

NACHWEIS DES ENERGIESPARENDEN WÄRMESCHUTZES NACH GEG 2024

Nr. ACR 11010_40000 vom 12.12.2025

Auftraggeber:

DMN Architekten
Dubois Muhler Neitzke
Architekten + Ingenieure GbR
Baerwaldstraße 38
10961 Berlin

Auftragsobjekt:

Regiobus - Neubau Betriebshof
Mühlauer Straße 9
09232 Hartmannsdorf

Auftrag:

Nachweis des energiesparenden Wärmeschutzes nach
GEG 2024

Dieser Bericht umfasst 32 Textseiten und 7 Anlagen

Die Verwendung des vorliegenden Berichtes, auch auszugsweise, sowie die
Veröffentlichung für Werbungszwecke bedarf der Genehmigung
der Ingenieurbüro Axel C. Rahn GmbH Die Bauphysiker.

Büro Berlin
Lützowstraße 70
D-10785 Berlin
Telefon: (030) 89 77 47-0
Telefax: (030) 89 77 47-99

Büro Hamburg
Chilehaus A
Fischertwiete 2
D-20095 Hamburg
Telefon: (040) 32 00 54 58
Telefax: (040) 32 00 54 59

E-Mail mail@ib-rahm.de
Internet www.ib-rahm.de

Inhalt

1	Zweck und Ziel	1
2	Verwendete Unterlagen	2
2.1	Verwendete Planungsunterlagen	2
2.2	Verwendete Normen, Richtlinien und Literatur	2
2.3	Verwendete Programme	3
3	Bauliche Situation - geplante Nutzung	4
3.1	Nutzung	4
3.2	Baukonstruktion	4
3.3	Raumkonditionierung	4
3.4	Energieversorgung / Einsatz regenerativer Energien	4
4	Anforderungen	6
4.1	Vorbemerkungen	6
4.2	Begriffe	6
4.3	Anforderungen nach GEG 2024	7
4.4	Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2	9
4.5	Klimabedingter Feuchteschutz nach DIN 4108-3	10
4.6	Energieausweis	10
4.7	Gebäudeenergieverordnung - GebEnVO	10
5	Planung energiesparender Wärmeschutz	12
5.1	Vorbemerkungen	12
5.2	Nutzungsanforderungen und meteorologische Einflüsse	12
5.3	Zonierung	13
5.4	Wärmeübertragende Bauteile	15
5.4.1	Vorbemerkungen	15
5.4.2	Dachkonstruktionen und Decken	16
5.4.3	Außenwände	17
5.4.4	Fenster, Türen und Vorhangfassaden	18
5.4.5	Gründungsbauteile	19
5.5	Wärmebrücken	20
5.6	Luftdichtheit	21
5.7	Wärmespeicherfähigkeit	21
5.8	Solare Einträge	22
5.9	Sommerlicher Wärmeschutz	22

5.10	Technische Gebäudeausrüstung	24
6	Energetische Bilanzierung - Nachweise	28
6.1	Vorbemerkung	28
6.2	Nachweis der Anforderungen an den Jahres-Primärenergiebedarf	28
6.3	Nachweise des baulichen Wärmeschutzes	29
6.4	Nachweis der Nutzung erneuerbarer Energien im Sinne GEG § 71 ff.	30
6.5	Nachweise des sommerlichen Wärmeschutzes	30
7	Schlussbemerkungen	32
Anlage A	Bauteilberechnungen	A-1
Anlage B	Übersichtspläne Zonierung und Bauteilpositionen	B-1
Anlage C	Energiebilanz	C-1
Anlage D	Sommerlicher Wärmeschutz	D-1
Anlage E	Hüllflächen- und Volumenberechnung	E-1
Anlage F	Referenzberechnung	F-1
Anlage G	Angaben der TGA	G-1

1 Zweck und Ziel

Im Rahmen des Bauvorhabens Neubau Betriebshof Regiobus in Hartmannsdorf ist die Errichtung eines Werkstattgebäudes mit Bürotrakt geplant. Das Gebäude ist nicht unterkellert. Der Bürotrakt weist zwei Vollgeschosse (Erdgeschoss und 1. Obergeschoss) auf. Die Werkhalle ist im Regelfall eingeschossig, weist aber in Teilbereichen auch eine Zweigeschossigkeit auf. Das Gebäude soll in Stahl- und Stahlbetonskelettbauweise errichtet werden.

Für den geplanten Neubau ist der Nachweis des energiesparenden Wärmeschutzes entsprechend dem Gebäudeenergiegesetz (GEG 2024) zu führen. Es sind die Anforderungen an Nichtwohngebäude zu berücksichtigen.

Im vorliegenden Nachweis werden zunächst die grundlegenden Anforderungen an den energiesparenden Wärmeschutz für den Neubau aufgezeigt. Im Weiteren werden unter Berücksichtigung der Nutzeranforderungen, der Energieversorgung und der meteorologischen Randbedingungen erforderliche bauliche Maßnahmen zum energiesparenden Wärmeschutz für die Heizperiode sowie die erforderlichen Maßnahmen zum sommerlichen Wärmeschutz benannt. Über das GEG hinausgehende erhöhte energetische Anforderungen bestehen derzeit nicht.

Im Abschnitt 3 erfolgt eine Kurzbeschreibung zu den baulichen Randbedingungen und haustechnischen Maßnahmen. Im Abschnitt 4 sind die zu berücksichtigenden gesetzlichen Anforderungen des GEG sowie die Anforderungen des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2 zusammengefasst.

Abschnitt 5 enthält die Planungsergebnisse und zu berücksichtigenden Eingangsdaten für die Energiebilanz. Hierzu gehören u. a. Maßnahmen an transmissionswärmeübertragenden Bauteilen, Maßnahmen zum sommerlichen Wärmeschutz, Angaben zur Luftdichtheit des Gebäudes und zur Ausbildung von Bauteilanschlüssen und -übergängen. Darüber hinaus werden weitere, für die Nachweisführung relevante Randbedingungen, wie z. B. die zugrunde gelegte Gebäudezonierung und maßgebliche Kenndaten der haustechnischen Anlagen, zusammengestellt.

In Abschnitt 6 werden die Berechnungsergebnisse den Anforderungen des GEG gegenübergestellt und die Nachweise geführt.

2 Verwendete Unterlagen

2.1 Verwendete Planungsunterlagen

/1.1/ DMN Architekten - Dubois Muhler Neitzke Architekten + Ingenieure GbR, Baerwaldstraße 38 in 10961 Berlin, Entwurfsplanung, Stand 06.11.2025

- Grundrisse
- Dachaufsicht
- Schnitte
- Ansichten

/1.2/ Kohler Ingenieure GmbH, EDGE Workspaces am Hauptbahnhof Invalidenstraße 65 in 10557 Berlin, E-Mail Zuarbeit Angaben TGA-Planung vom 30.10.2025

/1.3/ Kohler Ingenieure GmbH, EDGE Workspaces am Hauptbahnhof Invalidenstraße 65 in 10557 Berlin, LP3-Planung, per E-Mail am 25.11.2025

2.2 Verwendete Normen, Richtlinien und Literatur

/2.1/ Gebäudeenergiegesetz - GEG 2020, Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden, Ausfertigungsdatum 08.08.2020 mit Änderungen vom 16.10.2023 (GEG 2024)

/2.2/ DIN 4108-2, "Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden; Mindestanforderungen an den Wärmeschutz", Ausgabe Februar 2013

/2.3/ DIN 4108-3, "Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden; klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung", Ausgabe März 2024

/2.4/ DIN 4108-4, "Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden; wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte", Ausgabe November 2020

/2.5/ DIN 4108-7, "Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden; Luftdichtheit von Gebäuden, Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie -beispiele", Ausgabe Januar 2011

/2.6/ DIN 4108-10, "Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden; anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe, werksmäßig hergestellte Wärmedämmstoffe", Ausgabe November 2021

- /2.7/ Beiblatt 2 zur DIN 4108, "Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Wärmebrücken, Planungs- und Ausführungsbeispiele", Ausgabe Juni 2019
- /2.8/ DIN EN ISO 6946, Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangswiderstand - Berechnungsverfahren", Ausgabe März 2018
- /2.9/ DIN EN ISO 10 077-1, "Wärmeschutztechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen - Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten - vereinfachtes Verfahren", Ausgabe Oktober 2020
- /2.10/ DIN EN ISO 52 022-1, "Energieeffizienz von Gebäuden - Wärmetechnische, solare und tageslichtbezogene Eigenschaften von Bauteilen und Bauelementen - Teil 1: Vereinfachtes Berechnungsverfahren zur Ermittlung der solaren und tageslichtbezogenen Eigenschaften von Sonnenschutz in Kombination mit Verglasungen, Ausgabe Januar 2018
- /2.11/ DIN EN ISO 13 370, "Wärmeübertragung über das Erdreich, Berechnungsverfahren", Ausgabe März 2018
- /2.12/ DIN EN ISO 10 456, "Baustoffe und Bauprodukte - wärme- und feuchtetechnische Eigenschaften - Tabellierte Bemessungswerte und Verfahren zur Bestimmung der wärmeschutztechnischen Nenn- und Bemessungswerte", Ausgabe Mai 2010
- /2.13/ DIN V 18 599, "Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung", Teil 1 - 11, Ausgabe September 2018

2.3 Verwendete Programme

- /3.1/ KERN Ingenieurkonzepte, Hagelberger Straße 17 in 10965 Berlin, Bauphysik-Software Dämmwerk 2025

3 Bauliche Situation - geplante Nutzung

3.1 Nutzung

Der geplante Neubau umfasst eine Werkhalle mit Werkstattplätzen für die Aufbereitung und Instandsetzung von Bussen, einen Bremsenprüfstand sowie eine Waschhalle. Im nördlichen Gebäudeteil sind Büroflächen im Erdgeschoss geplant. Im 1. Obergeschoss befinden sich Umkleiden und ein Pausenraum. Ferner sind Lager- und Technikflächen sowie Sanitärbereiche und Verkehrsflächen vorgesehen.

3.2 Baukonstruktion

Der gesamte Gebäudekomplex wird gemäß den vorliegenden Planunterlagen in Stahl- bzw. Stahlbetonskelettbauweise hergestellt und auf einem Sockel in kerngedämmter Stahlbetonsandwichbauweise errichtet. Die opaken Fassadenbereiche sollen als Stahlkassettenträgerwände mit einer Mineralfaserdämmung ausgeführt werden. Das Dach wird als Flachdach aus einem Trapezblech mit Mineralfaserdämmung geplant.

Die Außenfenster werden mit einer Dreischeibenisolierverglasung hergestellt. An der Ostfassade kommt im Erdgeschoss im Eingangsbereich eine Pfosten-Riegel-Konstruktion mit Zweischeibenisolierverglasung zur Ausführung. Die Lager- und Werkhallen erhalten wärmegeämmte Sektionaltore (mit und ohne Schlupftüren) und die Außentüren im Erdgeschoss des Bürogebäudes werden nach derzeitigem Planungsstand transparent und mit einer Zweischeibenisolierverglasung geplant.

Die Bodenplatte wird in Stahlbetonbauweise mit einem 5 m breiten gedämmten Randbereich mit außenseitiger, lastabtragender Perimeterdämmung geplant.

3.3 Raumkonditionierung

Sämtliche Aufenthaltsräume und Sanitärräume des Obergeschosses des Neubaus werden im Sinne des GEG als "normal beheizt" ($\Theta_i \geq 19\text{ °C}$) angenommen. Lager- und Technikräume, Werkstattflächen sowie Verkehrsflächen werden als niedrig temperierte Bereiche ($12\text{ °C} \leq \Theta_i < 19\text{ °C}$) berücksichtigt.

3.4 Energieversorgung / Einsatz regenerativer Energien

Die Wärmeversorgung des Gebäudes soll über Luft-Wasser-Wärmepumpen erfolgen. Die Wärme soll über Fußbodenheizungen oder Umluftheizgeräte übergeben werden. Die Warmwasserversorgung erfolgt dezentral über elektrische Durchlauferhitzer.

Es wird eine raumluftechnische Anlage mit Wärmerückgewinnung mit Heiz- und Kühlregister in den Sanitärbereichen, Werkstattnebenbereichen, Gruppenbüros und im Serverraum geplant. In fensterlosen Räumen ist eine Abluftanlage geplant. Eine Kühlung ist für die Büronutzung und den Pausenraum vorgesehen. Auf dem Dach und auf den Carports ist eine Photovoltaikanlage geplant.

4 Anforderungen

4.1 Vorbemerkungen

Die folgenden gesetzlichen und normativen Anforderungen sind bei der energetischen Gebäudeplanung einzuhalten.

- Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden, Gebäudeenergiegesetz - GEG 2024 (vgl. Abschnitt 4.3)
- Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2 (vgl. Abschnitt 4.4)
- Klimabedingter Feuchteschutz nach DIN 4108-3 (vgl. Abschnitt 4.5)
- Energieausweise (vgl. Abschnitt 4.6)

4.2 Begriffe

U-Wert / Wärmedurchgangskoeffizient

Der Wärmedurchgangskoeffizient U zeigt an, wie groß der Wärmedurchgang durch ein Bauteil ist. Je kleiner der U -Wert ist, umso geringer ist der Wärmedurchgang.

Wärmeleitfähigkeit λ

Die Wärmeleitfähigkeit λ gibt die Wärmemenge Q_H an, die stündlich durch 1 m^2 einer 1 m dicken Schicht eines Stoffes hindurch geleitet wird, wenn der Temperaturunterschied $\Delta\Theta$ zwischen den beiden Oberflächen 1 K beträgt.

Heizwärme- / Kältebedarf (Nutzenergie)

Rechnerisch ermittelte Wärmeeinträge über ein Heiz- / Kühlsystem, die zur Aufrechterhaltung einer bestimmten mittleren Raumtemperatur in einem Gebäude oder in einer Zone eines Gebäudes (Räume mit gleicher Nutzung oder gleichen energetischer Konditionierung) benötigt werden (Kompensierung von Wärmeverlusten)

Heiz- / Kühlenergiebedarf (Endenergie)

Berechnete Energiemenge, die dem Heizungs- / Kühlsystem des Gebäudes zugeführt werden muss, um den Heizwärme- / Kältebedarf abdecken zu können.

Primärenergiebedarf (Rohenergie)

Energiemenge, die zur Deckung des Jahres-Heizenergiebedarfs, des Jahres-Kühlenergiebedarfs, des Warmwasserbedarfs und des Energiebedarfs für die Beleuchtung benötigt wird, unter Berücksichtigung der zusätzlichen Energiemenge, die durch vorgelagerte Prozessketten außerhalb der Systemgrenze (Gebäude) bei der Gewinnung, Umwandlung und Verteilung der jeweils eingesetzten Brennstoffe / Energieträger entstehen.

4.3 Anforderungen nach GEG 2024

Wie den Ausführungen des Abschnitts 3 zu entnehmen ist, handelt es sich bei dem vorliegenden Bauvorhaben um den Neubau eines Nichtwohngebäudes im Sinne des GEG.

Zu errichtende Nichtwohngebäude sind so auszuführen, dass der Jahres-Primärenergiebedarf für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung, Kühlung und Beleuchtung den Wert des Jahres-Primärenergiebedarfs eines Referenzgebäudes gleicher Geometrie, Nettogrundfläche, Ausrichtung und Nutzung einschließlich der Anordnung der Nutzungseinheiten mit der in Anlage 2, GEG angegebenen technischen Referenzausführung unterschreitet. Hierbei darf der Jahres-Primärenergiebedarf des Gebäudes 55 v. H. des Jahres-Primärenergiebedarfs des Referenzgebäudes nicht überschreiten. Die Bestimmung des Höchstwertes des Jahres-Primärenergiebedarfs ist unter Berücksichtigung aller beheizten und/oder gekühlten Teile eines Gebäudes, für die mindestens eine Art der Konditionierung vorgesehen ist, nach dem Bilanzierungsverfahren der DIN V 18 599 durchzuführen. Hiernach ist das Gebäude entsprechend seiner Nutzung und technischen Ausstattung zur Raumkonditionierung zu zonieren.

Die Qualität des baulichen Wärmeschutzes hat einen signifikanten Einfluss auf den Heiz- und Kühlbedarf und damit auf den Jahresprimärenergiebedarf. Deswegen sind gemäß § 19 GEG zu errichtende Nichtwohngebäude so auszuführen, dass die mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsfläche die festgelegten Höchstwerte gemäß Anlage 3 GEG für normal beheizte Gebäudezonen ($\Theta_i \geq 19 \text{ °C}$) und für niedrig beheizte Zonen ($12 \text{ °C} \leq \Theta_i < 19 \text{ °C}$) nicht überschreiten.

Die nachzuweisenden mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten nach GEG 2024, Anlage 3 sind in der folgenden Tabelle 4.3-1 angegeben.

Nummer	Bauteile	Höchstwerte der Mittelwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten	
		Zonen mit Raumsolltemperaturen im Heizfall $\geq 19\text{ °C}$	Zonen mit Raumsolltemperaturen im Heizfall von 12 °C bis $\geq 19\text{ °C}$
1	opake Außenbauteile, soweit nicht in Bauteilen der Nummern 3 und 4 enthalten	$\bar{U} = 0,28\text{ W/(m}^2\text{K)}$	$\bar{U} = 0,50\text{ W/(m}^2\text{K)}$
2	transparente Außenbauteile, soweit nicht in Bauteilen der Nummern 3 und 4 enthalten	$\bar{U} = 1,50\text{ W/(m}^2\text{K)}$	$\bar{U} = 2,80\text{ W/(m}^2\text{K)}$
3	Vorhangfassade	$\bar{U} = 1,50\text{ W/(m}^2\text{K)}$	$\bar{U} = 3,00\text{ W/(m}^2\text{K)}$
4	Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln	$\bar{U} = 2,50\text{ W/(m}^2\text{K)}$	$\bar{U} = 3,10\text{ W/(m}^2\text{K)}$

Tabelle 4.3-1: Anforderungen baulicher Wärmeschutz GEG 2024

Darüber hinaus sind die Anforderungen an die Luftdichtheit, den Mindestwärmeschutz sowie an den sommerlichen Wärmeschutz nach DIN 4108-2 einzuhalten.

Gemäß GEG § 71 besteht für Heizungsanlagen, die ab dem 01.01.2024 in Neubauten eingebaut und in Betrieb genommen werden, die Pflicht, die mit der Anlage bereitgestellte Wärme durch den Einsatz von mindestens 65 % erneuerbarer Energien oder unvermeidbare Abwärme zu decken. Diese Pflicht gilt auch für Heizungsanlagen, die in Gebäudenetze einspeisen. Alternativ gilt diese Pflicht als erfüllt, wenn Anlagen gemäß GEG § 71b bis 71h einzeln oder in Kombination den Wärmebedarf für Heizung und Warmwasser zu 100 % decken. Hierzu gehören:

- Hausübergabestation zum Anschluss an ein Wärmenetz nach Maßgabe des § 71b,
- elektrisch angetriebene Wärmepumpen nach Maßgabe des § 71c,
- Stromdirektheizung nach Maßgabe des § 71d,
- solarthermische Anlagen nach Maßgabe des § 71e,
- Heizungsanlagen zur Nutzung von Biomasse oder grünem oder blauem Wasserstoff einschließlich daraus hergestellter Derivate nach Maßgabe der § 71f und 71g,
- Wärmepumpen-Hybridheizung, bestehend aus einer elektrisch angetriebenen Wärmepumpe in Kombination mit einer Gas-, Biomasse- oder Flüssigbrennstofffeuerung nach Maßgabe des § 71h, Absatz 1
- Solarthermie-Hybridheizung, bestehend aus einer solarthermischen Anlage nach Maßgabe der § 71e und 71h, Absatz 2 in Kombination mit einer Gas-, Biomasse- oder Flüssigbrennstofffeuerung nach Maßgabe des § 71h, Absatz 4.

Die Anforderung gilt für das Gesamtsystem, wenn Raumwärme und Warmwasser von einer Anlage erzeugt werden oder für jedes Einzelsystem, wenn Raumwärme und Warmwasser getrennt voneinander erzeugt werden. Unvermeidbare Abwärme kann im Nachweis der Pflichterfüllung angerechnet werden, soweit sie über ein technisches System nutzbar gemacht und im Gebäude zur Deckung des Wärmebedarfs eingesetzt wird. Der Nachweis ist nach DIN V 18 599 (Ausgabe 09.2018) durch eine nach § 88 berechnete Person vor Inbetriebnahme der Anlage zu führen.

Ausnahmen bestehen bei Neubauten und Bestandsgebäuden, die sich in einem Wärmenetzeinzugsgebiet gemäß kommunaler Wärmeplanung befinden. Bis zur verpflichtenden Einhaltung der o. g. Anforderung gelten hierfür Übergangsfristen nach § 71 ff. Inwieweit ein Neubau in einem Wärmenetzeinzugsgebiet liegt, muss bei der unteren Bauaufsicht erfragt werden.

An zu errichtende Nichtwohngebäude werden darüber hinaus Anforderungen an den Grad der Gebäudeautomation gestellt. Die Regelungen der Gewerke Heizung, Kälte und Lüftung müssen gem. § 71a bei einer Nennleistung der Heizungsanlage oder der kombinierten Raumheizungs- und Lüftungsanlage von > 290 kW gem. § 71a mindestens den Automatisierungsgrad B erreichen (vgl. auch Abs. 5.8). Beträgt die Nennleistung weniger als 290 kW, muss gemäß § 63 die heizungstechnische Anlage mit einer selbsttätig wirkenden Einrichtung zur raumweisen Regelung der Raumtemperatur ausgestattet sein. Ausnahmen hiervon bilden Fußbodenheizungen in Räumen von weniger als 6 m² oder Einzelheizgeräte. Weiterhin ist mit Ausnahme von Wohngebäuden für Gruppen von Räumen gleicher Art und Nutzung eine Gruppenregelung zulässig.

4.4 Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2

Bei zu errichtenden Gebäuden sind Bauteile, die gegen die Außenluft, das Erdreich oder Gebäudeteile mit wesentlich niedrigeren Innentemperaturen grenzen, so auszuführen, dass die Anforderungen des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2 eingehalten werden.

Durch Einhaltung der Anforderungen an den Mindestwärmeschutz wird an jeder Stelle der Innenoberfläche der thermischen Gebäudehülle bei ausreichender Beheizung, Lüftung und üblicher Nutzung ein hygienisches Raumklima sichergestellt, so dass Tauwasser- und Schimmelpilzbildung an den raumseitigen Oberflächen vermieden wird. Hierzu sind die in Tabelle 3 der DIN 4108-2 aufgeführten Wärmedurchlasswiderstände der entsprechenden Bauteile einzuhalten.

4.5 Klimabedingter Feuchteschutz nach DIN 4108-3

Die Bauteilaufbauten müssen den Anforderungen an den klimabedingten Feuchteschutz entsprechend DIN 4108-3 im Hinblick auf die Begrenzung der Tauwasserbildung im Bauteilinneren genügen. Dies ist für Regelbauteile gegeben, wenn Bauteilaufbauten entsprechend DIN 4108-3, Abschnitt 5.3 ausgeführt werden, für die kein gesonderter rechnerischer Nachweis erforderlich ist.

Hinweise über die Einhaltung der Anforderungen nach DIN 4108-3 zum Tauwasserschutz im Bauteilinneren können für die nachweisfreien Regelbauteile der Anlage A - Bauteilberechnungen entnommen werden.

Für Baukonstruktionen, die von nachweisfreien Bauteilaufbauten gemäß Abschnitt 5.3 der DIN 4108-3 abweichen, können zusätzliche Nachweise erforderlich werden (Diffusionsnachweise nach DIN 4108-3 oder hygrothermische Simulationen nach DIN EN 15 026). Derartige Bauteile werden in der Anlage A - Bauteilberechnungen benannt und als gesondert nachweispflichtig gekennzeichnet. Diese Nachweise werden, sofern beauftragt, in separaten Stellungnahmen dokumentiert.

4.6 Energieausweis

Gemäß § 80 des Gebäudeenergiegesetzes ist für zu errichtende Gebäude ein Energieausweis auf Grundlage des berechneten Energiebedarfs auszustellen. Hierin werden die maßgeblichen energetischen Eckdaten (die gemittelten U-Werte der Bauteilgruppen, der Endenergiebedarf, der Jahres-Primärenergiebedarf, etc.) für den Endzustand des fertiggestellten Gebäudes ausgewiesen.

Die Ausstellung des Energieausweises erfolgt auf Grundlage der Bauausführung und somit nach Fertigstellung der Baumaßnahme.

4.7 Gebäudeenergieverordnung - GebEnVO

Die Gebäudeenergieverordnung GebEnVO vom 19.12.2023 regelt die Durchführung der Gebäudeenergiegesetzes im Land Sachsen. Gemäß § 2 GebEnVO ist die Erfüllungserklärung nach § 92 GEG durch eine bauvorlageberechtigte Person nach § 65 der Sächsischen Bauordnung oder durch eine zur Ausstellung von Energieausweisen berechtigten Person nach GEG auszustellen. Mit der Erfüllungserklärung soll die tatsächlichen energetischen Eigenschaften des Gebäudes bestätigt werden. Die Erfüllungserklärung ist mit den zugrunde liegenden Dokumenten vor Nutzungsaufnahme als Kopie in Papierform oder elektronisch einzureichen.

Es muss somit im Vorfeld geklärt werden, wer die Erfüllungserklärung ausstellen soll. Die Erfüllungserklärung setzt voraus, dass stichprobenhaft die Bauausführung mit dem aufgestellten GEG-Nachweis überprüft wird. Abweichungen sind zu benennen und der GEG-Nachweis ggf. an die Bauausführung anzupassen.

5 Planung energiesparender Wärmeschutz

5.1 Vorbemerkungen

Der Nachweis nach dem Gebäudeenergiegesetz über einen energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik wird für den vorliegenden Neubau auf Grundlage des Bilanzierungsverfahrens nach DIN V 18 599 geführt. Nachfolgend werden auf Grundlage der vorliegenden Planunterlagen die Angaben zum baulichen Wärmeschutz zusammengestellt. Dies sind im Einzelnen:

- die erforderlichen Dämmstoffstärken und -qualitäten der maßgeblichen wärmeübertragenden Bauteile
- der zugehörige Mindestwärmeschutz
- die Berücksichtigung von Wärmebrücken
- der Ansatz der Wärmespeicherfähigkeit
- die Berücksichtigung solarer Wärmeeinträge
- Maßnahmen zum sommerlichen Wärmeschutz

Neben der Planung des baulichen Wärmeschutzes, sind für die energetische Bilanzierung weitere Festlegungen zu treffen. Hierbei wird wie folgt differenziert:

- Nutzungsanforderungen / meteorologische Einflüsse (vgl. Abschnitt 5.2)
- Zonierung (vgl. Abschnitt 5.3)
- Anlagentechnik (vgl. Abschnitt 5.10)

5.2 Nutzungsanforderungen und meteorologische Einflüsse

Die Nutzungsrandbedingungen werden auf Grundlage der vorliegenden Objektplanung (/1.1/) entsprechend den Nutzungsprofilen gemäß DIN 18 599-10 berücksichtigt. Hierbei wird im weiteren auf die Ausführungen des Abschnitts 5.3 verwiesen.

Für Außentemperaturen und Strahlungsintensitäten wird gemäß den Anforderungen des GEG das Norm-Klima für Deutschland (Potsdam) berücksichtigt.

5.3 Zonierung

Auf Grundlage der vorhandenen Planunterlagen (/1.1/ und /1.2/) wird das Gebäude entsprechend DIN V 18 599 in Zonen unterteilt.

Gemäß den Zonenteilungskriterien der DIN V 18 599 sind Räume verschiedenen Zonen zuzuordnen, wenn sie sich hinsichtlich

- der Nutzung,
- der Beheizung und Kühlung,
- der Art der Luftaufbereitung (Luftwechsel, Heizen, Kühlen, Befeuchten, Entfeuchten etc.),
- der Tageslichtversorgung,
- des Fensterflächenanteils, u. v. m.

unterscheiden.

Das vorliegende Gebäude gliedert sich in unterschiedlich konditionierte Bereiche, welche gemäß den Vorgaben der DIN V 18 599-10 folgenden Nutzungsprofilen zuzuordnen sind:

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------|
| - Einzelbüro | Nutzungsprofil Nr. 1 |
| - Gruppenbüro | Nutzungsprofil Nr. 2 |
| - Besprechung | Nutzungsprofil Nr. 4 |
| - Sanitärräume | Nutzungsprofil Nr. 16 |
| - Sonstige Aufenthaltsräume | Nutzungsprofil Nr. 17 |
| - Nebenflächen (ohne Aufenthalt) | Nutzungsprofil Nr. 18 |
| - Verkehr | Nutzungsprofil Nr. 19 |
| - Lager, Technik, Archiv | Nutzungsprofil Nr. 20 |
| - Serverräume | Nutzungsprofil Nr. 21 |
| - Werkstatt, mittelschwere Arbeit | Nutzungsprofil Nr. 22.2 |
| - Werkstatt, leichte Arbeit | Nutzungsprofil Nr. 22.3 |

Werden darüber hinaus Räume, die dem gleichen Nutzungsprofil zugeordnet sind, unterschiedlich konditioniert, ist eine weitere Unterteilung notwendig.

Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass im öffentlich-rechtlichen Nachweis die Standardnutzungsprofile der DIN V 18 599-10 verwendet werden sollen. Eine Anpassung von z. B. Nutzungszeiten oder Raumtemperaturen erfolgt somit nicht.

Die in Tabelle 5.3.-1 angegebene Zonierung stellt die aktuelle Planung der Raumkonditionierung dar.

Für die Konditionierung / Teilungskriterium werden die folgenden Abkürzungen verwendet:

- H - statische Heizung
- K - statische Kühlung
- L - Art der Lüftung
- LH - dynamische Heizung (RLT-Heizregister)
- LK - dynamische Kühlung (RLT-Kühlregister)
- ZUL/ABL - mechanische Zuluft / Abluft
- ΔU_{WB} - Wärmebrückenzuschlag
- EVG - Elektronisches Vorschaltgerät

Zone	Tab. 5, DIN V 18 599-10		Konditionierung						Tab. 7, DIN V 18 599-2	ΔU_{WB} [W/(m²K)]
	Nutzung	Nr.	H	K	Lüftung	LH	LK	Beleuchtung	Kategorie Gebäudedichtheit	
1	Einzelbüro	1	x	x	Fenster	-	-	LED, EVG, direkt	I	0,10
2	Gruppenbüro	2	x	x	ZUL/ABL	x	x	LED, EVG, direkt	I	0,10
3	Besprechung	4	x	x	Fenster	-	-	LED, EVG, direkt	I	0,10
4	Umkleide	16	x	-	ZUL/ABL	x	x	LED, EVG, direkt	I	0,10
5	WC / Sanitärraum	16	-	-	ZUL/ABL	x	x	LED, EVG, direkt	I	0,10
6	Teeküche, sonst. Aufenthalt	17	x	x	Fenster	-	-	LED, EVG, direkt	I	0,10
7	Nebenfläche (ohne Aufenthalt)	18	-	-	ZUL/ABL	x	x	LED, EVG, direkt	I	0,10
8	Verkehr < 19°	19	x	-	Fenster	-	-	LED, EVG, direkt, indirekt	I	0,10
9	Lager / Technik 1	20	-	-	ZUL/ABL	x	x	LED, EVG, direkt	I	0,10
10	Lager / Technik 2	20	x	-	Fenster	-	-	LED, EVG, direkt	I	0,10
11	Lager / Technik 3	20	x	-	ABL	-	-	LED, EVG, direkt	I	0,10
12	Serverraum	21	-	x	ZUL/ABL	x	x	LED, EVG, direkt	I	0,10
13	Werkstatt 1	22.2	x	-	Fenster	-	-	LED, EVG, direkt	I	0,10
14	Werkstatt 2	22.2	x	-	ZUL/ABL	x	x	LED, EVG, direkt	I	0,10
15	Werkstatt 3	22.3	x	-	ABL	-	-	LED, EVG, direkt	I	0,10

Tabelle 5.3-1: Übersicht Zonierung

Anmerkungen zur durchgeführten Zoneneinteilung

Bis zu einem Anteil von 3 % der Gesamtfläche des Gebäudes dürfen gemäß DIN V 18 599-2 Grundflächen anderen Zonen zugeschlagen werden, wenn sich die inneren Lasten der Zonen nicht erheblich unterscheiden. Im vorliegenden Fall wurde von dieser Regelung kein Gebrauch gemacht.

5.4 Wärmeübertragende Bauteile

5.4.1 Vorbemerkungen

Im nachfolgenden Abschnitt werden für jedes relevante Bauteil der thermischen Gebäudehülle das geeignete Wärmedämmmaterial, die Dicke der Wärmedämmung, der Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit der Wärmedämmung sowie der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) der Konstruktion tabellarisch angegeben. Thermisch und diffusionstechnisch nicht relevante Schichten werden hierbei vernachlässigt. Im Weiteren wird der Einzelbauteilnachweis nach DIN 4108-2 zur Einhaltung der Anforderungen an den hygienisch erforderlichen Mindestwärmeschutz geführt.

Eine Übersicht der eingesetzten Bauteile der wärmeübertragenden Umfassungsfläche ist der anliegenden Bauteildokumentation (**Anlage A**) in Verbindung mit den Positionsplänen (**Anlage B**) zu entnehmen.

Die Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten erfolgt auf Grundlage der Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit (λ -Werte) der betreffenden Baustoffe / Wärmedämmungen gemäß DIN EN ISO 6946. Für die Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit der Dämmstoffe werden Obergrenzen (z. B. $\lambda \leq 0,035 \text{ W/(mK)}$) angegeben, auf deren Basis auch der Wärmedurchgangskoeffizient ermittelt wurde.

Bei der Wahl eines Produkts ist zu beachten, dass einzelne Hersteller den Nennwert der Wärmeleitfähigkeit λ_D bzw. den Grenzwert der Wärmeleitfähigkeit λ_{Grenz} angeben, die nicht zur Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten herangezogen werden dürfen. Diese Werte müssen nach DIN V 4108-4 in den Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit λ umgerechnet werden. Alternativ kann auch der Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit λ nach einer bauaufsichtlichen Zulassung oder der allgemeinen Bauartgenehmigung zugrunde gelegt werden. Im Rahmen der Ausschreibung sind in jedem Fall die Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit anzugeben.

Sofern Räumlichkeiten nicht beheizt werden, jedoch zur Unterbringung haustechnischer Anlagen dienen, die Abwärme erzeugen, sind ggf. zusätzliche Wärmedämmmaßnahmen der diese Räume umgebenden Bauteile notwendig. Entsprechende Bereiche sind im Zuge der Planungsfortschreibung durch die Haustechnikplanung bekanntzugeben. Sofern Haustechnikräume oder Schächte innerhalb der beheizten Gebäudehüllfläche liegen und ständigen Kontakt zur Außenluft aufweisen, sind auch hier wärmeschutztechnische Maßnahmen an den Umfassungswänden erforderlich.

Es wird grundsätzlich darauf hingewiesen, dass bei der weiteren Planung neben dem energiesparenden Wärmeschutz, der Tauwasserschutz nach DIN 4108-3 sowie der besondere Wärmeschutz im Bereich von Wärmebrücken für eine schadensfreie Konstruktion der Außenbauteile zu berücksichtigen sind.

Sämtliche Bauteilkonstruktionen müssen entsprechend den anerkannten Regeln der Technik ausgeführt werden. Sofern für Bauteilkonstruktionen keine anerkannten Regeln der Technik vorliegen, sind Konstruktionen zu wählen, die über eine bauaufsichtliche Zulassung / allgemeine Bauartgenehmigung bzw. eine Zustimmung im Einzelfall verfügen. Über von den anerkannten Regeln der Technik abweichende Bauteilkonstruktionen ist der Bauherr hinreichend zu informieren und aufzuklären.

5.4.2 Dachkonstruktionen und Decken

Die Dachkonstruktion wird als Trapezblechdach mit Wärmedämmung geplant. Das geplante Dachgefälle von ca. 2 % wird durch die Tragkonstruktion hergestellt, so dass die Dachdämmung mit gleichbleibender Dicke ausgeführt werden kann. Die Dicke der Wärmedämmung variiert in Abhängigkeit der darunter befindlichen Nutzungen (normal beheizter Bürotrakt und niedrig beheizter Lager- und Werkstattbereich). In den Dachflächen der Hallen sind Oberlichter geplant.

Nachfolgend werden in Tabelle 5.4-1 die zu berücksichtigenden Wärmedämmmaßnahmen an Dach- und Deckenflächen tabellarisch zusammengestellt.

Bezeichnung	Bauteil	Beschreibung	U-Wert [W/(m²K)]	R _{min} -Wert [(m²K)/W]
Dach				
Flachdach Werkstatthalle	DA01	Flachdach - Mineralfaserdämmung - Anwendungsgebiet DAA nach DIN 4108-10 - $d \geq 160 \text{ mm}$ - $\lambda \leq 0,040 \text{ W/(mK)}$ - z. B. Solarrock der Deutsche Rockwool GmbH & Co. KG o. glw	0,24	4,00

Bezeichnung	Bauteil	Beschreibung	U-Wert [W/(m²K)]	R _{min} -Wert [(m²K)/W]
Flachdach Sozi- altrakt	DA02	Flachdach - Mineralfaserdämmung - Anwendungsgebiet DAA nach DIN 4108-10 - d ≥ 200 mm - λ ≤ 0,040 W/(mK) - z. B. Solarrock der Deutsche Rockwool GmbH & Co. KG o. glw	0,19	5,00

Tabelle 5.4-1: Übersicht Dach- und Deckenkonstruktionen

5.4.3 Außenwände

Der Gebäudekomplex wird gemäß den vorliegenden Planunterlagen im Wesentlichen in Stahl- bzw. Stahlbetonskelettbauweise hergestellt. Dadurch wird der Großteil der Außenwände als gedämmte Stahlkassettenwände geplant. In Teilbereichen, in denen massive Wandscheiben geplant sind, ist eine vorgehängte hinterlüftete Fassade mit Metallbekleidung vorgesehen.

Im Rahmen der Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten wird für die Stahlkassettenwände ein korrigierter U-Wert in Ansatz gebracht. Dieser berücksichtigt die Wärmebrückeneinflüsse, welche durch das geplante Wandkassettensystem entstehen.

Im Sockelbereich des Gebäudekomplexes wird ein umlaufendes Stahlbetonsandwichelement, welches eine Kerndämmung aufweist, geplant.

In Tabelle 5.4-2 sind die Außenwandkonstruktionen beschrieben und mit den entsprechenden Wärmedurchgangskoeffizienten dargestellt.

Bezeichnung	Bauteil	Beschreibung	U-Wert [W/(m²K)]	R _{min} -Wert [(m²K)/W]
Außenwand				
Stahlkassetten- profil	AW01	Stahlkassettenprofil - Mineralfaserdämmung (MF), vlieskaschiert - Anwendungsgebiet WAB nach DIN 4108-10 - d ≥ 160 mm inkl. 4 cm Überdämmung - λ ≤ 0,035 W/(mK) - z.B. Steelrock Plus Ü40 der Deutsche Rockwool GmbH & Co. KG o. glw.	0,31	4,57
Stahlbetonaußen- wand Sockelbe- reich	AW02	Stahlbetonwand im Sockelbereich Sandwichelement - Perimeterdämmung XPS - Anwendungsgebiet WZ nach DIN 4108-10 - d ≥ 80 mm - λ ≤ 0,036 W/(mK) - z. B. XPS 300 SL der Ravatherm Building Solutions Ger- many GmbH o. glw.	0,40	2,35

Bezeichnung	Bauteil	Beschreibung	U-Wert [W/(m²K)]	R _{min} -Wert [(m²K)/W]
hinterlüftete Fassade (Sozialtakt)	AW06	Stahlbeton- oder Mauerwerkswand, VHF-Fassade - Mineralfaserdämmung - Anwendungsgebiet WAB nach DIN 4108-10 - $d \geq 180$ mm - $\lambda \leq 0,035$ W/(mK) - U-Wert Gesamtkorrektur aufgrund Befestigungsmittel: 20 % - z.B. Ultimate FSP-034 der Saint-Gobain Isover G+H AG o. glw.	0,22	5,25

Tabelle 5.4-2: Übersicht Wandkonstruktionen

5.4.4 Fenster, Türen und Vorhangfassaden

Der Wärmedurchgangskoeffizient für Fensterkonstruktionen ist nach DIN EN ISO 10 077 bzw. für Pfosten-Riegel-Fassaden nach DIN EN ISO 12 631 zu ermitteln. Grundsätzlich setzt sich der Gesamtwärmedurchgangskoeffizient eines Fensters aus den Einzelwärmedurchgangskoeffizienten der Verglasung (U_g), dem Wärmedurchgangskoeffizienten des Rahmens (U_f) sowie dem längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten (Ψ_g) infolge des wärmetechnischen Einflusses des Scheibenrandverbunds zusammen. Somit sind zur Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten des Fensters / Pfosten-Riegel-Fassade und Türen technische Angaben notwendig, die erst mit Kenntnis der tatsächlich ausgeführten Konstruktion vorliegen.

Die Fenster werden mit einer Dreischeibenisolierverglasung in Verbindung mit thermisch getrennten Rahmenprofilen geplant. Für die Fenster wurde zunächst ein Rahmenanteil von bis zu 30 % angenommen. Der Scheibenrandverbund soll thermisch verbessert ausgeführt werden.

Für verglaste Außentüren und die Pfosten-Riegel-Fassade wird aufgrund des erhöhten Verglasungsgewichts zunächst eine Zweischeibenisolierverglasung berücksichtigt.

In Tabelle 5.4-3 werden für die einzelnen transparenten Konstruktionen exemplarisch die maßgeblichen Wärmedurchgangskoeffizienten (U_w -Werte / U_{cw} -Wert) angegeben, die durch die Gesamtkonstruktion zu erreichen sind.

Bezeichnung	Bauteil	Beschreibung	U-Wert [W/(m²K)]
Außenfenster			
Regelfenster	F01	Dreischeibenisolierverglasung als Wärmeschutzverglasung - $T_{D,65} \leq 0,74$ - $g = 0,53$ - $U_g \leq 0,70$ W/(m²K) - thermisch verbesserter Scheibenrandverbund - Rahmenanteil $A_f \approx 30$ % - $U_f \leq 1,20$ W/(m²K)	$\leq 1,00$

Bezeichnung	Bauteil	Beschreibung	U-Wert [W/(m²K)]
Pfosten-Riegel-Fassade	PRF01	Zweischeibenisolierverglasung als Wärmeschutzverglasung - $T_{d,65} \leq 0,74$ - $g = 0,53$ - $U_g \leq 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ - thermisch verbesserter Scheibenrandverbund - Rahmenanteil $A_f \approx 20 \%$ - $U_f \leq 1,50 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$\leq 1,40$
Lichtkuppeln / RWA			
Oberlicht / RWA	RWA01	Lichtkuppel - 4-schalige Polycarbonatverglasung - gedämmter Aufsatzkranz	$\leq 1,60$
Außentüren			
Sektionaltor Werkstatt mit Schlupftür	T01	Außentor teiltransparent mit Schlupftür - z. B. Hörmann APU F42 mit Schlupftür mit optionaler Klimadoppelscheibe ESG mit ThermoFrame o. glw.	$\leq 2,60$
Sektionaltor Werkstatt ohne Schlupftür	T02	Außentor teiltransparent ohne Schlupftür - z. B. Hörmann APU F42 ohne Schlupftür mit optionaler Klimadoppelscheibe ESG mit ThermoFrame o. glw.	$\leq 2,40$
Außentür verglast	T03	Außentür verglast - Zweischeibenisolierverglasung - $U_g \leq 1,00 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ - thermisch getrennter Rahmen - Rahmenanteil $A_f \approx 30 \%$ - $U_f \leq 1,40 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$\leq 1,40$
Außentür opak	T04	Außentür opak - opake, gedämmte Türfüllung - Aluminiumprofile, thermisch getrennt	$\leq 1,40$
Sektionaltor Waschhalle	T05	Außentor teiltransparent mit Schlupftür - Hörmann ALR F42 mit Schlupftür mit optionaler Klimadoppelscheibe ESG mit ThermoFrame o. glw.	$\leq 2,80$

Tabelle 5.4-3: Übersicht Fenster und Türen

5.4.5 Gründungsbauteile

Der untere Gebäudeabschluss wird durch die Stahlbetonsohle im Erdgeschoss gebildet, welche im Bereich des 5m-Randstreifens mit einer unterseitig angeordneten lastabtragenden Wärmedämmung ausgeführt werden soll.

In der nachfolgenden Tabelle 5.4-4 sind die Konstruktionen der Gründungsbauteile mit den entsprechenden Wärmedurchgangskoeffizienten dargestellt.

Bezeichnung	Bauteil	Beschreibung	U-Wert [W/(m²K)]	R _{min} -Wert [(m²K)/W]
Gründungsbauteile				
Bauwerkssohle Werkstatt, niedrig beheizt	G01	Bodenplatte, 5 m Randstreifen - Perimeterdämmung XPS, gem. aBG - Anwendungsgebiet PB nach DIN 4108-10 - $d \geq 100 \text{ mm}$ - $\lambda \leq 0,038 \text{ W/(mK)}$ - z. B. Ravatherm XPS 700 der Ravago Building Solutions Germany GmbH & Co. KG o. glw.	0,35	2,73

Bezeichnung	Bauteil	Beschreibung	U-Wert [W/(m²K)]	R _{min} -Wert [(m²K)/W]
Bauwerkssohle Bürotrakt, normal beheizt	G02	Stahlbetonsohle normal beheizt, 5 m Randdämmstreifen außenseitig: - Perimeterdämmung XPS gem. aBG - Anwendungsgebiet PB nach DIN 4108-10 - $d \geq 100 \text{ mm}$ - $\lambda \leq 0,038 \text{ W/(mK)}$ - z. B. Ravatherm XPS 500 SL der Ravago Building Solu- tions Germany GmbH & Co. KG o. glw. raumseitig: - Trittschalldämmung EPS - Anwendungsgebiet DES nach DIN 4108-10 - $d \geq 20 \text{ mm}$ - $\lambda \leq 0,040 \text{ W/(mK)}$	0,30	3,22
Bodenplatte Kern- zone	G03	Bodenplatte Kernzone - unterseitig ohne Wärmedämmung - oberseitig ggf. Ausgleichs- und Trittschalldämmung gemäß Angabe Objektplanung im Bürotrakt - Anwendungsgebiet DES nach DIN 4108-10 - ohne Anforderungen	3,89	--

Tabelle 5.4-4: Übersicht Gründungsbauteile

5.5 Wärmebrücken

Die konstruktive Durchbildung thermisch relevanter Bauteilanschlüsse und -übergänge hat so zu erfolgen, dass Wärmebrückeneinflüsse nachhaltig reduziert werden. Hierzu können die Konstruktionsbeispiele der DIN 4108, Beiblatt 2, herangezogen werden. Beim vorliegenden Bauvorhaben wird ein Wärmebrückenzuschlag von $\Delta U_{WB} = 0,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ angesetzt. Ein Nachweis der Gleichwertigkeit der geplanten Bauteilanschlüsse und -übergänge mit den Konstruktionsbeispiele der DIN 4108, Beiblatt 2 ist somit nicht erforderlich.

Wärmebrückenzuschlag ΔU_{WB} [W/m²K]	$\leq 0,10$
--	-------------

Tabelle 5.5-1: Ansatz Wärmebrückenzuschlag

5.6 Luftdichtheit

Zur Reduzierung von Lüftungswärmeverlusten und zur Vermeidung von konvektiv bedingten Feuchteschäden in der Baukonstruktion sind wärmeübertragende Umfassungsflächen einschließlich der Fugen dauerhaft luftundurchlässig entsprechend dem Stand der Technik abzudichten.

Hierbei darf der nach DIN EN ISO 9972 bei einer Druckdifferenz zwischen innen und außen von 50 Pa gemessene Volumenstrom (n_{50} -Wert) bei Gebäuden ohne raumluftechnische Anlagen den Wert $3,0 \text{ h}^{-1}$ und bei Gebäuden mit raumluftechnischen Anlagen den Wert $1,5 \text{ h}^{-1}$ nicht überschreiten. Der Nachweis (Blower-Door-Messung) ist dann zwingend zu führen, wenn im Rahmen der Bilanzierung ein reduzierter Infiltrationsluftwechsel berücksichtigt wird.

Es wird die Durchführung eines Luftdichtheitstests im Sozialtakt vorgesehen.

