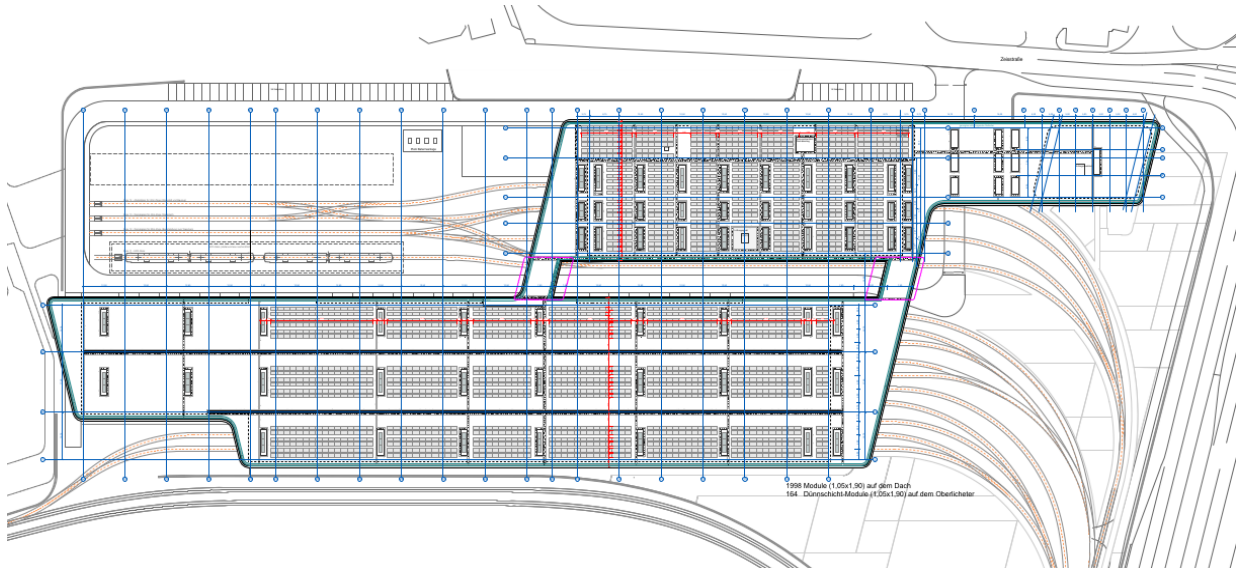


WÄRMESCHUTZNACHWEIS

nach Gebäudeenergiegesetz (GEG)



Bildnachweis: Auer Weber Assoziiert GmbH

für das Bauvorhaben

U13 Weilimdorf bis S-Hausen/Ditzingen und Stadtbahnbetriebshof Weilimdorf (BF4)

im Auftrag von: Stuttgarter Straßenbahnen AG

Berichts-Nr.: E22329-WSN-02

Stand: 26.09.2023

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart
Tel. +49 711 99 007 - 5 . Fax +49 711 99 007 - 99
info@egs-plan.de . www.egs-plan.de

IBAN-Nr. DE48 2505 0000 0002 0740 60 . BIC: NOLADE 2HXXX
Ust.-IdNr. DE218431901 . Registergericht Stuttgart HRB 22434

Geschäftsführung:
Dipl.-Ing. Jörg Baumgärtner
Dipl.-Ing. (FH) Joachim Böwe
Dr.-Ing. Boris Mahler

Generalbevollmächtigter:
Univ. Prof. Dr.-Ing. M. Norbert Fisch
230926_E22329_SSB_Wärmeschutznachweis.
docx

Auftraggeber / Bauherr

Stuttgarter Straßenbahnen AG
Schockenriedstraße 50
70565 Stuttgart

Architekt

Auer Weber Assoziierte GmbH
Haußmannstraße 103 A
70188 Stuttgart

Auftragnehmer

**EGS-Plan Ingenieurgesellschaft für
Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH**

Gropiusplatz 10
70563 Stuttgart

Tel. +49 711 99 007 - 5
Fax +49 711 99 007 - 99
www.egs-plan.de
info@egs-plan.de

Bearbeitung:
Stefanie Thoma, M.Eng.

Inhaltsverzeichnis

1	Gegenstand der Beurteilung	4
2	Beurteilungsgrundlagen	9
2.1	Gebäudeenergiegesetz - GEG	9
2.1.1	Anteilige Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs durch Nutzung von erneuerbaren Energien	9
2.1.2	Jahres-Primärenergiebedarf und spezifischer Transmissionswärmeverlust	11
2.1.3	DIN 4108 – Mindestanforderungen an den Wärmeschutz	13
2.2	Landesbauordnung	14
2.3	Energieerlass der Stadt Stuttgart	16
2.3.1	Jahres-Primärenergiebedarf und mittlerer U-Wert	16
2.3.2	Sommerlicher Wärmeschutz	16
2.4	Klimaneutralität	16
3	Umsetzung	17
3.1	Beschreibung der Anlagentechnik	17
3.2	Thermische Hülle	20
3.3	Wärmebrücken	25
3.4	Wärmedämmstoffe	25
3.5	Luftdichtheit	26
3.6	Sommerlicher Wärmeschutz	27
3.6.1	Verglasung	27
3.6.2	Sonnenschutzvorrichtung	27
3.6.3	Nachtlüftung	27
3.6.4	Passive Kühlung	28
3.6.5	Besondere Räume	28
3.6.6	Maßnahmenpläne	29
4	Beurteilung	33
4.1	Anforderungen nach Gebäudeenergiegesetz (GEG)	33
4.1.1	Anteilige Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs durch Nutzung von erneuerbaren Energien	33
4.1.2	Jahres-Primärenergiebedarf und spezifischer Transmissionswärmeverlust	35
4.1.3	Energieausweis	38
4.2	Sommerlicher Wärmeschutz	41
4.3	Energieerlass der Stadt Stuttgart - Jahres-Primärenergiebedarf und spezifischer Transmissionswärmeverlust	42

