:0	112,5	0,350	0,45 Fwb	51 19 25 13	17,7
FAW SW 160 AW gg. Erdrei	2:0	24,7	0,350	0,45 Fwb	51 19 25 13	3,9
FG H 161 Boden nach au	2:0	5,7	0,350	0,45 Ffb	51 19 25 14	0,9
FG H 167 Boden nach au	2:0	8,0	0,350	0,45 Ffb	51 19 25 14	1,3
FG H 170 Boden nach au	2:0	80,8	0,350	0,45 Ffb	51 19 25 14	12,7
FAW SO 175 AW02	2:0	29,4	0,280	1,00 FAW	51 02	8,2
FF SO 004 2flg.sym w	2:0	4,5	1,300	1,00 FF	51 02	5,8
FF SO 005 2flg.sym w	2:0	4,5	1,300	1,00 FF	51 02	5,8
FG H 178 Boden nach au	2:0	29,8	0,350	0,45 Ffb	51 19 25 14	4,7
FAW SO 181 AW02	2:0	14,0	0,280	1,00 FAW	51 02	3,9
FF SO 001 2flg.sym w	2:0	4,5	1,300	1,00 FF	51 02	5,8
FF SO 002 2flg.sym w	2:0	4,5	1,300	1,00 FF	51 02	5,8

EG Besprechung

FG H 216 Boden nach au	5:0	79,3	0,350	0,45 Ffb	51 19 25 14	12,5
FAW SW 220 AW01	5:0	19,2	0,280	1,00 FAW	51 02	5,4
FF SW 023 1flg. w	5:0	3,8	1,300	1,00 FF	51 02	4,9
FF SW 025 1flg. w	5:0	3,8	1,300	1,00 FF	51 02	4,9
FF SW 027 1flg. w	5:0	3,8	1,300	1,00 FF	51 02	4,9
FF SW 024 1flg. w	5:0	3,8	1,300	1,00 FF	51 02	4,9
FF SW 026 1flg. w	5:0	3,8	1,300	1,00 FF	51 02	4,9
FG H 221 Boden nach au	5:0	38,9	0,350	0,45 Ffb	51 19 25 14	6,1
FAW NO 225 AW02	5:0	14,1	0,280	1,00 FAW	51 02	3,9
FF NO 006 1flg. w	5:0	3,8	1,300	1,00 FF	51 02	4,9
FF NO 008 1flg. w	5:0	3,8	1,300	1,00 FF	51 02	4,9
FF NO 007 1flg. w	5:0	3,8	1,300	1,00 FF	51 02	4,9
FG H 226 Boden nach au	5:0	76,5	0,350	0,45 Ffb	51 19 25 12	12,0
FAW SW 231 AW03	5:0	18,9	0,280	1,00 FAW	51 02	5,3

FF SW 036 2flg.sym w	5:0	4,5	1,300	1,00 FF	51 02	5,8
FF SW 035 2flg.sym w	5:0	4,5	1,300	1,00 FF	51 02	5,8
FAW SW 232 AW gg. Erdrei	5:0	8,7	0,350	0,45 Fwb	51 19 25 13	1,4
EG Hörsaal, Auditorium						
FG H 234 10 Boden nach	6:0	128,7	0,350	0,45 Ffb	51 19 25 14	20,3
FAW NO 237 10 AW02	6:0	17,9	0,280	1,00 FAW	51 02	5,0
EG Einzelbüro						
FG H 251 10 Boden nach	7:0	32,6	0,350	0,45 Ffb	51 19 25 14	5,1
FAW SW 254 10 AW03	7:0	11,1	0,280	1,00 FAW	51 02	3,1
FF SW 031 10 2flg.sym w	7:0	4,5	1,300	1,00 FF	51 02	5,8
FAW SO 255 10 AW02	7:0	24,8	0,280	1,00 FAW	51 02	6,9
FF SO 028 10 2flg.sym w	7:0	4,5	1,300	1,00 FF	51 02	5,8
FF SO 029 10 2flg.sym w	7:0	4,5	1,300	1,00 FF	51 02	5,8
FG H 258 10 Boden nach	7:0	39,1	0,350	0,45 Ffb	51 19 25 14	6,2
FAW SW 260 10 AW03	7:0	15,7	0,280	1,00 FAW	51 02	4,4
FF SW 033 10 2flg.sym w	7:0	4,5	1,300	1,00 FF	51 02	5,8
FF SW 034 10 2flg.sym w	7:0	4,5	1,300	1,00 FF	51 02	5,8
FG H 264 10 Boden nach	7:0	22,2	0,350	0,45 Ffb	51 19 25 14	3,5
FAW SO 265 10 AW02	7:0	12,6	0,280	1,00 FAW	51 02	3,5
FF SO 003 10 2flg.sym w	7:0	4,5	1,300	1,00 FF	51 02	5,8
EG Sonstige Aufenthaltsrä						
FG H 315 10 Boden nach	8:0	12,2	0,350	0,45 Ffb	51 19 25 14	1,9
FG H 319 10 Boden nach	8:0	13,4	0,350	0,45 Ffb	51 19 25 14	2,1
FAW SW 321 10 AW03	8:0	7,5	0,280	1,00 FAW	51 02	2,1
FF SW 032 10 2flg.sym w	8:0	4,5	1,300	1,00 FF	51 02	5,8
EG Verkehrsflächen						
FG H 382 10 Boden nach	9:0	203,9	0,350	0,45 Ffb	51 19 25 14	32,1
FD H 384 10 DA02 Beton	9:0	8,8	0,200	1,00 FD	51 02	1,8
FAW SW 385 10 AW01	9:0	22,6	0,280	1,00 FAW	51 02	6,3
FAW SW 005 10 Tür HT 2F	9:0	5,2	1,800	1,00 FF	51 02	9,4
FAW SO 386 10 AW02	9:0	10,7	0,280	1,00 FAW	51 02	3,0
FAW SO 006 10 Tür HT 2F	9:0	13,9	1,800	1,00 FF	51 02	25,1
FAW SO 387 10 AW02	9:0	38,2	0,280	1,00 FAW	51 02	10,7
FAW SO 003 10 Tür HT 2F	9:0	15,8	1,800	1,00 FF	51 02	28,4
FF SO 020 10 2flg.sym w	9:0	4,5	1,300	1,00 FF	51 02	5,8
FAW NO 388 10 AW02	9:0	13,4	0,280	1,00 FAW	51 02	3,8
FAW NW 389 10 AW01	9:0	6,7	0,280	1,00 FAW	51 02	1,9
FF NW 010 10 1flg. w	9:0	1,3	1,300	1,00 FF	51 02	1,7
FG H 393 10 Boden nach	9:0	178,2	0,350	0,45 Ffb	51 19 25 14	28,1

FAW SW 395 10 AW gg. Erd	9:0	15,4	0,350	0,45 Fwb	51 19 25 13	2,4
FAW SO 396 10 AW02	9:0	8,2	0,280	1,00 FAW	51 02	2,3
FAW SO 001 10 Tür HT 2F	9:0	5,7	1,800	1,00 FF	51 02	10,2
FAW NO 397 10 AW03	9:0	54,0	0,280	1,00 FAW	51 02	15,1
FAW SW 398 10 AW gg. Erd	9:0	13,4	0,350	0,45 Fwb	51 19 25 13	2,1
FAW NW 399 10 AW gg. Erd	9:0	58,4	0,350	0,45 Fwb	51 19 25 13	9,2
FAW NW 400 10 AW gg. Erd	9:0	13,9	0,350	0,45 Fwb	51 19 25 13	2,2
FG H 401 10 Boden nach	9:0	36,2	0,350	0,45 Ffb	51 19 25 12	5,7
FAW NO 403 10 AW02	9:0	9,2	0,280	1,00 FAW	51 02	2,6
FAW NO 002 10 Tür HT 2F	9:0	12,0	1,800	1,00 FF	51 02	21,6
FG H 404 10 Boden nach	9:0	18,3	0,350	0,55 FG	51 25 14	3,5
1. Obergeschoss GE						
GE WC und Sanitär						
FD H 15 10 DA02 Beton	1:0	51,2	0,200	1,00 FD	51 02	10,3
FAW NW 21 10 AW01	1:0	33,0	0,280	1,00 FAW	51 02	9,2
FD H 28 10 DA02 Beton	1:0	10,0	0,200	1,00 FD	51 02	2,0
FAW SO 29 10 AW01	1:0	7,6	0,280	1,00 FAW	51 02	2,1
GE Lager, Technik						
FAW NO 101 10 AW02	2:0	16,7	0,280	1,00 FAW	51 02	4,7
FF NO 012 10 1flg. w	2:0	1,9	1,300	1,00 FF	51 02	2,4
FAW SW 113 10 AW01	2:0	24,7	0,280	1,00 FAW	51 02	6,9
FAW SW 124 10 AW01	2:0	11,0	0,280	1,00 FAW	51 02	3,1
FF SW 036 10 2flg.sym w	2:0	5,3	1,300	1,00 FF	51 02	6,9
FD H 126 10 DA02 Beton	2:0	6,4	0,200	1,00 FD	51 02	1,3
FAW NW 129 10 AW02	2:0	5,0	0,280	1,00 FAW	51 02	1,4
FAW NW 004 10 Tür HT 1F	2:0	2,9	1,800	1,00 FF	51 02	5,3
GE Kantine						
FD H 200 81 DA02 Beton	3:0	124,5	0,200	1,00 FD	51 02	24,9
FD H 201 81 DA02 Beton	3:0	42,8	0,200	1,00 FD	51 02	8,6
FAW NW 205 81 AW02	3:0	27,5	0,280	1,00 FAW	51 02	7,7
FF NW 047 81 1flg. w	3:0	3,8	1,300	1,00 FF	51 02	4,9
FF NW 048 81 1flg. w	3:0	3,8	1,300	1,00 FF	51 02	4,9
FF NW 049 81 1flg. w	3:0	3,8	1,300	1,00 FF	51 02	4,9
FF NW 051 81 1flg. w	3:0	3,8	1,300	1,00 FF	51 02	4,9
FF NW 052 81 1flg. w	3:0	3,8	1,300	1,00 FF	51 02	4,9
FF NW 053 81 1flg. w	3:0	3,8	1,300	1,00 FF	51 02	4,9
FF NW 046 81 1flg. w	3:0	4,1	1,300	1,00 FF	51 02	5,4
FF NW 050 81 1flg. w	3:0	3,8	1,300	1,00 FF	51 02	4,9
FAW SW 206 81 AW02	3:0	20,3	0,280	1,00 FAW	51 02	5,7

FF SW 044 81 1flg. w	3:0	3,8	1,300	1,00	FF	51 02	4,9
FF SW 045 81 1flg. w	3:0	3,8	1,300	1,00	FF	51 02	4,9
FF SW 041 81 1flg. w	3:0	4,1	1,300	1,00	FF	51 02	5,4
FF SW 042 81 1flg. w	3:0	3,8	1,300	1,00	FF	51 02	4,9
FF SW 043 81 1flg. w	3:0	3,8	1,300	1,00	FF	51 02	4,9
FAW SO 208 81 AW01	3:0	20,2	0,280	1,00	FAW	51 02	5,7
FF SO 008 81 2flg.sym w	3:0	4,1	1,300	1,00	FF	51 02	5,3
GE Küche in NWG							
FD H 212 79 DA02 Beton	4:0	40,0	0,200	1,00	FD	51 02	8,0
FD H 213 79 DA02 Beton	4:0	19,3	0,200	1,00	FD	51 02	3,9
FAW SO 214 79 AW01	4:0	28,7	0,280	1,00	FAW	51 02	8,0
FF SO 005 79 2flg.sym w	4:0	4,1	1,300	1,00	FF	51 02	5,3
FF SO 007 79 2flg.sym w	4:0	4,1	1,300	1,00	FF	51 02	5,3
FF SO 004 79 2flg.sym w	4:0	4,1	1,300	1,00	FF	51 02	5,3
FF SO 006 79 2flg.sym w	4:0	4,1	1,300	1,00	FF	51 02	5,3
GE Einzelbüro							
FAW SO 248 79 AW02	7:0	14,2	0,280	1,00	FAW	51 02	4,0
FF SO 031 79 2flg.sym w	7:0	10,1	1,300	1,00	FF	51 02	13,1
GE Sonstige Aufenthaltsrä							
FAW NO 297 79 AW01	8:0	11,0	0,280	1,00	FAW	51 02	3,1
FF NO 020 79 2flg.sym w	8:0	5,3	1,300	1,00	FF	51 02	6,9
FAW SW 302 79 AW01	8:0	15,4	0,280	1,00	FAW	51 02	4,3
FF SW 029 79 2flg.sym w	8:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FF SW 030 79 2flg.sym w	8:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FAW SO 305 79 AW02	8:0	8,4	0,280	1,00	FAW	51 02	2,4
FAW SO 001 79 Tür HT 1F	8:0	15,4	1,800	1,00	FF	51 02	27,8
FD H 311 79 DA02 Beton	8:0	18,6	0,200	1,00	FD	51 02	3,7
FAW SO 312 79 AW01	8:0	10,0	0,280	1,00	FAW	51 02	2,8
FF SO 003 79 2flg.sym w	8:0	4,1	1,300	1,00	FF	51 02	5,3
FAW NO 314 79 AW01	8:0	19,0	0,280	1,00	FAW	51 02	5,3
FF NO 002 79 1flg. w	8:0	1,7	1,300	1,00	FF	51 02	2,2
GE Verkehrsflächen							
FAW NW 367 79 AW02	9:0	14,2	0,280	1,00	FAW	51 02	4,0
FF NW 015 79 1flg. w	9:0	10,1	1,300	1,00	FF	51 02	13,1
FF NO 014 79 1flg. w	9:0	4,6	1,300	1,00	FF	51 02	5,9
FD H 369 79 DA02 Beton	9:0	75,5	0,200	1,00	FD	51 02	15,1
FF H 003 79 Dachfläche	9:0	4,9	2,700 ##	1,00	FF	51 71 02	13,1
FAW NW 370 79 AW01	9:0	6,1	0,280	1,00	FAW	51 02	1,7
FAW NW 005 79 Tür HT 2F	9:0	5,8	1,800	1,00	FF	51 02	10,5

FAW NO 371 79 AW01	9:0	28,5	0,280	1,00	FAW	51 02	8,0
FF NO 054 79 2flg.sym w	9:0	4,1	1,300	1,00	FF	51 02	5,3
FAW NW 372 79 AW02	9:0	13,7	0,280	1,00	FAW	51 02	3,8
FD H 374 79 DA02 Beton	9:0	8,8	0,200	1,00	FD	51 02	1,8
FAW SW 375 79 AW02	9:0	13,2	0,280	1,00	FAW	51 02	3,7
FAW NW 377 79 AW02	9:0	37,6	0,280	1,00	FAW	51 02	10,5
FAW NW 002 79 Tür HT 2F	9:0	15,4	1,800	1,00	FF	51 02	27,8
FF NW 040 79 2flg.sym w	9:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FAW SW 378 79 AW02	9:0	5,8	0,280	1,00	FAW	51 02	1,6
FAW SO 379 79 AW02	9:0	29,2	0,280	1,00	FAW	51 02	8,2
FF SO 024 79 2flg.sym w	9:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FAW NO 380 79 AW02	9:0	13,2	0,280	1,00	FAW	51 02	3,7
GE Klassenzimmer							
FAW SW 433 79 AW01	10:0	22,0	0,280	1,00	FAW	51 02	6,2
FF SW 038 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FF SW 037 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FF SW 039 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FAW NO 434 79 AW02	10:0	21,7	0,280	1,00	FAW	51 02	6,1
FF NO 009 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FF NO 010 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FF NO 011 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FAW NO 435 79 AW01	10:0	22,2	0,280	1,00	FAW	51 02	6,2
FF NO 018 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FF NO 017 79 2flg.sym w	10:0	4,7	1,300	1,00	FF	51 02	6,2
FF NO 019 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FAW NW 436 79 AW02	10:0	28,7	0,280	1,00	FAW	51 02	8,0
FF NW 016 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FAW NO 437 79 AW01	10:0	21,9	0,280	1,00	FAW	51 02	6,1
FF NO 021 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FF NO 022 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FF NO 023 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FAW SW 438 79 AW01	10:0	22,2	0,280	1,00	FAW	51 02	6,2
FF SW 033 79 2flg.sym w	10:0	4,7	1,300	1,00	FF	51 02	6,2
FF SW 034 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FF SW 035 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FAW SO 439 79 AW02	10:0	28,2	0,280	1,00	FAW	51 02	7,9
FF SO 032 79 2flg.sym w	10:0	5,0	1,300	1,00	FF	51 02	6,5
FAW SO 440 79 AW02	10:0	29,2	0,280	1,00	FAW	51 02	8,2
FF SO 025 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8