Gebäudedichtheit gemäß DIN V 18 599-2, Tab. 7	Kategorie I, mit Dichtheitsprüfung (Sozialtakt)
Gebäudedichtheit gemäß DIN V 18 599-2, Tab. 7	Kategorie II, ohne Dichtheitsprüfung (Werkhalle)

Tabelle 5.6-1: Einstufung Gebäudedichtheit

Sofern bei Gebäuden mit Aufzügen Aufzugsüberfahrten vorgesehen werden, sind nachweislich geeignete, zugelassene Rauchabzugsanlagen zu verwenden, um insbesondere eine entsprechende Luftdichtheit der Gebäudehülle zu gewährleisten.

5.7 Wärmespeicherfähigkeit

Die Wärmespeicherfähigkeit der Konstruktion beeinflusst den Ausnutzungsgrad solarer und interner Wärmeeinträge sowie die Reaktion des Raumklimas auf Schwankungen der Außentemperatur. Je größer die Wärmespeicherfähigkeit der raumumschließenden Bauteile ist, desto langsamer kühlt ein Raum aus und um so langsamer heizt er sich auf (z. B. entscheidend für die Effizienz einer Nachtlüftung). Die Wärmespeicherfähigkeit C_{wirk} wird z. B. in Abhängigkeit vom Vorhandensein leichter Trennwände und abgehängter Decken standardmäßig pauschal mit Werten zwischen $50 \text{ Wh/K} \leq C_{\text{wirk}} \leq 130 \text{ Wh/K}$ festgelegt. Im Rahmen des vorliegenden GEG-Nachweises wird aufgrund Skelettbauweise und abgehängten Decken in den Büroebenen von einer leichten Bauart ($C_{\text{wirk}} = 50 \text{ Wh/K}$) ausgegangen. In den Werkstattbereichen wird eine mittlere Bauart ($C_{\text{wirk}} = 90 \text{ Wh/K}$) angesetzt.

5.8 Solare Einträge

Die vorhandenen Fensterflächen sind zum Teil durch architektonische Vorgaben (Überhänge, horizontale Verbauung, seitliche Vorsprünge) verschattet. Die dadurch bedingte Reduzierung der solaren Strahlungswärmegewinne wird je Fenster durch entsprechende Verschattungsfaktoren berücksichtigt. Des Weiteren sind an der Fassade außenliegende Sonnenschutzmaßnahmen geplant, welche ebenfalls in der Bilanzierung berücksichtigt werden.

5.9 Sommerlicher Wärmeschutz

Entsprechend GEG § 14 ist zur Sicherstellung eines energiesparenden sommerlichen Wärmeschutzes und zur Reduzierung der Kühllasten bei Gebäuden nachzuweisen, dass die Anforderungen an die Sonneneintragskennwerte oder an die Grenzwerte der Übertemperaturgradstunden eingehalten werden. Der Nachweis erfolgt im Regelfall durch das standardisierte Rechenverfahren nach DIN 4108-2, Abschnitt 8.3 (Sonneneintragskennwerte) und wird für maßgebliche Aufenthaltsräume geführt, deren grundflächenbezogener Fensterflächenanteil über 10 % beträgt. Alternativ können Simulationsberechnungen nach DIN 4108-2, Abschnitt 8.4 zum Nachweis der Übertemperaturgradstunden durchgeführt werden.

Zur Überprüfung der sommerlichen Wärmeschutzes wurden einige Räume mit dem Sonneneintragskennwerteverfahren nach DIN 4108-2 untersucht.

Es wurden die folgenden exemplarischen Räume untersucht:

- SWS-01 - Verkehrsaufsicht 0.02, A = 28,75 m², Orientierung Nordost / Nordwest
- SWS-02 - Backoffice 0.04, A = 14,60 m², Orientierung Nordost
- SWS-03 - Pausenraum 1.01, A = 67,82 m², Orientierung Nordost / Nordwest

Lage des Gebäude nach DIN 4108-2, Bild 3:

- Klimaregion B, Hartmannsdorf, Sachsen

Im Rahmen der Bemessung des sommerlichen Wärmeschutzes wurde unter Berücksichtigung der anhand der Objektplanung (/1.1/) ermittelten Fenstergrößen die Erfordernis von außenliegenden Sonnenschutzmaßnahmen und Wärmeschutzverglasungen festgestellt.

Verglasung:

- Wärmeschutzverglasung, $g = 0,53$

Sonnenschutz:

Regelfenster / Pfosten-Riegel-Fassade:

- außenliegender Sonnenschutz, normativ, $F_c = 0,25$, manuell gesteuert

Verschattung Eingangsbereich:

- Vordach, $F_c = 0,55$

Luftwechsel:

- kein erhöhter Nachtluftwechsel

Bauart:

- Ansatz leichte Bauart

Passive Kühlung:

- nicht vorgesehen

Unter Berücksichtigung der voranstehenden Ausführungen wird im Hinblick auf die Optimierung des sommerlichen Wärmeschutzes die Ausführung einer Wärmeschutzverglasung mit hoher Tageslichtdurchlässigkeit in Verbindung mit einem außenliegenden Sonnenschutz wie folgt empfohlen:

Verglasung

- Wärmeschutzverglasung als Dreischeiben-Isolierverglasung
- Wärmedurchgangskoeffizient: $U_g \leq 0,6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung: $g \leq 0,53$
- Lichtdurchlässigkeit: $TL \approx 74 \%$
- z. B. iplus C3 der Interpane Glas Industrie AG o. glw.

Sonnenschutzsystem

- Raffstore / Markise
- Abminderungsfaktor: $F_c \leq 0,25$
- Sonnenschutzvorrichtung
- z. B. Raffstore - Fa. Warema Renkhoff SE
- Weiß: $F_c \approx 0,19$
- Silber: $F_c \approx 0,17$
- Anthrazit: $F_c \approx 0,11$

- z. B. Markise - Fa. Warema Renkhoff SE
- Soltis 92 - weiß: $F_c \approx 0,21$
- Soltis 92 - Hellgrau: $F_c \approx 0,17$
- Soltis 92 - Metall dunkel: $F_c \approx 0,11$
- Soltis 92 - schwarz: $F_c \approx 0,13$

Anmerkung

Markisen schränken im geschlossenen Zustand die Sichtverbindung nach außen ein. Die ASR 3.4 (2023) stellt hier Anforderungen. Daher sind Raffstores mit verstellbaren Lamellen zu bevorzugen.

Die Ergebnisse der Untersuchungen können der Anlage D entnommen werden. **Anlage D1** zeigt den Positionsplan zum Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes und **Anlage D2** zeigt die Ergebnistabelle.

5.10 Technische Gebäudeausrüstung

Die Planung und Umsetzung der Technischen Gebäudeausrüstung liegt im Verantwortungsbereich der Fachplanung Haustechnik. Die Anforderungen des GEG an Anlagen der Heizungs-, und Raumlufttechnik sowie der Warmwasserversorgung gemäß §§ 57 bis 78 sind hierbei einzuhalten. Hierzu gehören u. a.:

- Wärmedämmung von Wärme- und Kälteverteilungen, Warmwasser- und Kaltwasserleitungen sowie Armaturen,
- Umsetzung Automationsgrad C nach DIN V 18 599-11, da die Nennheizleistung < 290 kW

Der Jahres-Primärenergiebedarf des Gebäudes ist maßgeblich abhängig von der Konditionierung der einzelnen Nutzungszonen und der hierfür eingesetzten haustechnischen Anlagen.

Für die energetische Bilanzierung des Nichtwohngebäudes nach DIN V 18 599 wird die in der nachfolgenden Tabelle 5.10-1 aufgeführte Anlagenkonfiguration angesetzt. Die zugrunde liegenden Angaben zur Anlagentechnik sind der **Anlage G** zu entnehmen.

Rechengröße / System	Beschreibung Anlagentechnik, Kenndaten
Heizung	<p>Wärmeerzeugung Luft-Wasser-Wärmepumpe, SCOP = 4,44 (Luftheizung), SCOP = 4,57 (FBH) keine Nachtheizung, keine Nachtabenkung</p> <p>Wärmespeicher Heizungspufferspeicher: V = 1000 l</p> <p>Wärmeverteilung <u>statische Heizung - Umluftheizung (Zone 1 - 3, 6):</u> nach DIN V 18 599-5 keine Leitungsverluste, Warmluftheizung</p> <p><u>statische Heizung - Fußbodenheizung (Zone 4):</u> Zweirohrnetz, außenliegende Verteilleitung, innenliegende Steigstränge, innenliegende Anbindeleitungen, Systemtemperaturen 35/30 °C, hydraulisch abgeglichen je Heizungsstrang, Δp variabel, Pumpen auf Bedarf ausgelegt, ohne intermittierender Betrieb, elektronische Regelung nicht zertifiziert</p> <p><u>statische Heizung - Industrie Fußbodenheizung (Zone 8, 10, 13 - 15):</u> Zweirohrnetz, ohne Überdämmung, Systemtemperaturen 45/35 °C, hydraulisch abgeglichen je Heizungsstrang, Δp variabel, Pumpen auf Bedarf ausgelegt, ohne intermittierender Betrieb, elektronische Regelung nicht zertifiziert</p> <p><u>statische Heizung - Elektroheizkörper (Zone 11):</u> ohne intermittierender Betrieb, P-Regler</p> <p><u>dynamische Heizung (Zone 2, 4, 5, 7, 9, 12, 14):</u> keine Verteilleitungen, Heizregister im Direktverdampfersystem</p> <p>Wärmeübergabe <u>statische Heizung:</u> Fußbodenheizung in Zone 4</p> <p>Industrie Fußbodenheizung in Zone 8, 10, 13 - 15</p> <p>Umluft-Deckengerät in Zone 1 - 3, 6</p> <p>Elektroheizkörper in Zone 11</p> <p><u>dynamische Heizung:</u> Heizregister in Zuluft der RLT-Anlage in Zone 2, 4, 5, 7, 9, 12, 14</p>

Rechengröße / System	Beschreibung Anlagentechnik, Kenndaten
Kühlung	<p>Wärmeerzeugung Luft-Wasser-Wärmepumpe, EER = 4,49 (ULK-Geräte), EER = 4,37 (dynamische Kühlung), Kältemittel R32, keine Nachtabsenkung</p> <p>Speicher ohne</p> <p>Kälteverteilung <u>statische Kühlung - Umluftkühlgeräte (Zone 1 - 3, 6, 12):</u> nach DIN V 18 599-5 keine Leitungsverluste, Kühlregister im Direktverdampfersystem</p> <p><u>dynamische Kühlung (Zonen 2, 4, 5, 7, 9, 12, 14):</u> keine Verteilungen, Kühlregister im Direktverdampfersystem</p> <p>Kälteübergabe <u>statische Kühlung:</u> Brüstungs-/Deckengeräte in Zone 1 - 3, 6, 12</p> <p><u>dynamische Kühlung:</u> Kühlregister in Zuluft-RLT-Anlage, Versorgung Zonen 2, 4, 5, 7, 9, 12, 14</p>
Lüftung / Raumluftechnik	<p><u>Zonen 1, 3, 6, 8, 10, 13:</u> Fensterlüftung</p> <p><u>Zonen 2, 4, 5, 7, 9, 12, 14:</u> Zu- und Abluftanlage mit den Funktionen: Heizen und Kühlen, Wärmerückgewinnung WRG $\geq 75\%$, Ventilatoren SFP 3</p> <p><u>Zonen 11, 15:</u> Abluftanlage, SFP 3</p>
Beleuchtung	<p><u>Leuchtmittel:</u> Beleuchtung mit LED-Lampen</p> <p><u>Manuelle Steuerung:</u> Zone 1 - 3, 6 - 11, 13, 14</p> <p><u>Präsenzmelder:</u> Zone 4, 5</p> <p><u>Tageslichtregelung:</u> Ohne</p> <p><u>Beleuchtungsart:</u> Zone 1 - 7, 9 - 14: direkt Zone 8: direkt/indirekt Zone 1 - 3, 6, 7, 9 - 11: dimmbar</p>
Warmwasser	<p><u>Zone 04 und 05:</u> dezentrale Warmwasseraufbereitung mit elektronischen Durchlauferhitzern</p> <p><u>Speicher:</u> ohne</p>

Rechengröße / System	Beschreibung Anlagentechnik, Kenndaten
stromerzeugende Systeme	PV-Anlage <u>Dach:</u> Neigung 10°, Ausrichtung und Fläche: Ost (459 m²) und West (459 m²), Systemfaktor $f_{\text{perf}} = 0,75$ (mäßig belüftete Module), monokristallin <u>Carports:</u> Neigung 10°, Ausrichtung und Fläche: Süden (1055 m²) und Norden (1055 m²), Systemfaktor $f_{\text{perf}} = 0,75$ (mäßig belüftete Module), monokristallin

Tabelle 5.10-1: Berechnungsansätze Anlagentechnik

6 Energetische Bilanzierung - Nachweise

6.1 Vorbemerkung

Nachfolgend sind die Bilanzergebnisse zum Nachweis des Jahres-Primärenergiebedarfs, des baulichen Wärmeschutzes sowie die Nachweise nach § 71 GEG zur Nutzung erneuerbarer Energien auf Grundlage des Bilanzierungsverfahrens nach DIN V 18 599 zusammengefasst. Im Weiteren sind im Abschnitt 6.5 die Nachweise zum sommerlichen Wärmeschutz nach DIN 4108-2 enthalten.

6.2 Nachweis der Anforderungen an den Jahres-Primärenergiebedarf

Die berechneten, zur Bedarfsdeckung erforderlichen Endenergien je Zone werden mit dem jeweiligen Primärenergiefaktor der eingesetzten Energieträger gewichtet und ergeben den Primärenergiebedarf, wobei die Primärenergiefaktoren der verschiedenen Energieträger Werte zwischen 0,0 für z. B. Solarenergie und 1,8 für Strom annehmen.

Auf Grundlage der im Abschnitt 5 zusammengestellten Planungsergebnisse und Berechnungsansätze zu den haustechnischen Anlagen wurden der Jahres-Primärenergiebedarf des geplanten Gebäudes sowie die einzuhaltenden Grenzwerte des Referenzgebäudes nach GEG wie folgt ermittelt:

Flächenbezogener Jahres-Primärenergiebedarf

- flächenbezogener Jahres-Primärenergiebedarf des Referenzgebäudes $Q_{p,Ref} = 149,1 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
- zulässiger flächenbezogener Jahres-Primärenergiebedarf gemäß GEG $Q_{p,GEG} = 149,1 \cdot 0,55 = 82,0 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
- berechneter flächenbezogener Jahres-Primärenergiebedarf des geplanten Gebäudes $Q_p = 16,7 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

Nachweis nach GEG

- $Q_p = 16,7 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}) \leq 82,00 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{a}) = Q_{p,GEG}$

Die ausführliche Bilanz inklusive der Ergebnisse kann der **Anlage C** entnommen werden. Die Berechnung des Referenzgebäudes kann **Anlage F** entnommen werden. **Anlage E** enthält eine umfangreiche Auflistung aller Hüllflächen, da in der Bilanz die Hüllflächen der Bauteile nach Zone und Orientierung zusammengefasst wurden.

Die Anforderungen des GEG 2024 an die Begrenzung des Jahres-Primärenergiebedarfs werden somit erfüllt.

6.3 Nachweise des baulichen Wärmeschutzes

	$\Theta_i \geq 19\text{ °C}$		
	U	$U_{zul,GEG}$	Anforderungen GEG
opake Außenbauteile	0,23	0,28	eingehalten
transparente Außenbauteile	1,00	1,50	eingehalten
Vorhangfassade	1,40	1,50	eingehalten
Oberlichter, Lichtkuppel	-	2,50	nicht vorhanden

Tabelle 6.3-1: Nachweis des baulichen Wärmeschutzes für $\Theta_i \geq 19\text{ °C}$

	$12\text{ °C} \leq \Theta_i < 19\text{ °C}$		
	U	$U_{zul,GEG}$	Anforderung GEG
opake Außenbauteile	0,24	0,50	eingehalten
transparente Außenbauteile	2,32	2,80	eingehalten
Vorhangfassade	1,40	3,00	eingehalten
Oberlichter, Lichtkuppel	1,60	3,10	eingehalten

Tabelle 6.3-2: Nachweis des baulichen Wärmeschutzes für $12\text{ °C} \leq \Theta_i < 19\text{ °C}$

Die Anforderungen des GEG an den baulichen Wärmeschutz werden erfüllt.

6.4 Nachweis der Nutzung erneuerbarer Energien im Sinne GEG § 71 ff.

Die Wärmeversorgung des Gebäudes soll über eine Kombination von elektrisch angetriebenen Luft-Wasser-Wärmepumpen und Stromdirektheizungen erfolgen. Gemäß GEG § 71 Abs. 1 darf eine Heizungsanlage nur eingebaut werden, wenn sie mindestens 65 % der bereitgestellten Wärme mit erneuerbaren Energien erzeugt. Gemäß § 71, Absatz 3 werden die Anforderungen des Absatz 1 u. a. erfüllt, wenn eine elektrisch angetriebene Wärmepumpe nach § 71c und eine Stromdirektheizung nach § 71d in Kombination miteinander zur vollständigen Deckung des Wärmebedarfs des Gebäudes eingesetzt werden. Hierbei ist kein weiterer Nachweis nach § 71, Absatz 2 notwendig. Voraussetzung hierfür ist, dass die Anforderungen an die einzelnen Wärmeerzeuger ebenfalls eingehalten werden. § 71c definiert die Anforderungen an die Nutzung einer Wärmepumpe. Diese beinhalten, dass die Wärmepumpen elektrisch angetrieben sein müssen. Für die Anrechnung einer Stromdirektheizung müssen die Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz nach den § 16 und 19 um mind. 45 % unterschritten werden. Da es sich bei den Zonen, in denen eine Stromdirektheizung aufgestellt werden soll, um niedrig beheizte Zonen handelt, kann gemäß Tabelle 6.3-2 der Nachweis der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten der opaken Bauteile mit einer Unterschreitung von 48 % des baulichen Wärmeschutzes als erfüllt angesehen werden. Aufgrund der Kombination der beschriebenen Wärmeversorgung ist der Nachweis über die Nutzung von erneuerbaren Energien gemäß § 71 GEG erfüllt.

6.5 Nachweise des sommerlichen Wärmeschutzes

Für folgende Räume wird der sommerliche Wärmeschutz exemplarisch mithilfe des Sonneneintragkennwerteverfahrens nachgewiesen:

Raum	Variante	A_{NGF} [m²]	A_w / A_{NGF} [%]	Orientierung	g-Wert [-]	F_c [-]	S_{gepl} [-]	S_{zul} [-]	Nachweis GEG
SWS-01, Erdgeschoss, Verkehrsaufsicht, Raum 0.02	V2	28,75	52	Nordost / Nordwest	0,53	NO: 0,25 NW: 0,25	0,069	0,077	erfüllt
SWS-02, Erdgeschoss, Backoffice 0.04	V0	14,6	50	Nordost	0,53	0,25	0,066	0,080	erfüllt
SWS-03, Erdgeschoss, Pausenraum 1.01	V0	67,82	43	Nordost / Nordwest	0,53	0,25	0,057	0,088	erfüllt

Tabelle 6.5-1: Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2, Abschnitt 8.4

Wie den Berechnungsergebnissen aus Tabelle 6.5-1 zu entnehmen ist, werden die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz von allen untersuchten Räumen unter Berücksichtigung einer Wärmeschutzverglasung ($g \leq 0,53$) mit einem außenliegenden Sonnenschutz ($F_c \leq 0,25$) eingehalten.

Die Ergebnisse der Untersuchungen können der angefügten Anlage D entnommen werden. **Anlage D1** zeigt den Positionsplan zum Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes und **Anlage D2** zeigt die Ergebnistabelle.

Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass beim Nachweis des energiesparenden sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2 keine Überprüfung von Behaglichkeitskriterien erfolgt. Hierzu sind ggf. geeignete detaillierte Simulationsberechnungen hinzuzuziehen, die nicht Bestandteil der energetischen Gebäudeplanung nach GEG sind.

7 Schlussbemerkungen

Im vorliegenden Bericht wurden die Nachweise des baulichen Wärmeschutzes, des Jahres-Primärenergiebedarfs, des sommerlichen Wärmeschutzes und der Nutzung erneuerbarer Energien entsprechend den Anforderungen des GEG 2024 für den Neubau des Nichtwohngebäudes geführt. Im Rahmen der weiteren Planung und Ausführung werden zusätzliche Nachweise für die Luftdichtheitsprüfung erforderlich.

Wie den Ausführungen des Abschnitts 6 zu entnehmen ist, werden mit Umsetzung der Planungsvorgaben die gesetzlichen Anforderungen (GEG 2024) eingehalten.

Berlin, den 12.12.2025



Dipl.-Ing. Matthias Friedrich
Thermische Bauphysik



Catalina Höhne M. Sc.
Thermische Bauphysik

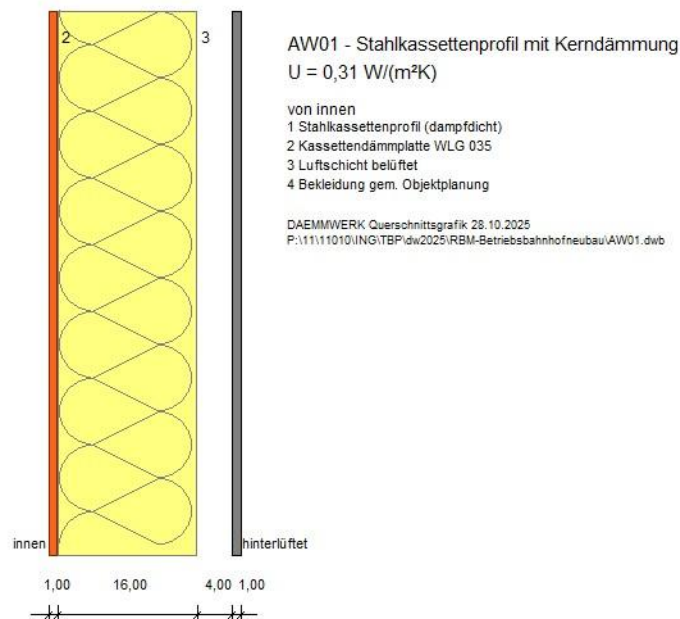
Anlagen

Anlage A Bauteilberechnungen

Anlage A – Bauphysikalische Bauteilberechnungen

1. Außenwände

Bauteil: AW01 - Stahlkassettenprofil mit Kerndämmung



Anwendung: Dämmung von Stahlkassetten-Profilen gem. Allgemeiner Bauartgenehmigung

Dämmung: Mineralfaserdämmung

Anwendungsgebiet nach DIN 4108-10: WAB

Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit: $\lambda_{AM} = 0,035 \text{ W/(mK)}$

z.B. Steelrock Plus Ü40 der Fa. Deutsche Rockwool GmbH & Co. KG o. glw.

Kassettdämmung:

Dicke: $d = 160 \text{ mm}$ mit 40 mm Überdämmung

Wärmedurchgangskoeffizient: $U = 0,31 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Bauteiltyp "Außenwand hinterlüftet" (4)

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

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,13
01 Stahlkassettenprofil (dampfdicht)	1,00	–	–	–	–
02 Kassettdämmplatte WLG 035	16,00	20	3,2	0,035	4,57
03 Luftschicht belüftet	4,00	–	–	–	–
04 Bekleidung gem. Objektplanung	1,00	–	–	–	–
R_{se}					0,13
<hr/>					
d =	22,00	G =	3,2	$R_T =$	4,83

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,31 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (manuell festgelegt)

Anlage A – Bauphysikalische Bauteilberechnungen

Wärmedurchgangskoeffizient des Steelrock Plus Dämmsystems

Kassette Stärke 0,88 mm		Steelrock			effektive U-Werte* W/(m²·K)					
					Steelrock Plus Ü40 40 mm Überdeckung			Steelrock Plus Ü80 80 mm Überdeckung		
					Dämmdicke	Wärmeleitfähigkeit	Wärmeleitfähigkeit	Dämmdicke	Wärmeleitfähigkeit	Wärmeleitfähigkeit
Höhe	Breite	Dämmdicke	0,040	0,035	mm	0,040	0,035	mm	0,040	0,035
mm	mm	mm	W/(m·K)	W/(m·K)		W/(m·K)	W/(m·K)		W/(m·K)	W/(m·K)
100	600	100	0,67	0,64	140	0,37	0,33	180	0,29	0,26
120	600	120	0,61	0,58	160	0,34	0,31	200	0,27	0,24
130	600	130	0,58	0,55	170	0,33	0,29	210	0,26	0,23
145	600	145	0,56	0,53	185	0,31	0,28	225	0,25	0,22
160	600	160	0,51	0,49	200	0,29	0,27	240	0,23	0,21
200	600	200	0,45	0,43	240	0,26	0,24			

NEU

* IFBS-Nomogrammverfahren (inkl. 4 Distanzbefestiger pro m²)

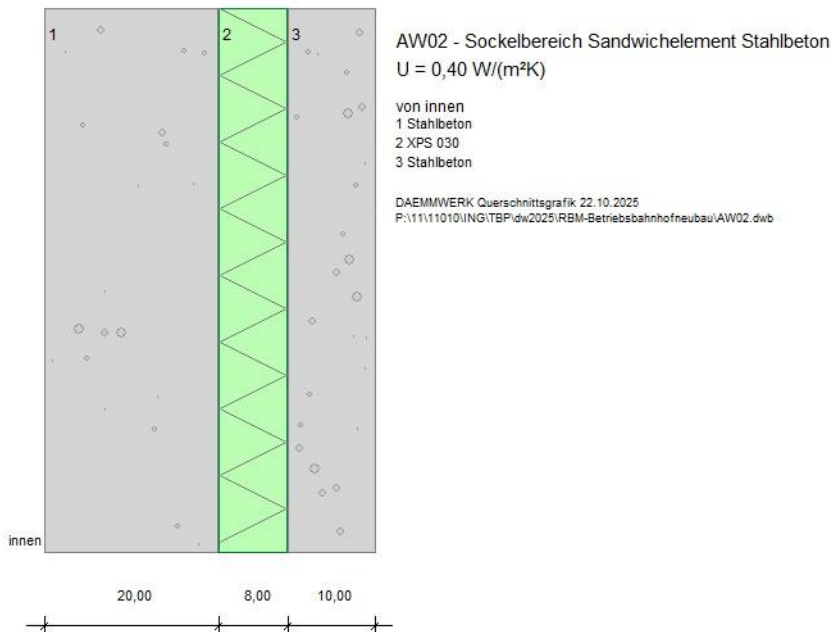
Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

Wände beheizter Räume gegen Außenluft, Erdreich, Tiefgaragen (DIN 4108-2:2013). Erhöhte Anforderungen für leichte Bauteile mit einer flächenbezogenen Gesamtmasse < 100 kg/m²

R 4,57 ≥ 1,75 m²K/W erfüllt die Anforderungen

Anlage A – Bauphysikalische Bauteilberechnungen

Bauteil: AW02 - Sockelbereich Sandwichelement Stahlbeton



Anwendung: Perimeterdämmung gem. Allgemeiner Bauartgenehmigung

Dämmung: XPS-Dämmung

Anwendungsgebiet nach DIN 4108-10: WZ

Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit: $\lambda_{AM} = 0,036 \text{ W/(mK)}$

z.B. Ravatherm XPS 300 SL der Fa. Ravatherm Building Solutions Germany GmbH o. glw.

Bauteiltyp "Außenwand" (3)

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

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m³	λ kg/m²	λ W/ (mK)	R m² K/W
R _{si}					0,13
01 Stahlbeton	20,00	2300	460,0	2,300	0,09
02 XPS 030	8,00	25	2,0	0,036	2,22
03 Stahlbeton	12,00	2300	276,0	2,300	0,05
R _{se}					0,04
d =	38,00	G =	692,0	R _T =	2,52

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,40 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

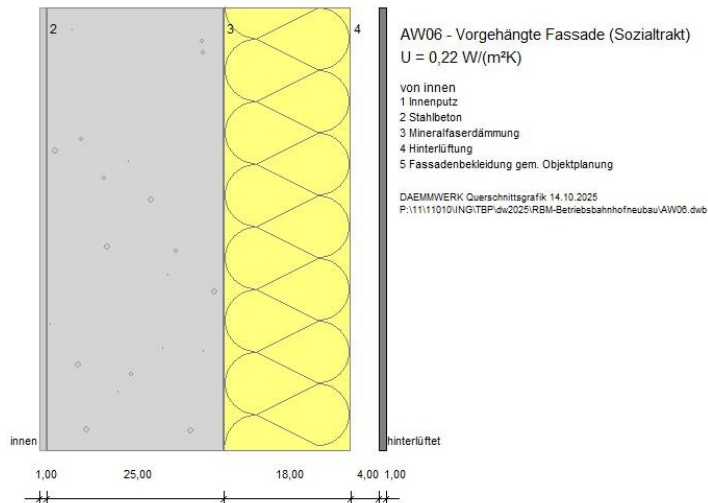
Wände beheizter Räume gegen Außenluft, Erdreich, Tiefgaragen (DIN 4108-2:2013).

Mindestanforderungen nach Tab.3.

R $2,35 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

Anlage A – Bauphysikalische Bauteilberechnungen

Bauteil: AW06 - Vorgehängte Fassade (Sozialtrakt)



Anwendung: Vorgehängte hinterlüftete Fassade vor Wandscheiben aus Stahlbeton, z.B. Treppenhaukerne

Dämmung: Mineralfaserdämmung

Anwendungsgebiet nach DIN 4108-10: WAB

Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit: LAM = 0,035 W/(mK)

z.B. Ultimate FSP-034 der Fa. Saint-Gobain Isover G+H AG o. glw.

Der U-Wertzuschlag der Befestigungsmittel wurde abgeschätzt. Vorzugsweise sind überdämmte Dübel zu verwenden. Im Rahmen der Ausführungsplanung ist der Wärmebrückenzuschlag auf den Wärmedurchgangskoeffizienten durch die ausführende Firma nachzuweisen.

Im Falle von Mauerwerksausfachungen analoge Ausführung des Bauteils.

Bauteiltyp "Außenwand hinterlüftet" (4)

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

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m³	λ kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W
R_{si}					0,13
01 Innenputz	1,00	–	–	–	–
02 Stahlbeton	25,00	2300	575,0	2,300	0,11
03 Mineralfaserdämmung	18,00	20	3,6	0,035	5,14
04 Hinterlüftung	4,00	–	–	–	–
05 Fassadenbekleidung gem. Objektpl	1,00	–	–	–	–
R_{se}					0,13
<hr/>					
d =	49,00	G =	578,6	$R_T =$	5,51

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U_c = 0,181 + 0,020 + 0,016 = 0,22 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

0,020 Konsolen

0,016 Korrektur für Befestigungsteile aus Edelstahl $\Delta U_f = 0,8 \cdot \lambda_f \cdot n_f \cdot A_f / d_0 \cdot (R_1 / R_{T,h})^2$

5 Befestigungselemente / m² mit $\lambda_f = 17,000 \text{ W/(mK)}$, $A_f = 50 \text{ mm}^2/\text{St}$, $d_0 = 0,180 \text{ m}$, $R_1 / R_{T,h} = 5,14 / 5,51 \text{ m}^2\text{K/W}$

U-Wert Gesamtkorrektur = 20%

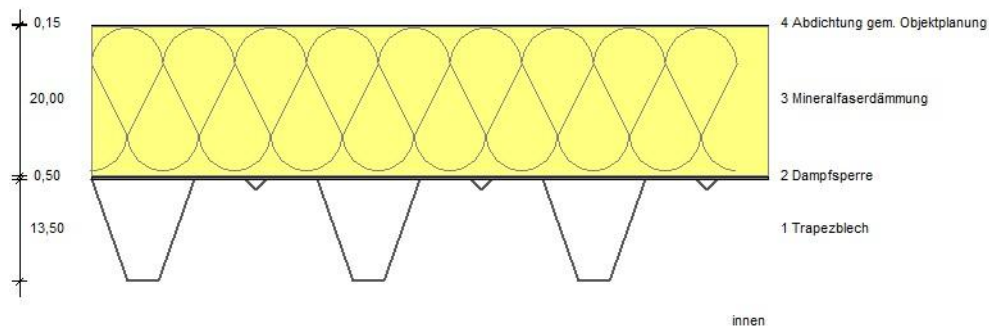
Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

R 5,25 \geq 1,20 m²K/W erfüllt die Anforderungen

Anlage A – Bauphysikalische Bauteilberechnungen

Bauteil: DA02 - Trapezblechdach Bürotrakt



DA02 - Trapezblechdach Bürotrakt

$U = 0,19 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

DÄMMWERK Querschnittsgrafik 28.10.2025

P:\11\11010\ING\TBP\dw2025\IBM-Betriebsbahnhofneubau\DA02.dwb

Flachdach in Stahlbauweise, normal beheizte Bereiche (Bürotrakt)

Dämmung: Mineralfaserdämmung

Anwendungsgebiet nach DIN 4108-10: DAA

Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit: $\lambda_{AM} = 0,040 \text{ W/mK}$

z.B. Solarrock der Fa. Deutsche Rockwool GmbH & Co. KG o. glw

Bauteiltyp "Dachdecke" (1)

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

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,13
01 Trapezblech	13,50	–	–	–	–
02 Dampfsperre	0,50	–	–	–	–
03 Mineralfaserdämmung	20,00	20	4,0	0,040	5,00
04 Abdichtung gem. Objektplanung	0,15	–	–	–	–
R_{se}					0,04
<hr/>					
	d = 34,15	G =	4,0	$R_T =$	5,17

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,19 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

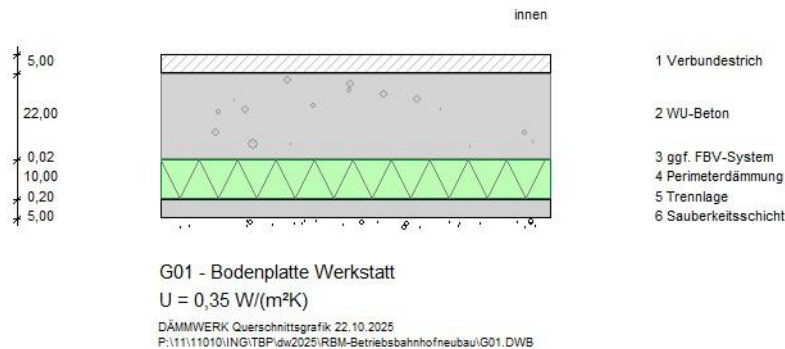
Decken beheizter Räume nach oben gegen Außenluft (DIN 4108-2:2013). Erhöhte Anforderungen für leichte Bauteile mit einer flächenbezogenen Gesamtmasse $< 100 \text{ kg/m}^2$

$R \quad 5,00 \geq 1,75 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

Anlage A – Bauphysikalische Bauteilberechnungen

3. Grundflächenbauteile

Bauteil: G01 - Bodenplatte Werkstatt



Perimeterdämmung gemäß Bauartgenehmigung für lastabtragende Fundamente, bei drückendem Wasser

5m-Randdämmstreifen

Anwendung: Perimeterdämmung gem. Allgemeiner Bauartgenehmigung

Dämmung: XPS-Dämmung

Anwendungsgebiet nach DIN 4108-10: PB

Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit: LAM = 0,038 W/(mK) (drückendes Wasser)

z.B. Ravatherm XPS 700 SL der Fa. Ravatherm Building Solutions Germany GmbH o. glw.

Es wurde im vorliegenden Fall eine XPS-Dämmung XPS 700 gewählt. Die zulässigen Druckspannungen sind durch den Tragwerksplaner zu prüfen.

Bauteiltyp "Fußboden gegen Erdreich" (9)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,17$ und $R_{se} = 0,00$ m²K/W

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W
R_{si}					0,17
01 Verbundestrich	5,00	–	–	–	–
02 WU-Beton	22,00	2300	506,0	2,300	0,10
03 ggf. FBV-System	0,02	–	–	–	–
04 Perimeterdämmung	10,00	25	2,5	0,038	2,63
05 Trennlage	0,20	–	–	–	–
06 Sauberkeitsschicht	5,00	–	–	–	–
R_{se}					0,00
<hr/>					
	d = 42,22	G = 508,5		$R_T = 2,90$	

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,35 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

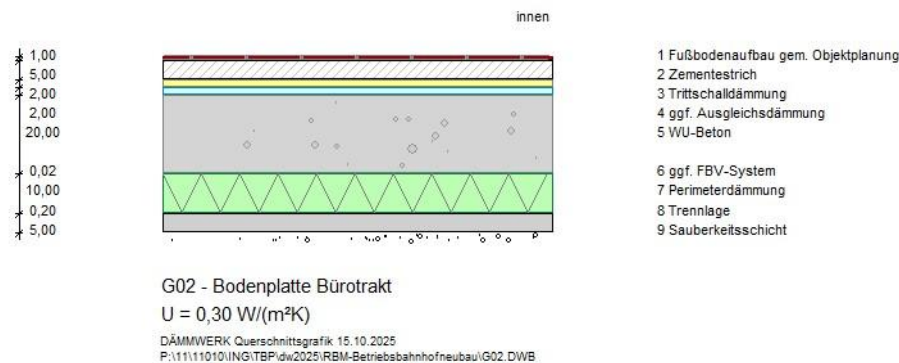
Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

R 2,73 ≥ 0,90 m²K/W erfüllt die Anforderungen

Anlage A – Bauphysikalische Bauteilberechnungen

Bauteil: G02 - Bodenplatte Bürotrakt



Perimeterdämmung gemäß Bauartgenehmigung für lastabtragende Fundamente, bei drückendem Wasser

5m-Randdämmstreifen

Anwendung: Perimeterdämmung gem. Allgemeiner Bauartgenehmigung

Dämmung: XPS-Dämmung

Anwendungsgebiet nach DIN 4108-10: PB

Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit: LAM = 0,038 W/(mK) (drückendes Wasser)

z.B. Ravatherm XPS 500 SL der Fa. Ravatherm Building Solutions Germany GmbH o. glw.

Es wurde im vorliegenden Fall eine XPS-Dämmung XPS 500 gewählt. Die zulässigen Druckspannungen sind durch den Tragwerksplaner zu prüfen.

Bauteiltyp "Fußboden gegen Erdreich" (9)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,17$ und $R_{se} = 0,00$ m²K/W

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W
R _{si}					0,17
01 Fußbodenaufbau gem. Objektplanun	1,00	-	-	-	-
02 Zementestrich	5,00	-	-	-	-
03 Trittschalldämmung	2,00	20	0,4	0,040	0,50
04 ggf. Ausgleichsdämmung	2,00	-	-	-	-
05 WU-Beton	20,00	2300	460,0	2,300	0,09
06 ggf. FBV-System	0,02	-	-	-	-
07 Perimeterdämmung	10,00	25	2,5	0,038	2,63
08 Trennlage	0,20	-	-	-	-
09 Sauberkeitsschicht	5,00	-	-	-	-
R _{se}					0,00
d =	45,22	G =	462,9	R _T =	3,39

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,30 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

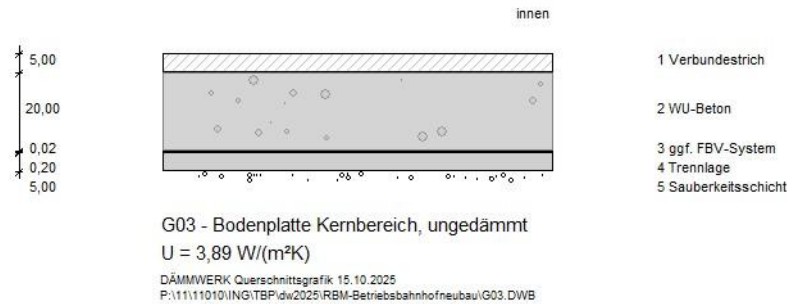
Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

R 3,22 ≥ 0,90 m²K/W erfüllt die Anforderungen

Anlage A – Bauphysikalische Bauteilberechnungen

Bauteil: G03 - Bodenplatte Kernbereich, ungedämmt



ungedämmtes Bauteil innerhalb des Kernbereichs

Bauteiltyp "Fußboden gegen Erdreich" (9)
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,17$ und $R_{se} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}				0,17
01 Verbundestrich	5,00	—	—	—
02 WU-Beton	20,00	2300	2,300	0,09
03 ggf. FBV-System	0,02	—	—	—
04 Trennlage	0,20	—	—	—
05 Sauberkeitsschicht	5,00	—	—	—
R_{se}				0,00
d =	30,22	G =	460,0	$R_T =$ 0,26

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 3,89 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Wärmetransfer über das Erdreich (EN ISO 13370:2018)

Bodenplatte auf Erdreich (2)

- ⇒ anstehendes Erdreich Sand oder Kies, $\lambda_g = 2,00 \text{ W/(mK)}$
- ⇒ Bodenplatte mit $A = 1470,0 \text{ m}^2$, $P = 160,0 \text{ m}$, Bodenplattenmaß $B' = 18,38 \text{ m}$
Durchgangswiderstand $R_{f,sog} = 0,26 \text{ m}^2\text{K/W}$
- ⇒ aufgehende Wand, Wanddicke $d_{w,e} = 0,38 \text{ m}$
waagerechte Randdämmung, Breite $D = 5,00 \text{ m}$, Dicke $d = 0,10 \text{ m}$, $\lambda = 0,038 \text{ W/(mK)}$;

wirksame Gesamtdicke (Bpl + Erdreich) d_f	0,894 m (Gl.3)
effektiver Wärmedurchgangskoeffizient der Bodenplatte $U_{fg,sog}$	0,285 W/(m ² K) (Gl. 4/5)
psi-Wert der waagerechten Randdämmung $\psi_{g,ed}$	-0,818 W/(mK) (Gl. D.5)
Wärmedurchgangskoeffizient mit Randdämmung $U_{fg,sog}'$	0,196 W/(m ² K) (Gl. D.4)
stationäre Wärmeübertragung über das Erdreich $H_g = A \cdot U_{fg,sog} + P \cdot \psi_g$	= 288,7 W/K (Gl.1)

4. Fenster, Türen, Vorhangfassaden

Der Wärmedurchgangskoeffizient für Fensterkonstruktionen ist nach DIN EN ISO 10 077 bzw. für Vorhangfassaden nach DIN EN ISO 12 631 zu ermitteln. Grundsätzlich setzt sich der Gesamtwärmedurchgangskoeffizient eines Fensters aus den Einzelwärmedurchgangskoeffizienten der Verglasung (U_g), dem Wärmedurchgangskoeffizienten des Rahmens (U_f) sowie dem längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten (Ψ_g) infolge des wärmetechnischen Einflusses des Scheibenrandverbunds zusammen. Somit sind zur Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten des Fensters / Vorhangfassade technische Angaben notwendig, die erst mit Kenntnis der tatsächlich ausgeführten Fensterkonstruktion vorliegen.

Für die Fassadenelemente wurde anhand der Modulabmessungen zunächst ein Rahmenanteil von bis zu 20 % angenommen. Ergeben sich im Zuge der Planungsfortschreibung größere Rahmenanteile bei einzelnen Elementen, ist ein thermisch verbessertes Profilsystem zu wählen. Für verglaste Außentüren wird aufgrund des erhöhten Verglasungsgewichts zunächst eine Zweischeibenisolierverglasung berücksichtigt.

Nach Festlegung der tatsächlichen Fensterabmessungen und der Rahmenmaterialien müssen die nachfolgenden Angaben überprüft werden.

Anlage A – Bauphysikalische Bauteilberechnungen

Bauteil: Regelfenster mit Dreischeiben-Isolierverglasung (F01)

Wärmedurchgangskoeffizient des Fensters

$$U_w \leq 1,00 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Die aus dem Nachweis resultierenden Anforderungen können zum Beispiel mit folgenden Eigenschaften erreicht werden. Der Nachweis über die Einhaltung ist durch den Hersteller zu erbringen.

Verglasung:

Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung:

$$U_g \leq 0,7 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung:

Angabe gemäß Nachweis SWS

Lichttransmissionsgrad:

$T_{D,65}$ Festlegung nach Verglasungsart

Scheibenrandverbund:

thermisch verbessert

Rahmen:

Rahmenanteil:

$$A_f \approx 30 \%$$

Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmens:

$$U_f \leq 1,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Bauteil: Pfosten-Riegelfassade Eingangsbereich mit Zweischeiben-Isolierverglasung (PRF01)

Wärmedurchgangskoeffizient des Fensters

$$U_{cw} \leq 1,40 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Die aus dem Nachweis resultierenden Anforderungen können zum Beispiel mit folgenden Eigenschaften erreicht werden. Der Nachweis über die Einhaltung ist durch den Hersteller zu erbringen.

Verglasung:

Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung:

$$U_g \leq 1,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung:

Angabe gemäß Nachweis SWS

Lichttransmissionsgrad:

$T_{D,65}$ Festlegung nach Verglasungsart

Scheibenrandverbund:

thermisch verbessert

Rahmen:

Rahmenanteil:

$$A_f \approx 20 \%$$

Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmens:

$$U_f \leq 1,50 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Außentüren:

Bauteil: T01 Sektionaltor Werkstatt mit Schlupftür

z.B. Hörmann APU F42 mit Schlupftür mit optionaler Klimadoppelscheibe ESG mit ThermoFrame

Wärmedurchgangskoeffizient:

$$U_D \leq 2,60 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

Bauteil: T02 Sektionaltor Werkstatt ohne Schlupftür

z.B. Hörmann APU F42 ohne Schlupftür mit optionaler Klimadoppelscheibe ESG mit ThermoFrame

Wärmedurchgangskoeffizient:

$$U_D \leq 2,40 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

Bauteil: T03 Außentür – transparent

Wärmedurchgangskoeffizient:

$$U_D \leq 1,40 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

Bauteil: T04 Außentür – opak

Wärmedurchgangskoeffizient:

$$U_D \leq 1,40 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

Bauteil: T05 Sektionaltor Waschhalle mit Schlupftür

z.B. Hörmann ALR F42 mit Schlupftür mit optionaler Klimadoppelscheibe ESG mit ThermoFrame

Wärmedurchgangskoeffizient:

$$U_D \leq 2,80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

Oberlicht/RWA (RWA01)

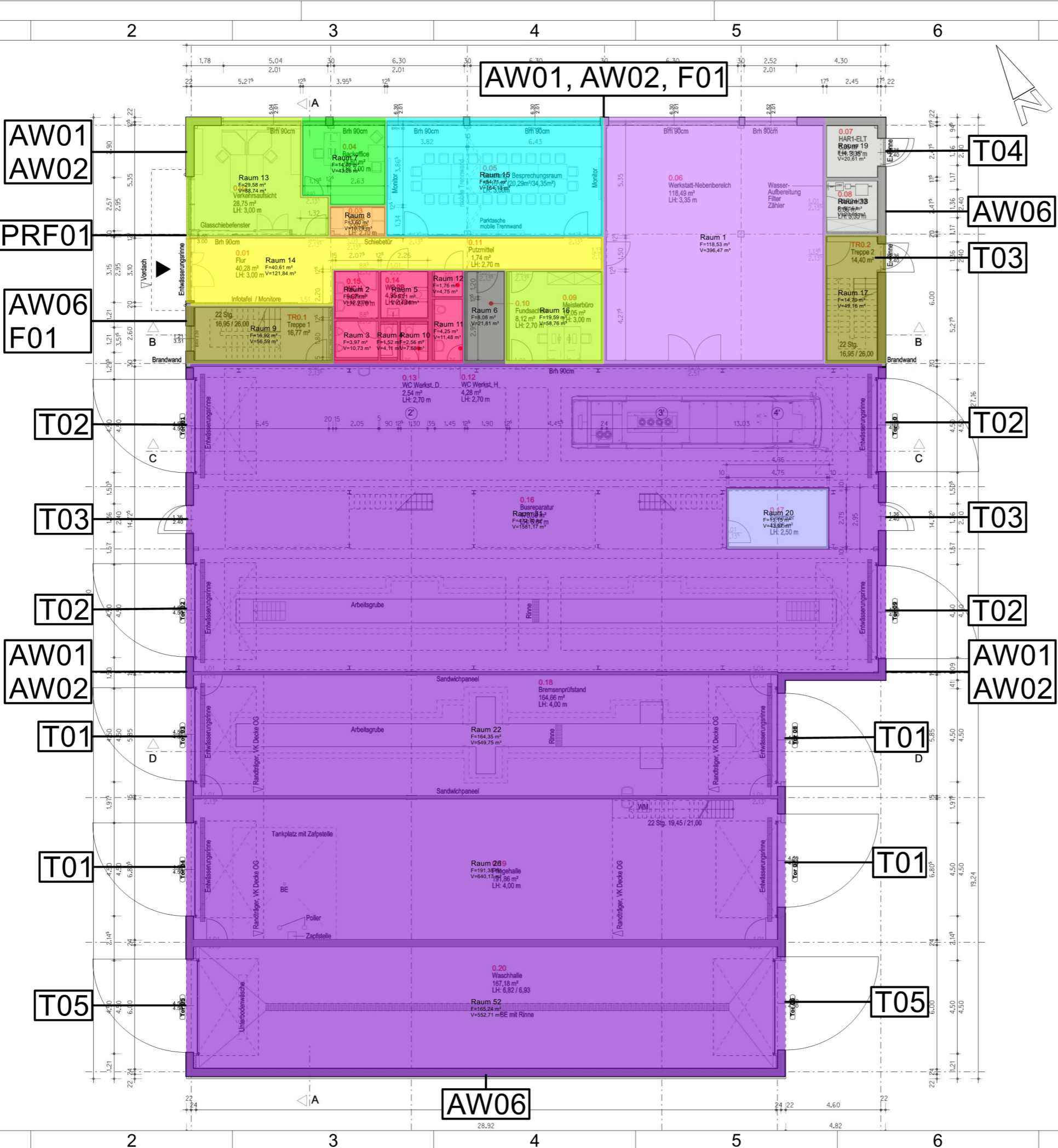
Thermisch getrennte Konstruktionen mit Mehrfach-Isolierverglasungen/Mehrfach-Kammern oder gedämmten Paneelen

Wärmedurchgangskoeffizient:

$$U_{OL} \leq 1,60 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

Anlage B Übersichtspläne Zonierung und Bauteilpositionen

Diese Zeichnung ist urheberrechtlich geschützt. Der Empfänger darf die Zeichnung nur zu dem ihm anvertrauten Zweck verwenden. Vervielfältigung oder Weitergabe an Dritte ist verboten und wird strafrechtlich verfolgt.



Legende

- 01 Einzelbüro
- 02 Gruppenbüro
- 03 Besprechung
- 04 Umkleide FBH
- 05 Sanitär
- 06 Sonst. Aufenthalt
- 07 Flur <19°C
- 08 TRH <19°C
- 09 Lager/Technik 1 - RLT
- 10 Lager/Technik 2 - FBH
- 11 Lager/Technik 3 - ELT
- 12 Serverraum
- 13 Werkstatt 1
- 14 Werkstatt 2
- 15 Werkstatt 3

Ingenieurbüro
Axel C. Rahn
GmbH
Die Bauphysiker.

Lützowstraße 70
D-10785 Berlin
Telefon : (030) 89 77 47 0
Telefax : (030) 89 77 47 99
eMail : mail@ib-rah.de
Internet : www.ib-rah.de

Positions- und Zonierungsplan
Erdgeschoss

Plan-Nr.: 227-02	
Papierformat: DIN A3	Maßstab: 1:200
Bearbeiter: CHS	Datum: 24.11.2025

Anlage B - Übersichtspläne
Zonierung und Bauteilpositionen

BV: Regiobus Hartmannsdorf

ACR 11010_40000

B

C

D

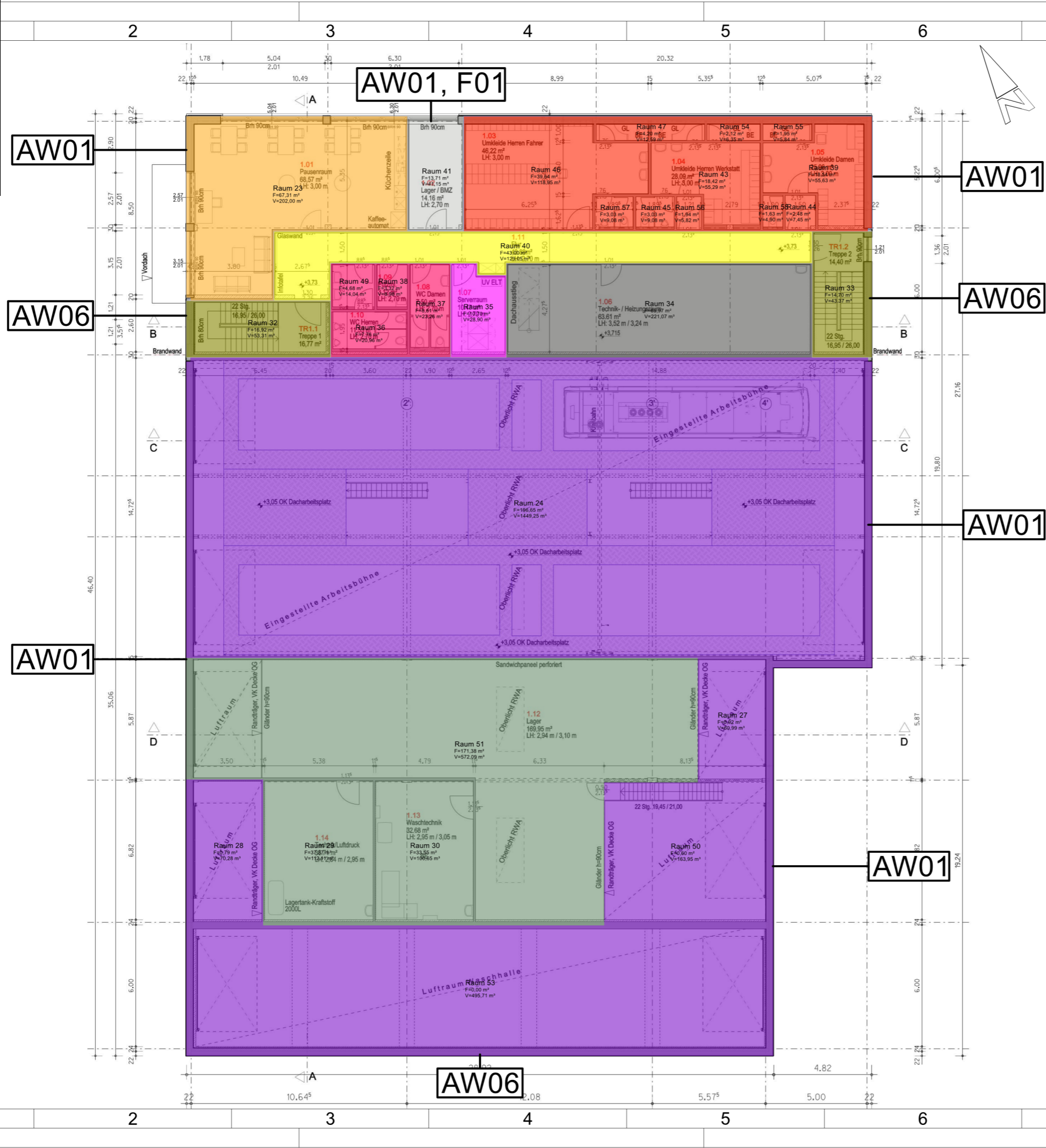
F

F

Format-Breite: DIN A3

Diese Zeichnung ist urheberrechtlich geschützt. Der Empfänger darf die Zeichnung nur zu dem ihm anvertrauten Zweck verwenden. Vervielfältigung oder Weitergabe an Dritte ist verboten und wird strafrechtlich verfolgt.

Format-Höhe: DIN A3



Legende

- 01 Einzelbüro
- 02 Gruppenbüro
- 03 Besprechung
- 04 Umkleide FBH
- 05 Sanitär
- 06 Sonst. Aufenthalt
- 07 Flur <19°C
- 08 TRH <19°C
- 09 Lager/Technik 1 - RLT
- 10 Lager/Technik 2 - FBH
- 11 Lager/Technik 3 - ELT
- 12 Serverraum
- 13 Werkstatt 1
- 14 Werkstatt 2
- 15 Werkstatt 3

Ingenieurbüro
Axel C. Rahn
GmbH
Die Bauphysiker.

Lützowstraße 70
D-10785 Berlin
Telefon : (030) 89 77 47 0
Telefax : (030) 89 77 47 99
eMail : mail@ib-rahm.de
Internet : www.ib-rahm.de

Positions- und Zonierungsplan
Obergeschoss

Plan-Nr.: 227-03	
Papierformat: DIN A3	Maßstab: 1:200
Bearbeiter: CHS	Datum: 24.11.2025

Anlage C Energiebilanz

Energetische Bewertung von Gebäuden

Projekt: Regiobus - GEG-Nachweis

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 "20251204-11010-40000-Bilanz"

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: 20251204-11010-40000-Bilanz-Referenz2020.dwe

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

Planungsgrundlagen

Objektplanung: 06.11.2025

TGA-Planung: 30.10.2025

Import: "P:\11\11010\ING\TBP\E-CAD\Import\20251118"

Luftdichtheit: Für den Sozialtrakt mit der RLT-Anlage wird die Gebäudeklasse 1 mit RLT und Dichtheitsprüfung angesetzt. Für den Werkhallenbereich (Zone 10, 13, 15) und die HAR-Räume (Zone 11) wird keine Dichtheitsprüfung angesetzt.

Die RLT-Anlage besitzt ein kombiniertes Heiz- und Kühlregister, das von einem Splitgerät (Direktverdampfer) mit Wärme und Kälte versorgt wird. Die Zonen 5, 7 und 9 werden ausschließlich über die RLT beheizt und gekühlt. Nach DIN V 18599 ist die Wärmeversorgung eines Heizregisters mit einem Direktverdampfungssystem nicht möglich. Um den Heizwärmebedarf des zentralen Heizregisters mit Direktverdampfer der RLT-Anlage für Zonen abbilden zu können, die keine statische Heizung besitzen, wurden die Zonen 5, 7 und 9 dem Heizkreis Industrie Fußbodenheizung zugeschlagen. Die Flächen der Zonen 5, 7 und 9 wurden in der Bilanz der Wärmeverteilung des Heizkreises nicht berücksichtigt, da keine Verteilverluste vorliegen.

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

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> 01 Einzelbüro	201 Einzelbüro	250	19,9	17,2	14	43
<2> 02 Gruppenbüro	202 Gruppenbüro	250	19,9	17,3	49	147
<3> 03 Besprechung	204 Besprechung,	250	19,9	17,3	55	164
<4> 04 Umkleide FBH	216 WC und Sanit	250	19,9	17,3	97	291
<5> 05 Sanitär	216 WC und Sanit	250	19,9	17,7	48	133
<6> 06 Sonst. Aufenthalt	217 Sonstige Auf	250	19,9	17,3	71	213
<7> 07 Flur <19°C	218 Nebenflächen	250	16,3	14,2	84	251
<8> 08 TRH <19°C	219 Verkehrsfläc	250	16,3	14,2	63	203
<9> 09 Lager/Technik 1 - R	220 Lager, Techn	250	16,3	14,3	74	243
<10> 10 Lager/Technik 2 - F	220 Lager, Techn	250	16,4	14,4	242	785
<11> 11 Lager/Technik 3 - E	220 Lager, Techn	250	16,2	14,1	26	83
<12> 12 Serverraum	221 Rechenzentru	365	21,0		11	29
<13> 13 Werkstatt 1	522 Gewerbliche	230	16,0	14,1	1193	5564
<14> 14 Werkstatt 2	522 Gewerbliche	230	16,1	14,3	119	397
<15> 15 Werkstatt 3	622 Gewerbliche	230	19,2	17,4	13	44
					2.159	8.589

Gebäude, $ANGF = 2158,8 \text{ m}^2$, $n_G = 2$ 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

ANGF = 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, T2

Begrenzung der U-Werte (U_{max} -Nachweis) GEG § 19

Hüllfläche	Zone	A m ²	U W/ (m ² K)	F_x	Anmerkungen	H_T W/K
001-AW01-Ost	4:0	20,6	0,31	1,00 FAW	50	6,4
002-AW01-Ost	13:0	144,5	0,31	1,00 FAW	50	44,8
003-AW01-Süd	6:0	0,8	0,31	1,00 FAW	50	0,2
004-AW01-Süd	7:0	0,8	0,31	1,00 FAW	50	0,2
007-AW01-Süd	13:0	33,7	0,31	1,00 FAW	50	10,5
008-AW01-Nord	1:0	7,4	0,31	1,00 FAW	50	2,3
009-AW01-Nord	2:0	10,2	0,31	1,00 FAW	50	3,1
010-AW01-Nord	3:0	13,5	0,31	1,00 FAW	50	4,2
011-AW01-Nord	4:0	75,0	0,31	1,00 FAW	50	23,3
012-AW01-Nord	6:0	22,9	0,31	1,00 FAW	50	7,1
013-AW01-Nord	11:0	14,8	0,31	1,00 FAW	50	4,6
014-AW01-Nord	13:0	1,5	0,31	1,00 FAW	50	0,5
015-AW01-Nord	14:0	16,5	0,31	1,00 FAW	50	5,1
016-AW01-West	2:0	11,3	0,31	1,00 FAW	50	3,5
017-AW01-West	6:0	21,9	0,31	1,00 FAW	50	6,8
018-AW01-West	7:0	2,5	0,31	1,00 FAW	50	0,8
019-AW01-West	10:0	18,3	0,31	1,00 FAW	50	5,7

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

020-AW01-West	13:0	126,3	0,31	1,00	FAW	50	39,2
021-AW02-Ost	8:0	3,1	0,40	1,00	FAW	50	1,2
022-AW02-Ost	11:0	2,4	0,40	1,00	FAW	50	1,0
023-AW02-Ost	13:0	5,0	0,40	1,00	FAW	50	2,0
024-AW02-Süd	13:0	16,6	0,40	1,00	FAW	50	6,6
025-AW02-Nord	1:0	0,3	0,40	1,00	FAW	50	0,1
026-AW02-Nord	2:0	2,8	0,40	1,00	FAW	50	1,1
027-AW02-Nord	3:0	5,3	0,40	1,00	FAW	50	2,1
028-AW02-Nord	11:0	1,4	0,40	1,00	FAW	50	0,6
029-AW02-Nord	14:0	5,3	0,40	1,00	FAW	50	2,1
030-AW02-West	2:0	1,4	0,40	1,00	FAW	50	0,6
031-AW02-West	8:0	1,4	0,40	1,00	FAW	50	0,6
032-AW02-West	13:0	5,0	0,40	1,00	FAW	50	2,0
033-AW06-Ost	8:0	37,3	0,24	1,00	FAW	50	9,0
034-AW06-Ost	11:0	15,4	0,24	1,00	FAW	50	3,7
035-AW06-Süd	8:0	1,5	0,24	1,00	FAW	50	0,4
036-AW06-Süd	13:0	200,6	0,24	1,00	FAW	50	48,6
037-AW06-Nord	8:0	0,8	0,24	1,00	FAW	50	0,2
038-AW06-West	8:0	15,1	0,24	1,00	FAW	50	3,7
039-DA01--	10:0	262,6	0,24	1,00	FD	50	63,0
040-DA01--	13:0	783,2	0,24	1,00	FD	50	188,0
041-DA02--	4:0	114,1	0,19	1,00	FD	50	22,0
042-DA02--	5:0	27,5	0,19	1,00	FD	50	5,3
043-DA02--	6:0	76,6	0,19	1,00	FD	50	14,8
044-DA02--	7:0	47,7	0,19	1,00	FD	50	9,2
045-DA02--	8:0	38,2	0,19	1,00	FD	50	7,4
046-DA02--	9:0	68,3	0,19	1,00	FD	50	13,2
047-DA02--	11:0	15,7	0,19	1,00	FD	50	3,0
048-DA02--	12:0	11,8	0,19	1,00	FD	50	2,3
049-F01-Ost	8:0	2,4	1,00	1,00	FF	50 02	2,4
050-F01-Nord	1:0	7,5	1,00	1,00	FF	50 02	7,5
051-F01-Nord	2:0	7,8	1,00	1,00	FF	50 02	7,8
052-F01-Nord	3:0	20,2	1,00	1,00	FF	50 02	20,2
053-F01-Nord	6:0	17,8	1,00	1,00	FF	50 02	17,8
054-F01-Nord	11:0	5,0	1,00	1,00	FF	50 02	5,0
055-F01-Nord	14:0	17,7	1,00	1,00	FF	50 02	17,7
056-F01-West	6:0	11,5	1,00	1,00	FF	50 02	11,5
057-F01-West	8:0	4,3	1,00	1,00	FF	50 02	4,3
058-G01--	13:0	455,3	3,89		LS	18 50 31	89,4
059-G01--	15:0	6,3	3,89		LS	18 50 31	1,2
060-G02--	1:0	16,8	3,89		LS	18 50 31	3,3
061-G02--	2:0	33,3	3,89		LS	18 50 31	6,5
062-G02--	3:0	52,5	3,89		LS	18 50 31	10,3
063-G02--	6:0	2,0	3,89		LS	18 50 31	0,4
064-G02--	7:0	16,6	3,89		LS	18 50 31	3,3
065-G01--	8:0	32,3	3,89		LS	18 50 31	6,3
066-G01--	11:0	16,8	3,89		LS	18 50 31	3,3
067-G01--	13:0	1,4	3,89		LS	18 50 31	0,3
068-G01--	14:0	67,4	3,89		LS	18 50 31	13,2
069-G03--	2:0	22,9	3,89		LS	74 50 31	4,5
070-G03--	3:0	8,0	3,89		LS	74 50 31	1,6
071-G03--	5:0	28,3	3,89		LS	74 50 31	5,6
072-G03--	6:0	2,1	3,89		LS	74 50 31	0,4
073-G03--	7:0	28,3	3,89		LS	74 50 31	5,5
074-G03--	8:0	5,9	3,89		LS	74 50 31	1,2
075-G03--	9:0	9,0	3,89		LS	74 50 31	1,8
076-G03--	13:0	599,2	3,89		LS	74 50 31	117,7
077-G03--	14:0	59,3	3,89		LS	74 50 31	11,7
078-G03--	15:0	7,6	3,89		LS	74 50 31	1,5
079-PRF01-West	2:0	8,7	1,40	1,00	FF	75 50 02	12,2
080-PRF01-West	7:0	9,3	1,40	1,00	FF	75 50 02	13,0

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

Die Bauphysiker.

081-RWA01--	9:0	1,5	1,60	1,00	F _F	72 50 02	2,4
082-RWA01--	10:0	9,6	1,60	1,00	F _F	72 50 02	15,4
083-RWA01--	13:0	14,4	1,60	1,00	F _F	72 50 02	23,0
084-T01-Ost	13:0	40,5	2,60	1,00	F _F	09 50 02	105,3
085-T01-West	10:0	4,0	2,60	1,00	F _F	09 50 02	10,5
086-T01-West	13:0	36,5	2,60	1,00	F _F	09 50 02	94,8
087-T02-Ost	13:0	40,5	2,40	1,00	F _F	09 50 02	97,2
088-T02-West	13:0	40,5	2,40	1,00	F _F	09 50 02	97,2
089-T03-Ost	8:0	3,3	1,40	1,00	F _F	09 50 02	4,6
090-T03-Ost	13:0	3,3	1,40	1,00	F _F	09 50 02	4,6
091-T03-West	13:0	3,3	1,40	1,00	F _F	09 50 02	4,6
092-T04-Ost	11:0	3,3	1,40	1,00	F _{AW}	09 50	4,6
093-T05-Ost	13:0	20,3	2,80	1,00	F _F	09 50 02	56,7
094-T05-West	13:0	20,3	2,80	1,00	F _F	09 50 02	56,7

$\Sigma A [m^2] = 4.133,4$

$\Sigma H_T [W/K] = 1.567,4$

Anmerkungen zur Hüllflächen-Tabelle

- 01 Temperatur-Korrekturfaktoren (F_X-Faktoren) nach DIN V 18599-2, Tab.5
 02 Die solaren Gewinne werden gesondert ermittelt (siehe unten).
 09 Außentür
 18 Die Fläche der Bodenplatte wird für den U_{max}-Nachweis reduziert (5m-Streifen)
 31 Der thermische Leitwert L_S für die Bodenplatte auf Erdreich wurde nach EN ISO 13370 gesondert berechnet (sh. Bauteilberechnung).
 50 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem U-Wert-Zuschlag von 0,10 W/(m²K) pauschal berücksichtigt.
 72 Lichtkuppel
 75 Vorhangfassade
 74 Die Hüllfläche wird im mittleren U-Wert nach Hüllflächengruppen (Abs.5.2.3) nicht berücksichtigt.

2.1 Wärmebrücken

Berechnung mit pauschalen Zuschlägen (siehe Hüllflächentabelle)

keine Wärmebrückenzuschläge für Gebäudegrundflächen, Wärmebrückenzuschläge ohne Temperaturkorrektur
 $H_{T,WB} = 413,3 \text{ W/K}$ (26,4 %, 0,100 W/(m²K)), 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> 01 Einzelbüro	13	0	3	16	0	0
<2> 02 Gruppenbüro	38	4	7	49	0	0
<3> 03 Besprechung	36	2	10	48	0	0
<4> 04 Umkleide FBH	73	0	0	73	0	0
<5> 05 Sanitär	11	6	0	16	0	0
<6> 06 Sonst. Aufenthalt	74	0	0	75	0	0
<7> 07 Flur <19°C	34	6	3	43	0	0
<8> 08 TRH <19°C	48	1	6	56	0	0
<9> 09 Lager/Technik 1 -	23	2	0	25	0	0
<10> 10 Lager/Technik 2 -	124	0	0	124	0	0
<11> 11 Lager/Technik 3 -	30	0	3	33	0	0
<12> 12 Serverraum	3	0	0	3	0	0
<13> 13 Werkstatt 1	1141	118	90	1349	0	0
<14> 14 Werkstatt 2	42	12	13	66	0	0
<15> 15 Werkstatt 3	0	1	1	3	0	0
	1690	151	138	1979		

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

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

spezifischer, auf die Umfassungsflächen bezogener Transmissionswärmetransferkoeffizient
 $H'_{T,vorh} = (H_{T,D} + F_x \cdot H_{T,iu} + F_x \cdot H_{T,s}) / A = 1.979,4 / 4.133,4 = \mathbf{0,48 \text{ W/(m}^2\text{K)}}$

2.3 Begrenzung der U-Werte (Nachweis)

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 $T_i \geq 19^\circ\text{C}$	0,23	1,00	1,40	
Zonen $T_i < 19^\circ\text{C}$	0,24	2,32	1,40	1,60

für den U_{max} -Nachweis wurden reduzierte Grundflächen (Randstreifen) berücksichtigt:

"058-G01--", $A_{Rand} = 455,3 - 0,0 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,350 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 "059-G01--", $A_{Rand} = 6,3 - 0,0 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,350 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 "065-G01--", $A_{Rand} = 32,3 - 0,0 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,350 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 "066-G01--", $A_{Rand} = 16,8 - 0,0 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,350 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 "067-G01--", $A_{Rand} = 1,4 - 0,0 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,350 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 "068-G01--", $A_{Rand} = 67,4 - 0,0 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,350 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 "060-G02--", $A_{Rand} = 16,8 - 0,0 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,300 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 "061-G02--", $A_{Rand} = 33,3 - 0,0 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,300 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 "062-G02--", $A_{Rand} = 52,5 - 0,0 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,300 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 "063-G02--", $A_{Rand} = 2,0 - 0,0 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,300 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 "064-G02--", $A_{Rand} = 16,6 - 0,0 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,300 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Die Höchstwerte für Wärmedurchgangskoeffizienten werden eingehalten, **Nachweis erbracht**
 kleinste Grenzwertunterschreitung: $U = 1,40 \text{ W/(m}^2\text{K)} = 1,50 \text{ W/(m}^2\text{K)} - 6,7\%$

2.4 Wärmeverluste der thermischen Gebäudehülle

Bauteil	U-Wert W/ (m²K)	U/U _{EnEV}	Fläche A m²	H _T W/K
AW01 - Stahlkassettenprofi	0,31		542 13 %	168 11 %
AW02 - Sockelbereich Sandw	0,40		50 1 %	20 1 %
AW06 - Vorgehängte Fassade	0,24		271 7 %	66 4 %
DA01 - Trapezblechdach, We	0,24		1046 25 %	251 16 %
DA02 - Trapezblechdach Bür	0,19		400 10 %	77 5 %
F01 Außenfenster	1,00	77 %	94 2 %	94 6 %
G03 - Bodenplatte Kernbere	3,89	1297 %	1471 36 %	289 18 %
PRF01 - Pfosten-Riegel-Kon	1,40		18 0 %	25 2 %
RWA01 - Oberlicht/RWA	1,60	114 %	26 1 %	41 3 %
T01 Sektionaltor Werkstatt	2,60	200 %	81 2 %	211 13 %
T02 Sektionaltor Werkstatt	2,40	185 %	81 2 %	194 12 %
T03 Außentür transparent	1,40	108 %	10 0 %	14 1 %
T04 opake Außentüren	1,40	78 %	3 0 %	5 0 %
T05 Sektionaltor Waschhall	2,80	215 %	41 1 %	113 7 %
			4133 100 %	1.567 100 %

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

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

3.0 Lüftungswärmetransfer (DIN V 18599-2)

Gebäudedichtheit Regelwert, Kategorie I, mit RLT-Anlage mit Dichtheitsprüfung (T2, Tab.7), $n_{50} = 1,00 \text{ h}^{-1}$
 Nettoraumvolumen $> 1.500 \text{ m}^3 \Rightarrow n_{50} = q_{50} \cdot \Sigma A / V = 2 \cdot 4133 / 8589 = 0,96 \text{ (Gl.68)}$

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

Gebäude ohne Außenluftdurchlässe

Ohne bedarfsabhängige Außenluft-Volumenstromregelung

Luftaustausch zwischen Gebäudezonen nicht relevant

Zone	ALD	n_{50} h^{-1}	V_A $\text{m}^3 / (\text{m}^2 \text{h})$	Luftwechsel n_{nutz} h^{-1}	n_{inf} h^{-1}	Fenster n_{win} h^{-1}	Lüftungsanlage $n_{\text{m,ZUL}}$ h^{-1}	$t_{V,m}$ h/d
<1> 01 Einzelbüro	-	1,47	4,00	1,33	0,10	0,62	-	-
<2> 02 Gruppenbüro	-	1,33	4,00	1,33	0,09	0,10	1,34	13
<3> 03 Besprechung	-	1,21	15,00	5,00	0,08	2,31	-	-
<4> 04 Umkleide FB	-	1,44	15,00	5,00	0,10	0,10	5,00	13
<5> 05 Sanitär	-	0,84	15,00	5,46	0,06	0,10	5,46	13
<6> 06 Sonst. Aufe	-	1,46	7,00	2,33	0,10	1,08	-	-
<7> 07 Flur <19°C	-	0,84	0,15	0,05	0,06	0,10	0,05	13
<8> 08 TRH <19°C	-	1,44	0,00	0,00	0,10	0,10	-	-
<9> 09 Lager/Techn	-	0,65	0,15	0,05	0,05	0,10	0,05	13
<10> 10 Lager/Tech	-	2,25	0,15	0,05	0,16	0,10	-	-
<11> 11 Lager/Tech	-	5,44	0,15	0,05	0,38	0,10	-	13
<12> 12 Serverraum	-	0,82	1,30	0,48	0,06	0,10	0,48	24
<13> 13 Werkstatt	-	2,79	2,50	0,54	0,20	0,24	-	-
<14> 14 Werkstatt	-	2,51	2,50	0,75	0,18	0,10	0,75	10
<15> 15 Werkstatt	-	1,90	1,50	0,45	0,08	0,25	-	10
⇒ WE-Betrieb ...								
<1> 01 Einzelbüro			0,00	0,00	0,10	0,10		
<2> 02 Gruppenbüro			0,00	0,00	0,09	0,10		
<3> 03 Besprechung			0,00	0,00	0,08	0,10		
<4> 04 Umkleide FBH			0,00	0,00	0,10	0,10		
<5> 05 Sanitär			0,00	0,00	0,06	0,10		
<6> 06 Sonst. Aufenthalt			0,00	0,00	0,10	0,10		
<7> 07 Flur <19°C			0,00	0,00	0,06	0,10		
<8> 08 TRH <19°C			0,00	0,00	0,10	0,10		
<9> 09 Lager/Technik 1 - RLT			0,00	0,00	0,05	0,10		
<10> 10 Lager/Technik 2 - FBH			0,00	0,00	0,16	0,10		
<11> 11 Lager/Technik 3 - ELT			0,00	0,00	0,38	0,10		
<13> 13 Werkstatt 1			0,00	0,00	0,20	0,10		
<14> 14 Werkstatt 2			0,00	0,00	0,18	0,10		
<15> 15 Werkstatt 3			0,00	0,00	0,13	0,10		

Zone <2> RLT-Anlage (204) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 197 / 197 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG75
 Zone <4> RLT-Anlage (204) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 1454 / 1454 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG75
 Zone <5> RLT-Anlage (204) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 727 / 727 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG75
 Zone <7> RLT-Anlage (204) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 13 / 13 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG75
 Zone <9> RLT-Anlage (204) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 11 / 11 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG75
 Zone <11> RLT-Anlage (000) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 0 / 4 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom
 Zone <12> RLT-Anlage (204) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 14 / 14 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG75
 Zone <14> RLT-Anlage (204) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 296 / 296 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG75
 Zone <15> RLT-Anlage (000) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 0 / 20 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom

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 $n_{\text{win,min}} = \text{saisonal nach Gl.77}$

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

Reduzierter Außenluft-Volumenstroms für schadstoffarme Gebäude ohne RLT, Zonen 1 / 3 / 6 /
 $\Delta n_{win} = n_{nutz} - (n_{nutz} - 0.2) * n_{inf} - 0.1$ (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 Lüftung	V m³	HV _{V,z,Jan} W/K	HV _{V,inf} W/K	HV _{V,win} W/K	Σ HV _V W/K	HV _{V,mech} W/K	θ _{V,Jan} °C
<1> 01 Einzelbüro	43	0	2	9	11	0	
<2> 02 Gruppenbüro	147	0	5	5	10	36	21,0
<3> 03 Besprechung	164	0	5	129	133	0	
<4> 04 Umkleide FBH	291	0	10	10	20	268	21,0
<5> 05 Sanitär	133	0	3	5	7	134	21,0
<6> 06 Sonst. Aufent	213	0	7	78	85	0	
<7> 07 Flur <19°C	251	0	5	9	14	2	21,0
<8> 08 TRH <19°C	203	0	7	7	14	0	
<9> 09 Lager/Technik	243	0	4	8	12	2	21,0
<10> 10 Lager/Techni	785	0	42	27	69	0	
<11> 11 Lager/Techni	83	0	11	3	13	0	2,9
<12> 12 Serverraum	29	0	1	1	2	5	21,0
<13> 13 Werkstatt 1	5.564	0	370	452	822	0	
<14> 14 Werkstatt 2	397	0	24	14	37	42	21,0
<15> 15 Werkstatt 3	44	0	1	4	5	0	2,9
		0	495	758	1253	489	
⇒ WE-Betrieb ...							
<1> 01 Einzelbüro		0	2	1	3		
<2> 02 Gruppenbüro		0	5	5	10		
<3> 03 Besprechung		0	5	6	10		
<4> 04 Umkleide FBH		0	10	10	20		
<5> 05 Sanitär		0	3	5	7		
<6> 06 Sonst. Aufenthalt		0	7	7	15		
<7> 07 Flur <19°C		0	5	9	14		
<8> 08 TRH <19°C		0	7	7	14		
<9> 09 Lager/Technik 1 - R		0	4	8	12		
<10> 10 Lager/Technik 2 - F		0	42	27	69		
<11> 11 Lager/Technik 3 - E		0	11	3	13		
<13> 13 Werkstatt 1		0	370	189	559		
<14> 14 Werkstatt 2		0	24	14	37		
<15> 15 Werkstatt 3		0	2	1	3		
		0	495	291	786		

$HV_{V,z} = V * 0.34$ [W/K] = Wärmetransferkoeffizient Lüftung zu angrenzenden Zonen, monatlich, temperaturgewichtet

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

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

$\Sigma HV_V = HV_{V,z,Jan} + HV_{V,inf} + HV_{V,win}$, 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

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

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	A_g m^2	I_S , Jan/Jul W/m^2	g_{eff} , Jan/Jul %	Q_S , Jan/Jul kWh/d
049-F01-Ost	8	1,70	25/ 138	30/ 28	7104m 0,3/ 1,6
050-F01-Nord	1	5,23	10/ 81	39/ 39	" 0,5/ 3,9
051-F01-Nord	2	5,45	10/ 81	39/ 39	" 0,5/ 4,1
052-F01-Nord	3	14,13	10/ 81	39/ 39	" 1,3/ 10,6
053-F01-Nord	6	12,43	10/ 81	39/ 39	" 1,2/ 9,3
054-F01-Nord	11	3,53	10/ 81	39/ 39	" 0,3/ 2,6
055-F01-Nord	14	12,41	10/ 81	39/ 39	" 1,1/ 9,3
056-F01-West	6	8,05	17/ 117	30/ 28	" 1,0/ 6,3
057-F01-West	8	2,97	17/ 117	30/ 28	" 0,4/ 2,3
079-PRF01-West	2	6,94	17/ 117	31/ 29	" 0,9/ 5,6
080-PRF01-West	7	7,46	17/ 117	39/ 39	7100 1,2/ 8,1
081-RWA01--	9	1,05	29/ 210	44/ 44	" 0,3/ 2,3
082-RWA01--	10	6,72	29/ 210	44/ 44	" 2,0/ 14,8
083-RWA01--	13	10,08	29/ 210	44/ 44	" 3,1/ 22,2
084-T01-Ost	13	24,30	25/ 138	47/ 47	" 6,9/ 38,1
085-T01-West	10	2,43	17/ 117	47/ 47	" 0,5/ 3,2
086-T01-West	13	21,87	17/ 117	47/ 47	" 4,2/ 29,1
087-T02-Ost	13	24,30	25/ 138	47/ 47	" 6,9/ 38,1
088-T02-West	13	24,30	17/ 117	47/ 47	" 4,7/ 32,3
089-T03-Ost	8	2,28	25/ 138	47/ 47	" 0,6/ 3,6
090-T03-Ost	13	2,28	25/ 138	47/ 47	" 0,6/ 3,6
091-T03-West	13	2,28	17/ 117	47/ 47	" 0,4/ 3,0
093-T05-Ost	13	12,15	25/ 138	47/ 47	" 3,5/ 19,1
094-T05-West	13	12,15	17/ 117	47/ 47	" 2,3/ 16,2
		226,50			45/ 289

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

7104: aus dem Bauteilbezug, Außenjalousie 45° grau

7100: aus dem Bauteilbezug, ohne Sonnenschutz

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

Berechnung von g_{tot} , 13363-Werten nach EN 13363-1 mit $\tau_{e,B}$ und $\rho_{e,B}$ nach DIN V 18599-2, Tab.8 sowie den Parametern $G1 = 5$, $G2 = 10$ 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 Nichtwohnozonen 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_{Wj} / a_{S0} = Parameter (0..1) für die zeitliche Aktivierung der Sonnenschutzvorrichtung nach Tab A.4 / A.5

4.2 Solare Wärmeeinträge über opake Hüllflächen

nicht bilanziert

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

4.3 solare Wärmegewinne

Zone	Sep kWh	Okt kWh	Nov kWh	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Jahr kWh
über Fenster ...								
<1> 01 Einzelb	60	38	19	11	15	24	47	738
<2> 02 Gruppen	183	113	49	28	43	60	143	2.053
<3> 03 Besprec	161	102	51	28	41	66	126	1.995
<4> 04 Umkleid	-	-	-	-	-	-	-	-
<5> 05 Sanitär	-	-	-	-	-	-	-	-
<6> 06 Sonst.	279	174	78	45	66	97	219	3.213
<7> 07 Flur <1	164	101	39	24	36	46	129	1.806
<8> 08 TRH <19	146	96	35	22	41	45	120	1.652
<9> 09 Lager/T	42	26	10	6	10	14	33	492
<10> 10 Lager/	334	209	81	47	78	105	264	3.870
<11> 11 Lager/	40	25	13	7	10	16	31	498
<12> 12 Server	-	-	-	-	-	-	-	-
<13> 13 Werkst	3.821	2.479	921	557	1.014	1.176	3.111	43.848
<14> 14 Werkst	142	89	45	25	36	58	111	1.752
<15> 15 Werkst	-	-	-	-	-	-	-	-
	5.372	3.452	1.342	799	1.389	1.708	4.333	61.916

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

Zone	A _B m ²	Q _{I,p} kWh/d	Q _{I,fac} kWh/d	Q _{I,g} kWh/d	Q _I kWh/d
<1> 01 Einzelbüro	14	0,4	0,6	0,0	1,1
<2> 02 Gruppenbüro	49	1,5	2,1	0,0	3,6
<3> 03 Besprechung	55	5,1	0,4	0,0	5,5
<4> 04 Umkleide FBH	97	-	-	0,0	0,0
<5> 05 Sanitär	48	-	-	0,0	0,0
<6> 06 Sonst. Aufenthalt	71	6,6	0,6	0,0	7,2
<7> 07 Flur <19°C	84	-	-	0,0	0,0
<8> 08 TRH <19°C	63	-	-	0,0	0,0
<9> 09 Lager/Technik 1 - RL	74	-	-	0,0	0,0
<10> 10 Lager/Technik 2 - FB	242	-	-	0,0	0,0
<11> 11 Lager/Technik 3 - EL	26	-	-	0,0	0,0
<12> 12 Serverraum	11	0,1	19,3	0,0	19,4
<13> 13 Werkstatt 1	1193	47,7	333,9	0,0	381,6
<14> 14 Werkstatt 2	119	4,7	33,2	0,0	37,9
<15> 15 Werkstatt 3	13	0,4	3,7	0,0	4,1
⇒ WE-Betrieb ...					
<1> 01 Einzelbüro		-	-	0,0	0,0
<2> 02 Gruppenbüro		-	-	0,0	0,0
<3> 03 Besprechung		-	-	0,0	0,0
<4> 04 Umkleide FBH		-	-	0,0	0,0
<5> 05 Sanitär		-	-	0,0	0,0
<6> 06 Sonst. Aufenthalt		-	-	0,0	0,0
<7> 07 Flur <19°C		-	-	0,0	0,0
<8> 08 TRH <19°C		-	-	0,0	0,0
<9> 09 Lager/Technik 1 - RL		-	-	0,0	0,0
<10> 10 Lager/Technik 2 - FB		-	-	0,0	0,0
<11> 11 Lager/Technik 3 - EL		-	-	0,0	0,0
<13> 13 Werkstatt 1		-	-	0,0	0,0
<14> 14 Werkstatt 2		-	-	0,0	0,0
<15> 15 Werkstatt 3		-	-	0,0	0,0

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

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> 01 Einzelbüro	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
<2> 02 Gruppenbüro	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0
<3> 03 Besprechung	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0
<4> 04 Umkleide FBH	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0
<5> 05 Sanitär	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0
<6> 06 Sonst. Aufenthalt	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
<7> 07 Flur <19°C	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
<8> 08 TRH <19°C	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
<9> 09 Lager/Technik 1 – RLT	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
<10> 10 Lager/Technik 2 – FBH	0,0	0,3	0,1	0,0	0,0
<11> 11 Lager/Technik 3 – ELT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<12> 12 Serverraum	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0
<13> 13 Werkstatt 1	0,0	29,9	0,7	0,0	0,0
<14> 14 Werkstatt 2	0,0	3,1	0,0	0,0	0,0
<15> 15 Werkstatt 3	0,0	0,5	0,0	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

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

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	$\Sigma H_{V, \text{mech}}$ W/K	Q_{sink} kWh/d	Q_{source} kWh/d	γ
<1> 01 Einzelbüro	16	11	0	13	2	0,144
<2> 02 Gruppenbüro	49	10	36	29	6	0,210
<3> 03 Besprechung	48	133	0	85	8	0,098
<4> 04 Umkleide FBH	73	20	268	46	2	0,047
<5> 05 Sanitär	16	7	134	13	1	0,086
<6> 06 Sonst. Aufenthalt	75	85	0	76	10	0,137
<7> 07 Flur <19°C	43	14	2	24	1	0,057
<8> 08 TRH <19°C	56	14	0	30	2	0,077
<9> 09 Lager/Technik 1 - RL	25	12	2	17	1	0,030
<10> 10 Lager/Technik 2 - FB	124	69	0	89	3	0,034
<11> 11 Lager/Technik 3 - EL	33	13	0	19	0	0,019
<12> 12 Serverraum	3	2	5	2	20	8,328
<13> 13 Werkstatt 1	1349	822	0	879	445	0,506
<14> 14 Werkstatt 2	66	37	42	47	42	0,893
<15> 15 Werkstatt 3	3	5	0	4	5	1,034

Zone	C_{wirk} Wh / (m²K)	H W/K	τ h	a -	η -	η_{WE}
<1> 01 Einzelbüro	50	27	26,75	2,67	0,995	1,000
<2> 02 Gruppenbüro	50	95	25,85	2,62	0,987	1,000
<3> 03 Besprechung	50	182	15,06	1,94	0,990	1,000
<4> 04 Umkleide FBH	50	360	13,45	1,84	0,997	1,000
<5> 05 Sanitär	50	157	15,39	1,96	0,993	1,000
<6> 06 Sonst. Aufenthalt	50	160	22,17	2,39	0,992	1,000
<7> 07 Flur <19°C	50	58	71,56	5,47	1,000	1,000
<8> 08 TRH <19°C	90	70	81,86	6,12	1,000	1,000
<9> 09 Lager/Technik 1 - RL	50	39	94,14	6,88	1,000	1,000
<10> 10 Lager/Technik 2 - FB	90	193	113,11	8,07	1,000	1,000
<11> 11 Lager/Technik 3 - EL	90	47	50,18	4,14	1,000	1,000
<12> 12 Serverraum	50	10	55,03	4,44	0,120	
<13> 13 Werkstatt 1	90	2170	49,46	4,09	0,969	1,000
<14> 14 Werkstatt 2	90	146	73,20	5,58	0,891	1,000
<15> 15 Werkstatt 3	90	8	153,10	10,57	0,898	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

$\Sigma H_{V, \text{mech}}$ = 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 Wärmespeichereffizienz, Standardwert 50 bis maximal 130 Wh/(m²K) bei schweren Bauweisen mit normalen Raumhöhen und ohne Innenvorhänge, 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

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

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
T_e	d/m °C	31 1,0	28 1,9	31 4,7	30 9,2	31 14,1	30 16,7	31 19,0	31 18,6	30 14,3	31 9,5	30 4,1	31 0,9
⇒ Zonen ...													
$T_{i,1}$	°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
$T_{i,2}$	°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
$T_{i,3}$	°C	19,9	19,9	20,1	20,3	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
$T_{i,4}$	°C	19,9	19,9	20,1	20,3	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,0	19,9
$T_{i,5}$	°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	19,9	20,0	20,1	20,4	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
$T_{i,7}$	°C	16,3	16,3	16,4	16,7	16,9	17,0	17,1	17,1	16,9	16,7	16,4	16,3
$T_{i,8}$	°C	16,3	16,4	16,5	16,7	16,9	17,0	17,1	17,1	16,9	16,7	16,4	16,3
$T_{i,9}$	°C	16,3	16,4	16,5	16,7	16,9	17,0	17,1	17,1	16,9	16,7	16,5	16,3
$T_{i,10}$	°C	16,4	16,4	16,5	16,7	16,9	17,0	17,1	17,1	16,9	16,7	16,5	16,4
$T_{i,11}$	°C	16,2	16,3	16,4	16,6	16,9	17,0	17,1	17,1	16,9	16,6	16,4	16,2
$T_{i,12}$	°C	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0
$T_{i,13}$	°C	16,0	16,1	16,2	16,5	16,8	17,0	17,1	17,1	16,8	16,5	16,2	16,0
$T_{i,14}$	°C	16,1	16,1	16,3	16,6	16,8	17,0	17,1	17,1	16,8	16,6	16,3	16,1
$T_{i,15}$	°C	19,2	19,3	19,4	19,6	19,8	19,9	20,0	19,9	19,8	19,6	19,3	19,2
⇒ WE-Betrieb ...													
$T_{i,1}$	°C	17,2	17,4	17,9	18,8	19,7	20,2	20,6	20,5	19,7	18,8	17,8	17,2
$T_{i,2}$	°C	17,3	17,4	18,0	18,8	19,7	20,2	20,6	20,6	19,7	18,9	17,8	17,2
$T_{i,3}$	°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	17,7	17,8	18,3	19,0	19,8	20,3	20,7	20,6	19,9	19,1	18,2	17,6
$T_{i,6}$	°C	17,3	17,4	17,9	18,8	19,7	20,2	20,6	20,6	19,7	18,8	17,8	17,2
$T_{i,7}$	°C	14,2	14,3	14,8	15,6	16,5	16,9	17,4	17,3	16,5	15,7	14,7	14,2
$T_{i,8}$	°C	14,2	14,4	14,9	15,6	16,5	16,9	17,3	17,3	16,5	15,7	14,8	14,2
$T_{i,9}$	°C	14,3	14,5	14,9	15,7	16,5	16,9	17,3	17,3	16,5	15,7	14,8	14,3
$T_{i,10}$	°C	14,4	14,5	15,0	15,7	16,5	17,0	17,3	17,3	16,6	15,8	14,9	14,4
$T_{i,11}$	°C	14,1	14,2	14,7	15,6	16,5	16,9	17,4	17,3	16,5	15,6	14,6	14,0
$T_{i,12}$	°C	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0
$T_{i,13}$	°C	14,1	14,3	14,8	15,6	16,5	16,9	17,4	17,3	16,5	15,6	14,7	14,1
$T_{i,14}$	°C	14,3	14,5	14,9	15,7	16,5	16,9	17,3	17,3	16,5	15,7	14,8	14,3
$T_{i,15}$	°C	17,4	17,5	17,9	18,5	19,2	19,5	19,9	19,8	19,2	18,5	17,8	17,3

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

7.1 Zone <1> 01 Einzelbüro

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,829	0,964	0,991	0,996	0,995	0,992	0,979	0,802
$\eta_{\text{source,WE}}$		0,851	0,990	1,000	1,000	1,000	0,999	0,993	0,772
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	8	13	12	13	13	12	13	140
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	7.056
$Q_{h,b,RE}$	kWh	36	110	184	236	233	194	167	1.290
$Q_{h,b,WE}$	kWh	–	18	42	58	56	44	33	256
Q_T	kWh	71	126	180	221	220	190	179	1.482
Q_V	kWh	37	65	93	114	113	98	92	765
Q_S^*	kWh	50	37	19	10	15	24	46	478
Q_I^*	kWh	22	27	28	31	29	25	27	263

$\eta_{\text{source}} / \eta_{\text{source,WE}}$ = 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 $Q_S^* = Q_S \cdot \eta$ und interne Wärmegewinne $Q_I^* = Q_I \cdot \eta$

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

7.2 Zone <2> 02 Gruppenbüro

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9 \text{ °C}$ und $Q_I = 3,6 \text{ kWh/d}$

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}		0,775	0,921	0,979	0,988	0,987	0,982	0,949	0,785
$\eta_{\text{source,WE}}$		0,864	0,993	1,000	1,000	1,000	1,000	0,995	0,791
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	67	44	42	44	44	39	44	502
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	6.438
$Q_{h,b,RE}$	kWh	77	198	362	471	464	386	308	2.519
$Q_{h,b,WE}$	kWh	–	50	126	173	167	135	94	755
Q_T	kWh	214	380	540	664	660	570	538	4.454
Q_V	kWh	36	64	90	111	111	95	90	893
Q_S^*	kWh	147	107	48	28	42	59	138	1.359
Q_I^*	kWh	71	89	95	103	98	85	89	882

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

7.3 Zone <3> 03 Besprechung

Regelbetrieb (68,5%)

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

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}		0,896	0,963	0,985	0,990	0,990	0,987	0,978	0,857
$\eta_{source,WE}$		0,910	0,997	1,000	1,000	1,000	1,000	0,998	0,798
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	68	48	47	48	48	44	48	535
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	7.056
$Q_{h,b,RE}$	kWh	413	847	1.299	1.633	1.623	1.379	1.252	9.844
$Q_{h,b,WE}$	kWh	–	48	120	168	163	128	94	734
Q_T	kWh	210	373	531	652	649	560	529	4.377
Q_V	kWh	429	761	1.082	1.330	1.323	1.142	1.079	8.925
Q_S^*	kWh	145	99	51	28	40	65	124	1.448
Q_I^*	kWh	123	140	143	154	147	128	137	1.442