FAW SW 441 79 AW01	10:0	22,4	0,280	1,00	FAW	51 02	6,3
FF SW 027 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FF SW 026 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,9
FF SW 028 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FAW NO 442 79 AW02	10:0	5,8	0,280	1,00	FAW	51 02	1,6
2. Obergeschoss GE 2							
GE 2 WC und Sanitär							
FD H 66 79 DA02 Beton	1:0	43,6	0,200	1,00	FD	51 02	8,7
FAW SW 72 79 AW01	1:0	24,7	0,280	1,00	FAW	51 02	6,9
FD H 84 79 DA01 Dach H	1:0	3,9	0,200	1,00	FD	51 02	0,8
FD H 188 79 DA01 Dach	2:0	8,8	0,200	1,00	FD	51 02	1,8
FD H 190 79 DA02 Beton	2:0	8,7	0,200	1,00	FD	51 02	1,7
FAW NO 194 79 AW02	2:0	7,8	0,280	1,00	FAW	51 02	2,2
GE 2 Sonstige Aufenthalts							
FD H 322 79 DA01 Dach	8:0	142,9	0,200	1,00	FD	51 02	28,6
FD H 324 79 DA01 Dach	8:0	34,4	0,200	1,00	FD	51 02	6,9
FAW SO 328 79 AW02	8:0	8,4	0,280	1,00	FAW	51 02	2,4
FAW SO 001 79 Tür HT 1F	8:0	15,4	1,800	1,00	FF	51 02	27,8
FAW NO 333 79 AW01	8:0	11,0	0,280	1,00	FAW	51 02	3,1
FF NO 014 79 2flg.sym w	8:0	5,3	1,300	1,00	FF	51 02	6,9
FAW SW 337 79 AW01	8:0	15,4	0,280	1,00	FAW	51 02	4,3
FF SW 024 79 2flg.sym w	8:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FF SW 023 79 2flg.sym w	8:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FAW NO 341 79 AW02	8:0	15,0	0,280	1,00	FAW	51 02	4,2
FF NO 005 79 2flg.sym w	8:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FF NO 006 79 2flg.sym w	8:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FAW SW 343 79 AW01	8:0	11,2	0,280	1,00	FAW	51 02	3,1
FF SW 030 79 2flg.sym w	8:0	5,3	1,300	1,00	FF	51 02	6,9
FAW NW 353 79 AW02	8:0	8,7	0,280	1,00	FAW	51 02	2,4
FAW NW 002 79 Tür HT 1F	8:0	15,4	1,800	1,00	FF	51 02	27,8
GE 2 Verkehrsflächen							
FD H 406 79 DA03 Bresp	9:0	45,5	0,200	1,00	FD	51 02	9,1
FAW SO 407 79 AW01	9:0	14,6	0,280	1,00	FAW	51 02	4,1
FF SO 025 79 2flg.sym w	9:0	10,1	1,300	1,00	FF	51 02	13,1
FAW NO 409 79 AW02	9:0	13,3	0,280	1,00	FAW	51 02	3,7
FF NO 008 79 1flg. w	9:0	4,6	1,300	1,00	FF	51 02	5,9
FAW NW 411 79 AW01	9:0	14,2	0,280	1,00	FAW	51 02	4,0
FF NW 009 79 2flg.sym w	9:0	10,1	1,300	1,00	FF	51 02	13,1
FD H 414 79 DA02 Beton	9:0	23,3	0,200	1,00	FD	51 02	4,7

FF H 004 79 Dachfläche	9:0	4,9	2,700 ##	1,00	FF	51 71 02	13,1
FAW SW 416 79 AW02	9:0	5,8	0,280	1,00	FAW	51 02	1,6
FAW SO 417 79 AW02	9:0	29,2	0,280	1,00	FAW	51 02	8,2
FF SO 018 79 2flg.sym w	9:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FAW NO 418 79 AW02	9:0	13,2	0,280	1,00	FAW	51 02	3,7
FAW NO 420 79 AW02	9:0	5,9	0,280	1,00	FAW	51 02	1,6
FAW NW 421 79 AW02	9:0	29,7	0,280	1,00	FAW	51 02	8,3
FF NW 034 79 2flg.sym w	9:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FAW SW 422 79 AW02	9:0	13,4	0,280	1,00	FAW	51 02	3,8
GE 2 Klassenzimmer							
FAW NW 443 79 AW02	10:0	29,7	0,280	1,00	FAW	51 02	8,3
FF NW 001 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FAW NO 444 79 AW02	10:0	23,2	0,280	1,00	FAW	51 02	6,5
FF NO 004 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FF NO 003 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FF NO 035 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FAW SW 445 79 AW02	10:0	5,9	0,280	1,00	FAW	51 02	1,6
FD H 447 79 DA01 Dach	10:0	76,0	0,200	1,00	FD	51 02	15,2
FAW NO 448 79 AW01	10:0	22,5	0,280	1,00	FAW	51 02	6,3
FF NO 012 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FF NO 013 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FF NO 011 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FAW NW 449 79 AW02	10:0	28,7	0,280	1,00	FAW	51 02	8,0
FF NW 037 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FD H 450 79 DA01 Dach	10:0	76,2	0,200	1,00	FD	51 02	15,2
FAW SW 451 79 AW01	10:0	22,4	0,280	1,00	FAW	51 02	6,3
FF SW 022 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FF SW 021 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FF SW 020 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,9
FAW SO 452 79 AW02	10:0	29,2	0,280	1,00	FAW	51 02	8,2
FF SO 019 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FAW NO 453 79 AW02	10:0	5,8	0,280	1,00	FAW	51 02	1,6
FD H 454 79 DA03 Bresp	10:0	74,9	0,200	1,00	FD	51 02	15,0
FAW NO 455 79 AW01	10:0	21,9	0,280	1,00	FAW	51 02	6,1
FF NO 016 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FF NO 015 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FF NO 017 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FAW SW 456 79 AW01	10:0	22,5	0,280	1,00	FAW	51 02	6,3
FF SW 031 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8

FF SW 032 79 2flg.sym w 10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FF SW 033 79 2flg.sym w 10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FAW SO 457 79 AW02 10:0	29,2	0,280	1,00	FAW	51 02	8,2
FF SO 036 79 2flg.sym w 10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FAW SW 458 79 AW01 10:0	22,9	0,280	1,00	FAW	51 02	6,4
FF SW 027 79 2flg.sym w 10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,9
FF SW 028 79 2flg.sym w 10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
FF SW 029 79 2flg.sym w 10:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8
3. Obergeschoss GE 3						
GE 3 WC und Sanitär						
FD H 2 79 DA01 Dach Ho 1:0	49,9	0,200	1,00	FD	51 02	10,0
FAW NO 7 79 AW01 1:0	19,9	0,280	1,00	FAW	51 02	5,6
FF NO 006 79 1flg. w 1:0	1,9	1,300	1,00	FF	51 02	2,4
FF NO 005 79 1flg. w 1:0	1,9	1,300	1,00	FF	51 02	2,4
FD H 9 79 DA02 Beton 1:0	6,2	0,200	1,00	FD	51 02	1,2
FAW SO 11 79 AW01 1:0	8,9	0,280	1,00	FAW	51 02	2,5
FF SO 023 79 1flg. w 1:0	1,9	1,300	1,00	FF	51 02	2,4
GE 3 Lager, Technik						
FD H 91 79 DA02 Beton 2:0	6,1	0,200	1,00	FD	51 02	1,2
FAW SO 92 79 AW01 2:0	8,8	0,280	1,00	FAW	51 02	2,5
FF SO 024 79 1flg. w 2:0	1,9	1,300	1,00	FF	51 02	2,4
FD H 95 79 DA02 Beton 2:0	7,2	0,200	1,00	FD	51 02	1,4
FAW NO 96 79 AW02 2:0	7,7	0,280	1,00	FAW	51 02	2,2
GE 3 Sonstige Aufenthalts						
FDD H 268 79 Standard-S 8:0	34,4	0,200	1,00	FD	51 02	6,9
FD H 269 79 DA03 Bresp 8:0	104,1	0,200	1,00	FD	51 02	20,8
FAW SW 271 79 AW01 8:0	11,0	0,280	1,00	FAW	51 02	3,1
FF SW 016 79 2flg.sym w 8:0	5,3	1,300	1,00	FF	51 02	6,9
FAW NW 277 79 AW02 8:0	8,4	0,280	1,00	FAW	51 02	2,3
FAW NW 002 79 Tür HT 1F 8:0	15,4	1,800	1,00	FF	51 02	27,8
FD H 283 79 DA03 Bresp 8:0	24,2	0,200	1,00	FD	51 02	4,8
FAW SO 284 79 AW01 8:0	14,7	0,280	1,00	FAW	51 02	4,1
FF SO 011 79 2flg.sym w 8:0	10,1	1,300	1,00	FF	51 02	13,1
GE 3 Verkehrsflächen						
FD H 355 79 DA02 Beton 9:0	23,3	0,200	1,00	FD	51 02	4,7
FF H 019 79 Dachfläche 9:0	4,9	2,700 ##	1,00	FF	51 71 02	13,1
FAW NO 357 79 AW02 9:0	5,8	0,280	1,00	FAW	51 02	1,6
FAW NW 358 79 AW02 9:0	29,2	0,280	1,00	FAW	51 02	8,2
FF NW 020 79 2flg.sym w 9:0	4,5	1,300	1,00	FF	51 02	5,8

FAW SW 359 79 AW02	9:0	13,2	0,280	1,00	FAW 51 02	3,7
FD H 361 79 DA02 Beton	9:0	51,5	0,200	1,00	FD 51 02	10,3
FF H 021 79 Dachfläche	9:0	16,0	2,700 ##	1,00	FF 51 71 02	43,2
FD H 362 79 DA03 Bresp	9:0	21,5	0,200	1,00	FD 51 02	4,3
FAW SO 363 79 AW01	9:0	7,0	0,280	1,00	FAW 51 02	2,0
FF SO 025 79 1flg. w	9:0	1,9	1,300	1,00	FF 51 02	2,4
FAW SO 003 79 Tür HT 1F	9:0	2,9	1,800	1,00	FF 51 02	5,3
FAW NO 365 79 AW02	9:0	28,9	0,280	1,00	FAW 51 02	8,1
FF NO 027 79 1flg. w	9:0	4,6	1,300	1,00	FF 51 02	5,9
GE 3 Klassenzimmer						
FD H 424 79 DA03 Bresp	10:0	76,5	0,200	1,00	FD 51 02	15,3
FAW NO 425 79 AW01	10:0	22,6	0,280	1,00	FAW 51 02	6,3
FF NO 003 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF 51 02	5,8
FF NO 004 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF 51 02	5,8
FF NO 022 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF 51 02	5,8
FAW NW 426 79 AW02	10:0	29,2	0,280	1,00	FAW 51 02	8,2
FF NW 001 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF 51 02	5,8
FAW SW 427 79 AW02	10:0	5,8	0,280	1,00	FAW 51 02	1,6
FDd H 428 79 Standard-S	10:0	76,0	0,200	1,00	FD 51 02	15,2
FAW SO 429 79 AW02	10:0	28,7	0,280	1,00	FAW 51 02	8,0
FF SO 026 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF 51 02	5,8
FAW SW 430 79 AW01	10:0	22,4	0,280	1,00	FAW 51 02	6,3
FF SW 013 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF 51 02	5,9
FF SW 015 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF 51 02	5,8
FF SW 014 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF 51 02	5,8
FDd H 431 79 Standard-S	10:0	75,1	0,200	1,00	FD 51 02	15,0
FAW SW 432 79 AW01	10:0	22,0	0,280	1,00	FAW 51 02	6,2
FF SW 017 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF 51 02	5,8
FF SW 019 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF 51 02	5,8
FF SW 018 79 2flg.sym w	10:0	4,5	1,300	1,00	FF 51 02	5,8

$$\Sigma A \text{ [m}^2\text{]} = 6.025,5$$

$$\Sigma HT \text{ [W/K]} = 2.246,2$$

$$1. \text{ Bodenplattenmaß } B' (25) = A_G / (0.5 P) = 1598,00 / 118,50 = 13,49 \text{ m}$$

$$2. \text{ Bodenplattenmaß } B' (26) = 5,50 / (0.5 \cdot 9,40) = 1,17 \text{ m}$$

$$3. \text{ Bodenplattenmaß } B' (27) = 5,40 / (0.5 \cdot 9,30) = 1,16 \text{ m}$$

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).
- 12 Bodenplatte des beheizten Kellers.
- 13 Wand des beheizten Kellers.
- 14 Bodenplatte auf Erdreich ohne Randdämmung.
- 19 Temperatur-Korrekturfaktoren F_x für untere Gebäudeabschlüsse nach DIN V 18599:2018-2, Tab.6
- 25 F_x -Tabellenwert für das Bodenplattenmaß B' nach EN ISO 13370.
- 51 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem U-Wert-Zuschlag von $0,05 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ pauschal berücksichtigt.
- 71 Glasdach

2.1 Wärmebrücken

Berechnung mit pauschalen Zuschlägen (siehe Hüllflächentabelle)

Wärmebrückenzuschläge ohne Temperaturkorrektur

$H_{T,WB} = 301,3 \text{ W/K}$ (13,4 %, $0,050 \text{ W/(m}^2\text{K)}$), Bilanzierung im Abschnitt "2.2 Transferkoeffizienten"

2.2 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> WC und Sanitär	153	43	0	196	0	0
<2> Lager, Technik	153	81	0	234	0	0
<3> Kantine	137	0	0	137	0	0
<4> Küche in NWG	46	0	0	46	0	0
<5> Besprechung	80	32	0	112	0	0
<6> Hörsaal, Auditorium	12	20	0	33	0	0
<7> Einzelbüro	80	15	0	95	0	0
<8> Sonstige Aufenthaltsrä	355	4	0	359	0	0
<9> Verkehrsflächen	604	82	4	689	0	0
<10> Klassenzimmer	646	0	0	646	0	0
	2267	277	4	2547		

$H_{T,D} = \Sigma A_j \cdot U_j + \Delta U_{WB} \cdot \Sigma A =$ 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

$$H'_{T,vorh} = (H_{T,D} + F_x \cdot H_{T,iu} + F_x \cdot H_{T,s}) / A = 2.547,1 / 6.025,5 = \mathbf{0,42 \text{ W/(m}^2\text{K)}}$$

2.3 Begrenzung der U-Werte (Nachweis)

Höchstwerte für Hüllflächengruppen nach GEG A3

1 Hüllflächengruppen mit ungenügendem U-Wert (## - Markierung, NWG):

		opake Bauteile [W/(m²K)]	Fenster [W/(m²K)]	Vorhangf. [W/(m²K)]	Oberl. [W/(m²K)]
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
Zonen	T _i ≥ 19°C	0,26	1,30		2,70

kleinste Grenzwertunterschreitung: U = 2,70 W/(m²K) = 2,50 W/(m²K) +8,0%

3.0 Lüftungswärmetransfer (DIN V 18599-2)

Gebäudedichtheit Regelwert, mit RLT-Anlage mit Dichtheitsprüfung (Referenzwert, Kat.I), n₅₀ = 1,00 h⁻¹

Nettoraumvolumen > 1.500 m³ ⇒ n₅₀ = q₅₀ * Σ A / V = 2*6025 / 16225 = 0,74 (Gl.68)

Windschutzkoeffizienten für mittlere Abschirmung, mehr als eine exponierte Fassade

e_{wind} = 0.07 f_{wind} = 15 (EN ISO 13790 Tab.G4)

Gebäude mit Außenluftdurchlässen, f_{ATD} = (n₅₀ + 1.5) / n₅₀ = 2,50 (Gl.67)

Mit bedarfsabhängiger Außenluft-Volumenstromregelung nach T7, Abs.5.8 (Anlagenautomation mit

Präsenzmeldern) für die Zonen <3> Kantine, <5> Besprechung, <6> Hörsaal Auditorium, <10>

Klassenzimmer

Luftaustausch zwischen Gebäudezonen nicht relevant

Zone	ALD	n ₅₀ h ⁻¹	V _A /V _{dc} m³/(m²h)	Luftwechsel n _{nutz} h ⁻¹	n _{inf} h ⁻¹	Fenster n _{win} h ⁻¹	Lüftungsanlage n _{m, ZUL} h ⁻¹	t _{v, m} h/d
<1> WC und Sanitär ja		0,90	15,00	4,01	0,17	0,10	4,01	13
<2> Lager, Technik ja		1,22	0,15	0,04	0,19	0,10	-	-
<3> Kantine ja		0,86	18,00	4,93	0,16	0,10	4,93	9
<4> Küche in NWG ja		1,07	90,00	24,87	0,18	0,10	24,83	15

<5> Besprechung	ja	0,85	8,75	2,29	0,16	0,10	2,29	13
<6> Hörsaal, Audit	ja	0,63	19,00	4,97	0,15	0,10	4,97	12
<7> Einzelbüro	ja	1,06	4,00	1,05	0,18	0,10	1,05	13
<8> Sonstige Außen	ja	0,47	7,00	1,88	0,14	0,10	1,88	13
<9> Verkehrsfläche	ja	1,30	0,00	0,00	0,20	0,10	-	-
<10> Klassenzimmer	ja	0,67	9,25	2,48	0,15	0,10	2,48	9

⇒ WE-Betrieb ...