7.4 Zone <4> 04 Umkleide FBH

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,980	0,992	0,996	0,997	0,997	0,996	0,995	0,992
$\eta_{source,WE}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	51	86	83	86	86	78	86	760
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	8.760
$Q_{h,b,RE}$	kWh	247	464	641	780	776	671	640	6.274
$Q_{h,b,WE}$	kWh	64	118	206	270	268	228	203	1.628
Q_T	kWh	317	562	799	982	977	843	796	6.589
Q_V	kWh	37	65	92	114	113	98	92	1.846
Q_S^*	kWh	–	–	–	–	–	–	–	–
Q_I^*	kWh	43	45	44	46	46	41	46	533

7.5 Zone <5> 05 Sanitär

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,958	0,983	0,991	0,993	0,993	0,992	0,990	0,984
$\eta_{source,WE}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	23	41	42	43	43	39	43	370
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	8.637
$Q_{h,b,RE}$	kWh	51	106	143	172	171	148	143	1.663
$Q_{h,b,WE}$	kWh	7	12	34	50	49	41	32	252
Q_T	kWh	72	128	182	223	222	192	181	1.500
Q_V	kWh	7	12	17	21	21	18	17	681
Q_S^*	kWh	–	–	–	–	–	–	–	–
Q_I^*	kWh	21	22	22	23	23	21	23	265

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

7.6 Zone <6> 06 Sonst. Aufenthalt

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9\text{ °C}$ und $Q_I = 7,2\text{ kWh/d}$

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}		0,861	0,958	0,988	0,993	0,992	0,990	0,974	0,818
$\eta_{source,WE}$		0,855	0,991	1,000	1,000	1,000	1,000	0,994	0,784
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	102	63	61	63	63	57	63	739
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	6.680
$Q_{h,b,RE}$	kWh	297	670	1.100	1.401	1.386	1.168	1.009	7.937
$Q_{h,b,WE}$	kWh	–	78	192	265	256	206	146	1.162
Q_T	kWh	325	576	820	1.007	1.002	865	817	6.760
Q_V	kWh	285	505	718	882	878	757	715	5.920
Q_S^*	kWh	240	168	77	45	66	96	214	2.201
Q_I^*	kWh	140	164	168	179	173	152	163	1.635

7.7 Zone <7> 07 Flur <19°C

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 16,3\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 14,2\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,762	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,696
$\eta_{source,WE}$		0,540	0,997	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,653
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	25	49	72	74	74	67	74	541
t_h	h	53	510	720	744	744	672	744	4.680
$Q_{h,b,RE}$	kWh	4	176	377	488	476	399	313	2.347
$Q_{h,b,WE}$	kWh	–	–	51	93	88	66	19	316
Q_T	kWh	76	217	362	466	463	395	356	2.646
Q_V	kWh	19	64	110	143	142	121	108	790
Q_S^*	kWh	113	101	39	24	36	46	129	861
Q_I^*	kWh	3	4	4	5	4	4	4	32

7.8 Zone <8> 08 TRH <19°C

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 16,3\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 14,2\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,862	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,717
$\eta_{source,WE}$		0,724	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,688
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	32	66	98	101	101	91	101	718
t_h	h	172	744	720	744	744	672	744	5.091
$Q_{h,b,RE}$	kWh	17	233	476	610	594	504	415	3.032
$Q_{h,b,WE}$	kWh	–	5	59	109	102	78	27	380
Q_T	kWh	99	285	474	611	607	518	467	3.468
Q_V	kWh	25	71	118	152	151	128	116	861
Q_S^*	kWh	119	96	35	22	41	45	120	867
Q_I^*	kWh	17	21	21	22	22	19	21	176

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

7.9 Zone <9> 09 Lager/Technik 1 - RLT

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 16,3\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 14,3\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,996	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,754
$\eta_{source,WE}$		0,976	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,740
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	18	41	63	66	66	59	66	450
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	5.682
$Q_{h,b,RE}$	kWh	29	152	276	346	341	290	259	1.850
$Q_{h,b,WE}$	kWh	–	5	24	49	47	35	13	174
Q_T	kWh	45	130	216	278	276	236	212	1.578
Q_V	kWh	17	57	98	127	126	108	96	705
Q_S^*	kWh	42	26	10	6	10	14	33	279
Q_I^*	kWh	3	4	4	4	4	4	4	33

7.10 Zone <10> 10 Lager/Technik 2 - FBH

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 16,4\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 14,4\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,983	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,740
$\eta_{source,WE}$		0,859	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,709
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	89	277	374	386	386	349	456	2.685
t_h	h	420	744	720	744	744	672	744	5.389
$Q_{h,b,RE}$	kWh	107	837	1.490	1.865	1.835	1.558	1.432	9.790
$Q_{h,b,WE}$	kWh	–	–	72	207	193	133	–	605
Q_T	kWh	222	638	1.063	1.371	1.362	1.161	1.047	7.778
Q_V	kWh	123	354	589	760	755	643	580	4.311
Q_S^*	kWh	316	209	81	47	78	105	264	2.083
Q_I^*	kWh	5	5	9	12	11	8	6	64

7.11 Zone <11> 11 Lager/Technik 3 - ELT

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 16,2\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 14,1\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,985	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,754
$\eta_{source,WE}$		0,962	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,742
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	10	29	40	42	42	38	42	294
t_h	h	657	744	720	744	744	672	744	6.254
$Q_{h,b,RE}$	kWh	41	180	313	400	396	334	298	2.161
$Q_{h,b,WE}$	kWh	1	30	67	100	98	79	58	456
Q_T	kWh	59	168	280	362	359	306	276	2.053
Q_V	kWh	24	68	114	147	146	124	112	832
Q_S^*	kWh	39	25	13	7	10	16	31	278
Q_I^*	kWh	1	1	1	1	1	1	1	8

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

7.12 Zone <12> 12 Serverraum

Regelbetrieb (100,0%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 21,0\text{ °C}$ und $Q_I = 19,4\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,040	0,069	0,101	0,121	0,120	0,115	0,098	0,072
t_h	h	89	375	720	744	744	672	744	4.450
$Q_{h,b,RE}$	kWh	–	–	–	–	–	–	–	–
$Q_{h,b,WE}$	kWh	–	–	–	–	–	–	–	–
Q_T	kWh	17	30	42	52	52	44	42	348
Q_V	kWh	7	13	19	23	23	20	19	183
Q_S^*	kWh	–	–	–	–	–	–	–	–
Q_I^*	kWh	24	43	61	75	75	64	61	530

7.13 Zone <13> 13 Werkstatt 1

Regelbetrieb (63,0%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 16,0\text{ °C}$ und $Q_I = 381,6\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (37,0%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 14,1\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,347	0,750	0,944	0,972	0,969	0,961	0,906	0,579
$\eta_{source,WE}$		0,714	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,684
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	1.031	1.293	1.840	1.901	1.901	1.717	1.901	15.784
t_h	h	–	744	720	744	744	672	744	4.822
$Q_{h,b,RE}$	kWh	–	1.260	5.845	9.065	8.748	7.050	4.602	38.171
$Q_{h,b,WE}$	kWh	–	1.014	3.178	4.801	4.590	3.701	2.230	19.513
Q_T	kWh	2.342	6.723	11.191	14.432	14.342	12.226	11.026	81.909
Q_V	kWh	1.273	3.654	6.082	7.843	7.794	6.644	5.992	44.514
Q_S^*	kWh	1.844	2.086	889	548	994	1.146	2.927	18.013
Q_I^*	kWh	2.689	6.016	7.361	7.862	7.805	6.973	7.260	54.597

7.14 Zone <14> 14 Werkstatt 2

Regelbetrieb (63,0%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 16,1\text{ °C}$ und $Q_I = 37,9\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (37,0%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 14,3\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,206	0,531	0,820	0,895	0,891	0,867	0,781	0,482
$\eta_{source,WE}$		0,942	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,724
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	58	118	183	189	189	171	189	1.338
t_h	h	27	408	639	744	744	672	580	3.942
$Q_{h,b,RE}$	kWh	–	–	6	97	92	51	–	246
$Q_{h,b,WE}$	kWh	–	27	96	184	177	131	62	677
Q_T	kWh	117	335	557	719	714	609	549	4.078
Q_V	kWh	–14	101	222	306	304	255	215	1.418
Q_S^*	kWh	68	63	40	23	33	53	95	633
Q_I^*	kWh	159	426	637	721	716	628	625	4.527

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

7.15 Zone <15> 15 Werkstatt 3

Regelbetrieb (63,0%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,2\text{ °C}$ und $Q_I = 4,1\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (37,0%)

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}		0,313	0,577	0,822	0,900	0,898	0,879	0,804	0,535
$\eta_{source,WE}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	8	15	20	21	21	19	21	157
t_h	h	–	–	561	744	744	672	517	3.238
$Q_{h,b,RE}$	kWh	–	–	2	6	6	4	2	21
$Q_{h,b,WE}$	kWh	–	–	2	7	7	5	2	23
Q_T	kWh	10	20	29	36	36	31	29	231
Q_V	kWh	17	32	47	59	58	50	47	378
Q_S^*	kWh	–	–	–	–	–	–	–	–
Q_I^*	kWh	27	52	71	81	81	71	72	564

7.16 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> 01 Einzelbüro	1.482	765	478	263	1.546	107,4
<2> 02 Gruppenbüro	4.454	893	1.359	882	3.274	66,6
<3> 03 Besprechung	4.377	8.925	1.448	1.442	10.578	193,4
<4> 04 Umkleide FBH	6.589	1.846	–	533	7.902	81,5
<5> 05 Sanitär	1.500	681	–	265	1.915	39,5
<6> 06 Sonst. Aufen	6.760	5.920	2.201	1.635	9.098	128,3
<7> 07 Flur <19°C	2.646	790	861	32	2.664	31,9
<8> 08 TRH <19°C	3.468	861	867	176	3.412	54,0
<9> 09 Lager/Techni	1.578	705	279	33	2.024	27,3
<10> 10 Lager/Techn	7.779	4.311	2.083	64	10.395	42,9
<11> 11 Lager/Techn	2.053	832	278	8	2.617	100,5
<12> 12 Serverraum	348	183	–	530	–	0,0
<13> 13 Werkstatt 1	81.909	44.514	18.014	54.597	57.684	48,4
<14> 14 Werkstatt 2	4.078	1.418	633	4.527	923	7,8
<15> 15 Werkstatt 3	231	378	–	564	44	3,4
	129.250	73.020	28.501	65.551	114.076	52,8

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

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
<2> 02 Gruppenbüro	-	204 RLT-Anlage	VE LH LK rec75	21,0
<4> 04 Umkleide FBH	-	204 RLT-Anlage	VE LH LK rec75	21,0
<5> 05 Sanitär	-	204 RLT-Anlage	VE LH LK rec75	21,0
<7> 07 Flur <19°C	-	204 RLT-Anlage	VE LH LK rec75	21,0
<9> 09 Lager/Technik 1 - R	-	204 RLT-Anlage	VE LH LK rec75	21,0
<11> 11 Lager/Technik 3 - E	-	000 RLT-Anlage	VE	2,9
<12> 12 Serverraum	-	204 RLT-Anlage	VE LH LK rec75	21,0
<14> 14 Werkstatt 2	-	204 RLT-Anlage	VE LH LK rec75	21,0
<15> 15 Werkstatt 3	-	000 RLT-Anlage	VE	2,9

Zone <2> RLT-Anlage (204) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 197 / 197\text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec75

Zone <4> RLT-Anlage (204) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 1454 / 1454\text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec75

Zone <5> RLT-Anlage (204) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 727 / 727\text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec75

Zone <7> RLT-Anlage (204) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 13 / 13\text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec75

Zone <9> RLT-Anlage (204) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 11 / 11\text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec75

Zone <11> RLT-Anlage (000) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 0 / 4\text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom

Zone <12> RLT-Anlage (204) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 14 / 14\text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec75

Zone <14> RLT-Anlage (204) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 296 / 296\text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec75

Zone <15> RLT-Anlage (000) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 0 / 20\text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom

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

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

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

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

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

9.2 Strombedarf der Ventilatoren

	$V_{\text{mech, m}}$ m^3/h	$t_v \cdot dv$ h/m	PV, SUP kW	PV, ETA kW	W_v, Jan kWh
<2> 02 Gruppenbüro	197	276	0,07	0,07	38
<4> 04 Umkleide FBH	1454	276	0,51	0,51	281
<5> 05 Sanitär	727	276	0,25	0,25	140
<7> 07 Flur <19°C	13	276	0,00	0,00	2
<9> 09 Lager/Technik 1 - R	11	276	0,00	0,00	2
<11> 11 Lager/Technik 3 - E	4	276	0,00	0,00	0
<12> 12 Serverraum	14	744	0,00	0,00	7
<14> 14 Werkstatt 2	296	195	0,10	0,10	41
<15> 15 Werkstatt 3	20	195	0,00	0,01	1

monatliche Werte W_v [kWh]

	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
<2> 02 Gruppenb	37	38	37	38	38	34	38	448
<4> 04 Umkleide	272	281	272	281	281	254	281	3.308
<5> 05 Sanitär	136	140	136	140	140	127	140	1.651
<7> 07 Flur <19	2	2	2	2	2	2	2	26
<9> 09 Lager/Te	2	2	2	2	2	2	2	26
<11> 11 Lager/T	0	0	0	0	0	0	0	3
<12> 12 Serverr	7	7	7	7	7	7	7	88
<14> 14 Werksta	39	41	39	41	41	37	41	478
<15> 15 Werksta	1	1	1	1	1	1	1	12
	496	513	496	513	513	463	513	6.040

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

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

9.3 Zuluftkonditionierung (DIN V 18599-3)

Energiebedarfskennwerte für den Standort Deutschland (Potsdam)

Kennwerte für Zuluftvorwärmung im Januar

	θ_{HC} °C	$q_{\text{H},12\text{h}}$ Wh/m ³	f_{H}	q_{H} Wh/m ³	$Q_{\text{V},\text{H}}$ kWh	$A_{\text{K},\text{A}}$ m ²
<2> 02 Gruppenbüro	22,4	407	1,01	305	60	3,5
<4> 04 Umkleide FBH	22,4	407	1,01	305	443	27,5
<5> 05 Sanitär	22,4	407	1,01	305	222	13,5
<7> 07 Flur <19°C	22,4	407	1,01	305	4	0,5
<9> 09 Lager/Technik 1 -	22,4	407	1,01	305	3	0,4
<12> 12 Serverraum	22,4	407	1,06	863	12	0,7
<14> 14 Werkstatt 2	22,4	407	0,99	212	63	3,9

Kennwerte für Zuluftkühlung im Juli

	Alt	$q_{\text{C},12\text{h}}$ Wh/m ³	f_{C}	q_{C} Wh/m ³	$Q_{\text{V},\text{C}}$ kWh	$A_{\text{K},\text{A}}$ m ²
<2> 02 Gruppenbüro	-	427	0,98	311	61	3,5
<4> 04 Umkleide FBH	-	427	0,98	311	451	27,5
<5> 05 Sanitär	-	427	0,98	311	226	13,5
<7> 07 Flur <19°C	-	427	0,98	311	4	0,5
<9> 09 Lager/Technik 1 -	-	427	0,98	311	3	0,4
<12> 12 Serverraum	-	427	0,66	564	8	0,7
<14> 14 Werkstatt 2	-	427	1,03	231	68	3,9

Indizierungen (i) für die Bilanzgrößen: H = Heizen, C = Kühlen, St = Befeuchten
 Alt = Klimaprozesse mit alternativer Kälteerzeugung nach DIN V 18599-3:2018 mit
 θ_{HC} = korrigierte, mittlere Zulufttemperatur (berücksichtigt unterschiedliche Ventilatorabwärme)
 $q_{\text{i},12\text{h}} / q_{\text{i}}$ = Kennwerte für den Nutzenergiebedarf = F(Anlage-No, Bilanzgröße, Monat) nach Anhang A
 f_{i} = Korrekturfaktor für die tägliche Anlagenbetriebszeit nach Gl.37
 $Q_{\text{V},\text{i}}$ = monatlicher Nutzenergiebedarf für die Bilanzgröße i
 $A_{\text{K},\text{A}}$ = Oberfläche der Luftleitungen außerhalb der thermischen Hülle

9.4 Energiebedarf für Zuluftvorwärmung

Zone <2> 02 Gruppenbüro

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{\text{V},\text{H}}$	kWh	4	16	42	62	60	50	39	289
$t_{\text{h}^*,\text{op}}$	h	27	28	27	28	28	25	28	215
$Q_{\text{h}^*,\text{b}}$	kWh	4	19	48	70	68	57	44	328
		4	19	48	70	68	57	44	328

Zone <4> 04 Umkleide FBH

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{\text{V},\text{H}}$	kWh	28	120	313	459	443	370	284	2.134
$t_{\text{h}^*,\text{op}}$	h	27	28	27	28	28	25	28	215
$Q_{\text{h}^*,\text{b}}$	kWh	43	144	356	517	500	419	325	2.442
		47	163	404	587	568	475	369	2.770

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

Zone <5> 05 Sanitär

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{V,H}	kWh	14	60	156	229	222	185	142	1.067
t _{h*,op}	h	27	28	27	28	28	25	28	215
Q _{h*,b}	kWh	21	72	178	258	250	209	162	1.220
		68	235	582	845	818	684	531	3.990

Zone <7> 07 Flur <19°C

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{V,H}	kWh	0	1	3	4	4	3	3	19
t _{h*,op}	h	27	28	27	28	28	25	28	215
Q _{h*,b}	kWh	0	1	3	4	4	3	3	19
		68	236	584	849	821	688	534	4.009

Zone <9> 09 Lager/Technik 1 - RLT

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{V,H}	kWh	0	1	2	3	3	3	2	16
t _{h*,op}	h	27	28	27	28	28	25	28	215
Q _{h*,b}	kWh	0	1	2	3	3	3	2	16
		69	237	587	853	825	690	536	4.025

Zone <12> 12 Serverraum

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{V,H}	kWh	1	3	9	12	12	10	8	58
t _{h*,op}	h	72	74	72	74	74	67	74	581
Q _{h*,b}	kWh	1	3	9	15	14	12	8	64
		69	241	595	867	839	702	544	4.089

Zone <14> 14 Werkstatt 2

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{V,H}	kWh	4	17	44	65	63	52	40	301
t _{h*,op}	h	19	20	19	20	20	18	20	152
Q _{h*,b}	kWh	4	20	50	72	70	59	45	339
		73	260	645	940	909	761	589	4.429

Nutzwärmebedarf Q_{V,H} nach Heizbereichen [kWh]

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
1 Fußbodenheizu		43	144	356	517	500	419	325	2.442
2 Hallenheizung		26	94	233	338	327	274	212	1.595
3 Warmluftheizu		4	19	48	70	68	57	44	328
		73	257	637	925	895	749	581	4.365

Wärmeerzeugung siehe Abs.13 Heizsysteme

mit Q_{V,H} = Nutzwärmebedarf der Zuluftvorwärmung, t_{h*,op} = Bedarfszeit der Heizregister und Q_{h*,b} = Nutzwärmebedarf der Heizregister

t_{h*,op} = t_{H,r} * t_{V,mech} * d_{V,mech} * b_{bv,mth} / b_{vh,a}, max. t_{V,mech} * d_{V,mech,m} (DIN V 18599-7, Gl.4)

Q_{h*,b} nach DIN V 18599-7, Gl.1, Übergabeverluste pauschal 10% (5.4.2)

Leitungsverluste mit A_{K,A} und f_{vh,d} = 16 W/m²

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

9.5 Energiebedarf für Zuluftkühlung

Zone <2> 02 Gruppenbüro

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
Q _{V,C}	kWh	-	-	-	-	-	21	42	178
t _{c*,op}	h	-	-	-	-	-	266	267	1.086
Q _{c*,b}	kWh	-	-	-	-	-	21	42	178
		-	-	-	-	-	21	42	178

Zone <4> 04 Umkleide FBH

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
Q _{V,C}	kWh	-	-	-	-	-	156	310	1.315
t _{c*,op}	h	-	-	-	-	-	266	267	1.086
Q _{c*,b}	kWh	-	-	-	-	-	156	310	1.315
		-	-	-	-	-	178	352	1.493

Zone <5> 05 Sanitär

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
Q _{V,C}	kWh	-	-	-	-	-	78	155	658
t _{c*,op}	h	-	-	-	-	-	266	267	1.086
Q _{c*,b}	kWh	-	-	-	-	-	78	155	658
		-	-	-	-	-	256	507	2.151

Zone <7> 07 Flur <19°C

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
Q _{V,C}	kWh	-	-	-	-	-	1	3	12
t _{c*,op}	h	-	-	-	-	-	266	267	1.086
Q _{c*,b}	kWh	-	-	-	-	-	1	3	12
		-	-	-	-	-	257	509	2.163

Zone <9> 09 Lager/Technik 1 - RLT

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
Q _{V,C}	kWh	-	-	-	-	-	1	2	10
t _{c*,op}	h	-	-	-	-	-	266	267	1.086
Q _{c*,b}	kWh	-	-	-	-	-	1	2	10
		-	-	-	-	-	259	512	2.173

Zone <12> 12 Serverraum

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
Q _{V,C}	kWh	-	-	-	-	-	3	5	23
t _{c*,op}	h	-	-	-	-	-	482	720	2.690
Q _{c*,b}	kWh	-	-	-	-	-	3	5	23
		-	-	-	-	-	261	517	2.196

Zone <14> 14 Werkstatt 2

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
Q _{V,C}	kWh	-	-	-	-	-	24	47	199
t _{c*,op}	h	-	-	-	-	-	195	189	775
Q _{c*,b}	kWh	-	-	-	-	-	24	47	199
		-	-	-	-	-	285	564	2.395

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

Kälteerzeugung siehe Abs.11 Klimakältesysteme
mit $Q_{V,C}$ = Nutzkältebedarf der Zuluftkühlung und $Q_{C*,b}$ = Nutzkältebedarf der Kühlregister
Bedarfszeiten der zentralen Kühlregister $t_{C*,op}$ nach DIN V 18599-7, Gl.10

Korrekturfaktoren für die Kühlregister-Bedarfszeiten:

$$f_{T,c,T3 \text{ Abs.7.3, } <2>} = 0,984$$

$$f_{T,c,T3 \text{ Abs.7.3, } <4>} = 0,984$$

$$f_{T,c,T3 \text{ Abs.7.3, } <5>} = 0,984$$

$$f_{T,c,T3 \text{ Abs.7.3, } <7>} = 0,984$$

$$f_{T,c,T3 \text{ Abs.7.3, } <9>} = 0,984$$

$$f_{T,c,T3 \text{ Abs.7.3, } <12>} = 0,660$$

$$f_{T,c,T3 \text{ Abs.7.3, } <14>} = 1,028$$

$Q_{C*,b}$ nach DIN V 18599-7, Gl.7, Leitungsverluste mit $A_{K,A}$ und $f_{Vc,d} = 9 \text{ W/m}^2$

9.6 Energiebedarf für Dampfbefeuchtung

nicht vorgesehen

10.0 Beleuchtungssysteme (DIN V 18599-4)

10.1 Tageslichtbereiche

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden (10), mit Dachoberlichtern (3)

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	A_{TL} m ²	A_{RB} m ²	Tageslicht	CTL %
1 <1> 01 Einzelbüro » Nor	Nord 1	500	14,4	7,5	gut	90
2 <2> 02 Gruppenbüro » We	West 2	500	49,2	16,5	gut	84
3 <3> 03 Besprechung » No	Nord 3	500	54,6	20,2	gut	86
4 <6> 06 Sonst. Aufenthal	Nord 6	300	70,9	29,3	gut	96
5 <7> 07 Flur <19°C » Wes	West 7	100	14,7	9,3	gut	92
6 <8> 08 TRH <19°C » Ost	Ost 8	100	14,6	9,9	gut	93
8 <10> 10 Lager/Technik 2	West 10	100	10,1	4,0	gut	91
10 <11> 11 Lager/Technik 3	Nord 11	100	7,0	5,0	gut	98
11 <13> 13 Werkstatt 1 » O	Ost 13	400	553,2	205,0	gut	85
13 <14> 14 Werkstatt 2 » N	Nord 14	400	41,3	17,7	gut	88

Tageslichtbereiche mit Dachoberlichtern

Tageslichtbereich	Zone	E_m lx	A_{TL} m ²	A_{RB} m ²	Tageslicht	CTL %
7 <9> 09 Lager/Technik 1 -	RL 9	100	74,0	1,5	keine	0
9 <10> 10 Lager/Technik 2 -	FB 10	100	232,2	9,6	keine	83
12 <13> 13 Werkstatt 1 »	13	400	639,4	14,4	keine	0

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

tageslichtversorgte Flächen nach Zonen

Zone	ANGF [m²]	ATL [m²]	AKTL [m²]
<1> 01 Einzelbüro	14	14	0
<2> 02 Gruppenbüro	49	49	0
<3> 03 Besprechung	55	55	0
<4> 04 Umkleide FBH	97	–	97
<5> 05 Sanitär	48	–	48
<6> 06 Sonst. Aufenthalt	71	71	0
<7> 07 Flur <19°C	84	15	69
<8> 08 TRH <19°C	63	15	49
<9> 09 Lager/Technik 1 –	74	74	0
<10> 10 Lager/Technik 2	242	242	0
<11> 11 Lager/Technik 3	26	7	19
<12> 12 Serverraum	11	–	11
<13> 13 Werkstatt 1	1193	1.193	0
<14> 14 Werkstatt 2	119	41	77
<15> 15 Werkstatt 3	13	–	13

ATL = 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 $DR_b = \max[(4.13 + 20 \cdot I_{Tr} - 1.36 \cdot I_{Rt}) \cdot I_v; 0]$ (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 = $c_{TL,Vers,SNA} \cdot (1 - t_{rel,TL,SA}) + c_{TL,Vers,SA} \cdot t_{rel,TL,SA}$ (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> 01 Einzelbüro	1	90	75	42	34	28	24	21	21
2 <2> 02 Gruppenbüro	2	84	75	47	39	33	30	27	26
3 <3> 03 Besprechung	3	86	75	45	37	31	28	25	24
4 <6> 06 Sonst. Aufe	6	96	73	40	32	26	22	19	18
5 <7> 07 Flur <19°C	7	92	73	43	35	29	24	22	21
6 <8> 08 TRH <19°C »	8	93	60	53	46	41	38	36	35
7 <9> 09 Lager/Techn	9	0	50	100	100	100	100	100	100
8 <10> 10 Lager/Tech	10	91	73	43	35	29	25	23	22
9 <10> 10 Lager/Tech	10	83	65	60	50	43	37	34	33
10 <11> 11 Lager/Tech	11	98	73	39	31	24	20	17	16
11 <13> 13 Werkstatt	13	85	57	59	53	49	46	44	43
12 <13> 13 Werkstatt	13	0	47	100	100	100	100	100	100
13 <14> 14 Werkstatt	14	88	57	57	51	47	44	42	41

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

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

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

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

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

10.3 Kunstlichtversorgung

elektrische Anschlussleistung für Kunstlichtbereiche (15)
Tabellenverfahren, monatlich berechnet (Januar)

Bereich	Zone	E_m lx	Lampen	p_j W/m ²	$f_{Prä}$	$t_{T,TL}$ h/m	$t_{T,KTL}$ h/a	t_N h/a	$Q_{l,b}$ kWh/m
1 <1> 01 Einzelbüro	1	500	9-1-1	7,2	0,85	77	2162	176	10
2 <2> 02 Gruppenbür	2	500	9-1-1	6,5	0,85	86	2162	176	33
3 <3> 03 Besprechun	3	500	9-1-1	6,6	0,75	73	1907	155	31
4 <4> 04 Umkleide F	4	200	9-1-1	3,6	0,55	0	1399	114	45
5 <5> 05 Sanitär	5	200	9-1-1	3,6	0,55	0	1399	114	23
6 <6> 06 Sonst. Auf	6	300	9-1-1	4,0	0,75	65	1907	155	22
7 <7> 07 Flur <19°C	7	100	9-1-1	1,3	0,14	13	369	30	3
8 <8> 08 TRH <19°C	8	100	9-1-2	2,6	0,60	69	1526	124	21
9 <9> 09 Lager/Tech	9	100	9-1-1	2,6	0,07	15	175	14	3
10 <10> 10 Lager/Tec	10	100	9-1-1	2,6	0,07	9	175	14	6
11 <11> 11 Lager/Tec	11	100	9-1-1	2,6	0,07	6	175	14	1
12 <12> 12 Serverraum	12	500	9-1-1	6,4	0,75	0	3305	3265	38
13 <13> 13 Werkstatt	13	400	9-1-1	4,0	0,95	132	1917	49	649
14 <14> 14 Werkstatt	14	400	9-1-1	4,0	0,95	93	1917	49	68
15 <15> 15 Werkstatt	15	500	9-1-1	5,0	0,95	0	1917	49	11

964

9-1-1 (0,49): LED-Leuchten, Vorschaltgerät EVG elektronisch, direkt, $A_{KL} = 2.095 \text{ m}^2$

Präsenzmelder: Zonen 4/5/, Konstantlichtregelung: nein

9-1-2 (0,49): LED-Leuchten, Vorschaltgerät EVG elektronisch, direkt / indirekt, $A_{KL} = 63 \text{ m}^2$

Präsenzmelder: Zonen 4/5/, 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> 01 Einzelb	5	6	7	8	7	5	5	63
<2> 02 Gruppen	17	20	23	28	23	18	17	219
<3> 03 Besprec	23	28	32	38	31	24	23	298
<4> 04 Umkleid	44	45	44	45	45	41	45	532
<5> 05 Sanitär	22	23	22	23	23	20	23	266
<6> 06 Sonst.	16	19	23	28	22	17	16	203
<7> 07 Flur <1	3	3	3	4	3	3	3	39
<8> 08 TRH <19	20	21	20	21	21	18	20	239
<9> 09 Lager/T	3	3	3	3	3	3	3	38
<10> 10 Lager/	5	6	6	8	6	5	5	60
<11> 11 Lager/	1	1	1	1	1	1	1	11
<12> 12 Server	18	19	18	19	19	17	19	223
<13> 13 Werkst	538	570	572	612	584	509	549	6.588
<14> 14 Werkst	57	60	59	63	61	54	58	695
<15> 15 Werkst	10	10	10	10	10	9	10	116
	781	833	842	911	858	742	797	9.590

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 = $p_j \cdot [ATL \cdot (t_{Tag,TL} + t_{Nacht}) + AKTL \cdot (t_{Tag,KTL} + t_{eff,Nacht})]$ (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)

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

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> 01 Einzelbüro	2	5	2,665	50,000	26,75	0,358
<2> 02 Gruppenbüro	6	14	2,485	50,000	25,85	0,379
<3> 03 Besprechung	13	17	1,305	50,000	15,06	0,570
<4> 04 Umkleide FBH	17	2	0,126	50,000	13,45	0,981
<5> 05 Sanitär	7	1	0,156	50,000	15,39	0,978
<6> 06 Sonst. Aufenthalt	12	23	2,036	50,000	22,17	0,441
<7> 07 Flur <19°C	4	8	1,998	50,000	71,56	0,495
<8> 08 TRH <19°C	5	8	1,687	90,000	81,86	0,582
<9> 09 Lager/Technik 1 - RL	3	2	0,891	50,000	94,14	0,917
<10> 10 Lager/Technik 2 - FB	14	18	1,314	90,000	113,11	0,739
<11> 11 Lager/Technik 3 - EL	3	3	0,801	90,000	50,18	0,883
<12> 12 Serverraum	1	20	37,074	50,000	55,03	0,027
<13> 13 Werkstatt 1	260	611	2,346	90,000	49,46	0,419
<14> 14 Werkstatt 2	16	50	3,120	90,000	73,20	0,320
<15> 15 Werkstatt 3	1	5	8,214	90,000	153,10	0,121

Kühlenergiebedarf

Zone	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Apr kWh	Mai kWh	Jun kWh	Jahr kWh
⇒ Q _{C,b} (Raumklima)								
<1> 01 Einzelb	0	0	0	1	7	27	48	208
<2> 02 Gruppen	1	2	2	10	47	96	147	707
<3> 03 Besprec	1	2	2	4	15	48	89	444
<4> 04 Umkleid	0	0	0	1	1	0	1	8
<5> 05 Sanitär	0	0	0	1	1	0	0	8
<6> 06 Sonst.	1	1	2	7	35	103	186	869
<7> 07 Flur <1	-	-	-	-	1	17	57	227
<8> 08 TRH <19	-	-	-	-	0	5	31	154
<9> 09 Lager/T	-	-	-	-	-	0	1	6
<10> 10 Lager/	-	-	-	-	-	1	23	163
<11> 11 Lager/	-	-	-	-	-	0	1	9
<12> 12 Server	543	544	494	558	556	586	576	6.750
<13> 13 Werkst	84	95	104	319	1.279	3.320	5.215	26.454
<14> 14 Werkst	39	41	47	96	228	425	543	3.325
<15> 15 Werkst	16	16	17	28	42	61	68	533
⇒ Q _{C*,b} (RLT)								
<2> 02 Gruppen	-	-	-	-	-	21	42	178
<4> 04 Umkleid	-	-	-	-	-	156	310	1.315
<5> 05 Sanitär	-	-	-	-	-	78	155	658
<7> 07 Flur <1	-	-	-	-	-	1	3	12
<9> 09 Lager/T	-	-	-	-	-	1	2	10
<12> 12 Server	-	-	-	-	-	3	5	23
<14> 14 Werkst	-	-	-	-	-	24	47	199

Kühlenergiebedarf der Raumklimasysteme Q_{C,b} und der RLT-Kühlregister Q_{C*,b}

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

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

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

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

Zone	$t_{c,op,d}$ h/d	$Q_{c,max, Juli}$ kW	$Q_{c,max, Sept}$ kW	techn. gekühlt
<1> 01 Einzelbüro	13	0,3	0,1	ja
<2> 02 Gruppenbüro	13	1,0	0,5	ja
<3> 03 Besprechung	13	1,4	0,3	ja
<4> 04 Umkleide FBH	13	0,3	-0,7	ja
<5> 05 Sanitär	13	0,1	-0,3	ja
<6> 06 Sonst. Aufenthalt	13	1,8	0,8	ja
<7> 07 Flur <19°C	13	2,0	1,5	ja
<8> 08 TRH <19°C	13	0,9	0,5	nein
<9> 09 Lager/Technik 1 - R	13	0,3	0,1	ja
<10> 10 Lager/Technik 2 - F	13	3,2	1,7	nein
<11> 11 Lager/Technik 3 - E	13	0,1	-0,2	nein
<12> 12 Serverraum	24	0,2	0,1	ja
<13> 13 Werkstatt 1	10	83,0	67,3	nein
<14> 14 Werkstatt 2	10	4,8	4,1	ja
<15> 15 Werkstatt 3	10	0,9	0,8	nein
		100,3	76,6	

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

11.3 <1> 01 Einzelbüro

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Raumkühlung durch Direktverdampfung (14 m²)

<1> 01 Einzelbüro

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

$\eta = (4 - \eta_{c,ce} - \eta_{c,ce,sens} - \eta_{c,d}) = 4 - 1,0 - 0,87 - 1,0 = 1,130$ (T7, Tab.14)

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

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{c,b}$	kWh	0	0	0	1	7	27	48	208
$Q_{c,outg}$	kWh	0	0	0	1	8	30	54	235
$t_{c,op}$	h	71	73	123	276	267	276	267	2.598

Hilfsenergiebedarf

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

Hilfsenergiebedarf $Q_{c,ce,aux} = f_{c,ce,aux} * Q_{c,outg} * t_{c,op} / 1000$ (Gl.23) mit $f_{c,ce,aux} = 0,070$

Kälteverteilung: bereits enthalten

Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 0,3$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{c,ce,aux}$	kWh	0	0	0	0	0	1	1	4
$W_{Z,d}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
	kWh	0	0	0	0	0	1	1	4

Kälteerzeugung

Kältespeicherung: Speicherverluste $Q_{C,s}$ nicht vorhanden

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

Kältemaschine: (152) 0,3 kW Raumklimasystem luftgekühlt, Split-System invertergeregelt (c)
(KKM), Nennkälteleistungszahl EER = 4,37
Teillast-Kennwerte PLV_{AV} nach Zonen, Tabellenwerte aus Anhang A:
Kennwerttabellen für Nutzungsarten nach Tab. A.2
<1> 01 Einzelbüro, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,37$

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	0	0	0	1	8	30	54	235
$Q_{C,f,el}$	kWh	0	0	0	0	1	5	9	39

11.4 <2> 02 Gruppenbüro

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kältesystem Direktverdampfung (49 m²)

<2> 02 Gruppenbüro

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

$\eta = (4 - \eta_{C*,ce} - \eta_{C*,ce,sens} - \eta_{C*,d}) = 4 - 0,9 - 0,87 - 0,95 = 1,280$ (T7, Tab.13)

Bedarfszeit der RLT-Kühlung $t_{C*,op}$ nach T7, Gl.10, siehe RLT-Systeme

Raumklimasystem: Raumkühlung durch Direktverdampfung (49 m²)

<2> 02 Gruppenbüro

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

$\eta = (4 - \eta_{C,ce} - \eta_{C,ce,sens} - \eta_{C,d}) = 4 - 1,0 - 0,87 - 1,0 = 1,130$ (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	–	–	–	–	–	21	42	178
$Q_{C*,outg}$	kWh	–	–	–	–	–	27	54	228
$Q_{C,b}$	kWh	1	2	2	10	47	96	147	707
$Q_{C,outg}$	kWh	2	2	3	11	54	109	167	799
$t_{C*,op}$	h	–	–	–	–	–	266	267	1.086
$t_{C,op}$	h	210	238	249	276	267	276	267	3.147

Hilfsenergiebedarf

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

Hilfsenergiebedarf $Q_{C,ce,aux} = f_{C,ce,aux} * Q_{C,outg} * t_{C,op} / 1000$ (Gl.23) mit $f_{C,ce,aux} = 0,070$

Kälteverteilung: $W_{Z,aux,d}$ Strombedarf der Kälteverteilung mit dem vereinfachten Verfahren nach

DIN V 18599-7:2018, Abs.6.5.3 für bedarfsgesteuerte Betriebsweise, Rohrnetz energetisch

optimiert, optimale Auslegung, mit den Netzteilen Primärkreis, Hauptverteiler, RLT-Kühlung

Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 1,0$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,ce,aux}$	kWh	0	0	0	0	1	2	3	15
$W_{Z,d}$	kWh	0	0	0	0	2	5	9	41
	kWh	0	0	0	1	3	8	12	56

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

Kälteerzeugung

Kältespeicherung: Speicherverluste $Q_{C,s}$ nicht vorhanden

Kältemaschine: (152) 1,0 kW Raumklimasystem luftgekühlt, Split-System invertergeregelt (c)
(KKM), Nennkälteleistungszahl EER = 4,37

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

Kennwerttabellen für Nutzungsarten nach Tab. A.2

<2> 02 Gruppenbüro, RLT-System, $PLV_{AV} = 1,37$

<2> 02 Gruppenbüro, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,37$

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	–	–	–	–	–	27	54	228
$Q_{C,outg}$	kWh	2	2	3	11	54	109	167	799
$Q_{C,f,el}$	kWh	0	0	0	2	9	23	37	172

11.5 <3> 03 Besprechung

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Raumkühlung durch Direktverdampfung (55 m²)

<3> 03 Besprechung

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

$\eta = (4 - \eta_{C,ce} - \eta_{C,ce,sens} - \eta_{C,d}) = 4 - 1,0 - 0,87 - 1,0 = 1,130$ (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	1	2	2	4	15	48	89	444
$Q_{C,outg}$	kWh	2	2	2	5	17	54	100	502
$t_{C,op}$	h	146	165	181	276	267	276	267	2.911

Hilfsenergiebedarf

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

Hilfsenergiebedarf $Q_{C,ce,aux} = f_{C,ce,aux} * Q_{C,outg} * t_{C,op} / 1000$ (Gl.23) mit $f_{C,ce,aux} = 0,070$

Kälteverteilung: bereits enthalten

Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 1,4$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,ce,aux}$	kWh	0	0	0	0	0	1	2	10
$W_{Z,d}$	kWh	–	–	–	–	–	–	–	–
	kWh	0	0	0	0	0	1	2	10

Kälteerzeugung

Kältespeicherung: Speicherverluste $Q_{C,s}$ nicht vorhanden

Kältemaschine: (152) 1,4 kW Raumklimasystem luftgekühlt, Split-System invertergeregelt (c)
(KKM), Nennkälteleistungszahl EER = 4,37

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

Kennwerttabellen für Nutzungsarten nach Tab. A.2

<3> 03 Besprechung, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,37$

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

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	2	2	2	5	17	54	100	502
$Q_{C,f,el}$	kWh	0	0	0	1	3	9	17	84

11.6 <4> 04 Umkleide FBH

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kältesystem Direktverdampfung (145 m²)

<4> 04 Umkleide FBH

<5> 05 Sanitär

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

$\eta = (4 - \eta_{C^*,ce} - \eta_{C^*,ce,sens} - \eta_{C^*,d}) = 4 - 0,9 - 0,87 - 0,95 = 1,280$ (T7, Tab.13)

Bedarfszeit der RLT-Kühlung $t_{C^*,op}$ nach T7, Gl.10, siehe RLT-Systeme

Raumklimasystem: nicht vorgesehen

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C^*,b}$	kWh	–	–	–	–	–	235	465	1.973
$Q_{C^*,outg}$	kWh	–	–	–	–	–	300	595	2.525
$t_{C^*,op}$	h	–	–	–	–	–	266	267	1.086

Hilfsenergiebedarf

Kälteverteilung: $W_{Z,aux,d}$ Strombedarf der Kälteverteilung mit dem vereinfachten Verfahren nach

DIN V 18599-7:2018, Abs.6.5.3 für bedarfsgesteuerte Betriebsweise, Rohrnetz energetisch

optimiert, optimale Auslegung, mit den Netzteilen Primärkreis, Hauptverteiler, RLT-Kühlung

Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 0,4$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$W_{Z,d}$	kWh	–	–	–	–	–	0	1	4
	kWh	–	–	–	–	–	0	1	4

Kälteerzeugung

Kältespeicherung: Speicherverluste $Q_{C,s}$ nicht vorhanden

Kältemaschine: (152) 0,4 kW Raumklimasystem luftgekühlt, Split-System invertergeregelt (c)

(KKM), Nennkälteleistungszahl EER = 4,49

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

Kennwerttabellen für Nutzungsarten nach Tab. A.2

<4> 04 Umkleide FBH, RLT-System, $PLV_{AV} = 1,37$

<5> 05 Sanitär, RLT-System, $PLV_{AV} = 1,37$

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	–	–	–	–	–	300	595	2.525
$Q_{C,f,el}$	kWh	–	–	–	–	–	49	97	411

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

11.7 <5> 05 Sanitär

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<4> 04 Umkleide FBH"
Raumklimasystem: nicht vorgesehen

11.8 <6> 06 Sonst. Aufenthalt

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Raumkühlung durch Direktverdampfung (71 m²)

<6> 06 Sonst. Aufenthalt

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

$\eta = (4 - \eta_{C,ce} - \eta_{C,ce,sens} - \eta_{C,d}) = 4 - 1,0 - 0,87 - 1,0 = 1,130$ (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	1	1	2	7	35	103	186	869
$Q_{C,outg}$	kWh	1	1	2	8	40	117	210	982
$t_{C,op}$	h	102	106	144	276	267	276	267	2.708

Hilfsenergiebedarf

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

Hilfsenergiebedarf $Q_{C,ce,aux} = f_{C,ce,aux} \cdot Q_{C,outg} \cdot t_{C,op} / 1000$ (Gl.23) mit $f_{C,ce,aux} = 0,070$

Kälteverteilung: bereits enthalten

Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 1,8$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,ce,aux}$	kWh	0	0	0	0	1	2	4	19
$W_{Z,d}$	kWh	–	–	–	–	–	–	–	–
	kWh	0	0	0	0	1	2	4	19

Kälteerzeugung

Kältespeicherung: Speicherverluste $Q_{C,s}$ nicht vorhanden

Kältemaschine: (152) 1,8 kW Raumklimasystem luftgekühlt, Split-System invertergeregelt (c)

(KKM), Nennkälteleistungszahl EER = 4,37

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

Kennwerttabellen für Nutzungsarten nach Tab. A.2

<6> 06 Sonst. Aufenthalt, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,37$

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

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,outg}$	kWh	1	1	2	8	40	117	210	982
$Q_{C,f,el}$	kWh	0	0	0	1	7	19	35	164

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

11.9 <7> 07 Flur <19°C

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kältesystem Direktverdampfung (158 m²)

<7> 07 Flur <19°C

<9> 09 Lager/Technik 1 - RLT

Erzeuger-Nutzkältebedarf $Q_{C^*,outg} = Q_{C^*,b} \cdot \eta$ mit η = Nutzungsgrade der Kälteübergabe und -verteilung RLT

$\eta = (4 - \eta_{C^*,ce} - \eta_{C^*,ce,sens} - \eta_{C^*,d}) = 4 - 0,9 - 0,87 - 0,95 = 1,280$ (T7, Tab.13)

Bedarfszeit der RLT-Kühlung $t_{C^*,op}$ nach T7, Gl.10, siehe RLT-Systeme

Raumklimasystem: nicht vorgesehen

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C^*,b}$	kWh	–	–	–	–	–	3	5	22
$Q_{C^*,outg}$	kWh	–	–	–	–	–	3	7	28
$t_{C^*,op}$	h	–	–	–	–	–	266	267	1.086

Hilfsenergiebedarf

Kälteverteilung: $W_{Z,aux,d}$ Strombedarf der Kälteverteilung mit dem vereinfachten Verfahren nach

DIN V 18599-7:2018, Abs.6.5.3 für bedarfsgesteuerte Betriebsweise, Rohrnetz energetisch

optimiert, optimale Auslegung, mit den Netzteilen Primärkreis, Hauptverteiler, RLT-Kühlung

Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 2,3$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$W_{Z,d}$	kWh	–	–	–	–	–	3	5	22
	kWh	–	–	–	–	–	3	5	22

Kälteerzeugung

Kältespeicherung: Speicherverluste $Q_{C,s}$ nicht vorhanden

Kältemaschine: (152) 2,3 kW Raumklimasystem luftgekühlt, Split-System invertergeregelt (c)

(KKM), Nennkälteleistungszahl EER = 4,49

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

Kennwerttabellen für Nutzungsarten nach Tab. A.2

<7> 07 Flur <19°C, RLT-System, $PLV_{AV} = 1,37$

<9> 09 Lager/Technik 1 - RLT, RLT-System, $PLV_{AV} = 1,37$

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

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C^*,outg}$	kWh	–	–	–	–	–	3	7	28
$Q_{C,f,el}$	kWh	–	–	–	–	–	1	1	5

11.11 <9> 09 Lager/Technik 1 - RLT

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<7> 07 Flur <19°C"

Raumklimasystem: nicht vorgesehen

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

11.14 <12> 12 Serverraum

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kältesystem Direktverdampfung (11 m²)

<12> 12 Serverraum

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

$\eta = (4 - \eta_{c*,ce} - \eta_{c*,ce,sens} - \eta_{c*,d}) = 4 - 0,9 - 0,87 - 0,95 = 1,280$ (T7, Tab.13)

Bedarfszeit der RLT-Kühlung $t_{c*,op}$ nach T7, Gl.10, siehe RLT-Systeme

Raumklimasystem: Raumkühlung durch Direktverdampfung (11 m²)

<12> 12 Serverraum

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

$\eta = (4 - \eta_{c,ce} - \eta_{c,ce,sens} - \eta_{c,d}) = 4 - 1,0 - 0,87 - 1,0 = 1,130$ (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	–	–	–	–	–	3	5	23
$Q_{c*,outg}$	kWh	–	–	–	–	–	4	7	29
$Q_{c,b}$	kWh	543	544	494	558	556	586	576	6.750
$Q_{c,outg}$	kWh	614	614	558	630	628	662	651	7.628
$t_{c*,op}$	h	–	–	–	–	–	482	720	2.690
$t_{c,op}$	h	744	744	672	744	720	744	720	8.760

Hilfsenergiebedarf

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

Hilfsenergiebedarf $Q_{c,ce,aux} = f_{c,ce,aux} * Q_{c,outg} * t_{c,op} / 1000$ (Gl.23) mit $f_{c,ce,aux} = 0,070$

Kälteverteilung: $W_{Z,aux,d}$ Strombedarf der Kälteverteilung mit dem vereinfachten Verfahren nach

DIN V 18599-7:2018, Abs.6.5.3 für bedarfsgesteuerte Betriebsweise, Rohrnetz energetisch

optimiert, optimale Auslegung, mit den Netzteilen Primärkreis, Hauptverteiler, RLT-Kühlung

Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 0,2$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{c,ce,aux}$	kWh	32	32	26	33	32	34	33	390
$W_{Z,d}$	kWh	2	2	1	2	2	2	2	19
	kWh	33	34	28	34	33	36	34	409

Kälteerzeugung

Kältespeicherung: Speicherverluste $Q_{c,s}$ nicht vorhanden

Kältemaschine: (152) 0,2 kW Raumklimasystem luftgekühlt, Split-System invertergeregelt (c)

(KKM), Nennkälteleistungszahl EER = 4,37

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

Kennwerttabellen für Nutzungsarten nach Tab. A.2

<12> 12 Serverraum, RLT-System, $PLV_{AV} = 1,21$

<12> 12 Serverraum, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,21$

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	–	–	–	–	–	4	7	29
$Q_{c,outg}$	kWh	614	614	558	630	628	662	651	7.628
$Q_{c,f,el}$	kWh	116	116	106	119	119	126	124	1.448

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

11.16 <14> 14 Werkstatt 2

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kältesystem Direktverdampfung (119 m²)

<14> 14 Werkstatt 2

Erzeuger-Nutzkältebedarf $Q_{C^*,outg} = Q_{C^*,b} \cdot \eta$ mit η = Nutzungsgrade der Kälteübergabe und -verteilung RLT

$\eta = (4 - \eta_{C^*,ce} - \eta_{C^*,ce,sens} - \eta_{C^*,d}) = 4 - 0,9 - 0,87 - 0,95 = 1,280$ (T7, Tab.13)

Bedarfszeit der RLT-Kühlung $t_{C^*,op}$ nach T7, Gl.10, siehe RLT-Systeme

Raumklimasystem: nicht vorgesehen

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C^*,b}$	kWh	–	–	–	–	–	24	47	199
$Q_{C^*,outg}$	kWh	–	–	–	–	–	30	60	255
$t_{C^*,op}$	h	–	–	–	–	–	195	189	775

Hilfsenergiebedarf

Kälteverteilung: $W_{Z,aux,d}$ Strombedarf der Kälteverteilung mit dem vereinfachten Verfahren nach

DIN V 18599-7:2018, Abs.6.5.3 für bedarfsgesteuerte Betriebsweise, Rohrnetz energetisch

optimiert, optimale Auslegung, mit den Netzteilen Primärkreis, Hauptverteiler, RLT-Kühlung

Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 4,7$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$W_{Z,d}$	kWh	–	–	–	–	–	6	11	48
	kWh	–	–	–	–	–	6	11	48

Kälteerzeugung

Kältespeicherung: Speicherverluste $Q_{C,s}$ nicht vorhanden

Kältemaschine: (152) 4,7 kW Raumklimasystem luftgekühlt, Split-System invertergeregelt (c)

(KKM), Nennkälteleistungszahl EER = 4,49

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

Kennwerttabellen für Nutzungsarten nach Tab. A.2

<14> 14 Werkstatt 2, RLT-System, $PLV_{AV} = 1,37$

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

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C^*,outg}$	kWh	–	–	–	–	–	30	60	255
$Q_{C,f,el}$	kWh	–	–	–	–	–	5	10	41

11.18 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	117	117	107	123	139	236	329	2.363
$Q_{C,aux}$	kWh	34	34	28	35	38	56	71	572
Strom-Mix	kWh	117	117	107	123	139	236	329	2.363

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

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> 01 Einzelbüro	nicht relevant			-
<2> 02 Gruppenbüro	nicht relevant			-
<3> 03 Besprechung	nicht relevant			-
<4> 04 Umkleide FBH	Werkstatt, Indu	0,090 m ² Werkstattf	1325	2.532 c
<5> 05 Sanitär	Werkstatt, Indu	0,090 m ² Werkstattf	1388	2.652 c
<6> 06 Sonst. Aufent	nicht relevant			-
<7> 07 Flur <19°C	nicht relevant			-
<8> 08 TRH <19°C	nicht relevant			-
<9> 09 Lager/Technik	nicht relevant			-
<10> 10 Lager/Techni	nicht relevant			-
<11> 11 Lager/Techni	nicht relevant			-
<12> 12 Serverraum	nicht relevant			-
<13> 13 Werkstatt 1	nicht relevant			-
<14> 14 Werkstatt 2	nicht relevant			-
<15> 15 Werkstatt 3	nicht relevant			-

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

c) Flächenbezug ist die Nettogrundfläche A_{NGF}

12.2 Eingesetzte Warmwassersysteme

Versorgungsbereich	Zonen (n)	f_{zapf}	$Q_{w,b}$ kWh/Jahr
1 dezentrale WW-Versorgung	4/5/	1,00	61.042
2			

12.3 Verteilungsnetze

nicht vorgesehen

12.4 Warmwasserspeicher

nicht vorgesehen

12.5 Solaranlage zur Trinkwassererwärmung

nicht vorgesehen

12.6 Nutzwärmebedarf der Warmwassererzeugung

Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 4/5								
$Q_{w,outg}$ kWh	5.017	5.184	5.017	5.184	5.184	4.683	5.184	61.042

12.7 Wärmepumpen zur Trinkwassererwärmung

nicht vorgesehen

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

12.8 Wärmeerzeugung

(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 4/5

Wärmeerzeuger 21 elektronisch gesteuerter Elektro-Durchlauferhitzer 170,4 kW (Strom-Mix)

Wirkungsgrad bei Nennwärmeleistung $\eta_{k,Pn} = 100,0 \%$, Bereitschaftswärmeverlust $q_{P0,70} = 0,0000 \text{ kW}$

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
<hr/>									
(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 4/5									
$Q_{w,outg}$	kWh	5.017	5.184	5.017	5.184	5.184	4.683	5.184	61.042
<hr/>									
$Q_{w,f}$	kWh	5.017	5.184	5.017	5.184	5.184	4.683	5.184	61.042

mit $Q_{w,outg}$ = Nutzwärmebedarf der Erzeugung, $Q_{w,f} = Q_{w,outg} + Q_{w,g}$ = Endenergiebedarf

12.9 Endenergie Warmwasserbereitung

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
<hr/>									
$Q_{w,outg}$	kWh	5.017	5.184	5.017	5.184	5.184	4.683	5.184	61.042
$Q_{w,f}$	kWh	5.017	5.184	5.017	5.184	5.184	4.683	5.184	61.042
$W_{w,f}$	kWh	–	–	–	–	–	–	–	–
<hr/>									
Strom-Mix	kWh	5.017	5.184	5.017	5.184	5.184	4.683	5.184	61.042

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

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

Unregelmäßige Wärmeeinträge Q_l werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

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> 01 Einzelbüro	0,5	0,2	0	0,0	0,7
<2> 02 Gruppenbüro	1,6	0,2	198	0,5	2,3
<3> 03 Besprechung	1,5	2,1	0	0,0	3,7
<4> 04 Umkleide FBH	2,3	0,3	1455	4,0	6,6
<5> 05 Sanitär	0,5	0,1	726	2,0	2,6
<6> 06 Sonst. Aufenthalt	2,4	1,4	0	0,0	3,8
<7> 07 Flur <19°C	1,4	0,2	13	0,0	1,6
<8> 08 TRH <19°C	1,8	0,2	0	0,0	2,0
<9> 09 Lager/Technik 1 - R	0,8	0,2	12	0,0	1,0
<10> 10 Lager/Technik 2 - F	4,0	1,1	0	0,0	5,1
<11> 11 Lager/Technik 3 - E	1,1	0,2	0	0,0	1,3
<12> 12 Serverraum	0,1	0,0	14	0,0	0,2
<13> 13 Werkstatt 1	36,4	11,1	0	0,0	47,5
<14> 14 Werkstatt 2	1,8	0,5	298	0,7	3,0
<15> 15 Werkstatt 3	0,1	0,1	0	0,0	0,2

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

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

$V_{mech} = n_{mech,ZUL} \cdot V$ = 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)

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

13.2 Eingesetzte Heizsysteme

Anlage	Versorgungsbereich	Zone (n)	$Q_{h,b}$ kWh/Jahr	$\Phi_{h,max}$ kW	$Q_{N,h}$ kW
1 Fußbodenheizung 35/30°C		4/	10.344	6,6	7,3
2 Hallenheizung Fußbodenheizung 45/35		**	12.576	10,4	11,2
3 Warmluftheizung Umluftheizung		1/2/3/6/	24.825	10,4	11,4
4 Elektroheizung im Innenwandbereich		11/	2.617	1,3	1,3
5 Hallenheizung RH>4m Fußbodenheizung		10/13/	68.079	52,6	54,1
6					

** = 5/7/8/9/14/15/

<1> hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, System Nasssystem, Raumtemperaturregelung elektromechanisch / elektronisch nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem ohne

<2> hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, U,Bodenplatte $\leq 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, Bedeckung $\leq 10\text{cm}$, $\Delta\theta_{emb} = 0^\circ\text{K}$, $\theta_{str} = 0,1 \text{ K/m}$, $\Delta\theta_{str} = 0,02^\circ\text{K}$, zweistufiger Regler nicht zertifiziert

<3> hohe Qualität

<4> Elektro-Direktheizung P-Regler, intermittierender Heizbetrieb nein

<5> hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, U,Bodenplatte $\leq 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, Bedeckung $\leq 10\text{cm}$, $\Delta\theta_{emb} = 0^\circ\text{K}$, $\theta_{str} = 0,1 \text{ K/m}$, $\Delta\theta_{str} = 0,08^\circ\text{K}$, zweistufiger Regler nicht zertifiziert

RLT-Heizregister im Heizbereich $\Rightarrow Q_{h,b} = Q_{h,b} + Q_{h^*,b}$ enthält Nutzwärmebedarf für das Heizregister Übergabe- und Verteilungsverluste für $Q_{h^*,b}$ siehe "RLT-Systeme"

Heizwärmebedarf nach Heizbereichen

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,b}, <1>$	kWh	310	582	847	1.050	1.044	899	843	7.902
$Q_{h^*,b}, <1>$	kWh	43	144	356	517	500	419	325	2.442

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

$Q_{h,b,<2>}$	kWh	108	715	1.546	2.211	2.151	1.754	1.286	10.982
$Q_{h*,b,<2>}$	kWh	26	94	233	338	327	274	212	1.595
$Q_{h,b,<3>}$	kWh	823	2.020	3.425	4.404	4.347	3.641	3.102	24.497
$Q_{h*,b,<3>}$	kWh	4	19	48	70	68	57	44	328
$Q_{h,b,<4>}$	kWh	42	211	381	500	494	413	356	2.617
$Q_{h,b,<5>}$	kWh	107	3.111	10.584	15.938	15.366	12.442	8.263	68.079

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 35/30°C", Leitzone <4> 04 Umkleide FBH

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_h <4>$	h/m	720	744	720	744	744	672	744	8.760
$t_{h,rL,d} <4>$	h/d	13	13	16	18	17	17	16	
$d_{h,rB} <4>$	d/m	21	23	24	26	26	23	25	277
$t_{h,rL} <4>$	h/m	270	308	389	462	460	400	391	4.081

(2) Bereich "Hallenheizung Fußbodenheizung 45/35°C", Leitzone <5> 05 Sanitär

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_h <5>$	h/m	720	744	720	744	744	672	744	8.637
$t_{h,rL,d} <5>$	h/d	13	13	16	18	17	17	16	
$d_{h,rB} <5>$	d/m	21	23	24	26	26	23	25	273
$t_{h,rL} <5>$	h/m	270	308	389	462	460	400	391	4.036

(3) Bereich "Warmluftheizung Umluftheizung", Leitzone <1> 01 Einzelbüro

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_h <1>$	h/m	493	744	720	744	744	672	744	7.056
$t_{h,rL,d} <1>$	h/d	13	13	16	18	17	17	16	
$d_{h,rB} <1>$	d/m	14	23	24	26	26	23	25	228
$t_{h,rL} <1>$	h/m	185	308	389	462	460	400	391	3.447

(4) Bereich "Elektroheizung im Innenwandbereich", Leitzone <11> 11 Lager/Technik 3 - ELT

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_h <11>$	h/m	657	744	720	744	744	672	744	6.254
$t_{h,rL,d} <11>$	h/d	13	13	16	18	17	17	16	
$d_{h,rB} <11>$	d/m	19	23	24	26	26	23	25	205
$t_{h,rL} <11>$	h/m	247	308	389	462	460	400	391	3.150

(5) Bereich "Hallenheizung RH>4m Fußbodenheizung 45/35°C", Leitzone <10> 10 Lager/Technik 2 - FBH

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_h <10>$	h/m	420	744	720	744	744	672	744	5.389
$t_{h,rL,d} <10>$	h/d	13	13	16	18	17	17	16	
$d_{h,rB} <10>$	d/m	12	23	24	26	26	23	25	179
$t_{h,rL} <10>$	h/m	158	308	389	462	460	400	391	2.815

$t_h = t_{h,Nutz} + t_{h,WE}$ = 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)

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

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

13.4 Heizwärmeübergabe

(1) Fußbodenheizung 35/30°C

hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, System Nasssystem,
Raumtemperaturregelung elektromechanisch / elektronisch nicht zertifiziert, intermittierender
Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem ohne

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\vartheta_{ce} = 0+1,8+(0,7+0,5)/2+0+0,2+0 = 2,60^\circ\text{K}$ (T5 Gl.35)

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} \cdot \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (29,4%)

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

(2) Hallenheizung Fußbodenheizung 45/35°C

hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, U_{Bodenplatte} $\leq 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$,
Bedeckung $\leq 10\text{cm}$, $\Delta\vartheta_{emb} = 0^\circ\text{K}$, $\theta_{str} = 0,1 \text{ K/m}$, $\Delta\vartheta_{str} = 0,02^\circ\text{K}$, zweistufiger Regler nicht
zertifiziert

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\vartheta_{ce} = 0,2+0+0,01719+1,8 = 2,02^\circ\text{K}$ (T5 Gl.35)

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

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse: , $f_{h,ce,aux} = 0$

(3) Warmluftheizung Umluftheizung

hohe Qualität

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\vartheta_{ce} = 0,7 = 0,70^\circ\text{K}$ (T5 Gl.35)

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} \cdot \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (5,1%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse: Stellantriebe Expansionsventil VRF Gerät (15 Watt),
8x10 Watt

$W_{h,ce} = P_{C,aux} \cdot d_{mth} \cdot 24/1000 + (P_{fan,aux} \cdot n_{fan} + P_{Pu,aux} \cdot n_{Pu}) \cdot t_{h,rL}/1000$ (T5 Gl.44)

(4) Elektroheizung im Innenwandbereich

Elektro-Direktheizung P-Regler, intermittierender Heizbetrieb nein

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\vartheta_{ce} = 1,3 = 1,30^\circ\text{K}$ (T5 Gl.35)

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} \cdot \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (11,9%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse: Stellantriebe elektromotorisch (0,1 Watt)

(5) Hallenheizung RH>4m Fußbodenheizung 45/35°C

hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, U_{Bodenplatte} $\leq 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$,
Bedeckung $\leq 10\text{cm}$, $\Delta\vartheta_{emb} = 0^\circ\text{K}$, $\theta_{str} = 0,1 \text{ K/m}$, $\Delta\vartheta_{str} = 0,08^\circ\text{K}$, zweistufiger Regler nicht
zertifiziert

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\vartheta_{ce} = 0,2+0+0,07719+1,8 = 2,08^\circ\text{K}$ (T5 Gl.35)

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} \cdot \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (15,9%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse: , $f_{h,ce,aux} = 0$

Nutzwärmebedarf, Verluste und Hilfsenergie der Wärmeübergabe

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
<hr/>									
(1) Fußbodenheizung 35/30°C									
$Q_{h,b}$	kWh	310	582	847	1.050	1.044	899	843	7.902
$Q_{h,ce}$	kWh	128	139	138	144	144	130	143	2.325
<hr/>									
(2) Hallenheizung Fußbodenheizung 45/35°C									
$Q_{h,b}$	kWh	108	715	1.546	2.211	2.151	1.754	1.286	10.982
$Q_{h,ce}$	kWh	35	133	196	235	230	197	169	1.708
<hr/>									
(3) Warmluftheizung Umluftheizung									
$Q_{h,b}$	kWh	823	2.020	3.425	4.404	4.347	3.641	3.102	24.497

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

$Q_{h,ce}$	kWh	91	130	150	162	161	141	141	1.244
$W_{h,ce}$	kWh	26	36	42	48	48	42	42	407

(4) Elektroheizung im Innenwandbereich

$Q_{h,b}$	kWh	42	211	381	500	494	413	356	2.617
$Q_{h,ce}$	kWh	21	38	40	42	42	37	40	312

(5) Hallenheizung RH>4m Fußbodenheizung 45/35°C

$Q_{h,b}$	kWh	107	3.111	10.584	15.938	15.366	12.442	8.263	68.079
$Q_{h,ce}$	kWh	85	897	1.774	2.140	2.076	1.781	1.452	10.847

$\Sigma Q_{h,b+ce}$	kWh	1.751	7.976	19.082	26.826	26.056	21.435	15.794	130.513
---------------------	-----	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	---------

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

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

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

Hilfsenergiebedarf der Wärmeübergabe $W_{h,ce}$ mit den Parametern

P_C = elektrische Nennleistungsaufnahme der Regelungseinrichtungen (Tab.20 oder Herstellerangabe)

P_V / P_P = elektrische Nennleistungsaufnahme der Ventilatoren und Pumpen (Tab.21)

$P_{h,aux}$ = Hilfsenergiebedarf von Erzeugern, Erhitzern und Ventilatoren bei direkter Beheizung ($h_R > 4m$, Gl.49)

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 35/30°C

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "1 Wohnen, Büro, Hotels", Netztyp 2

Etagenverteiltertyp, Flächenheizung, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich} = 97,0 \text{ m}^2$,

Geschosshöhe i.M. = 3,00 m, 1 Geschosse.

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{VA} = 35 \text{ °C} / \theta_{RA} = 30 \text{ °C}$, $T_{i,Soll,<4>} = 21,0 \text{ °C}$

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 45 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

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

Heizungspumpe Δp variabel, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt

(2) Hallenheizung Fußbodenheizung 45/35°C

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "5 Werkhallen, Werkstätten", Netztyp 2

Etagenverteiltertyp, Flächenheizung, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich} = 401,0 \text{ m}^2$, Geschosshöhe i.M. = 3,70 m, 2 Geschosse.

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{VA} = 45 \text{ °C} / \theta_{RA} = 35 \text{ °C}$, $T_{i,Soll,<5>} = 21,0 \text{ °C}$

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 33 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

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

Heizungspumpe Δp variabel, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt

(3) Warmluftheizung Umluftheizung

Verteilung nicht vorgesehen

(4) Elektroheizung im Innenwandbereich

Verteilung nicht vorgesehen

(5) Hallenheizung RH>4m Fußbodenheizung 45/35°C

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "5 Werkhallen, Werkstätten", Netztyp 2

Etagenverteiltertyp, Flächenheizung, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich} = 1434,9 \text{ m}^2$, Geschosshöhe i.M. = 7,50 m, 1 Geschosse.

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{VA} = 45 \text{ °C} / \theta_{RA} = 35 \text{ °C}$, $T_{i,Soll,<10>} = 17,0 \text{ °C}$

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 34 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

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

Heizungspumpe Δp variabel, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Anbindung (A)
(1) Fußbodenheizung 35/30°C			
Leitungslängen l_i	50,7 m	1,3 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
(2) Hallenheizung Fußbodenheizung 45/35°C			
Leitungslängen l_i	68,6 m	5,6 m	- m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{I,i}$	13,0 °C	20,0 °C	20,0 °C
(5) Hallenheizung RH>4m Fußbodenheizung 45/35°C			
Leitungslängen l_i	231,8 m	26,7 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 35/30°C								
$\beta_{h,d}$	0,09	0,15	0,21	0,24	0,24	0,23	0,20	
$\theta_{VL,av}$ °C	22,6	23,4	24,3	24,9	24,9	24,7	24,2	
$\theta_{RL,av}$ °C	22,0	22,6	23,2	23,5	23,5	23,4	23,1	
$Q_{h,d}$ kWh	26	32	43	53	53	45	43	339
$W_{h,d}$ kWh	9	12	15	17	17	15	15	163
$Q_{I,h,d}$ kWh	0	0	0	1	1	1	0	5

Leitungsverluste $Q_{h,d}$ = 0,3 %, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{l,h,d}$ = 0,0 %
Aufteilung $Q_{l,h,d}$: nach Grundflächenanteilen

(2) Hallenheizung Fußbodenheizung 45/35°C								
$\beta_{h,d}$	0,02	0,11	0,23	0,32	0,31	0,28	0,19	
$\theta_{VL,av}$ °C	21,6	24,2	27,4	29,4	29,2	28,5	26,3	
$\theta_{RL,av}$ °C	21,4	22,9	24,7	25,9	25,8	25,4	24,1	
$Q_{h,d}$ kWh	32	46	73	98	97	81	68	540
$W_{h,d}$ kWh	4	8	12	15	15	12	10	101
$Q_{I,h,d}$ kWh	1	2	3	5	5	4	3	26

Leitungsverluste $Q_{h,d}$ = 0,4 %, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{l,h,d}$ = 0,0 %
Aufteilung $Q_{l,h,d}$: nach Grundflächenanteilen

(5) Hallenheizung RH>4m Fußbodenheizung 45/35°C								
$\beta_{h,d}$	0,01	0,10	0,33	0,46	0,45	0,40	0,25	
$\theta_{VL,av}$ °C	17,4	20,5	27,1	30,9	30,4	29,2	24,9	
$\theta_{RL,av}$ °C	17,2	19,3	23,5	25,9	25,6	24,9	22,1	
$Q_{h,d}$ kWh	29	98	236	357	346	280	199	1.612
$W_{h,d}$ kWh	7	21	42	57	56	46	36	282
$Q_{I,h,d}$ kWh	-3	0	14	26	25	19	9	91

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 1,2 \%$, 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 = $\sum l_i \cdot U_i (\theta_{HK,m} - \theta_{l,i}) \cdot t_{h,RL,i} / 1000$ [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 35/30°C

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,out}^*$	kWh	928	5.991	16.026	23.080	22.334	18.301	13.003	108.370

(2) Hallenheizung Fußbodenheizung 45/35°C

Nutzwärmebedarf siehe Heizbereich (1) Fußbodenheizung 35/30°C

(3) Warmluftheizung Umluftheizung

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,out}^*$	kWh	918	2.169	3.623	4.636	4.576	3.838	3.287	26.069

(4) Elektroheizung im Innenwandbereich

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,out}$	kWh	64	249	421	543	536	451	396	2.929

(5) Hallenheizung RH>4m Fußbodenheizung 45/35°C

Nutzwärmebedarf siehe Heizbereich (1) Fußbodenheizung 35/30°C

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

13.7 Heizwärmepufferspeicher

Heizbereiche (1)

(1) Fußbodenheizung 35/30°C

Speicher: zur Wärmepumpe

Speicher-Nenninhalt $V = 1000$ l, Umgebungstemperatur $\theta_u = 13,0$ °C

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

Speicherladepumpe, Leistungsaufnahme $P_{Pumpe} = 43$ W

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

$Q_{l,h,s} = Q_{h,s}$ bei Aufstellung im beheizten Bereich (unregelmäßige Wärmeeinträge, Gl.69)

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

(1) Fußbodenheizung 35/30°C

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$\theta_{h,s}$	°C	21	23	25	27	26	26	24	
$Q_{h,s}$	kWh	27	32	39	46	45	39	38	297
$W_{h,s}$	kWh	1	4	10	14	14	11	8	67

13.8 solare Heizungsunterstützung

nicht vorgesehen

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

13.9 Heizungswärmepumpen

Heizbereiche (1) (2) (3) (5)

(1) Fußbodenheizung 35/30°C
Wärmepumpe 1, Luft-Wasser WP, 72,600 kW, exergetisch
für Heizung und WW, 72,6 kW
Energieträger Strom-Mix, maximale Laufzeit 20 h/d

Leistungszahl im Prüfstand COP = 3,6 bei A7/W45
Die Leistungszahlen (COP) werden für die mittleren, monatlichen Vorlauftemperaturen $\theta_{VL}(\beta_h)$ (Gl.14) und stundenanteilig für die Temperaturklassen -7 / 2 / 7 / 20 °C korrigiert
Stundensummen in den Temperaturklassen nach DIN V 18599-5, Tab.31
COP-Koeffizienten über den exergetischen Wirkungsgrad nach Ahang B.3
Wärmeerzeugung siehe Heizbereich (1) Fußbodenheizung 35/30°C

(3) Warmluftheizung Umluftheizung
Wärmepumpe 2, Luft-Wasser WP, 11,429 kW, exergetisch
für Heizung und WW, 11,4 kW
Energieträger Strom-Mix, maximale Laufzeit 20 h/d

Leistungszahl im Prüfstand COP = 5,5 bei A7/W45
Die Leistungszahlen (COP) werden für die mittleren, monatlichen Vorlauftemperaturen $\theta_{VL}(\beta_h)$ (Gl.14) und stundenanteilig für die Temperaturklassen -7 / 2 / 7 / 20 °C korrigiert
Stundensummen in den Temperaturklassen nach DIN V 18599-5, Tab.31
COP-Koeffizienten über den exergetischen Wirkungsgrad nach Ahang B.3
Wärmeerzeugung siehe Heizbereich (1) Fußbodenheizung 35/30°C

$Q_{h,outg} = Q_{h,b} + Q_{h,d} + Q_{h,s} - Q_{h,sol} = \text{Nutzwärmeabgabe für Heizung, monatlich}$
Nutzwärmeabgabe und Laufzeiten für die WW-Bereitung siehe "Warmwassersysteme"
COP = Leistungszahl der Wärmepumpe, monatlich, t_{ON} = tägliche Laufzeit
 $Q_{h,f}$ = Endenergiebedarf der WP, $Q_{h,f,hu} = \text{Nutz- / Endenergiebedarf der Nachheizung}$
 $Q_{h,in}$ = regenerativer Energieertrag (Gl.149), $W_{h,gen} = \text{Hilfsendenergiebedarf}$

Wärmepumpe 1, Jahresarbeitszahl $_{Hzg}$ = 4,55

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,outg}$	kWh	955	6.024	16.065	23.126	22.379	18.340	13.041	108.667
COP		8,36	5,80	5,01	4,56	4,59	4,68	5,10	
$t_{ON,g,d}$	h/d	0,3	1,8	5,4	8,4	8,2	7,2	4,3	
$Q_{h,f}$	kWh	172	1.160	3.367	5.355	5.226	4.165	2.762	23.867
$Q_{h,in}$	kWh	783	4.864	12.699	17.771	17.153	14.175	10.279	84.800

(2) Hallenheizung Fußbodenheizung 45/35°C
Wärmeerzeugung siehe Heizbereich (1) Fußbodenheizung 35/30°C

Wärmepumpe 2, Jahresarbeitszahl $_{Hzg}$ = 4,80

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,outg}$	kWh	918	2.169	3.623	4.636	4.576	3.838	3.287	26.069
COP		8,08	5,70	4,92	4,73	4,82	4,73	5,00	
$t_{ON,g,d}$	h/d	1,6	4,0	7,4	10,2	10,1	9,1	6,6	
$Q_{h,f}$	kWh	171	411	760	993	965	836	697	5.429
$Q_{h,in}$	kWh	747	1.758	2.863	3.643	3.611	3.003	2.590	20.640

(5) Hallenheizung RH>4m Fußbodenheizung 45/35°C
Wärmeerzeugung siehe Heizbereich (1) Fußbodenheizung 35/30°C

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

13.10 Konventionelle Heizwärmeerzeuger

Heizbereiche (4)

(4) "Elektroheizung im Innenwandbereich", Zonen 11 ($A_{NGF} = 26 \text{ m}^2$)

Heizung dezentrale, elektrische Direkt- oder Speicherheizung

Aufwandszahl für Speicherung und Erzeugung nach DIN V 18599-5, Abs. 6.5.8

Energieträger Strom-Mix

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

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

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

(4) Elektroheizung im Innenwandbereich

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,outg}$	kWh	64	249	421	543	536	451	396	2.929
$Q_{h,f}$	kWh	64	249	421	543	536	451	396	2.929

13.11 Endenergie Heizwärme

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,f}$	kWh	407	1.820	4.548	6.890	6.727	5.451	3.854	32.224
W_h	kWh	47	81	120	152	149	127	112	1.020
Strom-Mix	kWh	343	1.571	4.127	6.348	6.191	5.000	3.459	29.296
Strom-Mix	kWh	64	249	421	543	536	451	396	2.929
$Q_{I,h,<4>}$	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	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
$Q_{I,h,<7>}$	kWh/d	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
$Q_{I,h,<8>}$	kWh/d	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
$Q_{I,h,<9>}$	kWh/d	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
$Q_{I,h,<10>}$	kWh/d	–	–	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
$Q_{I,h,<13>}$	kWh/d	–	–	0,4	0,7	0,7	0,6	0,2	
$Q_{I,h,<14>}$	kWh/d	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
$Q_{I,h,<15>}$	kWh/d	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

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

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

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

Die Energieanteile nach Energieträgern werden bei Bedarf nach anteiliger Kesselbelastung aufgeteilt

Ungeregelte Wärmeeinträge werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

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 83,65 kWp, quadratmeterbezogen $83,65 / (2158,8) = 0,039 \text{ kWp/m}^2$
459,6m² PV-Module Ost 10° Standort Deutschland (Potsdam)
weitere PV-Module, 192,01 kWp, Süd 10°, $f_{\text{perf}} 0,75$ und 192,01 kWp, Nord 10°, $f_{\text{perf}} 0,75$ und
83,65 kWp, West 10°, $f_{\text{perf}} 0,75$
 $Q_{f,\text{prod,PV}} = E_{\text{sol}} \cdot P_{\text{pk}} \cdot f_{\text{perf}} / I_{\text{ref}}$, DIN V 18599-9:2018, Gl.64
 $Q_{f,\text{nutz,PV}}$ durch monatliche Aufrechnung $\text{MIN}(Q_{f,\text{prod,PV}} / Q_{\text{Bedarf}})$ (anrechenbar)

Strombedarf für Warmwasser Heizwärme Beleuchtung Hilfsenergie

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Strombedarf	kWh	6.788	8.468	11.057	13.684	13.466	11.494	10.495	110.489
Stromangebot	kWh	34.029	21.319	8.306	4.707	8.029	11.003	26.857	398.634
anrechenbar	kWh	6.788	8.468	8.306	4.707	8.029	11.003	10.495	92.835

Jahres-Stromproduktion = 398.635 kWh/a, Strombedarf = 110.489 kWh/a, anrechenbar = 92.835 kWh/a

14.2 Energiebedarf nach Energieträgern

Energieträger	Prozessbereich	Zonen	Endenergie kWh/a	f_P	$f_{\text{HS/Hi}}$	Q_P kWh/a
Strom-Mix	Warmwasser	4/5/	61.042	1,80	1,00	109.876
Strom-Mix	Heizwärme	*	29.296	1,80	1,00	52.732
Strom-Mix	Heizwärme	11/	2.929	1,80	1,00	5.271
Strom-Mix	Klimakälte	**	2.363	1,80	1,00	4.254
Strom-Mix	Beleuchtung	***	9.590	1,80	1,00	17.262
Strom-Mix	Hilfsenergie		7.632	1,80	1,00	13.738
Strom-Mix	Stromgutschrift		-92.835	1,80	1,00	-167.103
$\Sigma \text{ [kWh/Jahr]}$			20.017			36.030

* = 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/13/14/15/

** = 1/2/3/4/5/6/7/9/12/14/

*** = 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/

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

Jahres-Primärenergiebedarf $q_P = 36.030 / 2.159 = 16,7 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$ ($\Sigma A_{\text{NGF}} = 2.159 \text{ m}^2$)

Endenergie brennwertbezogen = 20.017 kWh/a = Jahressummen aus den Prozessbereichen

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

Endenergiebedarf: Hilfsenergie 3,5 kWh/(m²a), Strom-Mix 48,7 kWh/(m²a), Stromgutschrift
[Strom-Mix] -43,0 kWh/(m²a)

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

Treibhausgasemissionen (CO₂)

Energieträger	Endenergie kWh/a	Emissionsfaktor g CO ₂ /kWh	Emissionen kg/a	kg/ (m ² a)
Strom-Mix	61.042	560	34.184	
Strom-Mix	29.296	560	16.406	
Strom-Mix	2.929	560	1.640	
Strom-Mix	2.363	560	1.324	
Strom-Mix	9.590	560	5.370	
Strom-Mix	7.632	560	4.274	
Strom aus PV	-	560	-51.988	
	112.852		11.210	5,2

Emissionsfaktoren nach GEG 2020, Anlage 9, Endenergiebedarf heizwertbezogen
Gutschrift für PV-Strom = - 63197,3 / 112852,0 * 92835 = -51.988 kWh/a (GEG A9, Abs.1g)

14.3 Endenergiebedarf nach Zonen

siehe Abschnitt Zone	m ²	RLT 9 kWh/a	Beleucht. 10 kWh/a	Klima 11 kWh/a	Warmwasser 12 kWh/a	Heizung 13 kWh/a	Summe kWh/a
<1> 01 Einzelbüro	14	-	63	39	-	343	445
<2> 02 Gruppenbür	49	-	219	171	-	725	1.116
<3> 03 Besprechun	55	-	298	84	-	2.345	2.726
<4> 04 Umkleide F	97	-	532	273	29.802	2.169	32.775
<5> 05 Sanitär	48	-	266	138	31.253	525	32.182
<6> 06 Sonst. Auf	71	-	203	164	-	2.017	2.383
<7> 07 Flur <19°C	84	-	39	4	-	730	774
<8> 08 TRH <19°C	63	-	239	-	-	936	1.175
<9> 09 Lager/Tech	74	-	38	0	-	556	594
<10> 10 Lager/Tec	242	-	60	-	-	2.852	2.912
<11> 11 Lager/Tec	26	-	11	-	-	2.933	2.943
<12> 12 Serverrau	11	-	223	1.448	-	-	1.671
<13> 13 Werkstatt	1.193	-	6.588	-	-	15.831	22.418
<14> 14 Werkstatt	119	-	695	41	-	253	990
<15> 15 Werkstatt	13	-	117	-	-	12	128
Gebäude	2.159	-	9.590	2.363	61.043	32.222	105.218

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 kWh/m ² a	Beleucht. kWh/m ² a	Klima kWh/m ² a	Warmwasser kWh/m ² a	Heizung kWh/m ² a	Summe kWh/m ² a
Nutzenergiebedarf	2,8	4,4	6,9	28,3	54,9	97,3
Endenergiebedarf	2,8	4,4	1,4	28,3	15,4	52,3
Primärenergiebedarf	5,0	8,0	2,4	50,9	27,7	94,1

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

Anlage C – Energiebilanz gemäß DIN V 18599

15.0 Nachweise

für ein neu errichtetes Gebäude

Referenzberechnung = "20251204-11010-40000-Bilanz-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 $q_{P,REF} = 149,2 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, aus der Referenzberechnung

zul $q_P = 149,2 - 45\% = 82,0 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, geforderte Unterschreitung nach GEG §18 und GEG-Novelle 2023 / 2024

vorh $q_P = 36.030 / 2158,8 = 16,7 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

vorh $q_P = 16,7 \leq 82,0 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, **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 198.758 kWh/a

Korrektur kein Ansatz von Kälte (-2312)

genutzte erneuerbare Energien

1. aus thermischen Solaranlagen	- kWh/a
2. aus elektrischen Wärmepumpen	134.736 kWh/a
3. aus gasmotorischen Wärmepumpen	- kWh/a
4. aus Stromdirektheizung	543 kWh/a
5. aus unvermeidbarer Abwärme	- kWh/a
6. aus Wärmenetzen	- kWh/a
7. aus Biomasse / Wasserstoff	- kWh/a

Summe erneuerbare Energien	135.279 kWh/a	68 %
----------------------------	---------------	------

erzielter Deckungsanteil für erneuerbare Energie $DA_{EE} = 135279,9/198758,3 \cdot 100 = 68\%$ (Entwurf Bbl.2 Gl.5)

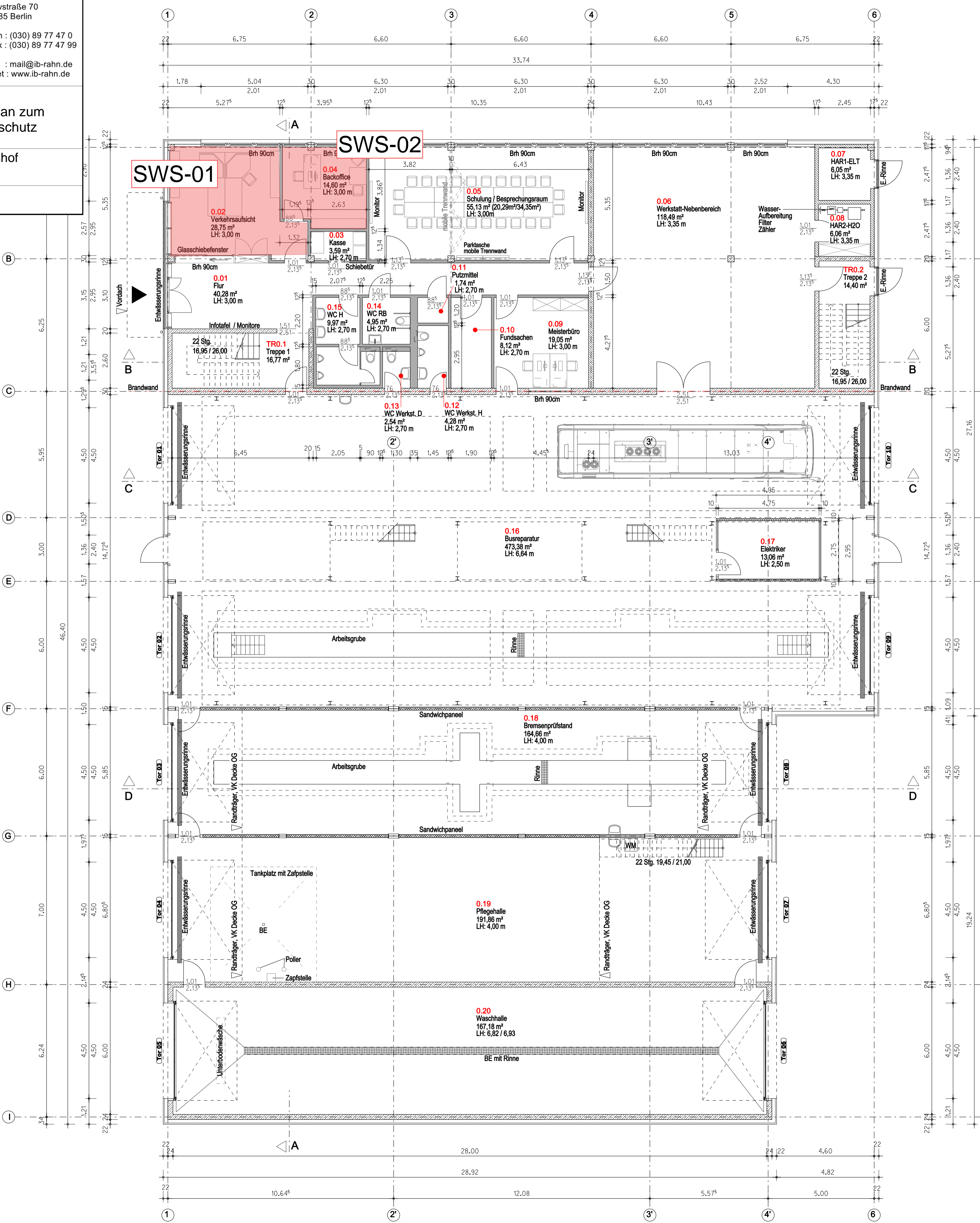
Die Anforderungen an die Heizungsanlage nach GEG 2024, §71 (65,0% erneuerbar) **werden erfüllt**

Anlage D Sommerlicher Wärmeschutz

Anlage D1: Positionsplan zum
Sommerlichen Wärmeschutz

BV: Regiobus - Betriebshof
Hartmannsdorf

ACR 11010_40000



I. Datum: Änderung	
MATERIALIEN	
	Stahlbeton
	Glaswand
	WU-Beton
	Brandwand
	Estrich
	Mauerwerk
	GK-Wand
Projekt	
Betriebshofneubau Hartmannsdorf	
Mühlauer Str. 9	09232 Hartmannsdorf
Bauherr	
REGIOBUS Mittelsachsen GmbH	
Altenburger Straße 52	09648 Mittweida
Architekt	
Klaus Muhler Architektenkammer Berlin, Nr. 07612	
DUBOIS MUHLER NEITZKE ARCHITEKTEN + INGENIEURE	
Baerwaldstraße 38 Tel: 030 / 69 486 93	10961 Berlin Fax: 030 / 69 330 10
Planbezeichnung	
Grundriss Erdgeschoss	
±0.00 = +313,040NHN	
<div><div>012345</div></div>	
Phase	Maßstab
Entwurf	1:100
Datum	Format
06.11.2025	A1
Plan-Nr.	Index

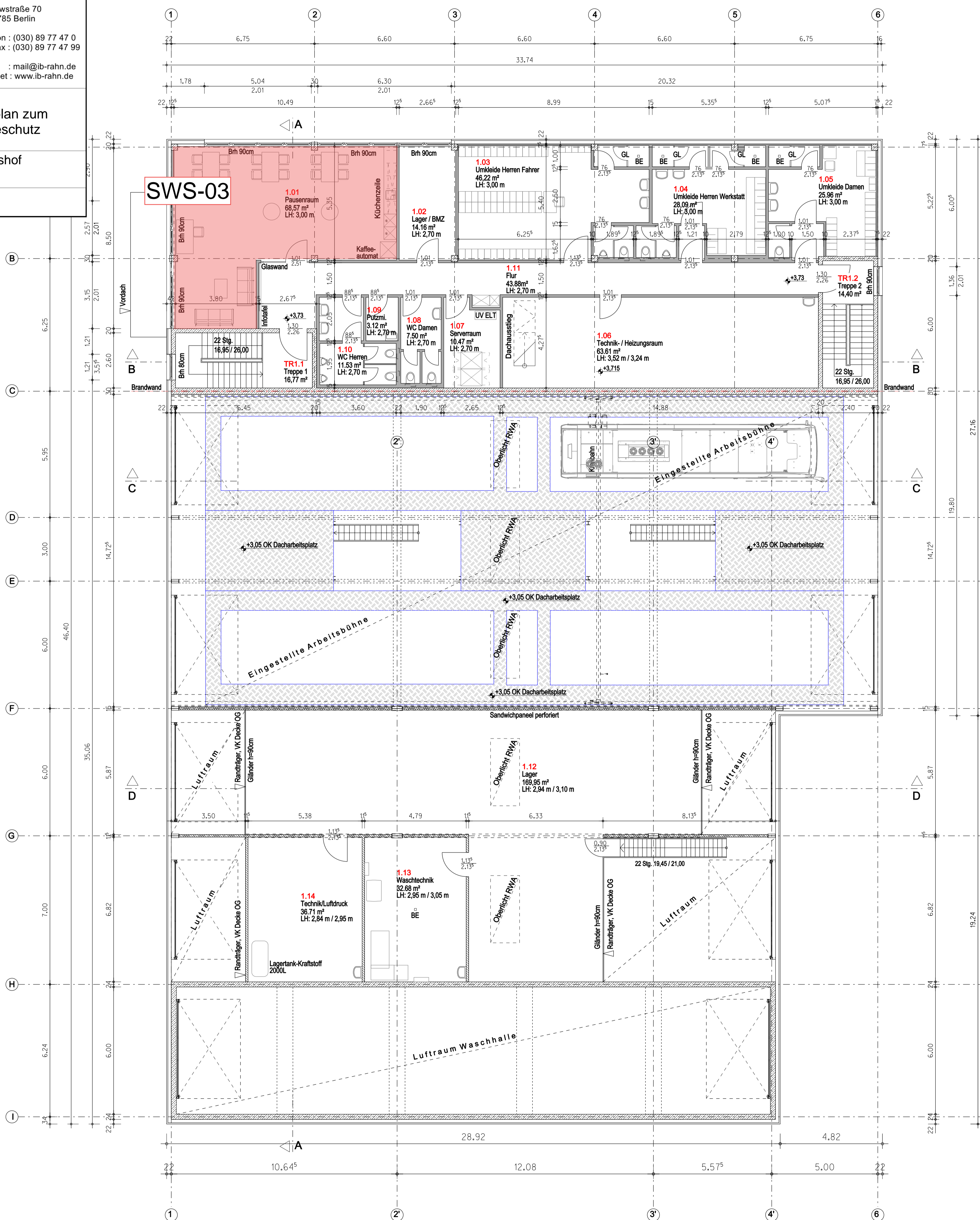
227-02








Vorabzug

Anlage D1: Positionsplan zum Sommerlichen Wärmeschutz

BV: Regiobus - Betriebshof
Hartmannsdorf

ACR 11010_40000

[illegible]

MATERIALIEN	
	Stahlbeton
	WU-Beton
	Mauerwerk
	GK-Wand
	Glaswand
	Dämmung
	Brandwand

Projekt Betriebshofneubau Hartmannsdorf	
Mühlauer Str.	09232 Hartmannsdorf
Bauherr REGIOBUS Mittelsachsen GmbH	
Altenburger Straße 52	09648 Mittweida
Architekt Klaus Muhler Architektenkammer Berlin, Nr. 07612	

DUBOIS MUHLER NEITZKE
ARCHITEKTEN + INGENIEURE
Baerwaldstraße 38 10961 Berlin
Tel: 030 / 69 486 93 Fax: 030 / 69 330 10

Planbezeichnung
Grundriss Obergeschoss

±0.00 = +313,04üNHN					
0	1	2	3	4	5

Phase Entwurfsplanung		Maßstab 1:100
Datum 06.11.2025	gez ab	Format A1
Plan-Nr.		Index

227-03

Vorabzug

Anlage D2: Ergebnisse Untersuchungen sommerlicher Wärmeschutz gem. DIN 4108-2

Untersuchung zum Sommerlichen Wärmeschutz gem. DIN 4108-2

Bauvorhaben: Regiobus - Hartmannsdorf Leistungsphase: LP3 Gebäudetyp: Nichtwohngebäude
Projekt-Nr.: 11010 Stand Planunterlagen: 06.11.2025 Klimaregion: B

		Geometrien							Energie- durchlassgrad	Verschattungs- faktor	begleitende Maßnahmen			Nachweis		
SWS-Nr.	Raum Variante	Grundfläche A _{NGF} [m²]	Fenster Orientierung	Neigung	Fensterbreite (gesamt) [m]	Fensterhöhe [m]	Fensterfläche A _{NGF} [m²]	A _W / A _{NGF} [%]	g [-]	F _c [-]	erhöhte Nachtlüftung n [h ⁻¹]	Bauart	passive Kühlung	S _{gepl.} [-]	S _{zul.} [-]	
SWS-01 Nordost/Nordwest - Erdgeschoss - 0.02 Verkehrsaufsicht																
V0: ohne ALS an PRF	WSV ALS	28,75	NO	90	3,70	2,01	7,44	52%	0,53	0,25	ohne	leicht	Nein	0,174	0,077	Nicht eingehalten
	WSV		NW	90	2,57	2,95	7,58		0,53	1,00						
V1: Vordach PRF	WSV ALS	28,75	NO	90	3,70	2,01	7,44	52%	0,53	0,25	ohne	leicht	Nein	0,111	0,077	Nicht eingehalten
	WSV ALS		NW	90	2,57	2,95	7,58		0,53	0,55						
V2: ALS an PRF	WSV ALS	28,75	NO	90	3,70	2,01	7,44	52%	0,53	0,25	ohne	leicht	Nein	0,069	0,077	Nachweis erbracht
	WSV ALS		NW	90	2,57	2,95	7,58		0,53	0,25						
SWS-02 Nordost - Erdgeschoss - 0.04 Backoffice																
V0	WSV ALS	14,6	NO	90	3,60	2,01	7,24	50%	0,53	0,25	ohne	leicht	Nein	0,066	0,080	Nachweis erbracht
SWS-03 Nordost/Nordwest - 1. Obergeschoss - 1.01 Pausenraum																
V0	WSV ALS	67,82	NO	90	8,70	2,01	17,49	43%	0,53	0,25	ohne	leicht	Nein	0,057	0,088	Nachweis erbracht
	WSV ALS		NW	90	5,72	2,01	11,50		0,53	0,25						

Anlage E Hüllflächen- und Volumenberechnung

Anlage E – Hüllflächen- und Volumenberechnung

Tabelle 1: Zonen, Flächen, Volumina

	A_{brutto}	A_{NGF}	V_{brutto}	V_{netto}
	m ²	m ²	m ³	m ³
01 Einzelbüro	16,75	14,4	62,08	43,26
02 Gruppenbüro	56,16	49,17	207,96	147,5
03 Besprechung	60,54	54,71	224,25	164,13
04 Umkleide FBH	114,13	96,96	425,82	290,98
05 Sanitär	55,78	48,44	207,23	132,97
06 Sonst. Aufenthalt	80,74	70,91	301,13	212,79
07 Flur <19°C	92,58	83,62	344,12	250,9
08 TRH <19°C	76,41	63,23	284,07	202,67
09 Lager/Technik 1 - RLT	78,89	74,05	293,82	242,88
10 Lager/Technik 2 - FBH	272,25	242,31	1014,28	784,86
11 Lager/Technik 3 - ELT	32,47	26,04	120,72	82,5
12 Serverraum	11,83	10,7	44,15	28,9
13 Werkstatt 1	1853,56	1192,62	6878,34	5563,98
14 Werkstatt 2	126,77	118,53	469,4	397,06
15 Werkstatt 3	13,91	13,15	51,42	43,97

Tabelle 2: Berücksichtigte Geschosse

Geschoss	Geschosshöhe	Lichte Höhe
Erdgeschoss	Halle: 4,28 Büro: 3,73	Halle: 4,0 Büro: 3,0
Obergeschoss	Halle: 4,0 Büro: 3,65	Halle: 3,3 Büro: 3,0

Anlage E – Hüllflächen- und Volumenberechnung

Tabelle 3: Bauteiltabelle

Bauteil Datei	Summe Hüllfläche [m²]	Hüllflächentyp
AW01.dwb	542,4	FAW
AW02.dwb	49,9	FAW
AW06.dwb	270,7	FAW
DA01.dwb	1045,86	FD
DA02.dwb	400	FD
F01.dwb	94,16	FF
G01.dwb	579,51	FG
G02.dwb	121,27	FG
G03.dwb	770,62	FG
PRF01.dwb	18	FF
RWA01.dwb	25,5	FF
T01.dwb	81	FF
T02.dwb	81	FF
T03.dwb	9,78	FF
T04.dwb	3,26	FAW
T05.dwb	40,5	FF
Summe	4133,43	

Anlage E – Hüllflächen- und Volumenberechnung

Tabelle 4: Hüllflächentabelle

Eine Verortung der Hüllflächen kann anhand der Raumnummern im Positionsplan (Anlage B) erfolgen. In der Berechnung (Anlage C) wurden die Hüllflächen nach Bauteil, Orientierung und Zone zusammengefasst.