<1> WC und Sanitär		0,00	0,00	0,06	0,10
<2> Lager, Technik		0,00	0,00	0,19	0,10
<3> Kantine		0,00	0,00	0,06	0,10
<4> Küche in NWG		0,00	0,00	0,07	0,10
<5> Besprechung		0,00	0,00	0,06	0,10
<6> Hörsaal, Auditorium		0,00	0,00	0,04	0,10
<7> Einzelbüro		0,00	0,00	0,07	0,10
<8> Sonstige Aufenthaltsräume		0,00	0,00	0,03	0,10
<9> Verkehrsflächen		0,00	0,00	0,20	0,10
<10> Klassenzimmer		0,00	0,00	0,05	0,10

Zone <1> RLT-Anlage (202) mit $V_{SUP}/ETA = 6016 / 6016 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

Zone <3> RLT-Anlage (202) mit $V_{SUP}/ETA = 3330 / 3330 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

Zone <4> RLT-Anlage (202) mit $V_{SUP}/ETA = 4867 / 4867 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

Zone <5> RLT-Anlage (202) mit $V_{SUP}/ETA = 1585 / 1585 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

Zone <6> RLT-Anlage (202) mit $V_{SUP}/ETA = 2320 / 2320 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

Zone <7> RLT-Anlage (202) mit $V_{SUP}/ETA = 412 / 412 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

Zone <8> RLT-Anlage (202) mit $V_{SUP}/ETA = 5533 / 5533 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

Zone <10> RLT-Anlage (202) mit $V_{SUP}/ETA = 9739 / 9739 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

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

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

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

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

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

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

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

$n_{mech} = n_{mech,ZUL}$ = 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	V	H _{v,z, Jan}	H _{v,inf}	H _{v,win}	Σ H _v	H _{v,mech}	q _{v, Jan}
Lüftung	m ³	W/K	W/K	W/K	W/K	W/K	°C

<1> WC und Sanitär	1.499	0	86	51	137	1108	15,2
<2> Lager, Technik	1.889	0	122	64	187	0	
<3> Kantine	675	0	38	23	61	425	15,2
<4> Küche in NWG	196	0	12	7	19	1033	15,2
<5> Besprechung	692	0	39	24	62	292	15,2
<6> Hörsaal, Auditor	467	0	24	16	40	394	15,2
<7> Einzelbüro	393	0	24	13	37	76	15,2
<8> Sonstige Aufenha	2.944	0	138	100	238	1019	15,2
<9> Verkehrsflächen	3.539	0	236	120	356	0	
<10> Klassenzimmer	3.930	0	203	134	337	1242	15,2

0 921 552 1473 5588

⇒ WE-Betrieb ...

<1> WC und Sanitär	0	32	51	83
<2> Lager, Technik	0	122	64	187
<3> Kantine	0	14	23	37
<4> Küche in NWG	0	5	7	12
<5> Besprechung	0	14	24	38
<6> Hörsaal, Auditorium	0	7	16	23
<7> Einzelbüro	0	10	13	23
<8> Sonstige Aufenthaltsräume	0	33	100	133
<9> Verkehrsflächen	0	236	120	356
<10> Klassenzimmer	0	63	134	196

0 536 552 1087

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

H_V = 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

ϑ_V = Zulufttemperatur der RLT-Anlage für Januar, sh. "RLT-Systeme"

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

4.0 Solare Wärmequellen (DIN V 18599-2)

4.1 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	Ag m ²	IS, Jan/Jul W/m ²	geff, Jan/Jul %			QS, Jan/Jul kWh/d
FF NW 009 1flg. w	1	0,92	11/ 95	44/ 44	7100		0,1/ 0,9
FF NO 018 1flg. w	1	0,92	11/ 112	44/ 44	"		0,1/ 1,1
FF NO 016 1flg. w	1	0,92	11/ 112	44/ 44	"		0,1/ 1,1
FF NO 013 1flg. w	1	0,92	11/ 112	44/ 44	"		0,1/ 1,1
FF NO 014 1flg. w	1	0,92	11/ 112	44/ 44	"		0,1/ 1,1
FF NO 012 1flg. w	1	0,92	11/ 112	44/ 44	"		0,1/ 1,1
FF NO 019 1flg. w	1	0,92	11/ 112	44/ 44	"		0,1/ 1,1
FF NO 015 1flg. w	1	0,92	11/ 112	44/ 44	"		0,1/ 1,1
FF NO 017 1flg. w	1	0,92	11/ 112	44/ 44	"		0,1/ 1,1
FF NW 011 1flg. w	1	0,92	11/ 95	44/ 44	"		0,1/ 0,9
FF SO 038 1flg. w	2	1,30	50/ 132	44/ 26	7104m		0,7/ 1,1
FF SO 039 2flg.sym	2	3,14	50/ 132	44/ 26	"		1,6/ 2,6
FF SO 004 2flg.sym	2	3,14	50/ 132	44/ 26	"		1,6/ 2,6
FF SO 005 2flg.sym	2	3,14	50/ 132	44/ 26	"		1,6/ 2,6
FF SO 001 2flg.sym	2	3,14	50/ 132	44/ 26	"		1,6/ 2,6
FF SO 002 2flg.sym	2	3,14	50/ 132	44/ 26	"		1,6/ 2,6
FF SW 023 1flg. w	5	2,64	40/ 120	44/ 26	"		1,1/ 2,0
FF SW 025 1flg. w	5	2,64	40/ 120	44/ 26	"		1,1/ 2,0
FF SW 027 1flg. w	5	2,64	40/ 120	44/ 26	"		1,1/ 2,0
FF SW 024 1flg. w	5	2,64	40/ 120	44/ 26	"		1,1/ 2,0
FF SW 026 1flg. w	5	2,64	40/ 120	44/ 26	"		1,1/ 2,0
FF NO 006 1flg. w	5	2,64	11/ 112	44/ 44	7100		0,3/ 3,1
FF NO 008 1flg. w	5	2,64	11/ 112	44/ 44	"		0,3/ 3,1
FF NO 007 1flg. w	5	2,64	11/ 112	44/ 44	"		0,3/ 3,1
FF SW 036 2flg.sym	5	3,14	40/ 120	44/ 26	7104m		1,3/ 2,3
FF SW 035 2flg.sym	5	3,14	40/ 120	44/ 26	"		1,3/ 2,3
FF SW 031 10 2flg.s	7	3,14	40/ 120	44/ 26	"		1,3/ 2,3
FF SO 028 10 2flg.s	7	3,14	50/ 132	44/ 26	"		1,6/ 2,6
FF SO 029 10 2flg.s	7	3,14	50/ 132	44/ 26	"		1,6/ 2,6
FF SW 033 10 2flg.s	7	3,14	40/ 120	44/ 26	"		1,3/ 2,3
FF SW 034 10 2flg.s	7	3,14	40/ 120	44/ 26	"		1,3/ 2,3
FF SO 003 10 2flg.s	7	3,14	50/ 132	44/ 26	"		1,6/ 2,6
FF SW 032 10 2flg.s	8	3,14	40/ 120	44/ 26	"		1,3/ 2,3
FF SO 020 10 2flg.s	9	3,14	50/ 132	44/ 26	"		1,6/ 2,6
FF NW 010 10 1flg.	9	0,92	11/ 95	44/ 44	7100		0,1/ 0,9
FF NO 012 10 1flg.	2	1,30	11/ 112	44/ 44	"		0,2/ 1,5
FF SW 036 10 2flg.s	2	3,69	40/ 120	44/ 26	7104m		1,5/ 2,8
FF NW 047 81 1flg.	3	2,64	11/ 95	44/ 44	7100		0,3/ 2,6

FF NW 048 81 1flg.	3	2,64	11/ 95	44/ 44	"	0,3/ 2,6
FF NW 049 81 1flg.	3	2,64	11/ 95	44/ 44	"	0,3/ 2,6
FF NW 051 81 1flg.	3	2,64	11/ 95	44/ 44	"	0,3/ 2,6
FF NW 052 81 1flg.	3	2,64	11/ 95	44/ 44	"	0,3/ 2,6
FF NW 053 81 1flg.	3	2,64	11/ 95	44/ 44	"	0,3/ 2,6
FF NW 046 81 1flg.	3	2,88	11/ 95	44/ 44	"	0,3/ 2,9
FF NW 050 81 1flg.	3	2,64	11/ 95	44/ 44	"	0,3/ 2,6
FF SW 044 81 1flg.	3	2,64	40/ 120	44/ 26	7104m	1,1/ 2,0
FF SW 045 81 1flg.	3	2,64	40/ 120	44/ 26	"	1,1/ 2,0
FF SW 041 81 1flg.	3	2,88	40/ 120	44/ 26	"	1,2/ 2,2
FF SW 042 81 1flg.	3	2,64	40/ 120	44/ 26	"	1,1/ 2,0
FF SW 043 81 1flg.	3	2,64	40/ 120	44/ 26	"	1,1/ 2,0
FF S0 008 81 2flg.s	3	2,84	50/ 132	44/ 26	"	1,5/ 2,3
FF S0 005 79 2flg.s	4	2,84	50/ 132	44/ 26	"	1,5/ 2,3
FF S0 007 79 2flg.s	4	2,84	50/ 132	44/ 26	"	1,5/ 2,3
FF S0 004 79 2flg.s	4	2,84	50/ 132	44/ 26	"	1,5/ 2,3
FF S0 006 79 2flg.s	4	2,84	50/ 132	44/ 26	"	1,5/ 2,3
FF S0 031 79 2flg.s	7	7,06	50/ 132	44/ 26	"	3,7/ 5,8
FF N0 020 79 2flg.s	8	3,69	11/ 112	44/ 44	7100	0,4/ 4,3
FF SW 029 79 2flg.s	8	3,14	40/ 120	44/ 26	7104m	1,3/ 2,3
FF SW 030 79 2flg.s	8	3,14	40/ 120	44/ 26	"	1,3/ 2,3
FF S0 003 79 2flg.s	8	2,84	50/ 132	44/ 26	"	1,5/ 2,3
FF N0 002 79 1flg.	8	1,18	11/ 112	44/ 44	7100	0,1/ 1,4
FF NW 015 79 1flg.	9	7,06	11/ 95	44/ 44	"	0,8/ 7,0
FF N0 014 79 1flg.	9	3,19	11/ 112	44/ 44	"	0,4/ 3,7
FF H 003 79 Dachfl	9	3,40	29/ 210	46/ 46	"	1,1/ 7,9
FF N0 054 79 2flg.s	9	2,84	11/ 112	44/ 44	"	0,3/ 3,3
FF NW 040 79 2flg.s	9	3,14	11/ 95	44/ 44	"	0,4/ 3,1
FF S0 024 79 2flg.s	9	3,14	50/ 132	44/ 26	7104m	1,6/ 2,6
FF SW 038 79 2flg.s	10	3,14	40/ 120	44/ 26	"	1,3/ 2,3
FF SW 037 79 2flg.s	10	3,14	40/ 120	44/ 26	"	1,3/ 2,3
FF SW 039 79 2flg.s	10	3,14	40/ 120	44/ 26	"	1,3/ 2,3
FF N0 009 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	44/ 44	7100	0,4/ 3,7
FF N0 010 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	44/ 44	"	0,4/ 3,7
FF N0 011 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	44/ 44	"	0,4/ 3,7
FF N0 018 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	44/ 44	"	0,4/ 3,7
FF N0 017 79 2flg.s	10	3,31	11/ 112	44/ 44	"	0,4/ 3,9
FF N0 019 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	44/ 44	"	0,4/ 3,7
FF NW 016 79 2flg.s	10	3,14	11/ 95	44/ 44	"	0,4/ 3,1
FF N0 021 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	44/ 44	"	0,4/ 3,7
FF N0 022 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	44/ 44	"	0,4/ 3,7
FF N0 023 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	44/ 44	"	0,4/ 3,7

FF SW 033 79 2flg.s	10	3,31	40/ 120	44/ 26	7104m	1,4/ 2,5
FF SW 034 79 2flg.s	10	3,14	40/ 120	44/ 26	"	1,3/ 2,3
FF SW 035 79 2flg.s	10	3,14	40/ 120	44/ 26	"	1,3/ 2,3
FF S0 032 79 2flg.s	10	3,49	50/ 132	44/ 26	"	1,8/ 2,9
FF S0 025 79 2flg.s	10	3,14	50/ 132	44/ 26	"	1,6/ 2,6
FF SW 027 79 2flg.s	10	3,14	40/ 120	44/ 26	"	1,3/ 2,3
FF SW 026 79 2flg.s	10	3,18	40/ 120	44/ 26	"	1,3/ 2,4
FF SW 028 79 2flg.s	10	3,14	40/ 120	44/ 26	"	1,3/ 2,3
FF N0 014 79 2flg.s	8	3,69	11/ 112	44/ 44	7100	0,4/ 4,3
FF SW 024 79 2flg.s	8	3,14	40/ 120	44/ 26	7104m	1,3/ 2,3
FF SW 023 79 2flg.s	8	3,14	40/ 120	44/ 26	"	1,3/ 2,3
FF N0 005 79 2flg.s	8	3,14	11/ 112	44/ 44	7100	0,4/ 3,7
FF N0 006 79 2flg.s	8	3,14	11/ 112	44/ 44	"	0,4/ 3,7
FF SW 030 79 2flg.s	8	3,69	40/ 120	44/ 26	7104m	1,5/ 2,8
FF S0 025 79 2flg.s	9	7,06	50/ 132	44/ 26	"	3,7/ 5,8
FF N0 008 79 1flg.	9	3,19	11/ 112	44/ 44	7100	0,4/ 3,7
FF NW 009 79 2flg.s	9	7,06	11/ 95	44/ 44	"	0,8/ 7,0
FF H 004 79 Dachfl	9	3,40	29/ 210	46/ 22	7104m	1,1/ 3,8
FF S0 018 79 2flg.s	9	3,14	50/ 132	44/ 26	"	1,6/ 2,6
FF NW 034 79 2flg.s	9	3,14	11/ 95	44/ 44	7100	0,4/ 3,1
FF NW 001 79 2flg.s	10	3,14	11/ 95	44/ 44	"	0,4/ 3,1
FF N0 004 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	44/ 44	"	0,4/ 3,7
FF N0 003 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	44/ 44	"	0,4/ 3,7
FF N0 035 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	44/ 44	"	0,4/ 3,7
FF N0 012 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	44/ 44	"	0,4/ 3,7
FF N0 013 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	44/ 44	"	0,4/ 3,7
FF N0 011 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	44/ 44	"	0,4/ 3,7
FF NW 037 79 2flg.s	10	3,14	11/ 95	44/ 44	"	0,4/ 3,1
FF SW 022 79 2flg.s	10	3,14	40/ 120	44/ 26	7104m	1,3/ 2,3
FF SW 021 79 2flg.s	10	3,14	40/ 120	44/ 26	"	1,3/ 2,3
FF SW 020 79 2flg.s	10	3,18	40/ 120	44/ 26	"	1,3/ 2,4
FF S0 019 79 2flg.s	10	3,14	50/ 132	44/ 26	"	1,6/ 2,6
FF N0 016 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	44/ 44	7100	0,4/ 3,7
FF N0 015 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	44/ 44	"	0,4/ 3,7
FF N0 017 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	44/ 44	"	0,4/ 3,7
FF SW 031 79 2flg.s	10	3,14	40/ 120	44/ 26	7104m	1,3/ 2,3
FF SW 032 79 2flg.s	10	3,14	40/ 120	44/ 26	"	1,3/ 2,3
FF SW 033 79 2flg.s	10	3,14	40/ 120	44/ 26	"	1,3/ 2,3
FF S0 036 79 2flg.s	10	3,14	50/ 132	44/ 26	"	1,6/ 2,6
FF SW 027 79 2flg.s	10	3,18	40/ 120	44/ 26	"	1,3/ 2,4
FF SW 028 79 2flg.s	10	3,14	40/ 120	44/ 26	"	1,3/ 2,3
FF SW 029 79 2flg.s	10	3,14	40/ 120	44/ 26	"	1,3/ 2,3