Referenz-/ Raumnummer, Bauteil	Orientierung	Zone	Fläche [m ²]
Erdgeschoss EG			
EG 01 Einzelbüro			
FG H 159 G02	-	´01:00	16,75
FAW N 160 AW01	Nord	´01:00	7,38
FF N F01	Nord	´01:00	5,13
FF N F01	Nord	´01:00	2,34
EG 02 Gruppenbüro			
FG H 51 G03	-	´02:00	1,47
FG H 52 G02	-	´02:00	33,31
FAW N 56 AW01	Nord	´02:00	10,16
FF N F01	Nord	´02:00	7,79
FAW W 57 AW01	West	´02:00	11,26
FF W PRF01	West	´02:00	8,68
FG H 61 G03	-	´02:00	21,38
EG 03 Besprechung			
FG H 66 15 G02	-	´03:00	52,55
FG H 67 15 G03	-	´03:00	7,99
FAW N 70 15 AW01	Nord	´03:00	13,49
FF N 15 F01	Nord	´03:00	7,53
FF N 15 F01	Nord	´03:00	12,66
EG 05 Sanitär			
FG H 86 15 G03	-	´05:00	28,29
Fw W 89 15 Innenwand	West	´05:00	10,33
EG 06 Sonst. Aufenthalt			
FG H 101 15 G03	-	´06:00	2,08
FG H 102 15 G02	-	´06:00	2,03
EG 07 Flur <19°C			
FG H 114 15 G02	-	´07:00	16,63
FG H 115 15 G03	-	´07:00	28,28
FAW W 117 15 AW01	West	´07:00	2,47
FF W 15 PRF01	West	´07:00	9,32
FAW S 118 15 AW01	Süd	´07:00	0,78
Fw S 119 15 Innenwand	Süd	´07:00	25,59
EG 08 TRH <19°C			
FG H 131 15 G03	-	´08:00	5,92
FG H 132 15 G01	-	´08:00	13,96
FAW W 133 15 AW06	West	´08:00	7,02
FF W 15 F01	West	´08:00	1,94
FAW S 134 15 AW06	Süd	´08:00	0,74
FAW N 135 15 Innenwand	Nord	´08:00	0,78

Anlage E – Hüllflächen- und Volumenberechnung

FG H 136 15 G01	-	´08:00	18,33
FAW S 137 15 Innenwand	Süd	´08:00	0,74
FAW O 138 15 AW06	Ost	´08:00	16,615
FAW O 15 Tür T03	Ost	´08:00	3,26
Fw W 140 15 Innenwand	West	´08:00	23
EG 09 Lager/Technik 1 - RLT			
FG H 146 15 G03	-	´09:00	9,04
EG 11 Lager/Technik 3 - ELT			
FG H 155 15 G01	-	´11:00	16,76
Fw W 156 15 Innenwand	West	´11:00	21,03
FAW O 157 15 AW06	Ost	´11:00	15,36
FAW O 15 Tür T04	Ost	´11:00	3,26
FAW N 158 15 AW01	Nord	´11:00	9,52
EG 12 Werkstatt 1			
FG H 30 15 G01	-	´13:00	0,72
FG H 31 15 G01	-	´13:00	455,29
FG H 32 15 G01	-	´13:00	0,72
FG H 33 15 G03	-	´13:00	599,22
Fd H 34 15 Standard-STB	-	´13:00	272,25
Fw N 36 15 Innenwand	Nord	´13:00	10,2
FAW S 37 15 AW06	Süd	´13:00	92,735
FAW O 38 15 AW01	Ost	´13:00	17,01
FAW O 15 Tür T05	Ost	´13:00	16,2
FAW O 15 Tür T01	Ost	´13:00	16,2
FAW O 15 Tür T01	Ost	´13:00	16,2
FAW S 39 15 AW01	Süd	´13:00	15,57
FAW O 40 15 AW01	Ost	´13:00	20,13
FAW O 15 Tür T02	Ost	´13:00	16,2
FAW O 15 Tür T02	Ost	´13:00	16,2
FAW O 15 Tür T03	Ost	´13:00	3,26
FAW N 41 15 AW01	Nord	´13:00	0,74
FAW W 45 15 AW01	West	´13:00	37,17
FAW W 15 Tür T05	West	´13:00	16,2
FAW W 15 Tür T01	West	´13:00	16,2
FAW W 15 Tür T03	West	´13:00	3,26
FAW W 15 Tür T01	West	´13:00	16,2
FAW W 15 Tür T02	West	´13:00	16,2
FAW W 15 Tür T02	West	´13:00	16,2
Fw N 46 15 Innenwand	Nord	´13:00	25,63
EG 14 Werkstatt 2			
FG H 163 1 G01	-	´14:00	67,43
FG H 164 1 G03	-	´14:00	59,34
FAW N 165 1 AW01	Nord	´14:00	16,49
FF N 1 F01	Nord	´14:00	5,07
FF N 1 F01	Nord	´14:00	12,66

Anlage E – Hüllflächen- und Volumenberechnung

EG 15 Werkstatt 3			
FG H 22 20 G03	-	´15:00	7,61
FG H 23 20 G01	-	´15:00	6,3
Fd H 24 20 Standard-STB	-	´15:00	13,91
Fw N 25 20 Innenwand	Nord	´15:00	17,9
Fw W 26 20 Innenwand	West	´15:00	10,63
Fw S 27 20 Innenwand	Süd	´15:00	17,9
Fw O 28 20 Innenwand	Ost	´15:00	10,62
1. Obergeschoss GE 2			
GE 2 04 Umkleide FBH			
Fd H 74 1 Standard-STB	-	´04:00	77,27
FD H 75 1 DA02	-	´04:00	114,13
FAW N 77 1 AW01	Nord	´04:00	75,04
Fw W 78 1 Innenwand	West	´04:00	21,18
Fw S 79 1 Innenwand	Süd	´04:00	10,27
FAW O 80 1 AW01	Ost	´04:00	20,65
GE 2 05 Sanitär			
FD H 82 1 DA02	-	´05:00	27,48
Fw W 83 1 Innenwand	West	´05:00	10,41
GE 2 06 Sonst. Aufenthalt			
FD H 93 1 DA02	-	´06:00	76,63
FAW W 94 1 AW01	West	´06:00	21,87
FF W 1 F01	West	´06:00	5,17
FF W 1 F01	West	´06:00	6,33
FAW N 97 1 AW01	Nord	´06:00	22,93
FF N 1 F01	Nord	´06:00	10,13
FF N 1 F01	Nord	´06:00	7,63
Fw O 98 1 Innenwand	Ost	´06:00	21,18
FAW S 99 1 AW01	Süd	´06:00	0,78
Fw S 100 1 Innenwand	Süd	´06:00	15,34
GE 2 07 Flur <19°C			
FD H 108 1 DA02	-	´07:00	47,67
Fw N 110 1 Innenwand	Nord	´07:00	10,33
Fw S 111 1 Innenwand	Süd	´07:00	10,45
Fw O 113 1 Innenwand	Ost	´07:00	5,86
GE 2 08 TRH <19°C			
FD H 122 1 DA02	-	´08:00	19,87
FAW N 123 1 Innenwand	Nord	´08:00	0,78
FAW W 124 1 AW06	West	´08:00	8,1
FF W 1 F01	West	´08:00	2,31
FAW S 125 1 AW06	Süd	´08:00	0,75
FD H 126 1 DA02	-	´08:00	18,33
Fw W 127 1 Innenwand	West	´08:00	17,31
FAW S 128 1 Innenwand	Süd	´08:00	0,75
FAW O 129 1 AW06	Ost	´08:00	20,73

Anlage E – Hüllflächen- und Volumenberechnung

FF O 1 F01	Ost	´08:00	2,43
FAW N 130 1 AW06	Nord	´08:00	0,75
GE 2 09 Lager/Technik 1 - RLT			
FD H 142 1 DA02	-	´09:00	64,15
FD H 143 1 DA02	-	´09:00	4,19
FF H 1 RWA01	-	´09:00	1,5
FAW W 144 1 Außenwand (Luft)	West	´09:00	0,14
FAW O 145 1 Außenwand (Luft)	Ost	´09:00	0,14
GE 2 10 Lager/Technik 2 - FBH			
FD H 147 1 DA01	-	´10:00	241,77
FD H 148 1 DA01	-	´10:00	20,88
FF H 1 RWA01	-	´10:00	4,8
FF H 1 RWA01	-	´10:00	4,8
FAW W 149 1 AW01	West	´10:00	18,25
FAW W 1 Tür T01	West	´10:00	4,05
FAW W 150 1 Außenwand (Luft)	West	´10:00	0,46
FAW N 151 1 Außenwand (Luft)	Nord	´10:00	0,11
FAW O 152 1 Außenwand (Luft)	Ost	´10:00	0,46
GE 2 11 Lager/Technik 3 - ELT			
FD H 153 1 DA02	-	´11:00	15,72
FAW N 154 1 AW01	Nord	´11:00	5,3
FF N 1 F01	Nord	´11:00	5,04
GE 2 12 Serverraum			
FD H 2 35 DA02	-	´12:00	11,83
GE 2 12 Werkstatt 1			
FD H 10 35 DA01	-	´13:00	760,1
FD H 11 35 DA01	-	´13:00	23,11
FF H 35 RWA01	-	´13:00	4,8
FF H 35 RWA01	-	´13:00	4,8
FF H 35 RWA01	-	´13:00	4,8
FAW W 12 35 AW01	West	´13:00	46,4
FAW W 35 Tür T02	West	´13:00	4,05
FAW W 35 Tür T02	West	´13:00	4,05
Fw S 13 35 Innenwand	Süd	´13:00	93,9
Fw N 14 35 Innenwand	Nord	´13:00	62,69
Fw O 15 35 Innenwand	Ost	´13:00	26,83
Fw N 16 35 Innenwand	Nord	´13:00	14,14
FAW W 17 35 AW01	West	´13:00	42,73
FAW W 35 Tür T05	West	´13:00	4,05
FAW W 35 Tür T01	West	´13:00	4,05
FAW S 18 35 AW06	Süd	´13:00	107,9
FAW O 19 35 AW01	Ost	´13:00	59,16
FAW O 35 Tür T05	Ost	´13:00	4,05
FAW O 35 Tür T01	Ost	´13:00	4,05
FAW O 35 Tür T01	Ost	´13:00	4,05

Anlage E – Hüllflächen- und Volumenberechnung

FAW S 20 35 AW01	Süd	´13:00	18,14
FAW O 21 35 AW01	Ost	´13:00	48,23
FAW O 35 Tür T02	Ost	´13:00	4,05
FAW O 35 Tür T02	Ost	´13:00	4,05
FAW N 22 35 AW01	Nord	´13:00	0,75
Fw N 23 35 Innenwand	Nord	´13:00	10,27
Fw N 26 35 Innenwand	Nord	´13:00	25,81
FAW O 27 35 Außenwand (Luft)	Ost	´13:00	0,56
FAW S 28 35 Außenwand (Luft)	Süd	´13:00	0,11
FAW W 29 35 Außenwand (Luft)	West	´13:00	0,56
FAW N AW01	Nord	´01:00	0,25
FAW N AW01	Nord	´02:00	2,75
FAW W AW01	West	´02:00	1,400
FAW N AW01	Nord	´03:00	5,250
FAW W AW06	West	´08:00	1,390
FAW O AW06	Ost	´08:00	3,125
FAW N AW01	Nord	´11:00	1,420
FAW O AW06	Ost	´11:00	2,400
FAW O AW01	Ost	´13:00	5,030
FAW S AW01	Süd	´13:00	2,410
FAW S AW06	Süd	´13:00	14,145
FAW W AW01	West	´13:00	5,000
FAW N AW01	Nord	´14:00	5,300

Anlage F Referenzberechnung

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

Energetische Bewertung von Gebäuden

Projekt: Regiobus - GEG-Nachweis - Referenzberechnung

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 "20251204-11010-40000-Bilanz-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

Planungsgrundlagen

Objektplanung: 06.11.2025

TGA-Planung: 30.10.2025

Import: "P:\11\11010\ING\TBP\E-CAD\Import\20251118"

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	A_{NGF} m ²	V_i m ³
<1> 01 Einzelbüro	201 Einzelbüro	250	19,9	17,2	14	43
<2> 02 Gruppenbüro	202 Gruppenbüro	250	19,9	17,3	49	147
<3> 03 Besprechung	204 Besprechung,	250	19,9	17,3	55	164
<4> 04 Umkleide FBH	216 WC und Sanit	250	19,9	17,4	97	291
<5> 05 Sanitär	216 WC und Sanit	250	19,9	17,8	48	133
<6> 06 Sonst. Aufenthalt	217 Sonstige Auf	250	19,9	17,2	71	213
<7> 07 Flur <19°C	218 Nebenflächen	250	16,3	14,1	84	251
<8> 08 TRH <19°C	219 Verkehrsfläc	250	16,3	14,1	63	203
<9> 09 Lager/Technik 1 - R	220 Lager, Techn	250	16,3	14,2	74	243
<10> 10 Lager/Technik 2 - F	220 Lager, Techn	250	16,4	14,3	242	785
<11> 11 Lager/Technik 3 - E	220 Lager, Techn	250	16,2	14,0	26	83
<12> 12 Serverraum	221 Rechenzentru	365	21,0		11	29
<13> 13 Werkstatt 1	522 Gewerbliche	230	16,0	14,1	1193	5564
<14> 14 Werkstatt 2	522 Gewerbliche	230	16,1	14,3	119	397
<15> 15 Werkstatt 3	622 Gewerbliche	230	19,3	17,9	13	44
					2.159	8.589

Gebäude, $A_{NGF} = 2158,8 \text{ m}^2$, $n_G = 2$ 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

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

2.0 Transmissionswärmetransfer (DIN V 18599-2)

Transferkoeffizienten H_T aus der Hüllflächentabelle nach DIN V 18599, T2

Hüllfläche	Zone	A m ²	U W/ (m ² K)	F _x	Anmerkungen	H _T W/K
001-AW01-Ost	4:0	20,6	0,28	1,00 FAW	51 02	5,8
002-AW01-Ost	13:0	144,5	0,35	1,00 FAW	50 02	50,6
003-AW01-Süd	6:0	0,8	0,28	1,00 FAW	51 02	0,2
004-AW01-Süd	7:0	0,8	0,35	1,00 FAW	50 02	0,3
007-AW01-Süd	13:0	33,7	0,35	1,00 FAW	50 02	11,8
008-AW01-Nord	1:0	7,4	0,28	1,00 FAW	51 02	2,1
009-AW01-Nord	2:0	10,2	0,28	1,00 FAW	51 02	2,8
010-AW01-Nord	3:0	13,5	0,28	1,00 FAW	51 02	3,8
011-AW01-Nord	4:0	75,0	0,28	1,00 FAW	51 02	21,0
012-AW01-Nord	6:0	22,9	0,28	1,00 FAW	51 02	6,4
013-AW01-Nord	11:0	14,8	0,35	1,00 FAW	50 02	5,2
014-AW01-Nord	13:0	1,5	0,35	1,00 FAW	50 02	0,5
015-AW01-Nord	14:0	16,5	0,35	1,00 FAW	50 02	5,8
016-AW01-West	2:0	11,3	0,28	1,00 FAW	51 02	3,2
017-AW01-West	6:0	21,9	0,28	1,00 FAW	51 02	6,1
018-AW01-West	7:0	2,5	0,35	1,00 FAW	50 02	0,9
019-AW01-West	10:0	18,3	0,35	1,00 FAW	50 02	6,4
020-AW01-West	13:0	126,3	0,35	1,00 FAW	50 02	44,2
021-AW02-Ost	8:0	3,1	0,35	1,00 FAW	50 02	1,1
022-AW02-Ost	11:0	2,4	0,35	1,00 FAW	50 02	0,8
023-AW02-Ost	13:0	5,0	0,35	1,00 FAW	50 02	1,8
024-AW02-Süd	13:0	16,6	0,35	1,00 FAW	50 02	5,8
025-AW02-Nord	1:0	0,3	0,28	1,00 FAW	51 02	0,1
026-AW02-Nord	2:0	2,8	0,28	1,00 FAW	51 02	0,8
027-AW02-Nord	3:0	5,3	0,28	1,00 FAW	51 02	1,5
028-AW02-Nord	11:0	1,4	0,35	1,00 FAW	50 02	0,5
029-AW02-Nord	14:0	5,3	0,35	1,00 FAW	50 02	1,9
030-AW02-West	2:0	1,4	0,28	1,00 FAW	51 02	0,4
031-AW02-West	8:0	1,4	0,35	1,00 FAW	50 02	0,5
032-AW02-West	13:0	5,0	0,35	1,00 FAW	50 02	1,8
033-AW06-Ost	8:0	37,3	0,35	1,00 FAW	50 02	13,1
034-AW06-Ost	11:0	15,4	0,35	1,00 FAW	50 02	5,4
035-AW06-Süd	8:0	1,5	0,35	1,00 FAW	50 02	0,5
036-AW06-Süd	13:0	200,6	0,35	1,00 FAW	50 02	70,2
037-AW06-Nord	8:0	0,8	0,35	1,00 FAW	50 02	0,3
038-AW06-West	8:0	15,1	0,35	1,00 FAW	50 02	5,3
039-DA01--	10:0	262,6	0,35	1,00 FD	50 02	91,9
040-DA01--	13:0	783,2	0,35	1,00 FD	50 02	274,1
041-DA02--	4:0	114,1	0,20	1,00 FD	51 02	22,8
042-DA02--	5:0	27,5	0,20	1,00 FD	51 02	5,5
043-DA02--	6:0	76,6	0,20	1,00 FD	51 02	15,3
044-DA02--	7:0	47,7	0,35	1,00 FD	50 02	16,7
045-DA02--	8:0	38,2	0,35	1,00 FD	50 02	13,4
046-DA02--	9:0	68,3	0,35	1,00 FD	50 02	23,9
047-DA02--	11:0	15,7	0,35	1,00 FD	50 02	5,5
048-DA02--	12:0	11,8	0,20	1,00 FD	51 02	2,4
049-F01-Ost	8:0	2,4	1,90	1,00 FF	50 02	4,6
050-F01-Nord	1:0	7,5	1,30	1,00 FF	51 02	9,7
051-F01-Nord	2:0	7,8	1,30	1,00 FF	51 02	10,1
052-F01-Nord	3:0	20,2	1,30	1,00 FF	51 02	26,2
053-F01-Nord	6:0	17,8	1,30	1,00 FF	51 02	23,1
054-F01-Nord	11:0	5,0	1,90	1,00 FF	50 02	9,6
055-F01-Nord	14:0	17,7	1,90	1,00 FF	50 02	33,7

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

Die Bauphysiker.

056-F01-West	6:0	11,5	1,30	1,00	F _F	51 02	14,9
057-F01-West	8:0	4,3	1,90	1,00	F _F	50 02	8,1
058-G01--	13:0	455,3	0,35	0,45	F _{fb}	50 25 14	71,7
059-G01--	15:0	6,3	0,35	0,45	F _{fb}	51 25 14	1,0
060-G02--	1:0	16,8	0,35	0,45	F _{fb}	51 25 14	2,6
061-G02--	2:0	33,3	0,35	0,45	F _{fb}	51 25 14	5,2
062-G02--	3:0	52,5	0,35	0,45	F _{fb}	51 25 14	8,3
063-G02--	6:0	2,0	0,35	0,45	F _{fb}	51 25 14	0,3
064-G02--	7:0	16,6	0,35	0,45	F _{fb}	50 25 14	2,6
065-G01--	8:0	32,3	0,35	0,45	F _{fb}	50 25 14	5,1
066-G01--	11:0	16,8	0,35	0,45	F _{fb}	50 25 14	2,6
067-G01--	13:0	1,4	0,35	0,45	F _{fb}	50 25 14	0,2
068-G01--	14:0	67,4	0,35	0,45	F _{fb}	50 25 14	10,6
069-G03--	2:0	22,9	0,35	0,45	F _{fb}	51 25 14	3,6
070-G03--	3:0	8,0	0,35	0,45	F _{fb}	51 25 14	1,3
071-G03--	5:0	28,3	0,35	0,45	F _{fb}	51 25 14	4,5
072-G03--	6:0	2,1	0,35	0,45	F _{fb}	51 25 14	0,3
073-G03--	7:0	28,3	0,35	0,45	F _{fb}	50 25 14	4,5
074-G03--	8:0	5,9	0,35	0,45	F _{fb}	50 25 14	0,9
075-G03--	9:0	9,0	0,35	0,45	F _{fb}	50 25 14	1,4
076-G03--	13:0	599,2	0,35	0,45	F _{fb}	50 25 14	94,4
077-G03--	14:0	59,3	0,35	0,45	F _{fb}	50 25 14	9,3
078-G03--	15:0	7,6	0,35	0,45	F _{fb}	51 25 14	1,2
079-PRF01-West	2:0	8,7	1,40	1,00	F _F	51 75 02	12,2
080-PRF01-West	7:0	9,3	1,90	1,00	F _F	50 75 02	17,7
081-RWA01--	9:0	1,5	2,70	1,00	F _F	50 72 02	4,0
082-RWA01--	10:0	9,6	2,70	1,00	F _F	50 72 02	25,9
083-RWA01--	13:0	14,4	2,70	1,00	F _F	50 72 02	38,9
084-T01-Ost	13:0	40,5	1,90	1,00	F _F	50 09 02	77,0
085-T01-West	10:0	4,0	1,90	1,00	F _F	50 09 02	7,7
086-T01-West	13:0	36,5	1,90	1,00	F _F	50 09 02	69,3
087-T02-Ost	13:0	40,5	1,90	1,00	F _F	50 09 02	77,0
088-T02-West	13:0	40,5	1,90	1,00	F _F	50 09 02	77,0
089-T03-Ost	8:0	3,3	1,90	1,00	F _F	50 09 02	6,2
090-T03-Ost	13:0	3,3	1,90	1,00	F _F	50 09 02	6,2
091-T03-West	13:0	3,3	1,90	1,00	F _F	50 09 02	6,2
092-T04-Ost	11:0	3,3	2,90	1,00	F _{AW}	50 02 09	9,5
093-T05-Ost	13:0	20,3	1,90	1,00	F _F	50 09 02	38,5
094-T05-West	13:0	20,3	1,90	1,00	F _F	50 09 02	38,5

$$\Sigma A \text{ [m}^2\text{]} = 4.133,4$$

$$\Sigma H_T \text{ [W/K]} = 1.643,4$$

Bodenplattenmaß B' (25) = $A_G / (0.5 P) = 1471,52 / 80,09 = 18,37 \text{ m}$
 keine weiteren Bodenplatten

Anmerkungen zur Hüllflächen-Tabelle

- 01 Temperatur-Korrekturfaktoren (F_X-Faktoren) nach DIN V 18599-2, Tab.5
- 02 Die solaren Gewinne werden gesondert ermittelt (siehe unten).
- 09 Außentür
- 14 Bodenplatte auf Erdreich ohne Randdämmung.
- 25 F_X-Tabellenwert für das Bodenplattenmaß B' nach EN ISO 13370.
- 50 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem U-Wert-Zuschlag von 0,10 W/(m²K) pauschal berücksichtigt.
- 51 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem U-Wert-Zuschlag von 0,05 W/(m²K) pauschal berücksichtigt.
- 72 Lichtkuppel
- 75 Vorhangfassade

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

2.1 Wärmebrücken

Berechnung mit pauschalen Zuschlägen (siehe Hüllflächentabelle)

Wärmebrückenzuschläge ohne Temperaturkorrektur

$H_{T,WB} = 379,5 \text{ W/K}$ (23,1 %, 0,092 W/(m²K)), 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> 01 Einzelbüro	13	3	0	16	0	0
<2> 02 Gruppenbüro	34	9	0	43	0	0
<3> 03 Besprechung	36	10	0	46	0	0
<4> 04 Umkleide FBH	60	0	0	60	0	0
<5> 05 Sanitär	8	4	0	13	0	0
<6> 06 Sonst. Aufenthalt	74	1	0	75	0	0
<7> 07 Flur <19°C	46	7	0	53	0	0
<8> 08 TRH <19°C	68	6	0	74	0	0
<9> 09 Lager/Technik 1 -	36	1	0	37	0	0
<10> 10 Lager/Technik 2 -	161	0	0	161	0	0
<11> 11 Lager/Technik 3 -	44	3	0	47	0	0
<12> 12 Serverraum	3	0	0	3	0	0
<13> 13 Werkstatt 1	1148	166	0	1315	0	0
<14> 14 Werkstatt 2	58	20	0	78	0	0
<15> 15 Werkstatt 3	0	2	0	2	0	0
	1790	232		2022		

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

$H'_{T,vorh} = (H_{T,D} + F_x \cdot H_{T,iu} + F_x \cdot H_{T,s}) / A = 2.022,2 / 4.133,4 = \mathbf{0,49 \text{ W/(m}^2\text{K)}}$

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

3.0 Lüftungswärmetransfer (DIN V 18599-2)

Gebäudedichtheit Regelwert, ohne RLT-Anlage mit Dichtheitsprüfung (Referenzwert, Kat.I), $n_{50} = 2,00 \text{ h}^{-1}$
 Nettoraumvolumen $> 1.500 \text{ m}^3 \Rightarrow n_{50} = q_{50} \cdot \Sigma A / V = 3 \cdot 4133 / 8589 = 1,44 \text{ (Gl.68)}$

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

Gebäude ohne Außenluftdurchlässe

Ohne bedarfsabhängige Außenluft-Volumenstromregelung

Luftaustausch zwischen Gebäudezonen nicht relevant

Zone	ALD	n_{50} h^{-1}	V_A $\text{m}^3 / (\text{m}^2 \text{h})$	Luftwechsel n_{nutz} h^{-1}	n_{inf} h^{-1}	Fenster n_{win} h^{-1}	Lüftungsanlage $n_{\text{m,ZUL}}$ h^{-1}	$t_{\text{V,m}}$ h/d
<1> 01 Einzelbüro	-	2,21	4,00	1,33	0,15	0,59	-	-
<2> 02 Gruppenbüro	-	1,33	4,00	1,33	0,09	0,10	1,34	13
<3> 03 Besprechung	-	1,82	15,00	5,00	0,13	2,29	-	-
<4> 04 Umkleide FB	-	1,44	15,00	5,00	0,10	0,10	5,00	13
<5> 05 Sanitär	-	0,84	15,00	5,46	0,06	0,10	5,46	13
<6> 06 Sonst. Aufe	-	2,19	7,00	2,33	0,15	1,05	-	-
<7> 07 Flur <19°C	-	0,84	0,15	0,05	0,06	0,10	0,05	13
<8> 08 TRH <19°C	-	2,15	0,00	0,00	0,15	0,10	-	-
<9> 09 Lager/Techn	-	0,65	0,15	0,05	0,05	0,10	0,05	13
<10> 10 Lager/Tech	-	1,13	0,15	0,05	0,08	0,10	-	-
<11> 11 Lager/Tech	-	1,81	0,15	0,05	0,12	0,10	-	13
<12> 12 Serverraum	-	0,82	1,30	0,48	0,06	0,10	0,48	24
<13> 13 Werkstatt	-	1,40	2,50	0,54	0,10	0,25	-	-
<14> 14 Werkstatt	-	0,84	2,50	0,75	0,06	0,10	0,75	10
<15> 15 Werkstatt	-	0,63	1,50	0,45	0,03	0,28	-	10
⇒ WE-Betrieb ...								
<1> 01 Einzelbüro			0,00	0,00	0,15	0,10		
<2> 02 Gruppenbüro			0,00	0,00	0,09	0,10		
<3> 03 Besprechung			0,00	0,00	0,13	0,10		
<4> 04 Umkleide FBH			0,00	0,00	0,10	0,10		
<5> 05 Sanitär			0,00	0,00	0,06	0,10		
<6> 06 Sonst. Aufenthalt			0,00	0,00	0,15	0,10		
<7> 07 Flur <19°C			0,00	0,00	0,06	0,10		
<8> 08 TRH <19°C			0,00	0,00	0,15	0,10		
<9> 09 Lager/Technik 1 - RLT			0,00	0,00	0,05	0,10		
<10> 10 Lager/Technik 2 - FBH			0,00	0,00	0,08	0,10		
<11> 11 Lager/Technik 3 - ELT			0,00	0,00	0,13	0,10		
<13> 13 Werkstatt 1			0,00	0,00	0,10	0,10		
<14> 14 Werkstatt 2			0,00	0,00	0,06	0,10		
<15> 15 Werkstatt 3			0,00	0,00	0,04	0,10		

Zone <2> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 197 / 197 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60
 Zone <4> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 1454 / 1454 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60
 Zone <5> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 727 / 727 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60
 Zone <7> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 13 / 13 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60
 Zone <9> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 11 / 11 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60
 Zone <11> RLT-Anlage (000) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 0 / 4 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig
 Zone <12> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 14 / 14 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60
 Zone <14> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 296 / 296 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60
 Zone <15> RLT-Anlage (000) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 0 / 20 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig

n_{50} = Luftwechselzahl bei 50 Pa Druckdifferenz, V_A = Mindest-Außenluftvolumenstrom
 n_{nutz} = Mindestaußenluftwechsel = $V_A \cdot \text{ANGF} / V$ während der Nutzungsstunden (Nichtwohngebäude)
 n_{inf} = Infiltrationsluftwechsel = $n_{50} \cdot e_{\text{wind}} \cdot f_{\text{ATD}}$ mit f_{ATD} = Bewertungsfaktor für ALD oder mit RLT
 $n_{\text{inf}} = n_{50} \cdot e_{\text{wind}} \cdot f_{\text{ATD}} \cdot (1 + (1 - f_e) \cdot t_{\text{V,mech}} / 24)$ mit f_e = Faktor für nicht balancierte RLT-Anlagen (Gl.65)
 n_{win} = Fenster- / Türluftwechsel = $n_{\text{win,min}} + \Delta n_{\text{win}} \cdot t_{\text{nutz}} / 24$, mit RLT = $n_{\text{win,min}} + \Delta n_{\text{win,mech}} \cdot t_{\text{V,mech}} / 24$
 mit $n_{\text{win,min}} = 0,1$, in Wohngebäuden $n_{\text{win,min}} = \text{saisonal nach Gl.77}$

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

Reduzierter Außenluft-Volumenstroms für schadstoffarme Gebäude ohne RLT, Zonen 1 / 3 / 6 /
 $\Delta n_{win} = n_{nutz} - (n_{nutz} - 0.2) * n_{inf} - 0.1$ (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 Lüftung	V m³	HV _{V,z,Jan} W/K	HV _{V,inf} W/K	HV _{V,win} W/K	Σ HV _V W/K	HV _{V,mech} W/K	θ _{V,Jan} °C
<1> 01 Einzelbüro	43	0	2	9	11	0	
<2> 02 Gruppenbüro	147	0	5	5	10	36	18,0
<3> 03 Besprechung	164	0	7	128	135	0	
<4> 04 Umkleide FBH	291	0	10	10	20	268	18,0
<5> 05 Sanitär	133	0	3	5	7	134	18,0
<6> 06 Sonst. Aufent	213	0	11	76	87	0	
<7> 07 Flur <19°C	251	0	5	9	14	2	18,0
<8> 08 TRH <19°C	203	0	10	7	17	0	
<9> 09 Lager/Technik	243	0	4	8	12	2	18,0
<10> 10 Lager/Techni	785	0	21	27	48	0	
<11> 11 Lager/Techni	83	0	3	3	6	0	2,9
<12> 12 Serverraum	29	0	1	1	2	5	18,0
<13> 13 Werkstatt 1	5.564	0	185	475	660	0	
<14> 14 Werkstatt 2	397	0	8	14	21	42	18,0
<15> 15 Werkstatt 3	44	0	0	4	5	0	2,9
		0	275	779	1054	489	
⇒ WE-Betrieb ...							
<1> 01 Einzelbüro		0	2	1	4		
<2> 02 Gruppenbüro		0	5	5	10		
<3> 03 Besprechung		0	7	6	13		
<4> 04 Umkleide FBH		0	10	10	20		
<5> 05 Sanitär		0	3	5	7		
<6> 06 Sonst. Aufenthalt		0	11	7	18		
<7> 07 Flur <19°C		0	5	9	14		
<8> 08 TRH <19°C		0	10	7	17		
<9> 09 Lager/Technik 1 - R		0	4	8	12		
<10> 10 Lager/Technik 2 - F		0	21	27	48		
<11> 11 Lager/Technik 3 - E		0	4	3	6		
<13> 13 Werkstatt 1		0	185	189	374		
<14> 14 Werkstatt 2		0	8	14	21		
<15> 15 Werkstatt 3		0	1	1	2		
		0	275	291	566		

$HV_{V,z} = V * 0.34$ [W/K] = Wärmetransferkoeffizient Lüftung zu angrenzenden Zonen, monatlich, temperaturgewichtet

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

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

$\Sigma HV_V = HV_{V,z,Jan} + HV_{V,inf} + HV_{V,win}$, 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	A_g m^2	I_S , Jan/Jul W/m^2	g_{eff} , Jan/Jul %	Q_S , Jan/Jul kWh/d
049-F01-Ost	8	1,70	25/ 138	35/ 33	7104m
050-F01-Nord	1	5,23	10/ 81	44/ 44	"
051-F01-Nord	2	5,45	10/ 81	44/ 44	"
052-F01-Nord	3	14,13	10/ 81	44/ 44	"
053-F01-Nord	6	12,43	10/ 81	44/ 44	"
054-F01-Nord	11	3,53	10/ 81	44/ 44	"
055-F01-Nord	14	12,41	10/ 81	44/ 44	"
056-F01-West	6	8,05	17/ 117	35/ 33	"
057-F01-West	8	2,97	17/ 117	35/ 33	"
079-PRF01-West	2	6,94	17/ 117	28/ 27	"
080-PRF01-West	7	7,46	17/ 117	44/ 44	7100
081-RWA01--	9	1,05	29/ 210	47/ 47	"
082-RWA01--	10	6,72	29/ 210	47/ 47	"
083-RWA01--	13	10,08	29/ 210	47/ 47	"
084-T01-Ost	13	24,30	25/ 138	44/ 44	"
085-T01-West	10	2,43	17/ 117	44/ 44	"
086-T01-West	13	21,87	17/ 117	44/ 44	"
087-T02-Ost	13	24,30	25/ 138	44/ 44	"
088-T02-West	13	24,30	17/ 117	44/ 44	"
089-T03-Ost	8	2,28	25/ 138	44/ 44	"
090-T03-Ost	13	2,28	25/ 138	44/ 44	"
091-T03-West	13	2,28	17/ 117	44/ 44	"
093-T05-Ost	13	12,15	25/ 138	44/ 44	"
094-T05-West	13	12,15	17/ 117	44/ 44	"
226,50					44/ 286

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

7104: aus dem Bauteilbezug, Außenjalousie 45° grau

7100: aus dem Bauteilbezug, ohne Sonnenschutz

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

Berechnung von g_{tot} , 13363-Werten nach EN 13363-1 mit $\tau_{e,B}$ und $\rho_{e,B}$ nach DIN V 18599-2, Tab.8 sowie den Parametern $G1 = 5$, $G2 = 10$ 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_{Wj} / a_{S0} = Parameter (0..1) für die zeitliche Aktivierung der Sonnenschutzvorrichtung nach Tab A.4 / A.5

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

4.2 Solare Wärmeeinträge über opake Hüllflächen

Hüllfläche	Zone	A m ²	U W/ (m ² K)	α	h_r W/ (m ² K)	$I_{S, Jul}$ W/m ²	$Q_{S, Jul}$ kWh/d
001-AW01-Ost	O 4	20,6	0,28	0,50	4,50	138	0,3
002-AW01-Ost	O 13	144,5	0,35	0,50	4,50	138	2,3
003-AW01-Süd	- 6	0,8	0,28	0,50	4,50	210	0,0
004-AW01-Süd	- 7	0,8	0,35	0,50	4,50	210	0,0
007-AW01-Süd	- 13	33,7	0,35	0,50	4,50	210	0,9
008-AW01-Nord	N 1	7,4	0,28	0,50	4,50	81	0,0
009-AW01-Nord	N 2	10,2	0,28	0,50	4,50	81	0,0
010-AW01-Nord	N 3	13,5	0,28	0,50	4,50	81	0,1
011-AW01-Nord	N 4	75,0	0,28	0,50	4,50	81	0,4
012-AW01-Nord	N 6	22,9	0,28	0,50	4,50	81	0,1
013-AW01-Nord	N 11	14,8	0,35	0,50	4,50	81	0,1
014-AW01-Nord	N 13	1,5	0,35	0,50	4,50	81	0,0
015-AW01-Nord	N 14	16,5	0,35	0,50	4,50	81	0,1
016-AW01-West	W 2	11,3	0,28	0,50	4,50	117	0,1
017-AW01-West	W 6	21,9	0,28	0,50	4,50	117	0,2
018-AW01-West	W 7	2,5	0,35	0,50	4,50	117	0,0
019-AW01-West	W 10	18,3	0,35	0,50	4,50	117	0,2
020-AW01-West	W 13	126,3	0,35	0,50	4,50	117	1,5
021-AW02-Ost	O 8	3,1	0,35	0,50	4,50	138	0,0
022-AW02-Ost	O 11	2,4	0,35	0,50	4,50	138	0,0
023-AW02-Ost	O 13	5,0	0,35	0,50	4,50	138	0,1
024-AW02-Süd	- 13	16,6	0,35	0,50	4,50	210	0,5
025-AW02-Nord	N 1	0,3	0,28	0,50	4,50	81	0,0
026-AW02-Nord	N 2	2,8	0,28	0,50	4,50	81	0,0
027-AW02-Nord	N 3	5,3	0,28	0,50	4,50	81	0,0
028-AW02-Nord	N 11	1,4	0,35	0,50	4,50	81	0,0
029-AW02-Nord	N 14	5,3	0,35	0,50	4,50	81	0,0
030-AW02-West	W 2	1,4	0,28	0,50	4,50	117	0,0
031-AW02-West	W 8	1,4	0,35	0,50	4,50	117	0,0
032-AW02-West	W 13	5,0	0,35	0,50	4,50	117	0,1
033-AW06-Ost	O 8	37,3	0,35	0,50	4,50	138	0,6
034-AW06-Ost	O 11	15,4	0,35	0,50	4,50	138	0,2
035-AW06-Süd	- 8	1,5	0,35	0,50	4,50	210	0,0
036-AW06-Süd	- 13	200,6	0,35	0,50	4,50	210	5,6
037-AW06-Nord	N 8	0,8	0,35	0,50	4,50	81	0,0
038-AW06-West	W 8	15,1	0,35	0,50	4,50	117	0,2
039-DA01--	- 10	262,6	0,35	0,50	4,50	210	7,3
040-DA01--	- 13	783,2	0,35	0,50	4,50	210	21,7
041-DA02--	- 4	114,1	0,20	0,50	4,50	210	1,8
042-DA02--	- 5	27,5	0,20	0,50	4,50	210	0,4
043-DA02--	- 6	76,6	0,20	0,50	4,50	210	1,2
044-DA02--	- 7	47,7	0,35	0,50	4,50	210	1,3
045-DA02--	- 8	38,2	0,35	0,50	4,50	210	1,1
046-DA02--	- 9	68,3	0,35	0,50	4,50	210	1,9
047-DA02--	- 11	15,7	0,35	0,50	4,50	210	0,4
048-DA02--	- 12	11,8	0,20	0,50	4,50	210	0,2
092-T04-Ost	O 11	3,3	2,90	0,50	4,50	138	0,4
2.312,2							51,6

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

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 * Emissionsgrad = 5 * 0.9 = 4.5 W/(m²K)

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

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

4.3 solare Wärmegewinne

Zone	Sep kWh	Okt kWh	Nov kWh	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Jahr kWh
über Fenster ...								
<1> 01 Einzelb	68	43	21	12	17	28	53	835
<2> 02 Gruppen	183	113	49	29	43	61	143	2.070
<3> 03 Besprec	182	115	58	32	46	75	143	2.258
<4> 04 Umkleid	-	-	-	-	-	-	-	-
<5> 05 Sanitär	-	-	-	-	-	-	-	-
<6> 06 Sonst.	320	199	89	51	76	111	251	3.685
<7> 07 Flur <1	185	114	45	27	41	53	146	2.044
<8> 08 TRH <19	155	102	37	23	43	48	128	1.758
<9> 09 Lager/T	45	28	11	6	11	14	35	525
<10> 10 Lager/	347	217	85	48	81	110	274	4.025
<11> 11 Lager/	46	29	14	8	11	19	36	564
<12> 12 Server	-	-	-	-	-	-	-	-
<13> 13 Werkst	3.585	2.325	865	523	950	1.104	2.918	41.153
<14> 14 Werkst	160	101	51	28	40	66	125	1.983
<15> 15 Werkst	-	-	-	-	-	-	-	-
über opake ...								
<1> 01 Einzelb	-	-	-	-	-	-	-	4
<2> 02 Gruppen	2	0	-	-	-	-	1	29
<3> 03 Besprec	-	-	-	-	-	-	-	10
<4> 04 Umkleid	30	12	-	-	-	-	20	413
<5> 05 Sanitär	6	3	-	-	-	-	4	79
<6> 06 Sonst.	21	8	-	-	-	-	13	274
<7> 07 Flur <1	20	8	-	-	-	-	13	250
<8> 08 TRH <19	27	9	-	-	-	-	17	345
<9> 09 Lager/T	28	11	-	-	-	-	19	345
<10> 10 Lager/	112	44	-	-	-	-	73	1.364
<11> 11 Lager/	15	5	-	-	-	-	10	210
<12> 12 Server	3	1	-	-	-	-	2	34
<13> 13 Werkst	479	181	-	-	-	-	308	5.902
<14> 14 Werkst	-	-	-	-	-	-	-	14
<15> 15 Werkst	-	-	-	-	-	-	-	-
	6.020	3.667	1.325	787	1.359	1.687	4.729	70.173

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

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

Zone	A _B m ²	Q _{I,p} kWh/d	Q _{I,fac} kWh/d	Q _{I,g} kWh/d	Q _I kWh/d
<1> 01 Einzelbüro	14	0,4	0,6	0,0	1,1
<2> 02 Gruppenbüro	49	1,5	2,1	0,0	3,6
<3> 03 Besprechung	55	5,1	0,4	0,0	5,5
<4> 04 Umkleide FBH	97	–	–	0,0	0,0
<5> 05 Sanitär	48	–	–	0,0	0,0
<6> 06 Sonst. Aufenthalt	71	6,6	0,6	0,0	7,2
<7> 07 Flur <19°C	84	–	–	0,0	0,0
<8> 08 TRH <19°C	63	–	–	0,0	0,0
<9> 09 Lager/Technik 1 – RL	74	–	–	0,0	0,0
<10> 10 Lager/Technik 2 – FB	242	–	–	0,0	0,0
<11> 11 Lager/Technik 3 – EL	26	–	–	0,0	0,0
<12> 12 Serverraum	11	0,1	19,3	0,0	19,4
<13> 13 Werkstatt 1	1193	47,7	333,9	0,0	381,6
<14> 14 Werkstatt 2	119	4,7	33,2	0,0	37,9
<15> 15 Werkstatt 3	13	0,4	3,7	0,0	4,1
⇒ WE-Betrieb ...					
<1> 01 Einzelbüro		–	–	0,0	0,0
<2> 02 Gruppenbüro		–	–	0,0	0,0
<3> 03 Besprechung		–	–	0,0	0,0
<4> 04 Umkleide FBH		–	–	0,0	0,0
<5> 05 Sanitär		–	–	0,0	0,0
<6> 06 Sonst. Aufenthalt		–	–	0,0	0,0
<7> 07 Flur <19°C		–	–	0,0	0,0
<8> 08 TRH <19°C		–	–	0,0	0,0
<9> 09 Lager/Technik 1 – RL		–	–	0,0	0,0
<10> 10 Lager/Technik 2 – FB		–	–	0,0	0,0
<11> 11 Lager/Technik 3 – EL		–	–	0,0	0,0
<13> 13 Werkstatt 1		–	–	0,0	0,0
<14> 14 Werkstatt 2		–	–	0,0	0,0
<15> 15 Werkstatt 3		–	–	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> 01 Einzelbüro	0,0	0,9	0,5	0,0	0,0
<2> 02 Gruppenbüro	0,0	2,7	1,6	0,0	0,0
<3> 03 Besprechung	0,0	2,6	1,8	0,0	0,0
<4> 04 Umkleide FBH	0,0	6,2	3,2	0,4	0,0
<5> 05 Sanitär	0,0	3,1	0,0	0,2	0,0
<6> 06 Sonst. Aufenthalt	0,0	2,5	2,4	0,0	0,0
<7> 07 Flur <19°C	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0
<8> 08 TRH <19°C	0,0	0,8	2,1	0,0	0,0
<9> 09 Lager/Technik 1 – RL	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0
<10> 10 Lager/Technik 2 – FBH	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0
<11> 11 Lager/Technik 3 – EL	0,0	0,1	0,9	0,0	0,0
<12> 12 Serverraum	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0
<13> 13 Werkstatt 1	0,0	88,7	0,0	0,0	0,0
<14> 14 Werkstatt 2	0,0	10,0	4,0	0,0	0,0
<15> 15 Werkstatt 3	0,0	1,7	0,4	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