FF NO 006 79 1flg.	1	1,30	11/ 112	44/ 44	7100	0,2/ 1,5
FF NO 005 79 1flg.	1	1,30	11/ 112	44/ 44	"	0,2/ 1,5
FF SO 023 79 1flg.	1	1,30	50/ 132	44/ 26	7104m	0,7/ 1,1
FF SO 024 79 1flg.	2	1,30	50/ 132	44/ 26	"	0,7/ 1,1
FF SW 016 79 2flg.s	8	3,69	40/ 120	44/ 26	"	1,5/ 2,8
FF SO 011 79 2flg.s	8	7,06	50/ 132	44/ 26	"	3,7/ 5,8
FF H 019 79 Dachfl	9	3,40	29/ 210	46/ 46	7100	1,1/ 7,9
FF NW 020 79 2flg.s	9	3,14	11/ 95	44/ 44	"	0,4/ 3,1
FF H 021 79 Dachfl	9	11,20	29/ 210	46/ 46	"	3,6/ 25,9
FF SO 025 79 1flg.	9	1,30	50/ 132	44/ 26	7104m	0,7/ 1,1
FF NO 027 79 1flg.	9	3,19	11/ 112	44/ 44	7100	0,4/ 3,7
FF NO 003 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	44/ 44	"	0,4/ 3,7
FF NO 004 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	44/ 44	"	0,4/ 3,7
FF NO 022 79 2flg.s	10	3,14	11/ 112	44/ 44	"	0,4/ 3,7
FF NW 001 79 2flg.s	10	3,14	11/ 95	44/ 44	"	0,4/ 3,1
FF SO 026 79 2flg.s	10	3,14	50/ 132	44/ 26	7104m	1,6/ 2,6
FF SW 013 79 2flg.s	10	3,18	40/ 120	44/ 26	"	1,3/ 2,4
FF SW 015 79 2flg.s	10	3,14	40/ 120	44/ 26	"	1,3/ 2,3
FF SW 014 79 2flg.s	10	3,14	40/ 120	44/ 26	"	1,3/ 2,3
FF SW 017 79 2flg.s	10	3,14	40/ 120	44/ 26	"	1,3/ 2,3
FF SW 019 79 2flg.s	10	3,14	40/ 120	44/ 26	"	1,3/ 2,3
FF SW 018 79 2flg.s	10	3,14	40/ 120	44/ 26	"	1,3/ 2,3
429,20						137/ 422

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

7104: aus dem Bauteilbezug, Außenjalousie 45° grau

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

Berechnung von $g_{\text{tot},13363}$ -Werten nach EN 13363-1 mit $\tau_{e,B}$ und $\rho_{e,B}$ nach DIN V 18599-2, Tab.8 sowie den Parametern $G1 = 5$, $G2 = 10$ und $G3 = 30$

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

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

Bewegliche Sonnenschutzvorrichtungen in Nichtwohnzonen 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_{S0} = Parameter (0..1) für die zeitliche Aktivierung der Sonnenschutzvorrichtung nach Tab A.4 / A.5

4.2 Solare Wärmeeinträge über opake Hüllflächen

Hüllfläche	Zone	A m ²	U W/(m ² K)	α	h_r W/(m ² K)	IS, Jul W/m ²	QS, Jul kWh/d
FAW NW 42 AW01	NW 1	23,4	0,28	0,50	4,50	95	0,2
FAW NO 47 AW01	NO 1	78,4	0,28	0,50	4,50	112	0,7
FAW NW 50 AW01	NW 1	24,3	0,28	0,50	4,50	95	0,2
FAW SW 137 AW01	SW 2	15,0	0,28	0,50	4,50	120	0,2
FAW SW 004 Tür HT	SW 2	5,2	1,80	0,50	4,50	120	0,3
FAW SO 138 AW01	SO 2	27,3	0,28	0,50	4,50	132	0,3
FAW NO 143 AW02	NO 2	7,8	0,28	0,50	4,50	112	0,1
FAW SO 175 AW02	SO 2	29,4	0,28	0,50	4,50	132	0,3
FAW SO 181 AW02	SO 2	14,0	0,28	0,50	4,50	132	0,2
FAW SW 220 AW01	SW 5	19,2	0,28	0,50	4,50	120	0,2
FAW NO 225 AW02	NO 5	14,1	0,28	0,50	4,50	112	0,1
FAW SW 231 AW03	SW 5	18,9	0,28	0,50	4,50	120	0,2
FAW NO 237 10 AW02	NO 6	17,9	0,28	0,50	4,50	112	0,2
FAW SW 254 10 AW03	SW 7	11,1	0,28	0,50	4,50	120	0,1
FAW SO 255 10 AW02	SO 7	24,8	0,28	0,50	4,50	132	0,3
FAW SW 260 10 AW03	SW 7	15,7	0,28	0,50	4,50	120	0,2
FAW SO 265 10 AW02	SO 7	12,6	0,28	0,50	4,50	132	0,1
FAW SW 321 10 AW03	SW 8	7,5	0,28	0,50	4,50	120	0,1
FD H 384 10 DA02	- 9	8,8	0,20	0,50	4,50	210	0,1
FAW SW 385 10 AW01	SW 9	22,6	0,28	0,50	4,50	120	0,2
FAW SW 005 10 Tür	SW 9	5,2	1,80	0,50	4,50	120	0,3
FAW SO 386 10 AW02	SO 9	10,7	0,28	0,50	4,50	132	0,1
FAW SO 006 10 Tür	SO 9	13,9	1,80	0,50	4,50	132	1,0
FAW SO 387 10 AW02	SO 9	38,2	0,28	0,50	4,50	132	0,4
FAW SO 003 10 Tür	SO 9	15,8	1,80	0,50	4,50	132	1,2
FAW NO 388 10 AW02	NO 9	13,4	0,28	0,50	4,50	112	0,1
FAW NW 389 10 AW01	NW 9	6,7	0,28	0,50	4,50	95	0,0
FAW SO 396 10 AW02	SO 9	8,2	0,28	0,50	4,50	132	0,1
FAW SO 001 10 Tür	SO 9	5,7	1,80	0,50	4,50	132	0,4
FAW NO 397 10 AW03	NO 9	54,0	0,28	0,50	4,50	112	0,5
FAW NO 403 10 AW02	NO 9	9,2	0,28	0,50	4,50	112	0,1
FAW NO 002 10 Tür	NO 9	12,0	1,80	0,50	4,50	112	0,7
FD H 15 10 DA02 B	- 1	51,2	0,20	0,50	4,50	210	0,6
FAW NW 21 10 AW01	NW 1	33,0	0,28	0,50	4,50	95	0,2
FD H 28 10 DA02 B	- 1	10,0	0,20	0,50	4,50	210	0,1
FAW SO 29 10 AW01	SO 1	7,6	0,28	0,50	4,50	132	0,1
FAW NO 101 10 AW02	NO 2	16,7	0,28	0,50	4,50	112	0,2

FAW SW 113 10 AW01 SW 2	24,7	0,28	0,50	4,50	120	0,2
FAW SW 124 10 AW01 SW 2	11,0	0,28	0,50	4,50	120	0,1
FD H 126 10 DA02 - 2	6,4	0,20	0,50	4,50	210	0,1
FAW NW 129 10 AW02 NW 2	5,0	0,28	0,50	4,50	95	0,0
FAW NW 004 10 Tür NW 2	2,9	1,80	0,50	4,50	95	0,1
FD H 200 81 DA02 - 3	124,5	0,20	0,50	4,50	210	1,4
FD H 201 81 DA02 - 3	42,8	0,20	0,50	4,50	210	0,5
FAW NW 205 81 AW02 NW 3	27,5	0,28	0,50	4,50	95	0,2
FAW SW 206 81 AW02 SW 3	20,3	0,28	0,50	4,50	120	0,2
FAW SO 208 81 AW01 SO 3	20,2	0,28	0,50	4,50	132	0,2
FD H 212 79 DA02 - 4	40,0	0,20	0,50	4,50	210	0,5
FD H 213 79 DA02 - 4	19,3	0,20	0,50	4,50	210	0,2
FAW SO 214 79 AW01 SO 4	28,7	0,28	0,50	4,50	132	0,3
FAW SO 248 79 AW02 SO 7	14,2	0,28	0,50	4,50	132	0,2
FAW NO 297 79 AW01 NO 8	11,0	0,28	0,50	4,50	112	0,1
FAW SW 302 79 AW01 SW 8	15,4	0,28	0,50	4,50	120	0,2
FAW SO 305 79 AW02 SO 8	8,4	0,28	0,50	4,50	132	0,1
FAW SO 001 79 Tür SO 8	15,4	1,80	0,50	4,50	132	1,2
FD H 311 79 DA02 - 8	18,6	0,20	0,50	4,50	210	0,2
FAW SO 312 79 AW01 SO 8	10,0	0,28	0,50	4,50	132	0,1
FAW NO 314 79 AW01 NO 8	19,0	0,28	0,50	4,50	112	0,2
FAW NW 367 79 AW02 NW 9	14,2	0,28	0,50	4,50	95	0,1
FD H 369 79 DA02 - 9	75,5	0,20	0,50	4,50	210	0,9
FAW NW 370 79 AW01 NW 9	6,1	0,28	0,50	4,50	95	0,0
FAW NW 005 79 Tür NW 9	5,8	1,80	0,50	4,50	95	0,3
FAW NO 371 79 AW01 NO 9	28,5	0,28	0,50	4,50	112	0,3
FAW NW 372 79 AW02 NW 9	13,7	0,28	0,50	4,50	95	0,1
FD H 374 79 DA02 - 9	8,8	0,20	0,50	4,50	210	0,1
FAW SW 375 79 AW02 SW 9	13,2	0,28	0,50	4,50	120	0,1
FAW NW 377 79 AW02 NW 9	37,6	0,28	0,50	4,50	95	0,3
FAW NW 002 79 Tür NW 9	15,4	1,80	0,50	4,50	95	0,7
FAW SW 378 79 AW02 SW 9	5,8	0,28	0,50	4,50	120	0,1
FAW SO 379 79 AW02 SO 9	29,2	0,28	0,50	4,50	132	0,3
FAW NO 380 79 AW02 NO 9	13,2	0,28	0,50	4,50	112	0,1
FAW SW 433 79 AW01 SW 10	22,0	0,28	0,50	4,50	120	0,2
FAW NO 434 79 AW02 NO 10	21,7	0,28	0,50	4,50	112	0,2
FAW NO 435 79 AW01 NO 10	22,2	0,28	0,50	4,50	112	0,2
FAW NW 436 79 AW02 NW 10	28,7	0,28	0,50	4,50	95	0,2
FAW NO 437 79 AW01 NO 10	21,9	0,28	0,50	4,50	112	0,2
FAW SW 438 79 AW01 SW 10	22,2	0,28	0,50	4,50	120	0,2
FAW SO 439 79 AW02 SO 10	28,2	0,28	0,50	4,50	132	0,3
FAW SO 440 79 AW02 SO 10	29,2	0,28	0,50	4,50	132	0,3

FAW	SW	441	79	AW01	SW	10	22,4	0,28	0,50	4,50	120	0,2	
FAW	NO	442	79	AW02	NO	10	5,8	0,28	0,50	4,50	112	0,1	
FD	H	66	79	DA02	B	-	1	43,6	0,20	0,50	4,50	210	0,5
FAW	SW	72	79	AW01	SW	1	24,7	0,28	0,50	4,50	120	0,2	
FD	H	84	79	DA01	D	-	1	3,9	0,20	0,50	4,50	210	0,0
FD	H	188	79	DA01	-	2	8,8	0,20	0,50	4,50	210	0,1	
FD	H	190	79	DA02	-	2	8,7	0,20	0,50	4,50	210	0,1	
FAW	NO	194	79	AW02	NO	2	7,8	0,28	0,50	4,50	112	0,1	
FD	H	322	79	DA01	-	8	142,9	0,20	0,50	4,50	210	1,6	
FD	H	324	79	DA01	-	8	34,4	0,20	0,50	4,50	210	0,4	
FAW	SO	328	79	AW02	SO	8	8,4	0,28	0,50	4,50	132	0,1	
FAW	SO	001	79	Tür	SO	8	15,4	1,80	0,50	4,50	132	1,2	
FAW	NO	333	79	AW01	NO	8	11,0	0,28	0,50	4,50	112	0,1	
FAW	SW	337	79	AW01	SW	8	15,4	0,28	0,50	4,50	120	0,2	
FAW	NO	341	79	AW02	NO	8	15,0	0,28	0,50	4,50	112	0,1	
FAW	SW	343	79	AW01	SW	8	11,2	0,28	0,50	4,50	120	0,1	
FAW	NW	353	79	AW02	NW	8	8,7	0,28	0,50	4,50	95	0,1	
FAW	NW	002	79	Tür	NW	8	15,4	1,80	0,50	4,50	95	0,7	
FD	H	406	79	DA03	-	9	45,5	0,20	0,50	4,50	210	0,5	
FAW	SO	407	79	AW01	SO	9	14,6	0,28	0,50	4,50	132	0,2	
FAW	NO	409	79	AW02	NO	9	13,3	0,28	0,50	4,50	112	0,1	
FAW	NW	411	79	AW01	NW	9	14,2	0,28	0,50	4,50	95	0,1	
FD	H	414	79	DA02	-	9	23,3	0,20	0,50	4,50	210	0,3	
FAW	SW	416	79	AW02	SW	9	5,8	0,28	0,50	4,50	120	0,1	
FAW	SO	417	79	AW02	SO	9	29,2	0,28	0,50	4,50	132	0,3	
FAW	NO	418	79	AW02	NO	9	13,2	0,28	0,50	4,50	112	0,1	
FAW	NO	420	79	AW02	NO	9	5,9	0,28	0,50	4,50	112	0,1	
FAW	NW	421	79	AW02	NW	9	29,7	0,28	0,50	4,50	95	0,2	
FAW	SW	422	79	AW02	SW	9	13,4	0,28	0,50	4,50	120	0,1	
FAW	NW	443	79	AW02	NW	10	29,7	0,28	0,50	4,50	95	0,2	
FAW	NO	444	79	AW02	NO	10	23,2	0,28	0,50	4,50	112	0,2	
FAW	SW	445	79	AW02	SW	10	5,9	0,28	0,50	4,50	120	0,1	
FD	H	447	79	DA01	-	10	76,0	0,20	0,50	4,50	210	0,9	
FAW	NO	448	79	AW01	NO	10	22,5	0,28	0,50	4,50	112	0,2	
FAW	NW	449	79	AW02	NW	10	28,7	0,28	0,50	4,50	95	0,2	
FD	H	450	79	DA01	-	10	76,2	0,20	0,50	4,50	210	0,9	
FAW	SW	451	79	AW01	SW	10	22,4	0,28	0,50	4,50	120	0,2	
FAW	SO	452	79	AW02	SO	10	29,2	0,28	0,50	4,50	132	0,3	
FAW	NO	453	79	AW02	NO	10	5,8	0,28	0,50	4,50	112	0,1	
FD	H	454	79	DA03	-	10	74,9	0,20	0,50	4,50	210	0,9	
FAW	NO	455	79	AW01	NO	10	21,9	0,28	0,50	4,50	112	0,2	
FAW	SW	456	79	AW01	SW	10	22,5	0,28	0,50	4,50	120	0,2	

FAW	SO	457	79	AW02	SO	10	29,2	0,28	0,50	4,50	132	0,3
FAW	SW	458	79	AW01	SW	10	22,9	0,28	0,50	4,50	120	0,2
FD	H	2	79	DA01	Da	-	49,9	0,20	0,50	4,50	210	0,6
FAW	NO	7	79	AW01	NO	1	19,9	0,28	0,50	4,50	112	0,2
FD	H	9	79	DA02	Be	-	6,2	0,20	0,50	4,50	210	0,1
FAW	SO	11	79	AW01	SO	1	8,9	0,28	0,50	4,50	132	0,1
FD	H	91	79	DA02	B	-	6,1	0,20	0,50	4,50	210	0,1
FAW	SO	92	79	AW01	SO	2	8,8	0,28	0,50	4,50	132	0,1
FD	H	95	79	DA02	B	-	7,2	0,20	0,50	4,50	210	0,1
FAW	NO	96	79	AW02	NO	2	7,7	0,28	0,50	4,50	112	0,1
FDd	H	268	79	Stand	-	8	34,4	0,20	0,50	4,50	210	0,4
FD	H	269	79	DA03	-	8	104,1	0,20	0,50	4,50	210	1,2
FAW	SW	271	79	AW01	SW	8	11,0	0,28	0,50	4,50	120	0,1
FAW	NW	277	79	AW02	NW	8	8,4	0,28	0,50	4,50	95	0,1
FAW	NW	002	79	Tür	NW	8	15,4	1,80	0,50	4,50	95	0,7
FD	H	283	79	DA03	-	8	24,2	0,20	0,50	4,50	210	0,3
FAW	SO	284	79	AW01	SO	8	14,7	0,28	0,50	4,50	132	0,2
FD	H	355	79	DA02	-	9	23,3	0,20	0,50	4,50	210	0,3
FAW	NO	357	79	AW02	NO	9	5,8	0,28	0,50	4,50	112	0,1
FAW	NW	358	79	AW02	NW	9	29,2	0,28	0,50	4,50	95	0,2
FAW	SW	359	79	AW02	SW	9	13,2	0,28	0,50	4,50	120	0,1
FD	H	361	79	DA02	-	9	51,5	0,20	0,50	4,50	210	0,6
FD	H	362	79	DA03	-	9	21,5	0,20	0,50	4,50	210	0,2
FAW	SO	363	79	AW01	SO	9	7,0	0,28	0,50	4,50	132	0,1
FAW	SO	003	79	Tür	SO	9	2,9	1,80	0,50	4,50	132	0,2
FAW	NO	365	79	AW02	NO	9	28,9	0,28	0,50	4,50	112	0,3
FD	H	424	79	DA03	-	10	76,5	0,20	0,50	4,50	210	0,9
FAW	NO	425	79	AW01	NO	10	22,6	0,28	0,50	4,50	112	0,2
FAW	NW	426	79	AW02	NW	10	29,2	0,28	0,50	4,50	95	0,2
FAW	SW	427	79	AW02	SW	10	5,8	0,28	0,50	4,50	120	0,1
FDd	H	428	79	Stand	-	10	76,0	0,20	0,50	4,50	210	0,9
FAW	SO	429	79	AW02	SO	10	28,7	0,28	0,50	4,50	132	0,3
FAW	SW	430	79	AW01	SW	10	22,4	0,28	0,50	4,50	120	0,2
FDd	H	431	79	Stand	-	10	75,1	0,20	0,50	4,50	210	0,9
FAW	SW	432	79	AW01	SW	10	22,0	0,28	0,50	4,50	120	0,2

3.629,0

45,1

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

α = 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 = $5 \cdot \text{Emissionsgrad} = 5 \cdot 0.9 = 4.5 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

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

4.3 solare Warmegewinne

Zone	Sep kWh	Okt kWh	Nov kWh	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Jahr kWh
über Fenster ...								
<1> WC und San	238	149	62	37	63	82	194	2.893
<2> Lager, Tec	786	650	226	166	350	272	653	6.660
<3> Kantine	899	629	247	166	298	290	710	8.670
<4> Küche in N	397	336	114	85	185	140	333	3.345
<5> Besprechun	792	582	223	157	282	250	632	6.940
<6> Hörsaal, A	-	-	-	-	-	-	-	-
<7> Einzelbüro	896	733	258	191	391	303	737	7.383
<8> Sonstige A	1.374	1.034	386	273	514	449	1.111	12.311
<9> Verkehrsfl	2.116	1.429	549	341	633	709	1.698	22.761
<10> Klassenzi	4.418	3.183	1.222	841	1.527	1.434	3.551	41.780
über opake ...								
<1> WC und San	33	7	-	-	0	-	10	598
<2> Lager, Tec	48	28	-	-	2	-	29	544
<3> Kantine	29	7	-	-	0	-	10	438
<4> Küche in N	14	5	-	-	1	-	7	186
<5> Besprechun	10	6	-	-	-	-	6	104
<6> Hörsaal, A	1	-	-	-	-	-	-	21
<7> Einzelbüro	21	14	-	-	1	-	14	198
<8> Sonstige A	124	55	-	-	5	-	62	1.712
<9> Verkehrsfl	171	89	-	-	8	-	94	2.323
<10> Klassenzi	143	55	-	-	3	-	67	1.974
	12.510	8.991	3.286	2.258	4.263	3.930	9.918	120.841

5.0 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> WC und Sanitär	401	-	-	0,0	0,0
<2> Lager, Technik	496	-	-	0,0	0,0

<3> Kantine	185	32,4	1,9	0,0	34,2
<4> Küche in NWG	54	3,0	97,3	0,0	100,4
<5> Besprechung	181	16,8	1,4	0,0	18,3
<6> Hörsaal, Auditorium	122	51,3	2,9	0,0	54,2
<7> Einzelbüro	103	3,1	4,4	0,0	7,5
<8> Sonstige Aufenthaltsräume	790	73,5	6,3	0,0	79,8
<9> Verkehrsflächen	941	-	-	0,0	0,0
<10> Klassenzimmer	1053	105,3	21,1	0,0	126,3

⇒ WE-Betrieb ...

<1> WC und Sanitär	-	-	0,0	0,0
<2> Lager, Technik	-	-	0,0	0,0
<3> Kantine	-	-	0,0	0,0
<4> Küche in NWG	-	-	0,0	0,0
<5> Besprechung	-	-	0,0	0,0
<6> Hörsaal, Auditorium	-	-	0,0	0,0
<7> Einzelbüro	-	-	0,0	0,0
<8> Sonstige Aufenthaltsräume	-	-	0,0	0,0
<9> Verkehrsflächen	-	-	0,0	0,0
<10> Klassenzimmer	-	-	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
<1> WC und Sanitär	0,0	24,4	2,9	5,2	0,0
<2> Lager, Technik	0,0	0,4	3,6	0,0	0,0
<3> Kantine	0,0	1,7	1,3	0,0	0,0
<4> Küche in NWG	0,0	265,6	0,4	2,1	0,0
<5> Besprechung	0,0	26,5	1,3	0,0	0,0
<6> Hörsaal, Auditorium	0,0	6,8	0,9	0,0	0,0
<7> Einzelbüro	0,0	17,5	0,7	0,0	0,0
<8> Sonstige Aufenthaltsräume	0,0	10,3	5,7	0,0	0,0
<9> Verkehrsflächen	0,0	9,6	6,8	0,0	0,0
<10> Klassenzimmer	0,0	18,3	7,5	0,0	0,0

A_B = Bezugsfläche für die internen Wärmequellen / -senken

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

q_{I, fac} = durchschnittliche, tägliche Wärmeabgabe von Geräten und Maschinen

Q_{I, g} = Q_{I, goods} = täglicher Wärmeeintrag durch Stofftransporte

Q_I = Summe der internen Wärmequellen / -senken, Tageswert

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

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

$Q_{I,h}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge der Heizungsanlage, siehe Heizsysteme

$Q_{I,w}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge der Warmwasserversorgung, siehe Warmwassersysteme

$Q_{I,rV}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge durch die Lüftungsanlage

6.0 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> WC und Sanitär	196	137	1108	294	35	0,120
<2> Lager, Technik	234	187	0	214	16	0,074
<3> Kantine	137	61	425	139	47	0,340
<4> Küche in NWG	46	19	1033	153	375	2,455
<5> Besprechung	112	62	292	120	55	0,463
<6> Hörsaal, Auditorium	33	40	394	84	62	0,740
<7> Einzelbüro	95	37	76	73	39	0,527
<8> Sonstige Aufenthaltsräume	359	238	1019	420	114	0,272
<9> Verkehrsflächen	689	356	0	516	38	0,073
<10> Klassenzimmer	646	337	1242	621	204	0,328

Zone	C_{wirk} Wh/(m²K)	H W/K	τ h	a -	η -	η_{WE}
<1> WC und Sanitär	50	1441	13,91	1,87	0,983	1,000
<2> Lager, Technik	50	420	59,04	4,69	1,000	1,000
<3> Kantine	50	622	14,87	1,93	0,914	1,000
<4> Küche in NWG	50	1097	2,46	1,15	0,307	0,996
<5> Besprechung	50	466	19,42	2,21	0,893	1,000
<6> Hörsaal, Auditorium	50	466	13,10	1,82	0,737	1,000
<7> Einzelbüro	50	208	24,69	2,54	0,897	0,993
<8> Sonstige Aufenthaltsräume	50	1616	24,46	2,53	0,973	1,000
<9> Verkehrsflächen	50	1045	45,02	3,81	1,000	1,000
<10> Klassenzimmer	50	2225	23,66	2,48	0,957	1,000

$\Sigma H_T = H_{T,D} + H_{T,S} + H_{T,iU}$ = Transmissionswärme-Transferkoeffizienten, $H_{T,iZ}$ siehe Q_{sink}

ΣH_V = Lüftungswärme-Transferkoeffizienten aus Infiltration und Fensterlüftung

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

Q_{sink} = Summe der Wärmesenken aus Transmission und Lüftung in der Gebäudezone

Q_{source} = Summe der solaren und internen Wärmequellen in der Gebäudezone

$\gamma = Q_{\text{source}} / Q_{\text{sink}}$ = Verhältnis zwischen Wärmequellen und Wärmesenken

C_{wirk} = 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_{wirk} / 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

7.0 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	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
	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	20,3	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,0	19,9
$T_{i, 2}$	°C	20,1	20,1	20,2	20,4	20,7	20,8	20,9	20,9	20,7	20,5	20,2	20,1
$T_{i, 3}$	°C	19,5	19,5	19,8	20,1	20,5	20,7	20,8	20,8	20,5	20,1	19,7	19,5
$T_{i, 4}$	°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
$T_{i, 5}$	°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
$T_{i, 6}$	°C	19,8	19,8	20,0	20,3	20,6	20,7	20,9	20,9	20,6	20,3	20,0	19,8
$T_{i, 7}$	°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
$T_{i, 8}$	°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	20,0	20,0	20,2	20,4	20,7	20,8	20,9	20,9	20,7	20,4	20,2	20,0
$T_{i, 10}$	°C	19,5	19,6	19,8	20,1	20,5	20,7	20,9	20,8	20,5	20,1	19,8	19,5
⇒ WE-Betrieb ...													
$T_{i, 1}$	°C	17,5	17,6	18,1	18,9	19,8	20,2	20,6	20,6	19,8	19,0	18,0	17,4
$T_{i, 2}$	°C	17,4	17,5	18,0	18,9	19,8	20,2	20,6	20,6	19,8	18,9	17,9	17,4
$T_{i, 3}$	°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
$T_{i, 4}$	°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
$T_{i, 5}$	°C	17,4	17,5	18,1	18,9	19,8	20,2	20,6	20,6	19,8	18,9	17,9	17,4

$T_{i,6}$	°C	17,7	17,9	18,3	19,1	19,9	20,3	20,7	20,6	19,9	19,1	18,2	17,7
$T_{i,7}$	°C	17,3	17,4	18,0	18,8	19,7	20,2	20,6	20,6	19,8	18,9	17,9	17,3
$T_{i,8}$	°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
$T_{i,9}$	°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
$T_{i,10}$	°C	17,4	17,6	18,1	18,9	19,8	20,2	20,6	20,6	19,8	18,9	18,0	17,4

7.1 Zone <1> WC und Sanitär

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,860	0,944	0,977	0,984	0,983	0,981	0,969	0,789
$\eta_{\text{source,WE}}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,943
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	205	355	344	355	355	321	355	3.409
t_h	h	423	744	720	744	744	672	744	5.615
$Q_{h,b,RE}$	kWh	340	2.342	4.259	5.637	5.506	4.655	3.948	28.839
$Q_{h,b,WE}$	kWh	58	219	528	727	709	587	454	3.402
Q_T	kWh	856	1.519	2.160	2.654	2.641	2.278	2.153	17.811
Q_V	kWh	308	1.784	3.288	4.394	4.287	3.628	3.096	19.263
Q_S^*	kWh	245	150	61	36	63	80	200	2.580
Q_I^*	kWh	521	610	654	716	706	623	651	6.179

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

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

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

7.2 Zone <2> Lager, Technik

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,4 \text{ °C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,994	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,983
$\eta_{source, WE}$		0,981	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,949
$\Delta Q_{C, b, WE}$	kWh	257	440	426	440	440	397	440	4.176
t_h	h	633	744	720	744	744	672	744	7.667
$Q_{h, b, RE}$	kWh	996	2.294	3.558	4.352	4.198	3.664	3.242	26.411
$Q_{h, b, WE}$	kWh	8	273	816	1.117	1.046	896	650	4.983
Q_T	kWh	1.027	1.822	2.591	3.185	3.169	2.734	2.583	21.371
Q_V	kWh	820	1.453	2.067	2.540	2.528	2.180	2.060	17.046
Q_S^*	kWh	826	677	226	166	352	272	682	6.973
Q_I^*	kWh	17	37	82	124	118	96	70	622

7.3 Zone <3> Kantine

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,5 \text{ °C}$ und $Q_I = 34,2 \text{ kWh/d}$

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}		0,524	0,737	0,892	0,927	0,914	0,906	0,826	0,637
$\eta_{source, WE}$		0,709	0,975	1,000	1,000	1,000	1,000	0,986	0,738
$\Delta Q_{C, b, WE}$	kWh	194	164	159	164	164	148	164	1.709
t_h	h	-	744	720	744	744	672	744	4.861
$Q_{h, b, RE}$	kWh	-	617	1.542	2.172	2.055	1.715	1.231	9.866
$Q_{h, b, WE}$	kWh	-	25	313	458	411	336	152	1.696
Q_T	kWh	588	1.042	1.482	1.821	1.812	1.563	1.477	12.221
Q_V	kWh	103	674	1.254	1.682	1.636	1.384	1.176	7.232
Q_S^*	kWh	541	516	229	158	280	272	631	5.038
Q_I^*	kWh	382	567	686	759	737	649	640	5.839

7.4 Zone <4> Küche in NWG

Regelbetrieb (82,2%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 20,0 \text{ °C}$ und $Q_I = 100,4 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (17,8%)

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}		0,032	0,145	0,258	0,314	0,307	0,293	0,238	0,150
$\eta_{source,WE}$		0,650	0,870	0,999	1,000	0,996	0,997	0,943	0,736
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	-	62	46	48	48	43	91	455
t_h	h	-	132	648	744	744	672	452	3.504
$Q_{h,b,RE}$	kWh	-	152	596	1.015	964	769	518	4.141
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	-	37	64	45	40	-	187
Q_T	kWh	207	367	522	641	638	550	520	4.302
Q_V	kWh	-58	1.197	2.492	3.419	3.327	2.791	2.302	12.324
Q_S^*	kWh	58	94	45	37	80	59	123	751
Q_I^*	kWh	288	1.363	2.347	2.960	2.886	2.482	2.227	16.481

7.5 Zone <5> Besprechung

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9 \text{ °C}$ und $Q_I = 18,3 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,4 \text{ °C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,453	0,726	0,865	0,905	0,893	0,887	0,802	0,615
$\eta_{source,WE}$		0,698	0,973	1,000	1,000	1,000	1,000	0,989	0,785
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	168	312	155	160	160	145	160	1.741
t_h	h	-	510	720	744	744	672	744	4.627
$Q_{h,b,RE}$	kWh	-	520	1.098	1.574	1.492	1.255	883	7.205
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	-	241	362	320	268	107	1.298
Q_T	kWh	490	870	1.237	1.520	1.512	1.304	1.232	10.198
Q_V	kWh	184	652	1.124	1.475	1.445	1.228	1.073	7.205
Q_S^*	kWh	425	472	202	147	261	231	549	4.133
Q_I^*	kWh	409	692	824	917	887	781	766	6.955

7.6 Zone <6> Hörsaal, Auditorium

Regelbetrieb (41,1%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,8\text{ °C}$ und $Q_I = 54,2\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (58,9%)

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}		0,264	0,503	0,678	0,743	0,737	0,721	0,653	0,473
$\eta_{source,WE}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	58	102	105	108	108	98	108	927
t_h	h	424	635	720	744	744	672	744	7.013
$Q_{h,b,RE}$	kWh	-	116	330	508	488	399	293	2.233
$Q_{h,b,WE}$	kWh	71	128	221	291	289	245	216	1.747
Q_T	kWh	138	245	348	428	426	367	347	2.873
Q_V	kWh	68	394	725	970	944	799	682	4.249
Q_S^*	kWh	0	-	-	-	-	-	-	15
Q_I^*	kWh	201	396	525	601	595	524	520	4.428

7.7 Zone <7> Einzelbüro

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9\text{ °C}$ und $Q_I = 7,5\text{ kWh/d}$