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

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	$\Sigma H_{V, \text{mech}}$ W/K	Q_{sink} kWh/d	Q_{source} kWh/d	γ
<1> 01 Einzelbüro	16	11	0	13	3	0,233
<2> 02 Gruppenbüro	43	10	36	28	10	0,342
<3> 03 Besprechung	46	135	0	84	12	0,143
<4> 04 Umkleide FBH	60	20	268	52	10	0,200
<5> 05 Sanitär	13	7	134	17	3	0,194
<6> 06 Sonst. Aufenthalt	75	87	0	76	15	0,196
<7> 07 Flur <19°C	53	14	2	28	2	0,064
<8> 08 TRH <19°C	74	17	0	38	5	0,124
<9> 09 Lager/Technik 1 - RL	37	12	2	21	1	0,035
<10> 10 Lager/Technik 2 - FB	161	48	0	95	4	0,037
<11> 11 Lager/Technik 3 - EL	47	6	0	21	1	0,070
<12> 12 Serverraum	3	2	5	3	21	8,102
<13> 13 Werkstatt 1	1315	660	0	809	501	0,619
<14> 14 Werkstatt 2	78	21	42	46	52	1,130
<15> 15 Werkstatt 3	2	5	0	4	6	1,438

Zone	C_{wirk} Wh / (m²K)	H W/K	τ h	a -	η -	η_{WE}
<1> 01 Einzelbüro	50	27	26,59	2,66	0,984	0,999
<2> 02 Gruppenbüro	50	89	27,55	2,72	0,964	1,000
<3> 03 Besprechung	50	181	15,13	1,95	0,980	1,000
<4> 04 Umkleide FBH	50	348	13,94	1,87	0,960	1,000
<5> 05 Sanitär	50	154	15,76	1,99	0,969	1,000
<6> 06 Sonst. Aufenthalt	50	162	21,91	2,37	0,983	1,000
<7> 07 Flur <19°C	50	69	60,63	4,79	1,000	1,000
<8> 08 TRH <19°C	90	91	62,64	4,92	1,000	1,000
<9> 09 Lager/Technik 1 - RL	50	51	72,10	5,51	1,000	1,000
<10> 10 Lager/Technik 2 - FB	90	209	104,29	7,52	1,000	1,000
<11> 11 Lager/Technik 3 - EL	90	53	44,49	3,78	1,000	1,000
<12> 12 Serverraum	50	9	58,06	4,63	0,123	
<13> 13 Werkstatt 1	90	1975	54,35	4,40	0,950	1,000
<14> 14 Werkstatt 2	90	141	75,48	5,72	0,795	1,000
<15> 15 Werkstatt 3	90	7	176,35	12,03	0,695	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

$\Sigma H_{V, \text{mech}}$ = 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 Innenvorhänge, 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

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

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	20,0	20,1	20,4	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
$T_{i,2}$	°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
$T_{i,3}$	°C	19,9	19,9	20,1	20,3	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
$T_{i,4}$	°C	19,9	19,9	20,1	20,3	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,0	19,9
$T_{i,5}$	°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	19,9	20,0	20,1	20,4	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
$T_{i,7}$	°C	16,3	16,3	16,4	16,6	16,9	17,0	17,1	17,1	16,9	16,6	16,4	16,2
$T_{i,8}$	°C	16,3	16,3	16,4	16,6	16,9	17,0	17,1	17,1	16,9	16,7	16,4	16,3
$T_{i,9}$	°C	16,3	16,3	16,5	16,7	16,9	17,0	17,1	17,1	16,9	16,7	16,4	16,3
$T_{i,10}$	°C	16,4	16,4	16,5	16,7	16,9	17,0	17,1	17,1	16,9	16,7	16,5	16,4
$T_{i,11}$	°C	16,2	16,2	16,4	16,6	16,9	17,0	17,1	17,1	16,9	16,6	16,4	16,2
$T_{i,12}$	°C	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0
$T_{i,13}$	°C	16,0	16,1	16,2	16,5	16,8	17,0	17,1	17,1	16,8	16,5	16,2	16,0
$T_{i,14}$	°C	16,1	16,2	16,3	16,6	16,8	17,0	17,1	17,1	16,8	16,6	16,3	16,1
$T_{i,15}$	°C	19,3	19,3	19,4	19,6	19,8	19,9	20,0	19,9	19,8	19,6	19,4	19,3
⇒ WE-Betrieb ...													
$T_{i,1}$	°C	17,2	17,4	17,9	18,8	19,7	20,2	20,6	20,5	19,7	18,8	17,8	17,2
$T_{i,2}$	°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
$T_{i,3}$	°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	17,4	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	17,8	17,9	18,4	19,1	19,9	20,3	20,7	20,6	19,9	19,1	18,3	17,8
$T_{i,6}$	°C	17,2	17,4	17,9	18,8	19,7	20,2	20,6	20,5	19,7	18,8	17,8	17,2
$T_{i,7}$	°C	14,1	14,3	14,8	15,6	16,5	16,9	17,4	17,3	16,5	15,7	14,7	14,1
$T_{i,8}$	°C	14,1	14,3	14,8	15,6	16,5	16,9	17,4	17,3	16,5	15,7	14,7	14,1
$T_{i,9}$	°C	14,2	14,3	14,8	15,6	16,5	16,9	17,4	17,3	16,5	15,7	14,7	14,2
$T_{i,10}$	°C	14,3	14,5	15,0	15,7	16,5	17,0	17,3	17,3	16,6	15,8	14,9	14,3
$T_{i,11}$	°C	14,0	14,2	14,7	15,6	16,5	16,9	17,4	17,3	16,5	15,6	14,6	14,0
$T_{i,12}$	°C	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0
$T_{i,13}$	°C	14,1	14,3	14,8	15,6	16,5	16,9	17,4	17,3	16,5	15,7	14,7	14,1
$T_{i,14}$	°C	14,3	14,5	15,0	15,7	16,5	17,0	17,3	17,3	16,6	15,8	14,9	14,3
$T_{i,15}$	°C	17,9	18,0	18,3	18,8	19,3	19,6	19,9	19,8	19,4	18,8	18,2	17,8

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

7.1 Zone <1> 01 Einzelbüro

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,807	0,932	0,976	0,984	0,984	0,978	0,958	0,772
$\eta_{\text{source,WE}}$		0,817	0,982	0,998	1,000	0,999	0,997	0,987	0,755
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	23	13	12	13	13	12	13	162
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	6.341
$Q_{h,b,RE}$	kWh	39	96	165	212	212	176	149	1.157
$Q_{h,b,WE}$	kWh	–	17	41	57	55	43	31	246
Q_T	kWh	70	124	177	217	216	187	176	1.458
Q_V	kWh	39	69	98	121	120	104	98	811
Q_S^*	kWh	55	40	21	12	17	27	51	516
Q_I^*	kWh	31	41	50	59	54	45	44	421

$\eta_{\text{source}} / \eta_{\text{source,WE}}$ = 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 $Q_S^* = Q_S \cdot \eta$ und interne Wärmegewinne $Q_I^* = Q_I \cdot \eta$

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

7.2 Zone <2> 02 Gruppenbüro

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9 \text{ °C}$ und $Q_I = 3,6 \text{ kWh/d}$

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}		0,755	0,888	0,951	0,964	0,964	0,958	0,919	0,756
$\eta_{\text{source,WE}}$		0,842	0,991	0,999	1,000	1,000	0,999	0,992	0,773
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	60	44	42	44	44	39	44	524
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	6.127
$Q_{h,b,RE}$	kWh	80	183	314	398	397	335	272	2.245
$Q_{h,b,WE}$	kWh	–	34	99	138	133	106	69	581
Q_T	kWh	189	334	476	585	582	502	474	3.923
Q_V	kWh	90	119	144	167	166	146	146	1.402
Q_S^*	kWh	144	104	48	28	42	59	136	1.325
Q_I^*	kWh	98	133	162	191	179	150	144	1.393

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

7.3 Zone <3> 03 Besprechung

Regelbetrieb (68,5%)

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

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}		0,866	0,946	0,974	0,980	0,980	0,977	0,965	0,828
$\eta_{source,WE}$		0,879	0,994	1,000	1,000	1,000	1,000	0,996	0,779
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	67	48	47	48	48	44	48	511
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	6.915
$Q_{h,b,RE}$	kWh	377	795	1.229	1.544	1.538	1.307	1.184	9.233
$Q_{h,b,WE}$	kWh	–	44	115	162	157	123	87	693
Q_T	kWh	200	356	506	621	618	533	504	4.170
Q_V	kWh	436	773	1.100	1.352	1.345	1.160	1.096	9.070
Q_S^*	kWh	159	111	57	32	45	74	139	1.563
Q_I^*	kWh	146	181	207	238	225	192	191	1.913

7.4 Zone <4> 04 Umkleide FBH

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,934	0,954	0,960	0,960	0,960	0,961	0,956	0,934
$\eta_{source,WE}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,992
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	50	86	83	86	86	78	86	771
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	8.198
$Q_{h,b,RE}$	kWh	481	677	804	916	910	798	798	7.522
$Q_{h,b,WE}$	kWh	39	84	161	211	208	175	149	1.131
Q_T	kWh	262	465	662	813	809	698	659	5.456
Q_V	kWh	433	475	489	524	523	468	502	5.588
Q_S^*	kWh	29	11	–	–	–	–	19	385
Q_I^*	kWh	148	174	203	234	232	202	200	2.105

7.5 Zone <5> 05 Sanitär

Regelbetrieb (68,5%)

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,942	0,958	0,966	0,969	0,969	0,968	0,963	0,948
$\eta_{source,WE}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	22	40	42	43	43	39	43	369
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	7.463
$Q_{h,b,RE}$	kWh	190	242	269	297	296	262	271	2.726
$Q_{h,b,WE}$	kWh	–	5	23	37	36	29	20	150
Q_T	kWh	56	99	141	174	173	149	141	1.165
Q_V	kWh	205	217	215	226	226	203	222	2.551
Q_S^*	kWh	6	3	–	–	–	–	4	75
Q_I^*	kWh	64	67	66	68	68	61	68	783

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

7.6 Zone <6> 06 Sonst. Aufenthalt

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9\text{ °C}$ und $Q_I = 7,2\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,809	0,934	0,976	0,984	0,983	0,979	0,955	0,777
$\eta_{source,WE}$		0,798	0,983	0,999	1,000	1,000	0,999	0,987	0,754
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	106	63	61	63	63	57	63	712
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	6.472
$Q_{h,b,RE}$	kWh	256	617	1.042	1.333	1.316	1.105	935	7.356
$Q_{h,b,WE}$	kWh	–	74	194	268	258	205	137	1.143
Q_T	kWh	325	576	820	1.007	1.002	865	817	6.759
Q_V	kWh	295	524	745	916	911	786	742	6.143
Q_S^*	kWh	275	196	88	51	75	109	255	2.480
Q_I^*	kWh	166	215	249	284	274	235	233	2.203

7.7 Zone <7> 07 Flur <19°C

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 16,3\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 14,1\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,703	0,997	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,673
$\eta_{source,WE}$		0,509	0,993	1,000	1,000	1,000	1,000	0,998	0,644
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	30	50	72	74	74	67	74	529
t_h	h	79	744	720	744	744	672	744	4.947
$Q_{h,b,RE}$	kWh	8	199	437	571	555	463	353	2.709
$Q_{h,b,WE}$	kWh	–	8	75	126	119	91	34	454
Q_T	kWh	94	270	450	580	576	491	443	3.291
Q_V	kWh	23	67	113	146	145	123	111	820
Q_S^*	kWh	132	122	45	27	41	53	159	1.002
Q_I^*	kWh	6	9	9	10	9	8	9	74

7.8 Zone <8> 08 TRH <19°C

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 16,3\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 14,1\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,833	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,711
$\eta_{source,WE}$		0,723	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,685
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	41	68	98	101	101	91	101	769
t_h	h	204	744	720	744	744	672	744	5.140
$Q_{h,b,RE}$	kWh	27	282	572	735	714	604	489	3.653
$Q_{h,b,WE}$	kWh	–	26	104	166	156	124	63	639
Q_T	kWh	130	374	623	803	798	680	614	4.558
Q_V	kWh	31	88	146	189	188	160	144	1.072
Q_S^*	kWh	146	111	37	23	43	48	145	1.051
Q_I^*	kWh	26	44	65	84	83	69	61	491

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

7.9 Zone <9> 09 Lager/Technik 1 - RLT

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 16,3\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 14,2\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,958	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,724
$\eta_{source,WE}$		0,882	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,713
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	23	43	63	66	66	59	66	454
t_h	h	395	744	720	744	744	672	744	5.264
$Q_{h,b,RE}$	kWh	28	186	349	444	436	367	314	2.285
$Q_{h,b,WE}$	kWh	–	16	53	89	85	66	35	344
Q_T	kWh	66	190	316	408	406	346	312	2.316
Q_V	kWh	20	60	100	130	129	110	99	730
Q_S^*	kWh	68	39	11	6	11	14	54	422
Q_I^*	kWh	8	9	8	9	9	8	9	73

7.10 Zone <10> 10 Lager/Technik 2 - FBH

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 16,4\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 14,3\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,920	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,705
$\eta_{source,WE}$		0,717	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,681
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	96	298	374	386	386	349	386	2.561
t_h	h	200	563	720	744	744	672	744	4.881
$Q_{h,b,RE}$	kWh	59	869	1.589	2.008	1.966	1.656	1.392	10.097
$Q_{h,b,WE}$	kWh	–	–	116	269	249	174	7	815
Q_T	kWh	289	829	1.380	1.780	1.769	1.508	1.360	10.100
Q_V	kWh	85	245	408	526	523	446	402	2.986
Q_S^*	kWh	393	261	85	48	81	110	346	2.480
Q_I^*	kWh	15	18	19	22	20	16	16	150

7.11 Zone <11> 11 Lager/Technik 3 - ELT

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 16,2\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,951	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,739
$\eta_{source,WE}$		0,896	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,718
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	25	29	40	42	42	38	42	314
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	5.882
$Q_{h,b,RE}$	kWh	44	186	336	432	424	356	308	2.255
$Q_{h,b,WE}$	kWh	–	35	80	117	114	92	66	519
Q_T	kWh	82	236	392	506	503	429	387	2.871
Q_V	kWh	11	31	52	67	67	57	51	382
Q_S^*	kWh	57	34	14	8	11	19	45	392
Q_I^*	kWh	8	14	23	30	29	24	21	168

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

7.12 Zone <12> 12 Serverraum

Regelbetrieb (100,0%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 21,0\text{ °C}$ und $Q_I = 19,4\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,051	0,077	0,107	0,127	0,123	0,123	0,105	0,079
t_h	h	20	416	720	744	744	672	744	4.706
$Q_{h,b,RE}$	kWh	–	–	–	–	–	–	–	–
$Q_{h,b,WE}$	kWh	–	–	–	–	–	–	–	–
Q_T	kWh	14	25	36	44	44	38	36	297
Q_V	kWh	18	24	29	34	33	29	29	279
Q_S^*	kWh	0	0	–	–	–	–	0	2
Q_I^*	kWh	32	49	66	81	79	71	67	586

7.13 Zone <13> 13 Werkstatt 1

Regelbetrieb (63,0%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 16,0\text{ °C}$ und $Q_I = 381,6\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (37,0%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 14,1\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,280	0,668	0,912	0,954	0,950	0,939	0,861	0,542
$\eta_{source,WE}$		0,631	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,667
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	911	1.283	1.840	1.901	1.901	1.717	1.901	15.151
t_h	h	–	563	720	744	744	672	744	4.525
$Q_{h,b,RE}$	kWh	–	640	4.137	6.866	6.590	5.182	3.004	27.168
$Q_{h,b,WE}$	kWh	–	652	2.641	4.119	3.894	3.086	1.597	15.988
Q_T	kWh	2.287	6.566	10.929	14.094	14.007	11.940	10.768	79.992
Q_V	kWh	980	2.813	4.682	6.038	6.001	5.115	4.613	34.269
Q_S^*	kWh	1.666	1.979	817	507	920	1.061	2.943	17.156
Q_I^*	kWh	2.465	6.107	8.125	8.841	8.726	7.755	7.838	58.212

7.14 Zone <14> 14 Werkstatt 2

Regelbetrieb (63,0%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 16,1\text{ °C}$ und $Q_I = 37,9\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (37,0%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 14,3\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,170	0,450	0,730	0,797	0,795	0,765	0,688	0,417
$\eta_{source,WE}$		0,890	0,997	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,710
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	55	117	183	189	189	171	189	1.263
t_h	h	–	398	557	744	744	672	537	3.825
$Q_{h,b,RE}$	kWh	–	–	–	57	55	33	–	145
$Q_{h,b,WE}$	kWh	–	17	84	92	87	54	46	381
Q_T	kWh	137	393	654	843	838	714	644	4.785
Q_V	kWh	16	80	147	194	193	164	144	987
Q_S^*	kWh	70	67	43	25	35	56	102	648
Q_I^*	kWh	153	465	742	868	858	737	711	5.082

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

7.15 Zone <15> 15 Werkstatt 3

Regelbetrieb (63,0%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,3\text{ °C}$ und $Q_I = 4,1\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (37,0%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,225	0,404	0,595	0,706	0,695	0,658	0,557	0,388
$\eta_{source,WE}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	6	11	16	20	20	17	16	131
t_h	h	-	-	-	-	-	-	-	-
$Q_{h,b,RE}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q_T	kWh	8	16	23	29	29	25	23	188
Q_V	kWh	14	27	39	49	49	42	39	316
Q_S^*	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q_I^*	kWh	24	45	65	79	78	67	63	512

7.16 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> 01 Einzelbüro	1.458	811	516	421	1.403	97,4
<2> 02 Gruppenbüro	3.923	1.402	1.325	1.393	2.826	57,5
<3> 03 Besprechung	4.170	9.070	1.563	1.914	9.926	181,4
<4> 04 Umkleide FBH	5.456	5.588	385	2.105	8.653	89,2
<5> 05 Sanitär	1.165	2.551	75	783	2.876	59,4
<6> 06 Sonst. Aufen	6.759	6.143	2.480	2.203	8.500	119,9
<7> 07 Flur <19°C	3.291	820	1.002	74	3.163	37,8
<8> 08 TRH <19°C	4.558	1.072	1.051	491	4.292	67,9
<9> 09 Lager/Techni	2.317	730	422	73	2.629	35,5
<10> 10 Lager/Techn	10.101	2.987	2.480	150	10.912	45,0
<11> 11 Lager/Techn	2.871	382	392	168	2.775	106,6
<12> 12 Serverraum	297	279	2	586	-	0,0
<13> 13 Werkstatt 1	79.992	34.269	17.156	58.212	43.156	36,2
<14> 14 Werkstatt 2	4.785	987	648	5.082	526	4,4
<15> 15 Werkstatt 3	188	316	-	512	-	0,0
	131.328	67.405	29.497	74.165	101.636	47,1

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

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	$\theta_{SUP, Jan}$ °C
<2> 02 Gruppenbüro	-	203	RLT-Anlage	VE LH LK rec60	18,0
<4> 04 Umkleide FBH	-	203	RLT-Anlage	VE LH LK rec60	18,0
<5> 05 Sanitär	-	203	RLT-Anlage	VE LH LK rec60	18,0
<7> 07 Flur <19°C	-	203	RLT-Anlage	VE LH LK rec60	18,0
<9> 09 Lager/Technik 1 - R	-	203	RLT-Anlage	VE LH LK rec60	18,0
<11> 11 Lager/Technik 3 - E	-	000	RLT-Anlage	VE	2,9
<12> 12 Serverraum	-	203	RLT-Anlage	VE LH LK rec60	18,0
<14> 14 Werkstatt 2	-	203	RLT-Anlage	VE LH LK rec60	18,0
<15> 15 Werkstatt 3	-	000	RLT-Anlage	VE	2,9

Zone <2> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 197 / 197\text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

Zone <4> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 1454 / 1454\text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

Zone <5> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 727 / 727\text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

Zone <7> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 13 / 13\text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

Zone <9> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 11 / 11\text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

Zone <11> RLT-Anlage (000) mit $V_{SUP}/ETA = 0 / 4\text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig

Zone <12> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 14 / 14\text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

Zone <14> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 296 / 296\text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

Zone <15> RLT-Anlage (000) mit $V_{SUP}/ETA = 0 / 20\text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig

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

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

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

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

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

9.2 Strombedarf der Ventilatoren

	$V_{mech, m}$ m^3/h	$t_v \cdot dv$ h/m	PV, SUP kW	PV, ETA kW	W_v, Jan kWh
<2> 02 Gruppenbüro	197	276	0,08	0,05	38
<4> 04 Umkleide FBH	1454	276	0,61	0,40	279
<5> 05 Sanitär	727	276	0,30	0,20	139
<7> 07 Flur <19°C	13	276	0,01	0,00	2
<9> 09 Lager/Technik 1 - R	11	276	0,00	0,00	2
<11> 11 Lager/Technik 3 - E	4	276	0,00	0,00	0
<12> 12 Serverraum	14	744	0,01	0,00	7
<14> 14 Werkstatt 2	296	195	0,12	0,08	40
<15> 15 Werkstatt 3	20	195	0,00	0,01	1

monatliche Werte W_v [kWh]

	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
<2> 02 Gruppenb	37	38	37	38	38	34	38	445
<4> 04 Umkleide	270	279	270	279	279	252	279	3.282
<5> 05 Sanitär	135	139	135	139	139	126	139	1.641
<7> 07 Flur <19	2	2	2	2	2	2	2	26
<9> 09 Lager/Te	2	2	2	2	2	2	2	26
<11> 11 Lager/T	0	0	0	0	0	0	0	3
<12> 12 Serverr	7	7	7	7	7	7	7	88
<14> 14 Werksta	39	40	39	40	40	36	40	471
<15> 15 Werksta	1	1	1	1	1	1	1	12
	493	509	493	509	509	460	509	5.994

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

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

9.3 Zuluftkonditionierung (DIN V 18599-3)

Energiebedarfskennwerte für den Standort Deutschland (Potsdam)

Kennwerte für Zuluftvorwärmung im Januar

	θ_{HC} °C	$q_{H,12h}$ Wh/m ³	f_H	q_H Wh/m ³	$Q_{V,H}$ kWh	$A_{K,A}$ m ²
<2> 02 Gruppenbüro	19,4	466	1,01	349	69	0,0
<4> 04 Umkleide FBH	19,4	466	1,01	349	508	0,0
<5> 05 Sanitär	19,4	466	1,01	349	254	0,0
<7> 07 Flur <19°C	19,4	466	1,01	349	5	0,0
<9> 09 Lager/Technik 1 -	19,4	466	1,01	349	4	0,0
<12> 12 Serverraum	19,4	466	1,06	988	14	0,0
<14> 14 Werkstatt 2	19,4	466	0,99	242	72	0,0

Kennwerte für Zuluftkühlung im Juli

	Alt	$q_{C,12h}$ Wh/m ³	f_C	q_C Wh/m ³	$Q_{V,C}$ kWh	$A_{K,A}$ m ²
<2> 02 Gruppenbüro	-	551	0,98	401	79	0,0
<4> 04 Umkleide FBH	-	551	0,98	401	583	0,0
<5> 05 Sanitär	-	551	0,98	401	291	0,0
<7> 07 Flur <19°C	-	551	0,98	401	5	0,0
<9> 09 Lager/Technik 1 -	-	551	0,98	401	4	0,0
<12> 12 Serverraum	-	551	0,66	727	10	0,0
<14> 14 Werkstatt 2	-	551	1,03	298	88	0,0

Indizierungen (i) für die Bilanzgrößen: H = Heizen, C = Kühlen, St = Befeuchten

Alt = Klimaprozesse mit alternativer Kälteerzeugung nach DIN V 18599-3:2018 mit

θ_{HC} = korrigierte, mittlere Zulufttemperatur (berücksichtigt unterschiedliche Ventilatorabwärme)

$q_{i,12h} / q_i$ = Kennwerte für den Nutzenergiebedarf = F(Anlage-No, Bilanzgröße, Monat) nach Anhang A

f_i = Korrekturfaktor für die tägliche Anlagenbetriebszeit nach Gl.37

$Q_{V,i}$ = monatlicher Nutzenergiebedarf für die Bilanzgröße i

$A_{K,A}$ = Oberfläche der Luftleitungen außerhalb der thermischen Hülle

9.4 Energiebedarf für Zuluftvorwärmung

Zone <2> 02 Gruppenbüro

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	-	19	44	70	69	56	40	324
$t_{h*,op}$	h	-	28	27	28	28	25	28	243
$Q_{h*,b}$	kWh	-	20	49	77	76	61	44	356
		-	20	49	77	76	61	44	356

Zone <4> 04 Umkleide FBH

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	-	137	326	515	508	411	294	2.392
$t_{h*,op}$	h	-	28	27	28	28	25	28	243
$Q_{h*,b}$	kWh	-	151	358	567	559	452	324	2.631
		-	171	407	644	634	513	367	2.987

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

Zone <5> 05 Sanitär

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{V,H}	kWh	–	69	163	258	254	205	147	1.196
t _{h*,op}	h	–	28	27	28	28	25	28	243
Q _{h*,b}	kWh	–	76	179	283	279	226	162	1.316
		–	247	586	927	914	739	529	4.302

Zone <7> 07 Flur <19°C

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{V,H}	kWh	–	1	3	5	5	4	3	21
t _{h*,op}	h	–	28	27	28	28	25	28	243
Q _{h*,b}	kWh	–	1	3	5	5	4	3	21
		–	248	589	932	918	743	532	4.323

Zone <9> 09 Lager/Technik 1 - RLT

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{V,H}	kWh	–	1	2	4	4	3	2	18
t _{h*,op}	h	–	28	27	28	28	25	28	243
Q _{h*,b}	kWh	–	1	2	4	4	3	2	18
		–	249	592	936	922	746	534	4.342

Zone <12> 12 Serverraum

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{V,H}	kWh	0	4	9	14	14	11	8	66
t _{h*,op}	h	72	74	72	74	74	67	74	876
Q _{h*,b}	kWh	0	4	9	15	15	12	8	70
		0	253	600	951	937	758	542	4.411

Zone <14> 14 Werkstatt 2

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{V,H}	kWh	–	19	46	73	72	58	42	338
t _{h*,op}	h	–	20	19	20	20	18	20	172
Q _{h*,b}	kWh	–	21	51	80	79	64	46	371
		0	274	651	1.031	1.016	822	588	4.782

Nutzwärmebedarf Q_{V,H} nach Heizbereichen [kWh]

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
1 statische Zen		–	193	458	724	713	577	413	3.357
2 Umluftheizung		–	78	185	292	288	233	167	1.355
		–	271	642	1.016	1.001	810	580	4.712

Wärmeerzeugung siehe Abs.13 Heizsysteme

mit Q_{V,H} = Nutzwärmebedarf der Zuluftvorwärmung, t_{h*,op} = Bedarfszeit der Heizregister und Q_{h*,b} = Nutzwärmebedarf der Heizregister

t_{h*,op} = t_{H,r} * t_{V,mech} * d_{V,mech} * b_{V,mth} / b_{Vh,a}, max. t_{V,mech} * d_{V,mech,m} (DIN V 18599-7, Gl.4)

Q_{h*,b} nach DIN V 18599-7, Gl.1, Übergabeverluste pauschal 10% (5.4.2)

Leitungsverluste mit A_{K,A} und f_{Vh,d} = 16 W/m²

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

9.5 Energiebedarf für Zuluftkühlung

Zone <2> 02 Gruppenbüro

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
Q _{V,C}	kWh	-	-	-	-	5	27	52	304
t _{c*,op}	h	-	-	-	-	10	224	267	1.200
Q _{c*,b}	kWh	-	-	-	-	5	27	52	304
		-	-	-	-	5	27	52	304

Zone <4> 04 Umkleide FBH

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
Q _{V,C}	kWh	-	-	-	-	35	202	384	2.244
t _{c*,op}	h	-	-	-	-	10	224	267	1.200
Q _{c*,b}	kWh	-	-	-	-	35	202	384	2.244
		-	-	-	-	40	229	436	2.548

Zone <5> 05 Sanitär

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
Q _{V,C}	kWh	-	-	-	-	17	101	192	1.122
t _{c*,op}	h	-	-	-	-	10	224	267	1.200
Q _{c*,b}	kWh	-	-	-	-	17	101	192	1.122
		-	-	-	-	57	330	628	3.669

Zone <7> 07 Flur <19°C

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
Q _{V,C}	kWh	-	-	-	-	0	2	3	20
t _{c*,op}	h	-	-	-	-	10	224	267	1.200
Q _{c*,b}	kWh	-	-	-	-	0	2	3	20
		-	-	-	-	57	332	631	3.689

Zone <9> 09 Lager/Technik 1 - RLT

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
Q _{V,C}	kWh	-	-	-	-	0	2	3	17
t _{c*,op}	h	-	-	-	-	10	224	267	1.200
Q _{c*,b}	kWh	-	-	-	-	0	2	3	17
		-	-	-	-	58	334	634	3.706

Zone <12> 12 Serverraum

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
Q _{V,C}	kWh	-	-	-	-	1	4	7	39
t _{c*,op}	h	-	-	-	-	18	404	720	2.896
Q _{c*,b}	kWh	-	-	-	-	1	4	7	39
		-	-	-	-	58	337	641	3.746

Zone <14> 14 Werkstatt 2

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
Q _{V,C}	kWh	-	-	-	-	5	31	58	340
t _{c*,op}	h	-	-	-	-	7	165	189	861
Q _{c*,b}	kWh	-	-	-	-	5	31	58	340
		-	-	-	-	64	368	699	4.085

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

Kälteerzeugung siehe Abs.11 Klimakältesysteme
mit $Q_{V,C}$ = Nutzkältebedarf der Zuluftkühlung und $Q_{C*,b}$ = Nutzkältebedarf der Kühlregister
Bedarfszeiten der zentralen Kühlregister $t_{C*,op}$ nach DIN V 18599-7, Gl.10

Korrekturfaktoren für die Kühlregister-Bedarfszeiten:

$$f_{T,c,T3 \text{ Abs.7.3, } <2>} = 0,984$$

$$f_{T,c,T3 \text{ Abs.7.3, } <4>} = 0,984$$

$$f_{T,c,T3 \text{ Abs.7.3, } <5>} = 0,984$$

$$f_{T,c,T3 \text{ Abs.7.3, } <7>} = 0,984$$

$$f_{T,c,T3 \text{ Abs.7.3, } <9>} = 0,984$$

$$f_{T,c,T3 \text{ Abs.7.3, } <12>} = 0,660$$

$$f_{T,c,T3 \text{ Abs.7.3, } <14>} = 1,028$$

$Q_{C*,b}$ nach DIN V 18599-7, Gl.7, Leitungsverluste mit $A_{K,A}$ und $f_{Vc,d} = 9 \text{ W/m}^2$

9.6 Energiebedarf für Dampfbefeuchtung

nicht vorgesehen

10.0 Beleuchtungssysteme (DIN V 18599-4)

10.1 Tageslichtbereiche

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden (10), mit Dachoberlichtern (3)

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	A_{TL} m ²	A_{RB} m ²	Tageslicht	CTL %
1 <1> 01 Einzelbüro » Nor	Nord 1	500	14,4	7,5	gut	89
2 <2> 02 Gruppenbüro » We	West 2	500	49,2	16,5	gut	82
3 <3> 03 Besprechung » No	Nord 3	500	54,6	20,2	gut	84
4 <6> 06 Sonst. Aufenthal	Nord 6	300	70,9	29,3	gut	95
5 <7> 07 Flur <19°C » Wes	West 7	100	14,7	9,3	gut	92
6 <8> 08 TRH <19°C » Ost	Ost 8	100	14,6	9,9	gut	92
8 <10> 10 Lager/Technik 2	West 10	100	10,1	4,0	gut	91
10 <11> 11 Lager/Technik 3	Nord 11	100	7,0	5,0	gut	98
11 <13> 13 Werkstatt 1 » O	Ost 13	400	553,2	205,0	gut	83
13 <14> 14 Werkstatt 2 » N	Nord 14	400	41,3	17,7	gut	86

Tageslichtbereiche mit Dachoberlichtern

Tageslichtbereich	Zone	E_m lx	A_{TL} m ²	A_{RB} m ²	Tageslicht	CTL %
7 <9> 09 Lager/Technik 1 -	RL 9	100	74,0	1,5	keine	0
9 <10> 10 Lager/Technik 2 -	FB 10	100	232,2	9,6	keine	83
12 <13> 13 Werkstatt 1 »	13	400	639,4	14,4	keine	0

tageslichtversorgte Flächen nach Zonen

Zone	A_{NGF} [m ²]	A_{TL} [m ²]	A_{KTL} [m ²]
<1> 01 Einzelbüro	14	14	0
<2> 02 Gruppenbüro	49	49	0
<3> 03 Besprechung	55	55	0
<4> 04 Umkleide FBH	97	-	97
<5> 05 Sanitär	48	-	48
<6> 06 Sonst. Aufenthalt	71	71	0
<7> 07 Flur <19°C	84	15	69
<8> 08 TRH <19°C	63	15	49
<9> 09 Lager/Technik 1 -	74	74	0
<10> 10 Lager/Technik 2	242	242	0
<11> 11 Lager/Technik 3	26	7	19
<12> 12 Serverraum	11	-	11

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

<13> 13 Werkstatt 1	1193	1.193	0
<14> 14 Werkstatt 2	119	41	77
<15> 15 Werkstatt 3	13	-	13

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

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

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

bei Dachoberlichtern $D_j = D_a \cdot \tau_{D65} \cdot k \cdot ARB / AT_L \cdot \eta_R$ (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		c_{TL}	$c_{TL,kon}$	F_{TL}	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun
					%	%	%	%	%	%
1 <1> 01 Einzelbüro	1	89	75	44	36	30	26	23	22	
2 <2> 02 Gruppenbüro	2	82	75	48	40	35	31	28	28	
3 <3> 03 Besprechung	3	84	75	46	39	33	29	27	26	
4 <6> 06 Sonst. Aufe	6	95	60	51	45	40	36	34	33	
5 <7> 07 Flur <19°C	7	92	60	53	46	41	38	36	35	
6 <8> 08 TRH <19°C »	8	92	60	53	46	41	38	36	35	
7 <9> 09 Lager/Tech	9	0	50	100	100	100	100	100	100	
8 <10> 10 Lager/Tech	10	91	60	54	47	42	39	37	36	
9 <10> 10 Lager/Tech	10	83	50	69	62	56	52	49	49	
10 <11> 11 Lager/Tech	11	98	60	50	43	38	34	32	31	
11 <13> 13 Werkstatt	13	83	57	60	54	50	47	45	44	
12 <13> 13 Werkstatt	13	0	47	100	100	100	100	100	100	
13 <14> 14 Werkstatt	14	86	57	58	52	48	45	43	43	

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

$c_{TL,kon}$ = Korrekturfaktor zur Berücksichtigung des tageslichtabhängigen Kontrollsystems interpoliert nach Tab.25

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

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

10.3 Kunstlichtversorgung

elektrische Anschlussleistung für Kunstlichtbereiche (15)

Tabellenverfahren, monatlich berechnet (Januar)

Bereich	Zone	E_m lx	Lampen	p_j W/m ²	$f_{Prä}$	$t_{T,TL}$ h/m	$t_{T,KTL}$ h/a	t_N h/a	$Q_{l,b}$ kWh/m
1 <1> 01 Einzelbüro	1	500	1-1-2	20,6	0,85	73	2162	176	26
2 <2> 02 Gruppenbür	2	500	1-1-2	17,9	0,85	79	2162	176	83
3 <3> 03 Besprechun	3	500	1-1-2	18,1	0,53	47	1335	109	56
4 <4> 04 Umkleide F	4	200	1-1-2	10,6	0,55	0	1399	114	132
5 <5> 05 Sanitär	5	200	1-1-2	10,6	0,55	0	1399	114	66
6 <6> 06 Sonst. Auf	6	300	1-1-2	10,9	0,53	59	1335	109	53
7 <7> 07 Flur <19°C	7	100	1-1-2	3,6	0,14	17	369	30	9
8 <8> 08 TRH <19°C	8	100	1-1-2	5,3	0,24	27	610	50	17
9 <9> 09 Lager/Tech	9	100	1-1-2	7,2	0,07	15	175	14	9
10 <10> 10 Lager/Tec	10	100	1-1-2	7,2	0,07	10	175	14	20
11 <11> 11 Lager/Tec	11	100	1-1-2	7,2	0,07	7	175	14	3
12 <12> 12 Serverrau	12	500	1-1-2	17,3	0,53	0	2314	2285	72
13 <13> 13 Werkstatt	13	400	1-1-2	13,1	0,95	119	1917	49	1921
14 <14> 14 Werkstatt	14	400	1-1-2	13,1	0,95	85	1917	49	217
15 <15> 15 Werkstatt	15	500	1-1-2	16,4	0,95	0	1917	49	36

2720

1-1-2 (1): stabförmige Leuchtstofflampen, Vorschaltgerät EVG elektronisch, direkt / indirekt, $A_{KL} = 2.159 \text{ m}^2$

Präsenzmelder: Zonen 3/4/5/6/7/8/12/, Konstantlichtregelung: Zonen 1/2/3/13/14/15/

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

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> 01 Einzelb	13	16	18	22	18	14	13	172
<2> 02 Gruppen	44	52	58	69	58	45	45	568
<3> 03 Besprec	42	51	57	68	56	44	43	544
<4> 04 Umkleid	128	132	128	132	132	119	132	1.555
<5> 05 Sanitär	64	66	64	66	66	60	66	777
<6> 06 Sonst.	42	47	53	61	53	42	42	525
<7> 07 Flur <1	9	9	9	10	9	8	9	109
<8> 08 TRH <19	16	17	16	17	17	15	16	195
<9> 09 Lager/T	8	9	8	9	9	8	9	101
<10> 10 Lager/	16	18	19	22	20	16	16	202
<11> 11 Lager/	3	3	3	3	3	2	3	30
<12> 12 Server	35	36	35	36	36	33	36	425
<13> 13 Werkst	1.594	1.688	1.693	1.812	1.729	1.525	1.647	19.592
<14> 14 Werkst	183	193	191	203	196	174	189	2.244
<15> 15 Werkst	31	32	31	32	32	29	32	381
	2.228	2.369	2.384	2.562	2.434	2.134	2.298	27.421

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 = $p_j \cdot [ATL \cdot (t_{Tag,TL} + t_{Nacht}) + AK_{TL} \cdot (t_{Tag,KTL} + t_{eff,Nacht})]$ (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> 01 Einzelbüro	2	6	3,108	50,000	26,59	0,311
<2> 02 Gruppenbüro	6	15	2,546	50,000	27,55	0,373
<3> 03 Besprechung	13	19	1,491	50,000	15,13	0,524
<4> 04 Umkleide FBH	22	9	0,401	50,000	13,94	0,883
<5> 05 Sanitär	10	4	0,382	50,000	15,76	0,903
<6> 06 Sonst. Aufenthalt	12	28	2,441	50,000	21,91	0,379
<7> 07 Flur <19°C	5	11	2,223	50,000	60,63	0,445
<8> 08 TRH <19°C	7	11	1,631	90,000	62,64	0,590
<9> 09 Lager/Technik 1 - RL	4	5	1,300	50,000	72,10	0,719
<10> 10 Lager/Technik 2 - FB	15	27	1,792	90,000	104,29	0,555
<11> 11 Lager/Technik 3 - EL	4	4	1,148	90,000	44,49	0,733
<12> 12 Serverraum	1	21	34,033	50,000	58,06	0,030
<13> 13 Werkstatt 1	237	686	2,895	90,000	54,35	0,343
<14> 14 Werkstatt 2	17	58	3,510	90,000	75,48	0,285
<15> 15 Werkstatt 3	0	6	11,735	90,000	176,35	0,084

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

Kühlenergiebedarf

Zone	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Apr kWh	Mai kWh	Jun kWh	Jahr kWh
⇒ Q _{C,b} (Raumklima)								
<1> 01 Einzelb	1	1	1	2	11	38	63	283
<2> 02 Gruppen	3	3	4	13	54	119	171	824
<3> 03 Besprec	2	2	3	6	21	65	116	579
<4> 04 Umkleid	2	2	2	4	7	14	19	105
<5> 05 Sanitär	2	2	2	3	4	6	7	49
<6> 06 Sonst.	2	2	3	12	59	163	272	1.255
<7> 07 Flur <1	-	-	-	-	4	36	94	361
<8> 08 TRH <19	-	-	-	-	1	10	45	202
<9> 09 Lager/T	-	-	-	-	0	2	11	54
<10> 10 Lager/	-	-	-	-	-	15	128	537
<11> 11 Lager/	-	-	-	-	0	2	9	42
<12> 12 Server	558	558	507	572	572	609	598	6.945
<13> 13 Werkst	154	176	197	568	2.169	4.988	7.103	36.927
<14> 14 Werkst	77	78	87	158	324	572	687	4.410
<15> 15 Werkst	46	46	44	58	70	88	93	861
⇒ Q _{C*,b} (RLT)								
<2> 02 Gruppen	-	-	-	-	5	27	52	304
<4> 04 Umkleid	-	-	-	-	35	202	384	2.244
<5> 05 Sanitär	-	-	-	-	17	101	192	1.122
<7> 07 Flur <1	-	-	-	-	0	2	3	20
<9> 09 Lager/T	-	-	-	-	0	2	3	17
<12> 12 Server	-	-	-	-	1	4	7	39
<14> 14 Werkst	-	-	-	-	5	31	58	340

Kühlenergiebedarf der Raumklimasysteme Q_{C,b} und der RLT-Kühlregister Q_{C*,b}

Q_{C,b} = (1 - η) * Q_{source} mit Q_{source} = (Q_T + Q_V + Q_S + Q_I)_{source} (T2, Gl.2, nur Regelbetrieb)

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

11.2 Maximal erforderliche Kälteleistung Q_{C,max}

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

Zone	t _{C,op,d} h/d	Q _{C,max, Juli} kW	Q _{C,max, Sept} kW	techn. geköhlt
<1> 01 Einzelbüro	13	0,4	0,2	ja
<2> 02 Gruppenbüro	13	1,2	0,7	ja
<3> 03 Besprechung	13	1,5	0,5	ja
<4> 04 Umkleide FBH	13	1,2	-0,2	ja
<5> 05 Sanitär	13	0,4	-0,2	ja
<6> 06 Sonst. Aufenthalt	13	2,4	1,3	ja
<7> 07 Flur <19°C	13	2,6	1,9	ja
<8> 08 TRH <19°C	13	1,4	0,8	nein
<9> 09 Lager/Technik 1 - R	13	0,8	0,4	ja
<10> 10 Lager/Technik 2 - F	13	4,9	3,0	nein
<11> 11 Lager/Technik 3 - E	13	0,4	0,1	nein
<12> 12 Serverraum	24	0,2	0,2	ja
<13> 13 Werkstatt 1	10	92,4	76,4	nein
<14> 14 Werkstatt 2	10	5,4	4,7	ja
<15> 15 Werkstatt 3	10	0,9	0,9	nein
		116,1	90,7	

Q_{C,max} = 0.8 * (Q_{source} - Q_{sink}) * (1 + 0.3 * EXP(-τ/120)) - c_{wirk}/60 * (Δθ - 2) + c_{wirk}/40 * (12 / t_C - 1) (T2, C.1)

mit t_{C,op,d} = tägliche Betriebsdauer der Kühlanlage und Δθ = zul. Temperaturschwankung, Regelwert = 2K

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

11.3 <1> 01 Einzelbüro

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 6/12 (REF) (14 m²)

<1> 01 Einzelbüro

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	1	1	1	2	11	38	63	283
$Q_{C,outg}$	kWh	1	1	1	3	14	47	78	347
$t_{C,op}$	h	180	179	236	276	267	276	267	3.045

Hilfsenergiebedarf

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

Hilfsenergiebedarf $Q_{C,ce,aux} = f_{C,ce,aux} \cdot Q_{C,outg} \cdot t_{C,op} / 1000$ (Gl.23) mit $f_{C,ce,aux} = 0,070$

Kälteverteilung: Kaltwasserkreis Raumkühlung Pel = 30 W/kW, Verteilung hydraulisch abgeglichen, geregelte Pumpe, hydraulisch entkoppelt, saisonale sowie Nacht- und Wochenendabschaltung (REF)

Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 0,4$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,ce,aux}$	kWh	0	0	0	0	0	1	1	7
$W_{Z,d}$	kWh	0	0	0	0	0	1	2	10
	kWh	0	0	0	0	1	2	4	17

Kälteerzeugung

Kältespeicherung: Speicherverluste $Q_{C,s}$ nicht vorhanden

Kältemaschine: (240) 0,4 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 Nutzungsarten nach Tab. A.2

<1> 01 Einzelbüro, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,4$

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

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,outg}$	kWh	1	1	1	3	14	47	78	347
$Q_{C,f,el}$	kWh	0	0	0	1	4	12	21	92

11.4 <2> 02 Gruppenbüro

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kältesystem Kaltwasser 6/12 °C (49 m²)

<2> 02 Gruppenbüro

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

$\eta = (4 - \eta_{C*,ce} - \eta_{C*,ce,sens} - \eta_{C*,d}) = 4 - 0,9 - 0,87 - 0,95 = 1,280$ (T7, Tab.13)

Bedarfszeit der RLT-Kühlung $t_{C*,op}$ nach T7, Gl.10, siehe RLT-Systeme

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 6/12 (REF) (49 m²)

<2> 02 Gruppenbüro

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

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	–	–	–	–	5	27	52	304
$Q_{C*,outg}$	kWh	–	–	–	–	6	35	67	389
$Q_{C,b}$	kWh	3	3	4	13	54	119	171	824
$Q_{C,outg}$	kWh	4	4	5	16	67	147	210	1.014
$t_{C*,op}$	h	–	–	–	–	10	224	267	1.200
$t_{C,op}$	h	276	276	249	276	267	276	267	3.251

Hilfsenergiebedarf

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

Hilfsenergiebedarf $Q_{C,ce,aux} = f_{C,ce,aux} \cdot Q_{C,outg} \cdot t_{C,op} / 1000$ (Gl.23) mit $f_{C,ce,aux} = 0,070$

Kälteverteilung: Kaltwasserkreis Erzeuger + RLT + Raumkühlung, Pel = 50 W/kW, Verteilung hydraulisch abgeglichen, geregelte / ungeregelte Pumpe, hydraulisch entkoppelt, saisonale sowie Nacht- und Wochenendabschaltung, Verteilung außerhalb
Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 1,2$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,ce,aux}$	kWh	0	0	0	0	1	3	4	19
$W_{Z,d}$	kWh	0	0	0	1	4	9	14	70
	kWh	0	0	0	1	5	12	18	90

Kälteerzeugung

Kältespeicherung: Speicherverluste $Q_{C,s}$ nicht vorhanden

Kältemaschine: (240) 1,2 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 Nutzungsarten nach Tab. A.2

<2> 02 Gruppenbüro, RLT-System, $PLV_{AV} = 1,28$

<2> 02 Gruppenbüro, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,4$

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

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C*,outg}$	kWh	–	–	–	–	6	35	67	389
$Q_{C,outg}$	kWh	4	4	5	16	67	147	210	1.014
$Q_{C,f,el}$	kWh	1	1	1	4	19	49	75	381

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

11.5 <3> 03 Besprechung

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 6/12 (REF) (55 m²)

<3> 03 Besprechung

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	2	2	3	6	21	65	116	579
$Q_{C,outg}$	kWh	3	3	3	8	26	79	143	712
$t_{C,op}$	h	210	207	234	276	267	276	267	3.101

Hilfsenergiebedarf

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

Hilfsenergiebedarf $Q_{C,ce,aux} = f_{C,ce,aux} \cdot Q_{C,outg} \cdot t_{C,op} / 1000$ (Gl.23) mit $f_{C,ce,aux} = 0,070$

Kälteverteilung: Kaltwasserkreis Raumkühlung Pel = 30 W/kW, Verteilung hydraulisch abgeglichen, geregelte Pumpe, hydraulisch entkoppelt, saisonale sowie Nacht- und Wochenendabschaltung (REF)

Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 1,5$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,ce,aux}$	kWh	0	0	0	0	0	2	3	14
$W_{Z,d}$	kWh	0	0	0	0	1	2	4	21
	kWh	0	0	0	0	1	4	7	35

Kälteerzeugung

Kältespeicherung: Speicherverluste $Q_{C,s}$ nicht vorhanden

Kältemaschine: (240) 1,5 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 Nutzungsarten nach Tab. A.2

<3> 03 Besprechung, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,4$

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

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,outg}$	kWh	3	3	3	8	26	79	143	712
$Q_{C,f,el}$	kWh	1	1	1	2	7	21	38	188

11.6 <4> 04 Umkleide FBH

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kältesystem Kaltwasser 6/12 °C (145 m²)

<4> 04 Umkleide FBH

<5> 05 Sanitär

Erzeuger-Nutzkältebedarf $Q_{C^*,outg} = Q_{C^*,b} \cdot \eta$ mit η = Nutzungsgrade der Kälteübergabe und -verteilung RLT

$\eta = (4 - \eta_{C^*,ce} - \eta_{C^*,ce,sens} - \eta_{C^*,d}) = 4 - 0,9 - 0,87 - 0,95 = 1,280$ (T7, Tab.13)

Bedarfszeit der RLT-Kühlung $t_{C^*,op}$ nach T7, Gl.10, siehe RLT-Systeme

Raumklimasystem: nicht vorgesehen

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
Q _{C*,b}	kWh	–	–	–	–	52	303	576	3.365
Q _{C*,outg}	kWh	–	–	–	–	67	388	737	4.308
t _{C*,op}	h	–	–	–	–	10	224	267	1.200

Hilfsenergiebedarf

Kälteverteilung: Kaltwasserkreis Erzeuger + RLT Pel = 20 W/kW, Verteilung hydraulisch abgeglichen, unregelmäßige Pumpe, hydraulisch entkoppelt, saisonale sowie Nacht- und Wochenendabschaltung, Verteilung außerhalb (REF)

Kälteleistung der Versorgungseinheit Q_Z = 1,6 kW, Hilfsenergieaufwand W_{Z,d}

weitere Hilfsenergien ...