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}		0,441	0,712	0,887	0,928	0,897	0,898	0,776	0,613
$\eta_{source,WE}$		0,488	0,825	0,997	0,999	0,993	0,995	0,920	0,709
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	132	240	88	91	91	82	91	1.189
t_h	h	96	510	720	744	744	672	744	4.745
$Q_{h,b,RE}$	kWh	26	286	648	939	820	710	434	4.046
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	-	198	300	234	209	58	999
Q_T	kWh	415	737	1.048	1.288	1.281	1.105	1.044	8.640
Q_V	kWh	131	317	502	641	632	541	488	3.604
Q_S^*	kWh	418	559	238	181	363	281	617	4.365
Q_I^*	kWh	228	383	470	516	498	447	423	3.909

7.8 Zone <8> Sonstige Aufenthaltsräume

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9 \text{ °C}$ und $Q_I = 79,8 \text{ kWh/d}$

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}		0,684	0,883	0,964	0,977	0,973	0,971	0,941	0,777
$\eta_{source,WE}$		0,945	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,871
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	570	700	678	700	700	632	700	6.660
t_h	h	143	744	720	744	744	672	744	5.040
$Q_{h,b,RE}$	kWh	282	2.446	5.126	6.898	6.632	5.632	4.434	33.649
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	61	777	1.148	1.049	873	475	4.384
Q_T	kWh	1.573	2.790	3.967	4.876	4.852	4.185	3.954	32.718
Q_V	kWh	713	2.403	4.109	5.374	5.269	4.480	3.929	26.662
Q_S^*	kWh	1.147	1.001	376	269	510	440	1.125	10.444
Q_I^*	kWh	1.256	1.718	1.909	2.084	2.034	1.797	1.857	18.076

7.9 Zone <9> Verkehrsflächen

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}		0,971	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,909
$\eta_{source,WE}$		0,949	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,856
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	500	834	807	834	834	753	834	9.020
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	6.957
$Q_{h,b,RE}$	kWh	2.080	5.417	8.495	10.509	10.240	8.766	7.599	60.285
$Q_{h,b,WE}$	kWh	109	990	2.297	3.079	2.948	2.458	1.835	14.112
Q_T	kWh	3.017	5.351	7.609	9.352	9.305	8.027	7.584	62.752
Q_V	kWh	1.559	2.766	3.933	4.834	4.810	4.149	3.920	32.436
Q_S^*	kWh	2.205	1.516	549	341	641	709	1.790	20.769

QI *	kWh	183	242	342	445	413	337	293	2.952
------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

7.10 Zone <10> Klassenzimmer

Regelbetrieb (54,8%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,5\text{ °C}$ und $Q_I = 126,3\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (45,2%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,4\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,648	0,815	0,945	0,965	0,957	0,953	0,891	0,708
$\eta_{source,WE}$		0,681	0,975	1,000	1,000	1,000	1,000	0,990	0,742
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	1.403	932	902	932	932	842	932	11.373
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	7.935
$Q_{h,b,RE}$	kWh	389	2.392	5.641	7.726	7.302	6.169	4.425	36.791
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	321	2.358	3.362	3.012	2.505	1.209	12.767
Q_T	kWh	2.738	4.855	6.905	8.486	8.444	7.284	6.882	56.943
Q_V	kWh	884	2.717	4.557	5.929	5.813	4.951	4.370	30.303
Q_S^*	kWh	3.023	2.873	1.185	825	1.494	1.398	3.386	27.236
Q_I^*	kWh	1.509	2.023	2.411	2.676	2.576	2.256	2.238	21.134

7.11 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/(m²a)
<1> WC und Sanitär	17.811	19.263	2.580	6.179	32.241	80,4
<2> Lager, Technik	21.371	17.046	6.973	622	31.394	63,2
<3> Kantine	12.221	7.232	5.038	5.839	11.562	62,5
<4> Küche in NWG	4.302	12.324	751	16.481	4.328	80,1
<5> Besprechung	10.198	7.205	4.133	6.955	8.504	47,0
<6> Hörsaal, Audito	2.873	4.250	15	4.428	3.980	32,6
<7> Einzelbüro	8.640	3.604	4.365	3.909	5.044	49,0
<8> Sonstige Aufenth	32.718	26.662	10.444	18.076	38.033	48,1
<9> Verkehrsflächen	62.752	32.436	20.769	2.952	74.397	79,1
<10> Klassenzimmer	56.943	30.304	27.236	21.134	49.558	47,1
	229.828	160.325	82.302	86.575	259.042	59,9

9.0 RLT-Systeme (DIN V 18599-3)

9.1 Gewählte RLT-Anlagen

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

Zone	Feuchteanf.	No Anlage	Komponenten	$\theta_{\text{SUP, Jan}}$ °C
<1> WC und Sanitär	-	202 RLT-Anlage	VE rec60	15,2
<3> Kantine	mT	202 RLT-Anlage	VE rec60	15,2
<4> Küche in NWG	mT	202 RLT-Anlage	VE rec60	15,2
<5> Besprechung	mT	202 RLT-Anlage	VE rec60	15,2
<6> Hörsaal, Auditorium	mT	202 RLT-Anlage	VE rec60	15,2
<7> Einzelbüro	mT	202 RLT-Anlage	VE rec60	15,2
<8> Sonstige Aufenthaltsräume	mT	202 RLT-Anlage	VE rec60	15,2
<10> Klassenzimmer	mT	202 RLT-Anlage	VE rec60	15,2

Zone <1> RLT-Anlage (202) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 6016 / 6016 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

Zone <3> RLT-Anlage (202) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 3330 / 3330 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

Zone <4> RLT-Anlage (202) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 4867 / 4867 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

Zone <5> RLT-Anlage (202) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 1585 / 1585 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

Zone <6> RLT-Anlage (202) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 2320 / 2320 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

Zone <7> RLT-Anlage (202) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 412 / 412 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

Zone <8> RLT-Anlage (202) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 5533 / 5533 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

Zone <10> RLT-Anlage (202) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 9739 / 9739 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

Feuchteanforderung mT / oT = mit / 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

9.2 Strombedarf der Ventilatoren

	$V_{\text{mech, m}}$ m ³ /h	$t_v \cdot d_v$ h/m	PV, SUP kW	PV, ETA kW	WV, Jan kWh
<1> WC und Sanitär	6016	276	2,51	1,67	1.153
<3> Kantine	3330	191	1,39	0,93	442
<4> Küche in NWG	4867	382	2,03	1,35	1.292

<5> Besprechung	1585	276	0,66	0,44	304
<6> Hörsaal, Auditorium	2320	153	0,97	0,64	246
<7> Einzelbüro	412	276	0,17	0,11	79
<8> Sonstige Aufenthaltsräume	5533	276	2,31	1,54	1.060
<10> Klassenzimmer	9739	153	4,06	2,71	1.034

 monatliche Werte W_V [kWh]

	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
<1> WC und Sani	1.116	1.153	1.116	1.153	1.153	1.042	1.153	13.577
<3> Kantine	428	442	428	442	442	399	442	5.204
<4> Küche in NW	1.250	1.292	1.250	1.292	1.292	1.167	1.292	15.211
<5> Besprechung	294	304	294	304	304	274	304	3.575
<6> Hörsaal, Au	238	246	238	246	246	222	246	2.900
<7> Einzelbüro	76	79	76	79	79	71	79	929
<8> Sonstige Au	1.026	1.060	1.026	1.060	1.060	958	1.060	12.485
<10> Klassenzim	1.000	1.034	1.000	1.034	1.034	934	1.034	12.173
	5.429	5.610	5.429	5.610	5.610	5.067	5.610	66.055

 $V_{\text{mech,m}} = \text{Zuluft- / Abluft-Volumenstrom, Regelwert} = \text{Luftwechselzahl} \cdot \text{Luftvolumen}$
 $t_v \cdot d_v = \text{monatliche Betriebsstunden der RLT-Anlage} = h/\text{Tag} \cdot \text{Tage} \cdot \text{Nutzungsanteil im Regelbetrieb}$
 $P_{V,\text{SUP}} / P_{V,\text{ETA}} = \text{elektrische Leistungsaufnahme [kW] der Zuluft- und Abluft-Ventilatoren}$
 $W_V = \text{Endenergiebedarf für die Luftförderung im Betrachtungsmonat (Hilfsenergie)}$

9.3 Zuluftkonditionierung (DIN V 18599-3)

eine Luftkonditionierung ist nicht vorgesehen

9.4 Energiebedarf für Zuluftvorwärmung

nicht vorgesehen

9.5 Energiebedarf für Zuluftkühlung

nicht vorgesehen

9.6 Energiebedarf für Dampfbefeuchtung

nicht vorgesehen

10.0 Beleuchtungssysteme (DIN V 18599-4)

10.1 Tageslichtbereiche

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden (9), mit Dachoberlichtern (1)

Bezüge siehe DIN V 18599-4

Der Verbauungsindex wird nach GEG '20, §25 vereinfacht mit $I_V = 0.9$ angenommen

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden

Tageslichtbereich	Zone		E_m lx	ATL m ²	ARB m ²	Tageslicht	CTL %
1 <1> WC und Sanitär » N-	N-O	1	200	46,8	18,7	gut	92
2 <2> Lager, Technik » S-	S-O	2	100	198,8	41,4	mittel	80
3 <3> Kantine » N-W	N-W	3	200	116,8	53,8	gut	94
4 <4> Küche in NWG » S-O	S-O	4	500	54,1	16,2	gut	76
5 <5> Besprechung » S-W	S-W	5	500	83,7	39,1	gut	84
6 <7> Einzelbüro » S-O	S-O	7	500	102,9	37,0	gut	80
7 <8> Sonstige Aufenthalts	S-O	8	300	286,2	130,0	gut	90
8 <9> Verkehrsflächen » S	S-O	9	100	389,4	154,8	gut	90
10 <10> Klassenzimmer » S-	S-W	10	300	808,9	243,2	gut	87

Tageslichtbereiche mit Dachoberlichtern

Tageslichtbereich	Zone		E_m lx	ATL m ²	ARB m ²	Tageslicht	CTL %
9 <9> Verkehrsflächen »	9		100	551,8	30,6	keine	83

tageslichtversorgte Flächen nach Zonen

Zone	ANGF [m ²]	ATL [m ²]	AKTL [m ²]
<1> WC und Sanitär	401	47	354
<2> Lager, Technik	496	199	298
<3> Kantine	185	117	68
<4> Küche in NWG	54	54	0
<5> Besprechung	181	84	97
<6> Hörsaal, Auditorium	122	-	122
<7> Einzelbüro	103	103	0

<8> Sonstige Aufenthaltsr	790	286	504
<9> Verkehrsflächen	941	941	0
<10> Klassenzimmer	1053	809	244

AT_L = tageslichtversorgte Fläche = $\alpha_{TL} \cdot b_{TL}$, bei Dachoberlichtern manueller Ansatz

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

AR_B = Fensterfläche (Rohbaumaße), E_m = Wartungswert der Beleuchtungsstärke (Zonenrandbedingung)

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

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

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

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

10.2 Teilbetriebsfaktoren Tageslicht

Bereich		CTL	CTL, kon	FTL					
				Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun
				%	%	%	%	%	%
1 <1> WC und Sanitär	1	92	60	53	46	41	38	36	35
2 <2> Lager, Technik	2	80	55	63	57	53	51	49	48
3 <3> Kantine » N-W	3	94	73	42	33	27	23	20	20
4 <4> Küche in NWG »	4	76	52	66	62	58	56	54	54
5 <5> Besprechung »	5	84	75	47	39	33	30	27	27
6 <7> Einzelbüro » S	7	80	75	49	42	37	33	31	30
7 <8> Sonstige Aufen	8	90	60	54	47	42	39	37	36
8 <9> Verkehrsfläche	9	90	60	54	48	43	40	37	37
9 <9> Verkehrsfläche	9	83	50	69	62	56	52	49	49
10 <10> Klassenzimmer	10	87	70	48	41	36	32	30	29

Kontrollsystem(e): manuell (REF), autark nicht ausschaltend

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

FT_L = Teilbetriebsfaktoren Tageslicht (Betriebszeitanteil Kunstlicht) nach Gl.39

$FT_L = \max[1 - v_{Monat} \cdot CTL \cdot CTL_{kon}; 0]$, Verteilungsschlüssel v_{Monat} nach Tab.26 / 27

10.3 Kunstlichtversorgung

elektrische Anschlussleistung für Kunstlichtbereiche (10)

Tabellenverfahren, monatlich berechnet (Januar)

Bereich	Zone	Em lx	Lampen	pj W/m ²	fPrä	tT,TL h/m	tT,KTL h/a	tN h/a	Ql,b kWh/m
1 <1> WC und Sanitä	1	200	1-1-2	10,6	0,55	63	1399	114	518
2 <2> Sonstige Aufe	2	100	1-1-2	3,6	0,07	9	175	14	7
3 <3> Verkehrsfläch	3	200	1-1-2	5,6	1,00	56	1750	0	37
4 <4> Lager, Techni	4	500	1-1-2	46,0	1,00	122	2411	1489	6773
5 <5> Klassenzimmer	5	500	1-1-2	18,1	0,53	48	1335	109	562
6 <6> Besprechung	6	500	1-1-2	13,3	0,88	0	1232	81	123
7 <7> Hörsaal, Audi	7	500	1-1-2	20,6	0,85	0	2162	176	531
8 <8> Einzelbüro	8	300	1-1-2	10,9	0,53	61	1335	109	219
9 <9> Kantine	9	100	1-1-2	5,3	0,24	33	610	50	203
10 <10> Küche in NWG	10	300	1-1-2	9,3	0,88	46	1225	0	346
									9319

1-1-2 (1): stabförmige Leuchtstofflampen, Vorschaltgerät EVG elektronisch, direkt / indirekt, A_{KL} = 3.882 m²

Präsenzmelder: Zonen 1/5/8/9/, Konstantlichtregelung: Zonen 3/4/5/6/7/10/

10.4 Endenergiebedarf für Beleuchtung Q_{l,f}

Zone	Sep kWh	Okt kWh	Nov kWh	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Jahr kWh
<1> WC und San	495	515	502	524	518	464	511	6.038
<2> Lager, Tec	6	7	7	8	8	6	7	80
<3> Kantine	25	31	37	48	37	26	24	322
<4> Küche in N	6.524	6.760	6.564	6.810	6.773	6.097	6.737	79.441
<5> Besprechun	526	553	547	581	562	497	542	6.443
<6> Hörsaal, A	83	86	83	86	86	78	86	1.014
<7> Einzelbüro	359	371	359	371	371	335	371	4.372
<8> Sonstige A	178	202	219	255	219	176	177	2.234
<9> Verkehrsfl	167	185	199	227	203	167	172	2.100
<10> Klassenzi	227	273	313	381	311	235	229	2.934
	8.591	8.983	8.833	9.291	9.089	8.082	8.855	104.977

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

mit k_{WF} / k_A / k_L / k_{VB} = Anpassungsfaktoren für Wartungszyklen / Sehaufgabe / Lampenart / Beleuchtung vert. Flächen

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

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

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

11.0 Klimakältesysteme (DIN V 18599-7)

11.1 Kühlenergiebedarf

Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (Kühlbilanz)

Betrachtungsmonat Juli

Zone	Q _{sink}	Q _{source}	γ	c _{wirk}	τ	η
<1> WC und Sanitär	24	47	1,967	50,000	13,91	0,426
<2> Lager, Technik	30	22	0,737	50,000	59,04	0,924
<3> Kantine	14	71	5,012	50,000	14,87	0,192
<4> Küche in NWG	5	376	80,557	50,000	2,46	0,012
<5> Besprechung	13	68	5,397	50,000	19,42	0,182
<6> Hörsaal, Auditorium	5	61	11,760	50,000	13,10	0,084
<7> Einzelbüro	10	46	4,870	50,000	24,69	0,203
<8> Sonstige Aufenthaltsräume	43	140	3,253	50,000	24,46	0,296
<9> Verkehrsflächen	75	119	1,585	50,000	45,02	0,586
<10> Klassenzimmer	71	309	4,361	50,000	23,66	0,225

Kühlenergiebedarf

Zone	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Apr kWh	Mai kWh	Jun kWh	Jahr kWh
⇒ Q _{c,b} (Raumklima)								
<1> WC und San	8	8	9	19	76	358	849	4.346
<2> Lager, Tec	-	-	-	-	2	2	8	70
<3> Kantine	52	67	67	184	580	985	1.416	7.838
<4> Küche in N	6.300	6.397	5.883	7.188	8.179	9.638	10.232	100.158
<5> Besprechun	90	108	102	250	630	908	1.218	7.703
<6> Hörsaal, A	187	191	185	263	403	690	863	6.122
<7> Einzelbüro	41	73	62	216	610	568	727	5.120
<8> Sonstige A	41	50	48	145	590	1.253	2.146	11.739
<9> Verkehrsfl	-	-	-	1	44	177	577	2.485
<10> Klassenzi	84	115	113	427	1.726	2.776	4.073	22.392

Kühlenergiebedarf der Raumklimasysteme $Q_{c,b}$

$Q_{c,b} = (1 - \eta) \cdot Q_{\text{source}}$ mit $Q_{\text{source}} = (Q_T + Q_V + Q_S + Q_I)_{\text{source}}$ (T2, Gl.2, nur Regelbetrieb)

berechnet mit $\theta_{i,c} = \theta_{i,c,\text{soll}} - 2\text{K}$ (T2 Gl.39), c_{wirk} und Zeitkonstante τ siehe Abschnitt 6.0

11.2 Maximal erforderliche Kälteleistung $Q_{c,\text{max}}$

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

Zone	$t_{c, \text{op}, d}$ h/d	$Q_{c, \text{max}, \text{Juli}}$ kW	$Q_{c, \text{max}, \text{Sept}}$ kW	techn. gekühlt
<1> WC und Sanitär	13	7,3	0,4	nein
<2> Lager, Technik	13	7,7	6,6	nein
<3> Kantine	9	15,8	11,3	ja
<4> Küche in NWG	15	29,5	26,4	ja
<5> Besprechung	13	11,6	9,9	ja
<6> Hörsaal, Auditorium	12	5,6	3,7	ja
<7> Einzelbüro	13	10,1	10,3	ja
<8> Sonstige Aufenthaltsräume	13	24,3	17,6	ja
<9> Verkehrsflächen	13	27,7	17,7	nein
<10> Klassenzimmer	9	67,3	52,5	ja
		206,9	156,4	

$Q_{c,\text{max}} = 0.8 \cdot (Q_{\text{source}} - Q_{\text{sink}}) \cdot (1 + 0.3 \cdot \text{EXP}(-\tau/120)) - c_{\text{wirk}}/60 \cdot (\Delta\theta - 2) + c_{\text{wirk}}/40 \cdot (12 / t_c - 1)$ (T2, C.1)

mit $t_{c,\text{op},d}$ = tägliche Betriebsdauer der Kühlanlage und $\Delta\theta$ = zul. Temperaturschwankung, Regelwert = 2K

11.5 <3> Kantine

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 6/12 (REF) (2.488 m²)

<3> Kantine

<4> Küche in NWG

<5> Besprechung

<6> Hörsaal Auditorium

<7> Einzelbüro

<8> Sonstige Aufenthaltsräume

<10> Klassenzimmer

Erzeuger-Nutzkältebedarf $Q_{C,outg} = Q_{C,b} \cdot \eta$ 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	6.793	7.001	6.460	8.674	12.716	16.817	20.675	161.073
$Q_{C,outg}$	kWh	8.355	8.611	7.946	10.669	15.641	20.685	25.430	198.120
$t_{C,op}$	h	191	191	173	191	185	191	185	2.250

Hilfsenergiebedarf

Sekundärventilatoren zur Raumkühlung Kaltwasser Ventilator-konvektoren 14°C, Brüstungs- und Deckengeräte

Kälteverteilung: Kaltwasserkreis Raumkühlung $P_{el} = 30$ W/kW, Verteilung hydraulisch abgeglichen, geregelte Pumpe, hydraulisch entkoppelt, saisonale sowie Nacht- und Wochenendabschaltung (REF'09)

Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 95,2$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,ce,aux}$	kWh	112	115	96	143	203	277	329	2.610
$W_{Z,d}$	kWh	251	258	238	320	469	621	763	5.944
	kWh	362	374	334	463	672	897	1.092	8.554

Kälteerzeugung

Kältespeicherung: Speicherverluste $Q_{C,s}$ Eisspeicher mit Wetterprognoseregulierung

Kältemaschine: (240) 95,2 kW luftgekühlte Kompressionskältemaschinen, Kältemittel R134a, Kaltwasseraustrittstemperatur 6 °C (1), Kolben-/Scrollverdichter, mehrstufig schaltbar (REF), Nennkälteleistungszahl EER = 2,70

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

Kennwerttabellen für Nutzungsart "Klassenzimmer (Schulen)"

<3> Kantine, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,36$

<4> Küche in NWG, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,36$

<5> Besprechung, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,36$

<6> Hörsaal, Auditorium, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,36$

<7> Einzelbüro, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,36$

<8> Sonstige Aufenthaltsräume, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,36$

<10> Klassenzimmer, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,36$

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

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,outg}$	kWh	8.355	8.611	7.946	10.669	15.641	20.685	25.430	198.120
$Q_{C,f,el}$	kWh	2.275	2.345	2.164	2.905	4.260	5.633	6.925	53.954

11.6 <4> Küche in NWG

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<3> Kantine"

11.7 <5> Besprechung

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<3> Kantine"

11.8 <6> Hörsaal, Auditorium

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<3> Kantine"

11.9 <7> Einzelbüro

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<3> Kantine"

11.10 <8> Sonstige Aufenthaltsräume

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<3> Kantine"

11.12 <10> Klassenzimmer

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<3> Kantine"

11.13 Endenergie Klimasysteme

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

Endenergie nach Energieträgern ohne Hilfsendenergie

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$W_{C,f}$	kWh	2.275	2.345	2.164	2.905	4.260	5.633	6.925	53.954
$Q_{C,aux}$	kWh	362	374	334	463	672	897	1.092	8.554
Strom-Mix	kWh	2.275	2.345	2.164	2.905	4.260	5.633	6.925	53.954

Für die Referenzberechnung werden in den Zonen 7 (201 Einzelbüro), 10 (208 Klassenzimmer (Schule), Gruppenraum (Kindergarten)) nur 50% des Primärenergiebedarfs angerechnet (GEG A2)

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
Strom-Mix	kWh	2.275	2.345	2.164	2.905	4.260	5.633	6.925	53.954

12.0 Warmwassersysteme (DIN V 18599-8)

12.1 Nutzenergiebedarf Warmwasser

Zone	Nutzung	$Q_{w,b}$ kWh/d je	Menge	$Q_{w,b, Jan}$ kWh/M
<1> WC und Sanitär	Sportanlage mit	1,800 Person	50	1.911 a
<2> Lager, Technik	nicht relevant			-
<3> Kantine	nicht relevant			-
<4> Küche in NWG	Gewerbeküchen	0,400 Menü	180	1.835 a
<5> Besprechung	nicht relevant			-
<6> Hörsaal, Auditor	nicht relevant			-
<7> Einzelbüro	nicht relevant			-
<8> Sonstige Aufenha	nicht relevant			-
<9> Verkehrsflächen	nicht relevant			-

<10> Klassenzimmer nicht relevant -

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

a)

12.2 Eingesetzte Warmwassersysteme

Versorgungsbereich	Zonen(n)	fZapf	Q _{w, b} kWh/Jahr
1 zentrale WW-Versorgung	100% 1/	1,00	22.500
2 zentrale WW-Versorgung	100% 4/	1,00	21.600
3			

12.3 Verteilungsnetze

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1

Verteilssystem: mit Zirkulation, 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 = 0,21 m³/h, Δp = 18,7 kPa, P_{hydr} = 1,106 kPa*m³/h, e_{w,d,aux} = 16,6Elektrische Leistungsaufnahme P_p = unbekannt, geregelt, bedarfsorientiert

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 4

Verteilssystem: mit Zirkulation, Zirkulationsbetrieb an z = 13,0 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 = 0,27 m³/h, Δp = 16,3 kPa, P_{hydr} = 1,244 kPa*m³/h, e_{w,d,aux} = 15,7Elektrische Leistungsaufnahme P_p = unbekannt, geregelt, bedarfsorientiert

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Stichtlg. (St)
(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1			
Leitungslängen l _i	80 m	3 m	85 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) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 4			
Leitungslängen l_i	104 m	3 m	21 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	20,0 °C	20,0 °C

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

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1

$Q_{W, b}$	kWh	1.849	1.911	1.849	1.911	1.911	1.726	1.911	22.500
------------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

$Q_{W, d, V}$	kWh	414	427	414	427	427	386	427	5.033
---------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

$Q_{W, d, S}$	kWh	16	16	16	17	17	15	17	194
---------------	-----	----	----	----	----	----	----	----	-----

$Q_{W, d, St}$	kWh	131	138	137	144	144	129	141	1.627
----------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

$Q_{W, d}$	kWh	560	582	567	588	588	530	585	6.854
------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

$W_{W, d}$	kWh	4	4	4	4	4	4	4	51
------------	-----	---	---	---	---	---	---	---	----

$Q_{I, w, d}$	kWh	147	155	153	160	160	144	158	1.821
---------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

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

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 4

$Q_{W, b}$	kWh	1.775	1.835	1.775	1.835	1.835	1.657	1.835	21.600
------------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

$Q_{W, d, V}$	kWh	717	741	717	741	741	669	741	8.720
---------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

$Q_{W, d, S}$	kWh	21	22	22	23	23	20	22	262
---------------	-----	----	----	----	----	----	----	----	-----

$Q_{W, d, St}$	kWh	39	41	41	43	43	38	42	487
----------------	-----	----	----	----	----	----	----	----	-----

$Q_{W, d}$	kWh	777	804	779	806	806	728	805	9.469
------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

$W_{W, d}$	kWh	6	6	6	6	6	6	6	76
------------	-----	---	---	---	---	---	---	---	----

$Q_{I, w, d}$	kWh	61	64	63	65	65	59	65	749
---------------	-----	----	----	----	----	----	----	----	-----

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

 $Q_{I, w, d}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge durch die WW-Verteilung, siehe "interne Wärmegewinne" $W_{W, d}$ = Hilfsenergiebedarf der Zirkulationspumpe

12.4 Warmwasserspeicher

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1

indirekt beheizter Speicher, bivalent mit Solarteil, Speichervolumen $V_{\text{aux}} = 1.392$, $V_{\text{sol}} = 2.665$ Liter

Bereitschafts-Wärmeverlust $Q_{\text{S,P0,day}} = 2,3$ kWh/d

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

Speicher-Wärmeverlust $Q_{\text{W,S}} = f_{\text{con}} \cdot (55 - T_u)/45 \cdot d_{\text{op,mth}} \cdot Q_{\text{S,P0,day}}$ mit $f_{\text{con}} = 1,2$ (Gl.25)

Speicherladepumpe mit $P_p = 200$ W, Hilfsenergiebedarf $W_{\text{W,S}}$

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 4

indirekt beheizter Speicher, bivalent mit Solarteil, Speichervolumen $V_{\text{aux}} = 92$, $V_{\text{sol}} = 126$ Liter

Bereitschafts-Wärmeverlust $Q_{\text{S,P0,day}} = 1,4$ kWh/d

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

Speicher-Wärmeverlust $Q_{\text{W,S}} = f_{\text{con}} \cdot (55 - T_u)/45 \cdot d_{\text{op,mth}} \cdot Q_{\text{S,P0,day}}$ mit $f_{\text{con}} = 1,2$ (Gl.25)

Speicherladepumpe mit $P_p = 47$ W, Hilfsenergiebedarf $W_{\text{W,S}}$

Erzeugernutzwärmeabgabe für Trinkwarmwasserbereitung $Q_{\text{W,outg}} = Q_{\text{W,b}} + Q_{\text{W,d}}$ monatlich

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

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1

$Q_{\text{W,outg}}$	kWh	2.410	2.493	2.416	2.499	2.499	2.256	2.496	29.354
$Q_{\text{W,s}}$	kWh	53	55	53	55	55	49	55	596
$W_{\text{W,s}}$	kWh	23	23	23	23	23	21	23	275

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 4

$Q_{\text{W,outg}}$	kWh	2.553	2.639	2.555	2.640	2.640	2.385	2.640	31.068
$Q_{\text{W,s}}$	kWh	40	41	40	41	41	37	41	452
$W_{\text{W,s}}$	kWh	6	6	6	6	6	5	6	68

12.5 Solaranlage zur Trinkwassererwärmung

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1

Solaranlage (1) , Klimaregion 4

Kollektoren mit Apertur $A_C = 63,7$ m², Orientierung = Süd -45,0 °, Neigung zur Horizontalen = 30,0 °

Solarspeicher mit $V_{\text{sol}} = 2.665$ und $V_{\text{aux}} = 1.392$ Liter

Energieertrag der thermischen Solaranlage nach T8, Abs. 6.4.3 = 23.965 kWh/a (Klimaregion 4

Potsdam (Deutschland)), davon nutzbar 19.676 kWh/a für Warmwasser (Deckungsanteil 60,9%),

Korrekturen für abweichende Kollektor- / Speichergröße nach Gl.67 mit $A_{C,Soll} = 65,88 \text{ m}^2$ und

$V_{Soll} = 2665 + 1392 \text{ Liter}$, Hilfsenergiebedarf der Solarpumpe vereinfachend $W_{w,gen} = 0.025 \cdot$

$Q_{w,sol}$

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 4

Solaranlage (2) , Klimaregion 4

Kollektoren mit Apertur $A_c = 31,9 \text{ m}^2$, Orientierung = Süd $-45,0^\circ$, Neigung zur Horizontalen = $30,0^\circ$

Solarspeicher mit $V_{sol} = 126$ und $V_{aux} = 92 \text{ Liter}$

Energieertrag der thermischen Solaranlage nach T8, Abs. 6.4.3 = 12.175 kWh/a (Klimaregion 4

Potsdam (Deutschland)), davon nutzbar 12.175 kWh/a für Warmwasser (Deckungsanteil 35,6%),

Korrekturen für abweichende Kollektor- / Speichergröße nach Gl.67 mit $A_{C,Soll} = 57,41 \text{ m}^2$ und

$V_{Soll} = 2351 + 2847 \text{ Liter}$, Hilfsenergiebedarf der Solarpumpe vereinfachend $W_{w,gen} = 0.025 \cdot$

$Q_{w,sol}$

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

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1

$Q_{w, sol}$	kWh	2.380	1.871	399	144	533	352	1.489	19.676
--------------	-----	-------	-------	-----	-----	-----	-----	-------	--------

$W_{w, gen}$	kWh	59	47	10	4	13	9	37	492
--------------	-----	----	----	----	---	----	---	----	-----

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

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 4

$Q_{w, sol}$	kWh	1.207	951	209	78	275	185	760	12.175
--------------	-----	-------	-----	-----	----	-----	-----	-----	--------

$W_{w, gen}$	kWh	30	24	5	2	7	5	19	304
--------------	-----	----	----	---	---	---	---	----	-----

12.6 Nutzwärmebedarf der Warmwassererzeugung

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

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1

$Q_{w, outg}$	kWh	83	677	2.070	2.410	2.020	1.953	1.062	10.275
---------------	-----	----	-----	-------	-------	-------	-------	-------	--------

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 4

$Q_{w, outg}$	kWh	1.386	1.729	2.386	2.604	2.407	2.237	1.922	19.345
---------------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

12.7 Wärmepumpen zur Trinkwassererwärmung

nicht vorgesehen

12.8 Wärmeerzeugung

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1

Wärmeerzeuger 283 Brennwertkessel, verbessert ab 1999 (283) 277,4 kW (Erdgas), siehe Heizbereich 1

Wirkungsgrad bei Nennwärmeleistung $\eta_{k,Pn} = 96,4 \%$, Bereitschaftswärmeverlust $q_{P0,70} = 0,0042 \text{ kW}$

elektrische Leistungsaufnahme im Betrieb $P_{aux,Pn} = 670 \text{ W}$, im Schlumberbetrieb $P_{aux,P0} = 15 \text{ W}$

mittlere Kesseltemperatur $45 \text{ }^{\circ}\text{C}$, Kesselaufstellung im unbeheizten Bereich ($13 \text{ }^{\circ}\text{C}$)

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 4

Wärmeerzeuger 283 Brennwertkessel, verbessert ab 1999 (283) 277,4 kW (Erdgas), siehe Heizbereich 1

Wirkungsgrad bei Nennwärmeleistung $\eta_{k,Pn} = 96,4 \%$, Bereitschaftswärmeverlust $q_{P0,70} = 0,0042 \text{ kW}$

elektrische Leistungsaufnahme im Betrieb $P_{aux,Pn} = 670 \text{ W}$, im Schlumberbetrieb $P_{aux,P0} = 15 \text{ W}$

mittlere Kesseltemperatur $45 \text{ }^{\circ}\text{C}$, Kesselaufstellung im unbeheizten Bereich ($13 \text{ }^{\circ}\text{C}$)

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 1

$Q_{w,outg}$	kWh	83	677	2.070	2.410	2.020	1.953	1.062	10.275
$t_{w,Pn,d}$	h/d	0,0	0,1	0,4	0,4	0,3	0,4	0,2	
$Q_{w,g}$	kWh	80	1	5	7	5	5	1	103