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
W _{Z,d}	kWh	0	0	0	0	1	8	15	87
	kWh	0	0	0	0	1	8	15	87

Kälteerzeugung

Kältespeicherung: Speicherverluste Q_{C,s} nicht vorhanden

Kältemaschine: (240) 1,6 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 Nutzungsarten nach Tab. A.2

<4> 04 Umkleide FBH, RLT-System, PLV_{AV} = 1,28

<5> 05 Sanitär, RLT-System, PLV_{AV} = 1,28

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	–	–	–	–	67	388	737	4.308
Q _{C,f,el}	kWh	–	–	–	–	19	112	213	1.246

11.7 <5> 05 Sanitär

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<4> 04 Umkleide FBH"

Raumklimasystem: nicht vorgesehen

11.8 <6> 06 Sonst. Aufenthalt

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 6/12 (REF) (71 m²)

<6> 06 Sonst. Aufenthalt

Erzeuger-Nutzkältebedarf Q_{C,outg} = Q_{C,b} * η mit η = Nutzungsgrade der Kälteübergabe und -verteilung Raum

η = (4 - η_{C,ce} - η_{C,ce,sens} - η_{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 β_{C,grenz} = 0,15

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
Q _{C,b}	kWh	2	2	3	12	59	163	272	1.255
Q _{C,outg}	kWh	3	3	4	14	72	200	335	1.544
t _{C,op}	h	134	138	179	276	267	276	267	2.859

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

Hilfsenergiebedarf

Sekundärventilatoren zur Raumkühlung Kaltwasser Ventilatorconvektoren 14°C, Brüstungs- und Deckengeräte
Hilfsenergiebedarf $Q_{C,ce,aux} = f_{C,ce,aux} \cdot Q_{C,outg} \cdot t_{C,op} / 1000$ (Gl.23) mit $f_{C,ce,aux} = 0,070$

Kälteverteilung: Kaltwasserkreis Raumkühlung Pel = 30 W/kW, Verteilung hydraulisch abgeglichen, geregelte Pumpe, hydraulisch entkoppelt, saisonale sowie Nacht- und Wochenendabschaltung (REF)
Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 2,4$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,ce,aux}$	kWh	0	0	0	0	1	4	6	29
$W_{Z,d}$	kWh	0	0	0	0	2	6	10	46
	kWh	0	0	0	1	4	10	16	76

Kälteerzeugung

Kältespeicherung: Speicherverluste $Q_{C,s}$ nicht vorhanden

Kältemaschine: (240) 2,4 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 Nutzungsarten nach Tab. A.2

<6> 06 Sonst. Aufenthalt, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,4$

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

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,outg}$	kWh	3	3	4	14	72	200	335	1.544
$Q_{C,f,el}$	kWh	1	1	1	4	19	53	89	408

11.9 <7> 07 Flur <19°C

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kältesystem Kaltwasser 6/12 °C (158 m²)

<7> 07 Flur <19°C

<9> 09 Lager/Technik 1 - RLT

Erzeuger-Nutzkältebedarf $Q_{C^*,outg} = Q_{C^*,b} \cdot \eta$ mit η = Nutzungsgrade der Kälteübergabe und -verteilung RLT

$\eta = (4 - \eta_{C^*,ce} - \eta_{C^*,ce,sens} - \eta_{C^*,d}) = 4 - 0,9 - 0,87 - 0,95 = 1,280$ (T7, Tab.13)

Bedarfszeit der RLT-Kühlung $t_{C^*,op}$ nach T7, Gl.10, siehe RLT-Systeme

Raumklimasystem: nicht vorgesehen

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C^*,b}$	kWh	–	–	–	–	1	3	6	37
$Q_{C^*,outg}$	kWh	–	–	–	–	1	4	8	47
$t_{C^*,op}$	h	–	–	–	–	10	224	267	1.200

Hilfsenergiebedarf

Kälteverteilung: Kaltwasserkreis Erzeuger + RLT Pel = 20 W/kW, Verteilung hydraulisch abgeglichen, ungeregelte Pumpe, hydraulisch entkoppelt, saisonale sowie Nacht- und Wochenendabschaltung, Verteilung außerhalb (REF)

Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 3,4$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

weitere Hilfsenergien ...

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
W _{Z,d}	kWh	–	–	–	–	0	0	0	1
	kWh	–	–	–	–	0	0	0	1

Kälteerzeugung

Kältespeicherung: Speicherverluste $Q_{C,s}$ nicht vorhanden

Kältemaschine: (240) 3,4 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 Nutzungsarten nach Tab. A.2
<7> 07 Flur <19°C, RLT-System, $PLV_{AV} = 1,28$
<9> 09 Lager/Technik 1 - RLT, RLT-System, $PLV_{AV} = 1,28$

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	–	–	–	–	1	4	8	47
$Q_{C,f,el}$	kWh	–	–	–	–	0	1	2	14

11.11 <9> 09 Lager/Technik 1 - RLT

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<7> 07 Flur <19°C"
Raumklimasystem: nicht vorgesehen

11.14 <12> 12 Serverraum

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kältesystem Kaltwasser 6/12 °C (11 m²)
<12> 12 Serverraum
Erzeuger-Nutzkältebedarf $Q_{C*,outg} = Q_{C*,b} * \eta$ mit η = Nutzungsgrade der Kälteübergabe und -verteilung RLT
 $\eta = (4 - \eta_{C*,ce} - \eta_{C*,ce,sens} - \eta_{C*,d}) = 4 - 0,9 - 0,87 - 0,95 = 1,280$ (T7, Tab.13)
Bedarfszeit der RLT-Kühlung $t_{C*,op}$ nach T7, Gl.10, siehe RLT-Systeme

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 6/12 (REF) (11 m²)
<12> 12 Serverraum
Erzeuger-Nutzkältebedarf $Q_{C,outg} = Q_{C,b} * \eta$ mit η = Nutzungsgrade der Kälteübergabe und -verteilung Raum
 $\eta = (4 - \eta_{C,ce} - \eta_{C,ce,sens} - \eta_{C,d}) = 4 - 1,0 - 0,87 - 0,9 = 1,230$ (T7, Tab.14)
Bedarfszeit der Raumkühlung $t_{C,op}$ nach T2, Anhang D mit der Mindestauslastung $\beta_{C,grenz} = 0,15$

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C*,b}$	kWh	–	–	–	–	1	4	7	39
$Q_{C*,outg}$	kWh	–	–	–	–	1	5	9	50
$Q_{C,b}$	kWh	558	558	507	572	572	609	598	6.945
$Q_{C,outg}$	kWh	686	686	623	704	703	748	735	8.542
$t_{C*,op}$	h	–	–	–	–	18	404	720	2.896
$t_{C,op}$	h	744	744	672	744	720	744	720	8.760

Hilfsenergiebedarf

Sekundärventilatoren zur Raumkühlung Kaltwasser Ventilatorconvektoren 14°C, Brüstungs- und Deckengeräte
Hilfsenergiebedarf $Q_{C,ce,aux} = f_{C,ce,aux} * Q_{C,outg} * t_{C,op} / 1000$ (Gl.23) mit $f_{C,ce,aux} = 0,070$

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

Kälteverteilung: Kaltwasserkreis Erzeuger + RLT + Raumkühlung, Pel = 50 W/kW, Verteilung hydraulisch abgeglichen, geregelte / ungeregelte Pumpe, hydraulisch entkoppelt, saisonale sowie Nacht- und Wochenendabschaltung, Verteilung außerhalb
Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 0,2 \text{ kW}$, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,ce,aux}$	kWh	36	36	29	37	35	39	37	437
$W_{Z,d}$	kWh	34	34	31	35	35	38	37	430
	kWh	70	70	60	72	71	77	74	867

Kälteerzeugung

Kältespeicherung: Speicherverluste $Q_{C,s}$ nicht vorhanden

Kältemaschine: (240) 0,2 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 Nutzungsarten nach Tab. A.2

<12> 12 Serverraum, RLT-System, $PLV_{AV} = 1,36$

<12> 12 Serverraum, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,68$

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	–	–	–	–	1	5	9	50
$Q_{C,outg}$	kWh	686	686	623	704	703	748	735	8.542
$Q_{C,f,el}$	kWh	151	151	137	155	155	166	164	1.897

11.16 <14> 14 Werkstatt 2

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kältesystem Kaltwasser 6/12 °C (119 m²)

<14> 14 Werkstatt 2

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

$\eta = (4 - \eta_{C^*,ce} - \eta_{C^*,ce,sens} - \eta_{C^*,d}) = 4 - 0,9 - 0,87 - 0,95 = 1,280$ (T7, Tab.13)

Bedarfszeit der RLT-Kühlung $t_{C^*,op}$ nach T7, Gl.10, siehe RLT-Systeme

Raumklimasystem: nicht vorgesehen

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C^*,b}$	kWh	–	–	–	–	5	31	58	340
$Q_{C^*,outg}$	kWh	–	–	–	–	7	39	74	435
$t_{C^*,op}$	h	–	–	–	–	7	165	189	861

Hilfsenergiebedarf

Kälteverteilung: Kaltwasserkreis Erzeuger + RLT Pel = 20 W/kW, Verteilung hydraulisch abgeglichen, ungeregelte Pumpe, hydraulisch entkoppelt, saisonale sowie Nacht- und Wochenendabschaltung, Verteilung außerhalb (REF)

Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 5,4 \text{ kW}$, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

weitere Hilfsenergien ...

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
W _{Z,d}	kWh	–	–	–	–	0	1	1	9
	kWh	–	–	–	–	0	1	1	9

Kälteerzeugung

Kältespeicherung: Speicherverluste $Q_{C,s}$ nicht vorhanden

Kältemaschine: (240) 5,4 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 Nutzungsarten nach Tab. A.2
<14> 14 Werkstatt 2, RLT-System, $PLV_{AV} = 1,22$

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	–	–	–	–	7	39	74	435
$Q_{C,f,el}$	kWh	–	–	–	–	2	12	23	132

11.18 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	154	154	141	166	226	427	624	4.359
$Q_{C,aux}$	kWh	71	71	61	74	83	113	135	1.180
Strom-Mix	kWh	154	154	141	166	226	427	624	4.359

Für die Referenzberechnung werden in den Zonen 1 (201 Einzelbüro), 2 (202 Gruppenbüro (zwei bis sechs Arbeitsplätze)), 4 (216 WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden), 5 (216 WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden), 7 (218 Nebenflächen (ohne Aufenthaltsräume)), 9 (220 Lager, Technik, Archiv) nur 50% des Primärenergiebedarfs angerechnet (GEG A2)

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
Strom-Mix	kWh	153	153	140	163	205	339	469	3.492

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

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> 01 Einzelbüro	nicht relevant			-
<2> 02 Gruppenbüro	nicht relevant			-
<3> 03 Besprechung	nicht relevant			-
<4> 04 Umkleide FBH	Werkstatt, Indu	0,090 m ² Werkstattf	1325	2.532 c
<5> 05 Sanitär	Werkstatt, Indu	0,090 m ² Werkstattf	1388	2.652 c
<6> 06 Sonst. Aufent	nicht relevant			-
<7> 07 Flur <19°C	nicht relevant			-
<8> 08 TRH <19°C	nicht relevant			-
<9> 09 Lager/Technik	nicht relevant			-
<10> 10 Lager/Techni	nicht relevant			-
<11> 11 Lager/Techni	nicht relevant			-
<12> 12 Serverraum	nicht relevant			-
<13> 13 Werkstatt 1	nicht relevant			-
<14> 14 Werkstatt 2	nicht relevant			-
<15> 15 Werkstatt 3	nicht relevant			-

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

c) Flächenbezug ist die Nettogrundfläche A_{NGF}

12.2 Eingesetzte Warmwassersysteme

Versorgungsbereich	Zonen (n)	f_{Zapf}	$Q_{w,b}$ kWh/Jahr
1 dezentrale WW-Versorgung	100% 4/5/	1,00	61.042
2			

12.3 Verteilungsnetze

(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 4/5

Verteilssystem: dezentral mit Erzeugern

Wärmedurchgangskoeffizient U_i , gedämmte Leitungen nach 1995 (REF)

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

Umgebungstemperatur in der thermischen Hülle = Bilanzinnentemperatur

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Stichltg. (St)
(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 4/5			
Leitungslängen l_i	0 m	0 m	11 m
Wärmedurchgangskoeffizient U_i			0,255 W/(mK)
Warmwassertemperatur $\theta_{w,av}$			32,9 °C
Umgebungstemperatur $\theta_{I,Jan}$			19,9 °C
Monat	Sep	Okt	Nov
	Dez	Jan	Feb
	Mär	Jahr	

(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 4/5

$Q_{w,b}$	kWh	5.017	5.184	5.017	5.184	5.184	4.683	5.184	61.042
$Q_{w,d,St}$	kWh	17	18	18	18	18	17	18	209
$Q_{w,d}$	kWh	17	18	18	18	18	17	18	209
$Q_{I,w,d}$	kWh	17	18	18	18	18	17	18	209

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

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

$Q_{W,d}$ = 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) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 4/5
nicht vorhanden

12.5 Solaranlage zur Trinkwassererwärmung

nicht vorgesehen

12.6 Nutzwärmebedarf der Warmwassererzeugung

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
<hr/>									
(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 4/5									
$Q_{w,outg}$	kWh	5.034	5.202	5.035	5.203	5.203	4.699	5.203	61.251

12.7 Wärmepumpen zur Trinkwassererwärmung

nicht vorgesehen

12.8 Wärmeerzeugung

(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 4/5
Wärmeerzeuger 20 hydraulisch gesteuerter Elektro-Durchlauferhitzer 2,0 kW (Strom-Mix)
Wirkungsgrad bei Nennwärmeleistung $\eta_{k,Pn} = 99,0 \%$, Bereitschaftswärmeverlust $q_{p0,70} = 0,0000$ kW

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
<hr/>									
(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 4/5									
$Q_{w,outg}$	kWh	5.034	5.202	5.035	5.203	5.203	4.699	5.203	61.251
<hr/>									
$Q_{w,f}$	kWh	5.084	5.254	5.085	5.255	5.255	4.746	5.255	61.864

mit $Q_{w,outg}$ = Nutzwärmebedarf der Erzeugung, $Q_{w,f} = Q_{w,outg} + Q_{w,g}$ = Endenergiebedarf

12.9 Endenergie Warmwasserbereitung

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
<hr/>									
$Q_{w,outg}$	kWh	5.034	5.202	5.035	5.203	5.203	4.699	5.203	61.251
$Q_{w,f}$	kWh	5.084	5.254	5.085	5.255	5.255	4.746	5.255	61.864
$W_{w,f}$	kWh	–	–	–	–	–	–	–	–
<hr/>									
Strom-Mix	kWh	5.084	5.254	5.085	5.255	5.255	4.746	5.255	61.864
<hr/>									
$Q_{I,w,<4>}$	kWh/d	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
$Q_{I,w,<5>}$	kWh/d	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	

$Q_{w,outg} / Q_{w,f}$ = 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} m^3/h	$Q_{V,mech}$ kW	$\Phi_{h,max}$ kW
<1> 01 Einzelbüro	0,5	0,2	0	0,0	0,7
<2> 02 Gruppenbüro	1,4	0,2	198	0,9	2,4
<3> 03 Besprechung	1,5	2,2	0	0,0	3,6
<4> 04 Umkleide FBH	1,9	0,3	1455	6,3	8,6
<5> 05 Sanitär	0,4	0,1	726	3,2	3,7
<6> 06 Sonst. Aufenthalt	2,4	1,4	0	0,0	3,8
<7> 07 Flur <19°C	1,7	0,2	13	0,1	2,0
<8> 08 TRH <19°C	2,4	0,3	0	0,0	2,6
<9> 09 Lager/Technik 1 - R	1,2	0,2	12	0,1	1,4
<10> 10 Lager/Technik 2 - F	5,2	0,8	0	0,0	5,9
<11> 11 Lager/Technik 3 - E	1,5	0,1	0	0,0	1,6
<12> 12 Serverraum	0,1	0,0	14	0,1	0,2
<13> 13 Werkstatt 1	35,5	8,9	0	0,0	44,4
<14> 14 Werkstatt 2	2,1	0,3	298	1,1	3,5
<15> 15 Werkstatt 3	0,1	0,1	0	0,0	0,1

$Q_{T,max}$ = 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)

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

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 '20)	*	42.257	26,9	29,6
2	Umluftheizung zentral (REF '20)	5/7/9/	10.022	7,1	7,8
3	Warmluftheizung, Luftauslässe seitl	10/13/	54.068	50,3	55,4
4	* = 1/2/3/4/6/8/11/14/15/				

<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

<2> Regelung der Raumtemperatur hohe Qualität

<3> hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, Warmluftsystem (Gradient T'_{str}), $\theta_{str} = K/m$

RLT-Heizregister im Heizbereich $\Rightarrow Q_{h,b} = Q_{h,b} + Q_{h^*,b}$ enthält Nutzwärmebedarf für das Heizregister Übergabe- und Verteilungsverluste für $Q_{h^*,b}$ siehe "RLT-Systeme"

Heizwärmebedarf nach Heizbereichen

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Qh,b,<1>	kWh	1.343	3.167	5.341	6.839	6.734	5.635	4.782	38.900
Qh*,b,<1>	kWh	-	193	458	724	713	577	413	3.357
Qh,b,<2>	kWh	226	655	1.207	1.563	1.527	1.278	1.025	8.667
Qh*,b,<2>	kWh	-	78	185	292	288	233	167	1.355
Qh,b,<3>	kWh	59	2.161	8.483	13.262	12.698	10.099	5.999	54.068

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

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

13.3 Heizzeiten

(1) Bereich "statische Zentralheizung (REF '20)", Leitzone <4> 04 Umkleide FBH

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_h <4>$	h/m	720	744	720	744	744	672	744	8.198
$t_{h,rL,d} <4>$	h/d	13	13	16	18	17	17	16	
$d_{h,rB} <4>$	d/m	21	23	24	26	26	23	25	261
$t_{h,rL} <4>$	h/m	270	308	389	462	460	400	391	3.873

(2) Bereich "Umluftheizung zentral (REF '20)", Leitzone <5> 05 Sanitär

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_h <5>$	h/m	493	744	720	744	744	672	744	7.463
$t_{h,rL,d} <5>$	h/d	13	13	16	18	17	17	16	
$d_{h,rB} <5>$	d/m	14	23	24	26	26	23	25	239
$t_{h,rL} <5>$	h/m	185	308	389	462	460	400	391	3.591

(3) Bereich "Warmluftheizung, Luftauslässe seitlich (REF '20)", Leitzone <10> 10 Lager/Technik 2 - FBH

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_h <10>$	h/m	200	563	720	744	744	672	744	4.881
$t_{h,rL,d} <10>$	h/d	13	13	16	18	17	17	16	
$d_{h,rB} <10>$	d/m	6	18	24	26	26	23	25	164
$t_{h,rL} <10>$	h/m	75	233	389	462	460	400	391	2.617

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

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

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

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

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

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) (14,3%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse:

(2) Umluftheizung zentral (REF '20)

Regelung der Raumtemperatur hohe Qualität

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta \vartheta_{ce} = 0,7 = 0,70^\circ\text{K}$ (T5 Gl.35)

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta \vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (6,0%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse:

(3) Warmluftheizung, Luftauslässe seitlich (REF '20)

hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, Warmluftsystem (Gradient T'str),
 $\theta_{str} = K/m$

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) (13,5%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse:

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

Nutzwärmebedarf, Verluste und Hilfsenergie der Wärmeübergabe

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) statische Zentralheizung (REF '20)									
$Q_{h,b}$	kWh	1.343	3.167	5.341	6.839	6.734	5.635	4.782	38.900
$Q_{h,ce}$	kWh	382	525	603	649	642	563	560	5.568
(2) Umluftheizung zentral (REF '20)									
$Q_{h,b}$	kWh	226	655	1.207	1.563	1.527	1.278	1.025	8.667
$Q_{h,ce}$	kWh	25	42	53	58	57	50	47	517
(3) Warmluftheizung, Luftauslässe seitlich (REF '20)									
$Q_{h,b}$	kWh	59	2.161	8.483	13.262	12.698	10.099	5.999	54.068
$Q_{h,ce}$	kWh	41	540	1.232	1.543	1.487	1.253	914	7.324
$\Sigma Q_{h,b+ce}$	kWh	2.077	7.091	16.919	23.914	23.145	18.877	13.327	115.045

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

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

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\theta_{ce}$ (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 "1 Wohnen, Büro, Hotels", Netztyp 2

Etagenverteiltertyp, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich} = 507,1 \text{ m}^2$, Geschosshöhe i.M. = 3,70 m, 2 Geschosse.

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{VA} = 55 \text{ °C} / \theta_{RA} = 45 \text{ °C}$, $T_{i,Soll,<4>} = 21,0 \text{ °C}$

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 32 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

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

Heizungspumpe Δp konstant, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt

(2) Umluftheizung zentral (REF '20)

Verteilung nicht vorgesehen

(3) Warmluftheizung, Luftauslässe seitlich (REF '20)

Verteilung nicht vorgesehen

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Anbindung (A)
(1) statische Zentralheizung (REF '20)			
Leitungslängen l_i	86,8 m	8,6 m	301,8 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, ungeregelte Wärmeeinträge $Q_{i,h,d}$ und Hilfsenergiebedarf $Q_{h,d,aux}$

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

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

(1) statische Zentralheizung (REF '20)

$\beta_{h,d}$		0,09	0,18	0,31	0,37	0,37	0,34	0,27	
$\theta_{VL,av}$	°C	26,3	30,2	34,7	36,9	36,8	35,9	33,3	
$\theta_{RL,av}$	°C	24,7	27,5	30,7	32,3	32,1	31,5	29,7	
<hr/>									
$Q_{h,d}$	kWh	177	301	523	707	698	579	481	4.066
$W_{h,d}$	kWh	21	26	31	36	35	31	30	298
$Q_{I,h,d}$	kWh	118	216	390	534	527	435	355	3.063

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 3,5 \%$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{l,h,d} = 2,7 \%$
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 = $\sum l_i \cdot U_i (\theta_{HK,m} - \theta_{l,i}) \cdot t_{h,rL,i} / 1000$ [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) statische Zentralheizung (REF '20)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,out}^*$	kWh	2.153	4.961	8.369	10.832	10.659	8.914	7.475	62.431

(2) Umluftheizung zentral (REF '20)

Nutzwärmebedarf siehe Heizbereich (1) statische Zentralheizung (REF '20)

(3) Warmluftheizung, Luftauslässe seitlich (REF '20)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,out}$	kWh	101	2.701	9.715	14.805	14.185	11.352	6.913	61.392

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

13.7 Heizwärmepufferspeicher

nicht vorgesehen

13.8 solare Heizungsunterstützung

nicht vorgesehen

13.9 Heizungswärmepumpen

nicht vorgesehen

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

13.10 Konventionelle Heizwärmeerzeuger

Heizbereiche (1) (2) (3)

(1) "statische Zentralheizung (REF '20)", Zonen 1/2/3/4/6/8/11/14/15 ($A_{NGF} = 507 \text{ m}^2$)
Heizung mit einem konventionellen Wärmeerzeuger

1. Brennwertkessel, verbessert ab 1999 (283), $P_n = 29,6 \text{ kW}$ (Erdgas)
Umgebungstemperatur am Aufstellort $\theta_i = 13 \text{ °C}$, außerhalb der thermischen Hülle
Tageslaufzeit zur TW-Erwärmung $t_{w,100,\text{Jan}} = 0,00 \text{ h/d}$
Kesselwirkungsgrade, Prüfstand $\eta_{k,Pn} = 0,955$ (Nennlast), $\eta_{k,Pint} = 1,045$ (Teillast)
Bereitschaftswärmeverlust $q_{P0,70} = 0,0103 \text{ kW}$, monatliche Belastungsgrade β_h siehe Tabelle
Verlustleistungen im Januar $P_{gen,Pn} = 2,40 \text{ kW}$, $P_{gen,Pint} = 0,59 \text{ kW}$, $P_{gen,P0} = 0,15 \text{ kW}$ (Gl.183 ff)
elektrische Leistungsaufnahme $P_{aux,Pn} = 0,229 \text{ kW}$, $P_{aux,Pint} = 0,076 \text{ kW}$, $P_{aux,P0} = 0,015 \text{ kW}$

(2) "Umluftheizung zentral (REF '20)", Zonen 5/7/9 ($A_{NGF} = 206 \text{ m}^2$)
Wärmeerzeugung siehe Heizbereich (1) statische Zentralheizung (REF '20)

(3) "Warmluftheizung, Luftauslässe seitlich (REF '20)", Zonen 10/13 ($A_{NGF} = 1.435 \text{ m}^2$)
Heizung dezentrale Warmluftheizung, nicht kondensierend mit konstanter Verbrennungsluftmenge
Dezentrale Hallenheizung 49,0 kW, Energieträger Erdgas
Verluste der Wärmeerzeugung $Q_{h,gen} = (f_{Hs}/H_i / \eta_{h,gen} - 1) * Q_{h,outg}$ mit $\eta_{h,gen}$ nach Tab.52

$Q_{h,f} = Q_{h,outg} + Q_{h,gen} = \text{Endenergiebedarf der Wärmeerzeugung}$
 $W_{h,gen} = \text{Hilfsenergiebedarf nach Gl.192}$
 $Q_{l,h,gen} = \text{ungeregelte Wärmeeinträge durch Wärmeerzeuger in der thermischen Hülle, Gl.191}$

(1) statische Zentralheizung (REF '20)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,outg}$	kWh	2.153	4.961	8.369	10.832	10.659	8.914	7.475	62.431
$\beta_{h,1}$		0,27	0,54	0,73	0,79	0,78	0,75	0,65	
$Q_{h,gen,1}$	kWh	30	237	621	866	847	689	527	3.980
$Q_{h,f}$	kWh	2.262	5.274	8.990	11.698	11.505	9.603	8.002	66.885
$W_{h,gen}$	kWh	26	46	71	89	88	74	65	577

(3) Warmluftheizung, Luftauslässe seitlich (REF '20)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,outg}$	kWh	101	2.701	9.715	14.805	14.185	11.352	6.913	61.392
$Q_{h,gen}$	kWh	22	594	2.135	3.254	3.118	2.495	1.519	13.493
$Q_{h,f}$	kWh	123	3.295	11.850	18.059	17.302	13.847	8.433	74.885
$W_{h,gen}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

13.11 Endenergie Heizwärme

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,f}$	kWh	2.385	8.569	20.840	29.757	28.808	23.449	16.434	141.770
W_h	kWh	46	73	102	125	123	105	95	874
Erdgas	kWh	2.385	8.569	20.840	29.757	28.808	23.449	16.434	141.770
$Q_{I,h,<1>}$	kWh/d	0,1	0,2	0,4	0,5	0,5	0,4	0,3	
$Q_{I,h,<2>}$	kWh/d	0,4	0,7	1,3	1,7	1,6	1,5	1,1	
$Q_{I,h,<3>}$	kWh/d	0,4	0,8	1,4	1,9	1,8	1,7	1,2	
$Q_{I,h,<4>}$	kWh/d	0,8	1,3	2,5	3,3	3,2	3,0	2,2	
$Q_{I,h,<6>}$	kWh/d	0,6	1,0	1,8	2,4	2,4	2,2	1,6	
$Q_{I,h,<8>}$	kWh/d	0,5	0,9	1,6	2,2	2,1	1,9	1,4	
$Q_{I,h,<11>}$	kWh/d	0,2	0,4	0,7	0,9	0,9	0,8	0,6	
$Q_{I,h,<14>}$	kWh/d	0,9	1,6	3,0	4,0	4,0	3,6	2,7	
$Q_{I,h,<15>}$	kWh/d	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	

$Q_{h,f}$ = 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)

$Q_{I,h}$ = unregelmäßige 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

Unregelmäßige 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
Strom-Mix	Warmwasser	4/5/	61.864	1,80	1,00	111.354
Erdgas	Heizwärme	*	141.770	1,10	1,11	140.493
Strom-Mix	Klimakälte	**	3.492	1,80	1,00	6.286
Strom-Mix	Beleuchtung	***	27.421	1,80	1,00	49.357
Strom-Mix	Hilfsenergie		8.048	1,80	1,00	14.487
Σ [kWh/Jahr]			242.595			321.977

* = 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/13/14/15/

** = 1/2/3/4/5/6/7/9/12/14/

*** = 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/

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

Jahres-Primärenergiebedarf $q_P = 321.977 / 2.159 = 149,1$ kWh/(m²a) ($\Sigma A_{NGF} = 2.159$ m²)

Endenergie brennwertbezogen = 242.595 kWh/a = Jahressummen aus den Prozessbereichen

Endenergie heizwertbezogen = 61863,6+127720,9+3492,2+27420,8+8048,3 = 228546 kWh/a

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

Endenergiebedarf: Hilfsenergie 3,7 kWh/(m²a), Strom-Mix 43,0 kWh/(m²a), Erdgas 65,7 kWh/(m²a)

Anlage F – Energiebilanz Referenzgebäude gemäß DIN V 18599

Treibhausgasemissionen (CO₂)

Energieträger	Endenergie kWh/a	Emissionsfaktor g CO ₂ /kWh	Emissionen kg/a	kg/ (m ² a)
Strom-Mix	61.864	560	34.644	
Erdgas	127.721	240	30.653	
Strom-Mix	3.492	560	1.956	
Strom-Mix	27.421	560	15.356	
Strom-Mix	8.048	560	4.507	
	228.546		87.115	40,4

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

siehe Abschnitt Zone		RLT 9	Beleucht. 10	Klima 11	Warmwasser 12	Heizung 13	Summe
	m ²	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a
<1> 01 Einzelbüro	14	-	172	92	-	1.973	2.236
<2> 02 Gruppenbür	49	-	568	381	-	3.970	4.919
<3> 03 Besprechun	55	-	544	188	-	13.961	14.695
<4> 04 Umkleide F	97	-	1.554	831	30.203	12.162	44.750
<5> 05 Sanitär	48	-	777	415	31.673	4.050	36.915
<6> 06 Sonst. Auf	71	-	525	409	-	11.954	12.887
<7> 07 Flur <19°C	84	-	109	12	-	4.449	4.570
<8> 08 TRH <19°C	63	-	195	-	-	6.036	6.231
<9> 09 Lager/Tech	74	-	101	2	-	3.701	3.805
<10> 10 Lager/Tec	242	-	202	-	-	15.112	15.314
<11> 11 Lager/Tec	26	-	30	-	-	3.905	3.936
<12> 12 Serverrau	11	-	425	1.897	-	-	2.322
<13> 13 Werkstatt	1.193	-	19.592	-	-	59.774	79.367
<14> 14 Werkstatt	119	-	2.245	132	-	743	3.120
<15> 15 Werkstatt	13	-	383	-	-	-	382
Gebäude	2.159	-	27.421	4.359	61.864	141.778	235.423

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 kWh/m ² a	Beleucht. kWh/m ² a	Klima kWh/m ² a	Warmwasser kWh/m ² a	Heizung kWh/m ² a	Summe kWh/m ² a
Nutzenergiebedarf	2,8	12,7	8,8	28,3	49,3	101,8
Endenergiebedarf	2,8	12,7	2,2	28,7	66,1	112,4
Primärenergiebedarf	5,0	22,9	3,9	51,6	65,8	149,1

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

15.0 Primärenergie-Referenzwert

vorh q_P = 149,1 kWh/(m²a)

Anlage G Angaben der TGA

Anlage G - TGA Zonierung und Konditionierung

TGA Zonierung und Konditionierung
Projekt: Regiobus - Neubau Betriebshof Hartmannsdorf
ACR: 11010
Stand: 30.10.2025

Lf.Nr.	Raum z.B.:	Zonen-Bezeichnung	Zonen-Nr. gem. DIN V 18599	Heizung		Kühlung	Lüftung/RLT	RLT-Volumenstr.- Regelung	RLT WRG	spez. Ventilator- leistung für Anlage	Luftvolumenstrom	Trinkwarmwasser	Beleuchtung		Sonnenschutz- steuerung	Bemerkungen
				Niedrig beheizt? (12 ≤ T _i < 19 °C)	Übergabeart z.B. HK, FBH, Heizdecken, Umluft etc.	Übergabeart, z.B. Kühldecken, ULK etc.	z.B. Fenster, Zu- und Abluft, Luftbehandlungs- funktionen: Heizen/Kühlen, Be- und Entfeuchten	Kategorie nach 16798-3 z.B. IDA-C1(const)	W: Wärme F: Feuchte WRG	Zu / Ab [Wh/m³] oder SFP-Klasse		z.B. zentral / dezentral	z.B. direkt/indirekt, dimmbar	z.B. Präsenzmelder, Konstantlicht- und Tageslichtregelung	manuell, zeitabhängig, strahlungsabhängig	Sonstiges
1	Backoffice	Einzelbüro	1		ULK	ULK	Fensterlüftung						direkt, dimmbar	Schalter	manuell	
2	Meisterbüro, Verkehrsaufsicht	Gruppenbüro	2		ULK	ULK	ZUL/ABL, LH, LK	konstant	WF WRG	SFP 3	100 m³/h		direkt, dimmbar	Schalter	manuell	
3	Schulung, Besprechungsraum	Besprechung	4		ULK	ULK	Fensterlüftung						direkt, dimmbar	Schalter	manuell	
4	Umkleide	Sanitärflächen	16		FBH		ZUL/ABL, LH, LK	konstant	WF WRG	SFP 3	100 m³/h pro Dusche	dezentral	direkt	Präsenzmelder	manuell	
5	Pumi, WC	Sanitärflächen	16		RLT		ZUL/ABL, LH, LK	konstant	WF WRG	SFP 3	40 m³/h pro WC und Urinalbereich	dezentral	direkt	Präsenzmelder	manuell	
6	Pausenraum, Kasse	Sonstiger Aufenthalt	17		ULK	ULK	Fensterlüftung	konstant	WF WRG		40 m³/h für die Kasse	dezentral	direkt, dimmbar	Schalter	manuell	
7	Flur	Nebenflächen (ohne Aufenthalt)	18	x	RLT		ZUL/ABL, LH, LK	konstant	WF WRG	SFP 3	220 m³/h	n.v.	direkt, dimmbar	Dauer an		*1 in Heizlast berechnet für 18°C, aber Zulufttemperatur Verteilnetz bedingt bei ca. 20 -21°C
8	TRH	Verkehr < 19°	19	x	Industrie FBH		Fensterlüftung				n.v.	n.v.	direkt und indirekt	Dauer an		
9	Fundachen, Technik/Heizungsraum	Lager/Technik 1 < 19°C	18	x	RLT		ZUL/ABL, LH, LK	konstant	WF WRG	SFP 3	Fundsachen; HA-Räume = jeweils 40 m³/h Technik = 120 m³/h	n.v.	direkt, dimmbar	Dauer an		
10	Lager, Technik Werkstatt	Lager/Technik 2 < 19°C	18	x	Industrie FBH		Fensterlüftung					n.v.	direkt, dimmbar	Dauer an		
11	Lager 1.02, HAR	Lager/Technik 3 < 19°C	18	x	HK elektr.		ABL	konstant		SFP 3	Fundsachen; HA-Räume = jeweils 40 m³/h Technik = 120 m³/h	n.v.	direkt, dimmbar	Dauer an		
12	Reparatur, Prüfstand, Pflegehalle, Waschhalle	Serverraum Werkstatt 1	21 22.2			Split	ZUL/ABL, LH, LK	konstant	WF WRG	SFP 3	80 m³/h			Schalter		
13		Werkstatt 1	22.2	x	Industrie FBH		Fensterlüftung					dezentral	direkt	Dauer an		
14	Werkstatt-Nebenbereich	Werkstatt 2	22.2	x	Industrie FBH		ZUL/ABL, LH, LK	konstant	WF WRG	SFP 3	Zu 750 m³/h, Ab 710 m³/h	n.v.	direkt	Dauer an	manuell	*2 für Werkstatt-Nebenbereich in Heizlast berechnet für 18°C, aber Zulufttemperatur Verteilnetz bedingt bei ca. 20 -21°C
15	Werkstatt-Elektriker	Werkstatt 3	22.1	x	Industrie FBH		ABL	konstant		SFP 3		n.v.	direkt	Schalter		*2 für Werkstatt-Nebenbereich in Heizlast berechnet für 18°C, aber Zulufttemperatur Verteilnetz bedingt bei ca. 20 -21°C

Anlage G - TGA Zonierung und Konditionierung

TGA Zonierung und Konditionierung

Projekt: Regiobus - Neubau Betriebshof Hartmannsdorf
ACR: 11010
Stand: 30.10.2025
Im Falle einer unterschiedlichen Konditionierung ist ggf. eine weitere Unterteilung der Zonen erforderlich.

Wärme	TGA Planung	Beispiel / Bemerkung	Quelle
Art der Erzeugung	Luft-Wasser-WP	Gaskessel, Fernwärme, Geothermie, WP, BHKW etc.	
Nennheizleistung [kW]	25 kW Splitsystem + 7x 14 kW WP in Kaskadenschaltung für Fußbodenheizung / Industrie-FBH		
Deckungsanteil	100%	im Falle mehrerer Erzeuger oder Übergabeeinrichtungen	
Primärenergiefaktor fp	-	für Fernwärme oder gemischte Systeme (z.B. Contracting)	
Wärmepumpe	Split: Toshiba MMY-SUG0801MT8P-E o.ä. FBH: 7x Toshiba HWT-1401H8RW-E o.ä.	Falls Wärmepumpe bitte weitere Angaben ergänzen (Bitte ausklappen)	
COP an 9 Prüfpunkten	SCOP Split: 4,44 FBH: 4,57	siehe nebenstehende Tabelle	
alternativ Jahresarbeitszahl			
untere Einsatzgrenze / Mindestquelltemperatur	Split: Betriebsbereich (H) -25 – 15,5 °C		
Bivalenttemperatur T,Bivalenz			
Betriebsweise unterhalb Bivalenttemperatur	FBH: -25/25 °C	Alternativbetrieb, Prallebetrieb, Teilparallelbetrieb	
regelbare Leistungsaufnahme	ja	ja / nein (z.B. bei Inverter-WP o.ä.)	
Nachheizung durch ...	nein	2. Wärmeerzeuger oder elektrisch	
Nachtabenkung/ Nachtabeschaltung/ Wochenendbetrieb	nein		
Heizkreise Systemtemp. VL/RL	45/35 Industrie - FBH, 35/30 herkömmliche FBH	jeweils für statische/dynamische Heizung	
Regelung der Übergabe	elektronische Regelung	Thermostate (1K, 2K, PI, etc.), elektronische Regelung, selbsttätig ausschaltend, Netzwerkbetrieb	
Hydraul. Abgleich	Split: ja, durch Umschaltboxen FBH:ja, je Heizstrang	je HK/ Gruppenabgleich <10/ >10/ stat./ dyn.	
Verteilung/ Typ/ Leitungslängen	Split: 3 Rohrig bis Umschaltboxen, danach 2 rohrig. beide Etagenverteiltertyp	Etagenringtyp, Etagenverteiltertyp, Steigestrangtyp	
Heizungspumpe	Split: variabel, im Außengerät enthalten FBH:variabel, je Heizungsstrang, drehzahlgesteuert.	Regelung (Δp variabel, Δp konstant, außentempgeführt, raumtemperaturgeführt etc)	
Pufferspeicher (Volumen)	1.000 L		

Für Luft-Wasser-Wärmepumpe

	W 35			W 45		W 55	
	COP	Heizleistung [kW]		COP	Heizleistung [kW]	COP	Heizleistung [kW]
A 7							
A 2							
A -7							

Die Prüfpunkte dienen als Interpolations-Stützstellen für die weitere Berechnung gemäß DIN 18599-5

Anlage G - TGA Zonierung und Konditionierung

TGA Zonierung und Konditionierung

Projekt: Regiobus - Neubau Betriebshof Hartmannsdorf
ACR: 11010
Stand: 30.10.2025

Kälte	TGA Planung	Beispiel / Bemerkung	Quelle
Art der Erzeugung	Luft-Wasser-WP, Splitgeräte	Direktverdampfungssystem (VRF)	
Kältemittel	R32		
Nennkälteleistung [kW]	22,4		
Deckungsanteil	n.v.	im Falle mehrerer Erzeuger oder Übergabeeinrichtungen	
EER oder SEER	Toshiba MMY ... : EER 4,37 SEER 8,9 Toshiba RAV-GM302ATP-E, EER/SEER keine Angabe, WOLF siehe unten	- Mit Bitte um Vermerk, falls die Herstellerangabe nach DIN EN 14511 ermittelt wurde	
Primärenergiefaktor fp (falls Kältenetz vorhanden)	n.v.	für Fernkälte oder gemischte Systeme (z.B. Contracting)	
Kältemaschine(n) Systemtemp. VL/RL	ULK allgemein: Toshiba MMY-SUG0801MT8P-E, RLT: WOLF Clima Split C = 9,4 kW H = 10,8 kW Kältemittel R32 EER 4,49 (kühlen) COP 4,37 (heizen) ULK Server: Toshiba RAV-GM302ATP-E, EER keine Angabe	Toshiba (rev. WP) für stat. Kühlung, WOLF Clima Split nur für RLT-Heiz- und Kühlregister	Strangschemata Lüftung
Kältekreise VL/RL	nicht vorhanden	Angabe getrennt für statisch/dynamisch	
indirekte Verdunstungskühlung	nein	ja/nein	
Sorptionsunterstützung	nein	ja/nein	
weitere Hilfsenergien	Plattenwärmetauscher beim RLT	ggf. Pumpe des Kreislaufverbundsystems, Antrieb Rotationswärmetauscher	
Art des Verdichters	Hermetischer Doppel-Rollkolben	(1) Kolben-/Scrollverdichter mit Zweipunktregelung taktend (EiN/AUS-Betrieb) (2) Kolben-/Scrollverdichter mehrstufig schaltbar (mindestens vier Schaltstufen als Verdichterverbund) (3) Kolbenverdichter durch Zylinderabschaltung (4) Kolben-/Scrollverdichter mit Heißgasbypassregelung (5) Schraubenverdichter mit Steuerschieberregelung (6) Turboverdichter mit Einlassdrassselregelung (7) Invertergeregelte Schraubenverdichter (8) Invertergeregelte Turboverdichter	Gem. Mail Hr. Wagner vom 14.11.2025 am ehesten (2) aber schufefnlos schaltbar
Regelung des Verdichters	sanftanlaufend, mehrstufig	taktend, mehrstufig, modulierend	
Nachtabsenkung/ Nachtabschaltung/ Wochenendbetrieb	nein		
Rückkühler	trocken	trocken, nass, etc...	
spez. Energiebedarf des Rückkühlers		z.B. in kW/kW	
Pufferspeicher	nein	Wetterprognose-/ Spitzenlast-/ Redundanzspeicher, etc.	
Freie Kühlung	nein	Ist eine freie/passive Kühlung vorgesehen? Kann die verfügbare Energiemenge bereits abgeschätzt werden?	

Anlage G - TGA Zonierung und Konditionierung

TGA Zonierung und Konditionierung

Projekt: Regiobus - Neubau Betriebshof Hartmannsdorf
ACR: 11010
Stand: 30.10.2025

RLT	TGA Planung	Beispiel / Bemerkung	Quelle
Wärmerückgewinnung Art	Plattenwärmetauscher	Rotationswärmetauscher, Kreuzstromwärmetauscher, etc...	
WRG Zahl	WRG Klasse gem. EN 13053/2020 H1 Heizen 86% Kühlen 82 %		
Befeuchtung	nicht vorhanden	Verdunstung (nicht regelbar), Verdunstung (regelbar), Dampfzefeuhter	
Zulufttemperatur der RLT-Anlage im Heizbetrieb	21°C		
Zulufttemperatur der RLT-Anlage im Kühlbetrieb	19°C		
Nachtabsenkung/ Nachtabschaltung/ Wochenendbetrieb	ja		
Zusätzliche Komponenten	Filter ISO ePM10 50%	- zusätzliche Filterstufe (min F7 Zuluft, M5 Abluft) - HEPA Filter nach EN 1822-3 - Gasfilter - Wärmerückgewinnungsklasse H2 oder H1 nach EN 13053:2006+A1:2011	
Kanalfächen außerhalb der therm. Hülle [m²]	10 m² mit Dämmung	geschätzt	ca. 50 m² (Schätzung IBR)

Warmwasser	TGA Planung	Beispiel / Bemerkung	Quelle
zentral/dezentral	dezentral	Durchlauferhitzer, Untertischspeicher, über Wärmezeuzeuger	
Erzeugung	Durchlauferhitzer		
WW-Speicher (Volumen)	-		
Verteilung/ Typ/ Leitungslängen	unmittelbar an der Armatur - max. 5m	Etagenringtyp, Etagenverteiltertyp, Steigstrangtyp	

Beleuchtung	TGA Planung	Beispiel / Bemerkung	Quelle
Lampenart	LED	LED, Leuchtstofflampe etc.	
Art des Vorschaltgerätes	DALI2 und Elektrische Treiber	EVG, VVG, KVG	
Angaben gem. Lichtplanung	<p>Pausenraum, Lager, BMZ Meisterbüro</p> <p>Werkstatt-Nebenbereich</p> <p>Busrep., Dacharbeitsplätze, Elektriker, Waschkalle</p> <p>Pflegehalle</p> <p>Bremsenprüfstand</p> <p>Durchschnitt 4-6W/m²</p>	<p>z.B.</p> <ul style="list-style-type: none">• Elektrische Bewertungsleistung je Raum bzw. Zone (in W/m²)• Systemleuchtausbeute des Leuchtmittels mit Betriebsgerät<ul style="list-style-type: none">• Betriebswirkungsgrad der Leuchte• Wartungsfaktor nach DIN EN 12464-1<ul style="list-style-type: none">• Raumindex	

Anlage G - TGA Zonierung und Konditionierung

TGA Zonierung und Konditionierung

Projekt: Regiobus - Neubau Betriebshof Hartmannsdorf
ACR: 11010
Stand: 30.10.2025

Stromerzeugende Systeme	TGA Planung	Beispiel / Bemerkung	Bemerkung
PV-Fläche [m²]	919,2 m²	ohne Randeinbindung	Fürs Gebäudedach
Orientierung	Ost-West 110 ° - 290 °		
Neigung	10°		
Art der Module	monokristalline bifaziale	monokristallin, polykristallin, organisch	
Belüftung	dachparallel – gut hinterlüftet	unbelüftet, mäßig belüftet, stark belüftet	
Degradationsfaktor (25 Jahre)	0,9	Standardwert: 0,9	
PV-Leistung [kWp]	209,3 kWp		
BHKW - therm. Leistung	n.v.		
BHKW - elektr. Leistung	n.v.		
Stromerzeugende Systeme	TGA Planung	Beispiel / Bemerkung	Bemerkung
PV-Fläche [m²]	2.110,0 m²	ohne Randeinbindung	Summe für die "Carports"
Orientierung	Süden - Norden 200 ° - 20 °		
Neigung	10°		
Art der Module	monokristalline bifaziale	monokristallin, polykristallin, organisch	
Belüftung	dachparallel – gut hinterlüftet	unbelüftet, mäßig belüftet, stark belüftet	
Degradationsfaktor (25 Jahre)	0,9	Standardwert: 0,9	
PV-Leistung [kWp]	475,2 kWp		