$Q_{w,f}$	kWh	162	677	2.075	2.416	2.025	1.958	1.063	10.377
$W_{w,gen}$	kWh	3	2	5	6	5	5	3	57

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 4

$Q_{w,outg}$	kWh	1.386	1.729	2.386	2.604	2.407	2.237	1.922	19.345
$t_{w,Pn,d}$	h/d	0,2	0,2	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	
$Q_{w,g}$	kWh	141	28	9	7	6	5	9	1.331

$Q_{w,f}$	kWh	1.526	1.757	2.395	2.610	2.412	2.242	1.931	20.676
$W_{w,gen}$	kWh	8	5	6	6	6	5	5	88

mit $Q_{w,outg}$ = Nutzwärmebedarf der Erzeugung, $t_{w,Pn,d}$ = Laufzeit des Kessels im WW-Betrieb, $Q_{w,g}$ = Wärmeverlust des Kessels im WW-Betrieb und ggf. anteilig im Stillstand, $Q_{w,f} = Q_{w,outg} + Q_{w,g}$ = Endenergiebedarf, $W_{w,gen}$ = Hilfsenergiebedarf

12.9 Endenergie Warmwasserbereitung

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{w,outg}$	kWh	5.055	5.228	5.064	5.235	5.235	4.728	5.232	61.470
$Q_{w,f}$	kWh	1.689	2.434	4.470	5.027	4.437	4.200	2.994	31.053
$W_{w,f}$	kWh	139	117	65	58	71	60	104	1.412
solar	kWh	3.587	2.822	608	222	808	538	2.248	31.851
Erdgas	kWh	1.689	2.434	4.470	5.027	4.437	4.200	2.994	31.053
$Q_{I,w,<1>}$	kWh/d	4,9	5,0	5,1	5,2	5,2	5,2	5,1	
$Q_{I,w,<4>}$	kWh/d	2,0	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	

$Q_{w,outg} / Q_{w,f}$ = Nutz- / Endenergiebedarf für Warmwasserbereitung

$W_{w,f}$ = Hilfsenergiebedarf, $Q_{I,w}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge durch Leitungs- / Speicherverluste

Unregelmäßige Wärmeeinträge Q_I werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

13.0 Heizsysteme (DIN V 18599-5)

13.1 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> WC und Sanitär	6,3	2,2	6013	26,2	34,6
<2> Lager, Technik	7,5	3,0	0	0,0	10,5
<3> Kantine	4,4	1,0	3328	14,5	19,8
<4> Küche in NWG	1,5	0,3	4860	21,1	22,9
<5> Besprechung	3,6	1,0	1584	6,9	11,5
<6> Hörsaal, Auditorium	1,0	0,6	2319	10,1	11,8
<7> Einzelbüro	3,0	0,6	413	1,8	5,4
<8> Sonstige Aufenthaltsräume	11,5	3,8	5536	24,1	39,4

<9> Verkehrsflächen	22,1	5,7	0	0,0	27,8
<10> Klassenzimmer	20,7	5,4	9746	42,4	68,5

$Q_{T,max}$ = Heizleistung zur Deckung der Transmissionswärmeverluste inklusive Wärmebrücken. Wärmetransfer zu benachbarten Zonen $Q_{T,iz}$ temperaturgewichtet mit $T_{i,min,H}$.

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

$V_{mech} = \eta_{mech,ZUL} \cdot V$ = Mindestvolumenstrom der mechanischen Lüftungsanlage

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

$\Phi_{h,max} = Q_{T,max} + 0,5 \cdot Q_{V,max} + Q_{V,mech}$ = erforderliche Heizleistung in der Gebäudezone (T2 Gl.B.4)

13.2 Eingesetzte Heizsysteme

Anlage	Versorgungsbereich	Zone(n)	$Q_{h,b}$ kWh/Jahr	$\Phi_{h,max}$ kW	$Q_{N,h}$ kW
1 statische Zentralheizung (REF 2	100% *		259.042	252,2	277,4
* = 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/					

<1> hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, 2-Rohr 55/45 °C, Heizkörper vor Außenwand, 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	4.359	18.599	39.080	52.239	49.762	42.151	32.164	259.042

Nutz-Heizwärmebedarf $Q_{h,b}$ nach T2, maximale Heizleistung $\Phi_{h,max}$ (T2, Anhang B) und Kesselheizenleistung $Q_{N,h}$ nach T5, 5.4

13.3 Heizzeiten

(1) Bereich "statische Zentralheizung (REF '20)", Leitzone <10> Klassenzimmer (manuell)

Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_h <10>$ h/m	720	744	720	744	744	672	744	7.935
$t_{h,rL,d} <10>$ h/d	9	9	13	15	15	15	13	
$d_{h,rB} <10>$ d/m	17	20	22	24	24	21	22	219
$t_{h,rL} <10>$ h/m	151	186	285	370	367	312	282	2.578

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

$t_{h,rL,day} = 24 - f_{L,NA} \cdot (24 - t_{h,op,day})$ (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

13.4 Heizwärmeübergabe

(1) statische Zentralheizung (REF '20)

hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, 2-Rohr 55/45 °C, Heizkörper vor Außenwand, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem ohne

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\vartheta_{ce} = (0,5+0,3)/2+1,2+0+0,2+0 = 1,80^\circ\text{K}$ (T5 Gl.35)

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (12,2%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse:

Nutzwärmebedarf, Verluste und Hilfsenergie der Wärmeübergabe

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

(1) statische Zentralheizung (REF '20)

$Q_{h,b}$	kWh	4.359	18.599	39.080	52.239	49.762	42.151	32.164	259.042
-----------	-----	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------

$Q_{h,ce}$	kWh	1.264	3.144	4.495	5.052	4.836	4.289	3.835	31.635
------------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

$\Sigma Q_{h,b+ce}$	kWh	5.624	21.743	43.575	57.291	54.598	46.440	36.000	290.677
---------------------	-----	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------

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

Verluste der Wärmeübergabe $Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (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

13.5 Heizwärmeverteilung

Leitungslängen der Verteilung (V), der Stränge (S) und der Anbindeleitungen (A) nach Abs. 6.3

Hilfsenergiebedarf $W_{h,d}$ der Heizungspumpe

(1) statische Zentralheizung (REF '20)

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "2 Schulen, Veranstaltungshallen", Netztyp 2

Etagenverteiltertyp, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{\text{Nutz,Heizbereich}} = 4326,8 \text{ m}^2$, Geschosshöhe

i.M. = 3,97 m, 4 Geschosse. manuell

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{\text{VA}} = 55 \text{ °C}$ / $\theta_{\text{RA}} = 45 \text{ °C}$, $T_{\text{i,Soll,<10>}} = 21,0 \text{ °C}$

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 98 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

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

Heizungspumpe Δp konstant, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Anbindung (A)
(1) statische Zentralheizung (REF '20)			
Leitungslängen l_i	189,2 m	103,9 m	735,6 m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{\text{I},i}$	13,0 °C	20,0 °C	20,0 °C

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

$Q_{\text{h,d}}$, daraus resultierende, ungeregelte Wärmeeinträge $Q_{\text{l,h,d}}$ und Hilfsenergiebedarf $Q_{\text{h,d,aux}}$

Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) statische Zentralheizung (REF '20)								
$\beta_{\text{h,d}}$	0,03	0,12	0,24	0,31	0,29	0,27	0,19	
$\theta_{\text{VL,av}}$ °C	23,3	27,5	32,4	34,7	34,2	33,5	30,6	
$\theta_{\text{RL,av}}$ °C	22,7	25,6	29,0	30,6	30,3	29,9	27,7	
$Q_{\text{h,d}}$ kWh	154	355	843	1.276	1.227	1.002	724	6.101
$W_{\text{h,d}}$ kWh	201	256	317	364	356	313	300	2.913
$Q_{\text{I,h,d}}$ kWh	97	260	653	1.002	960	781	552	4.732

Leitungsverluste $Q_{\text{h,d}} = 2,1 \%$, ungeregelte Wärmeeinträge $Q_{\text{l,h,d}} = 1,6 \%$

Aufteilung $Q_{\text{l,h,d}}$: nach Grundflächenanteilen

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

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

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

$Q_{l,h,d} = Q_{h,d}$ = 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)

13.6 Nutzwärmebedarf der Erzeugung

(1) statische Zentralheizung (REF ´20)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,out}$	kWh	5.778	22.097	44.418	58.567	55.825	47.442	36.724	296.778

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

13.7 Heizwärmepufferspeicher

nicht vorgesehen

13.8 solare Heizungsunterstützung

nicht vorgesehen

13.9 Heizungswärmepumpen

nicht vorgesehen

13.10 Konventionelle Heizwärmeerzeuger

Heizbereiche (1)

(1) "statische Zentralheizung (REF ´20)", Zonen 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10 ($A_{NGF} = 4.327 \text{ m}^2$)

Heizung mit einem konventionellen Wärmeerzeuger

1. Brennwertkessel, verbessert ab 1999 (283), $P_n = 277,4 \text{ kW}$ (Erdgas)

Umgebungstemperatur am Aufstellort $\theta_i = 13 \text{ °C}$, außerhalb der thermischen Hülle

Tageslaufzeit zur TW-Erwärmung $t_{w,100,Jan} = 0,34 \text{ h/d}$

Kesselwirkungsgrade, Prüfstand $\eta_{k,Pn} = 0,964$ (Nennlast), $\eta_{k,Pint} = 1,054$ (Teillast)

Bereitschaftswärmeverlust $q_{p0,70} = 0,0042 \text{ kW}$, monatliche Belastungsgrade β_h siehe Tabelle

Verlustleistungen im Januar $P_{gen,Pn} = 18,90 \text{ kW}$, $P_{gen,Pint} = 4,50 \text{ kW}$, $P_{gen,P0} = 0,52 \text{ kW}$ (Gl.183 ff)

elektrische Leistungsaufnahme $P_{aux,Pn} = 0,670 \text{ kW}$, $P_{aux,Pint} = 0,223 \text{ kW}$, $P_{aux,P0} = 0,015 \text{ kW}$

$P_{d,in} = Q_{h,outg} / \text{Betriebszeit} = \text{durchschnittliche Wärmeabgabeleistung [kW]}, \text{ Gl.181 } (d_{h,rB} > 1)$

$\beta_h = P_{d,in} / P_n = \text{Belastungsgrade der Heizkessel, monatlich, Gl.154}$

$Q_{h,gen} = \sum Q_{h,gen,ls,day,i} * d_{h,rB} = \text{Gesamtverlust der Heizwärmeerzeugung [kWh/m]}, \text{ Gl.178}$

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

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

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

(1) statische Zentralheizung (REF '20)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,outg}$	kWh	5.778	22.097	44.418	58.567	55.825	47.442	36.724	296.778
$\beta_{h,1}$		0,14	0,44	0,58	0,59	0,56	0,56	0,48	
$Q_{h,gen,1}$	kWh	245	1.102	2.693	3.787	3.540	2.962	2.048	17.488
$Q_{h,f}$	kWh	6.023	23.199	47.112	62.354	59.365	50.404	38.772	314.267
$W_{h,gen}$	kWh	25	65	118	153	146	125	101	853

13.11 Endenergie Heizwärme

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,f}$	kWh	6.023	23.199	47.112	62.354	59.365	50.404	38.772	314.267
W_h	kWh	226	322	435	517	503	438	401	3.766
Erdgas	kWh	6.023	23.199	47.112	62.354	59.365	50.404	38.772	314.267
$Q_{I,h,<1>}$	kWh/d	0,3	0,8	2,0	3,0	2,9	2,6	1,7	
$Q_{I,h,<2>}$	kWh/d	0,4	1,0	2,5	3,7	3,6	3,2	2,0	
$Q_{I,h,<3>}$	kWh/d	0,1	0,4	0,9	1,4	1,3	1,2	0,8	
$Q_{I,h,<4>}$	kWh/d	0,0	0,1	0,3	0,4	0,4	0,4	0,2	
$Q_{I,h,<5>}$	kWh/d	0,1	0,4	0,9	1,4	1,3	1,2	0,7	
$Q_{I,h,<6>}$	kWh/d	0,1	0,2	0,6	0,9	0,9	0,8	0,5	
$Q_{I,h,<7>}$	kWh/d	0,1	0,2	0,5	0,8	0,7	0,7	0,4	
$Q_{I,h,<8>}$	kWh/d	0,6	1,5	4,0	5,9	5,7	5,1	3,3	
$Q_{I,h,<9>}$	kWh/d	0,7	1,8	4,7	7,0	6,8	6,1	3,9	
$Q_{I,h,<10>}$	kWh/d	0,8	2,0	5,3	7,9	7,5	6,8	4,3	

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

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

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

Die Energieanteile nach Energieträgern werden bei Bedarf nach anteiliger Kesselbelastung aufgeteilt

Ungeregelte Wärmeeinträge werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

14.0 Energiebedarf (DIN V 18599-1)

14.1 Stromerzeugende Systeme

Eine BHKW-Anlage ist nicht vorgesehen

Strom aus erneuerbaren Energiequellen steht nicht zur Verfügung

14.2 Energiebedarf nach Energieträgern

Energieträger	Prozessbereich	Zonen	Endenergie kWh/a	f_P	$f_{HS/Hi}$	Q_P kWh/a
solar	Warmwasser		31.851	0,00	1,00	-
Erdgas	Warmwasser	1/4/	31.053	1,10	1,11	30.774
Erdgas	Heizwärme	*	314.267	1,10	1,11	311.436
Strom-Mix	Klimakälte	**	53.954	1,80	1,00	97.118
Strom-Mix	Beleuchtung	***	104.977	1,80	1,00	188.959
Strom-Mix	Hilfsenergie		79.786	1,80	1,00	143.614
Σ [kWh/Jahr]			615.888			771.901

* = 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/

** = 3/4/5/6/7/8/10/

*** = 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/

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

Jahres-Primärenergiebedarf $q_P = 771.901 / 4.327 = 178,4$ kWh/(m²a) ($\Sigma A_{NGF} = 4.327$ m²)

Endenergie brennwertbezogen = 615.888 kWh/a = Jahressummen aus den Prozessbereichen

Endenergie heizwertbezogen = 31851,0+27976,1+283123,2+53954,2+104977,0+79785,8 = 581667 kWh/a

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

Endenergiebedarf: Hilfsenergie 18,4 kWh/(m²a), solar 7,4 kWh/(m²a), Erdgas 79,8 kWh/(m²a),

Strom-Mix 36,7 kWh/(m²a)

Treibhausgasemissionen (CO2)

Energieträger	Endenergie kWh/a	Emissionsfaktor g CO ₂ /kWh	Emissionen kg/a	kg/(m ² a)
solar	31.851		-	
Erdgas	27.976	240	6.714	
Erdgas	283.123	240	67.950	
Strom-Mix	53.954	560	30.214	
Strom-Mix	104.977	560	58.787	
Strom-Mix	79.786	560	44.680	
	581.667		208.345	48,2

Emissionsfaktoren nach GEG 2020, Anlage 9, Endenergiebedarf heizwertbezogen

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

14.3 Endenergiebedarf nach Zonen

		RLT	Beleucht.	Klima	Warmwasser	Heizung	Summe
siehe Abschnitt		9	10	11	12	13	
Zone	m ²	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a
<1> WC und Sanitä	401	-	6.038	-	30.051	39.124	75.212
<2> Lager, Techni	496	-	80	-	-	38.091	38.171
<3> Kantine	185	-	322	2.628	-	14.017	16.966
<4> Küche in NWG	54	-	79.391	33.528	32.831	5.245	150.994
<5> Besprechung	181	-	6.443	2.579	-	10.308	19.330
<6> Hörsaal, Audi	122	-	1.014	2.051	-	4.841	7.907
<7> Einzelbüro	103	-	4.372	1.716	-	6.128	12.216
<8> Sonstige Aufe	790	-	2.234	3.933	-	46.136	52.304
<9> Verkehrsfläch	941	-	2.100	-	-	90.259	92.359
<10> Klassenzimme	1.053	-	2.934	7.499	-	60.118	70.551
Gebäude	4.327	-	104.978	53.955	62.905	314.269	536.106

Endenergie = Jahressummen aus den Prozessbereichen ohne Hilfsenergie

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

14.4 Aufteilung des Energiebedarfs für den Energieausweis

RLT	Beleucht.	Klima	Warmwasser	Heizung	Summe
kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a

Nutzenergiebedarf	15,3	24,3	37,2	10,2	59,9	146,8
Endenergiebedarf	15,3	24,3	14,4	14,9	73,5	142,3
Primärenergiebedarf	27,5	43,7	26,0	7,7	73,5	178,4

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

.....

15.0 Primärenergie-Referenzwert

vorh $q_P = 178,4 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$