5 Zusammenfassung

45

Anlagen

- I. Maßnahmenübersicht sommerlicher Wärmeschutz
- II. Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes
- III. GEG-Berechnungsdokumentation nach DIN 18599
- IV. Angaben zur Anlagentechnik

1 Gegenstand der Beurteilung

Die Stuttgarter Straßenbahn AG (SSB AG) plant in Weilimdorf einen neuen Betriebshof neben der neuen Strecke U13. Es ist ein 2-geschossiges Sozial- und Dienstgebäude, eine Wasch-/Wartungshalle und eine Abstellhalle geplant.

Im Folgenden werden die bauphysikalischen Anforderungen in Bezug auf den Wärmeschutz zusammengefasst.

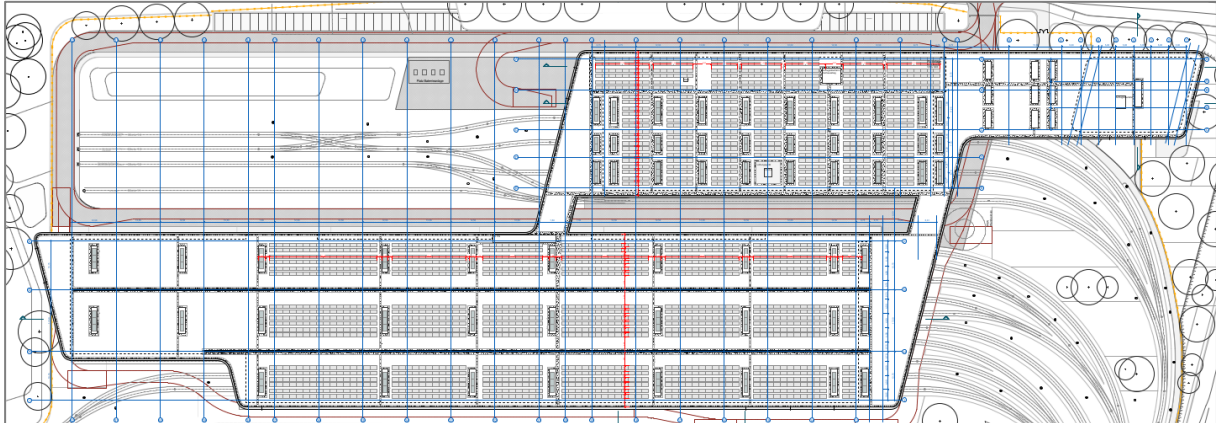


Abbildung 1: Dachaufsicht Dienst-/Sozialgebäude, Wasch-/Wartungshalle, Abstellhalle



Abbildung 2: Grundriss OG, Dienst-/Sozialgebäude

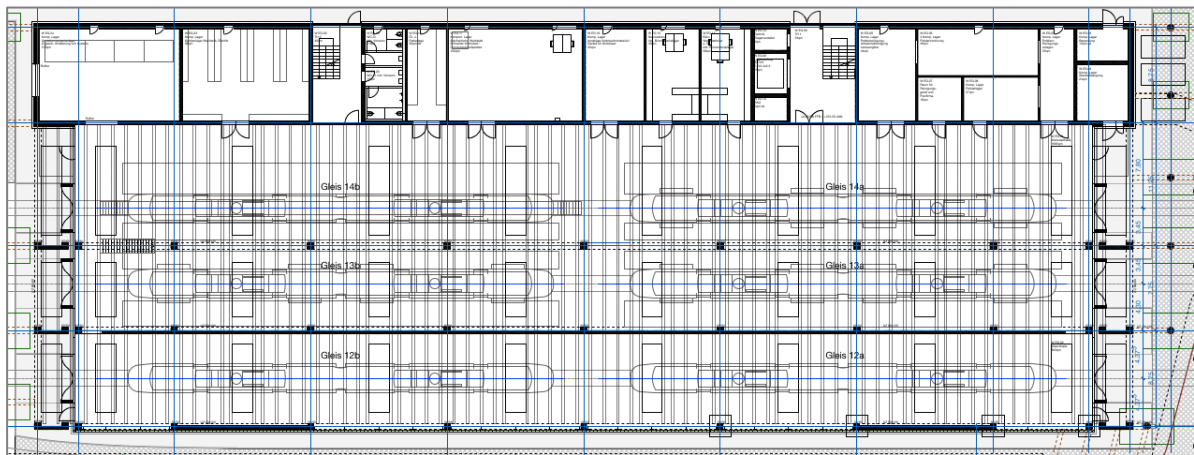


Abbildung 3: Grundriss Wasch-/Wartungshalle

Für das Bauvorhaben wird nachstehend der Nachweis eines ausreichenden Wärmeschutzes im Hinblick auf einen Mindestwärmeschutz nach DIN 4108 sowie auf die Einhaltung der Anforderungen des Gesetzes zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz - GEG) geführt.

Beschreibung der Gebäude:

Die Gebäude weisen 3 beheizte Vollgeschosse auf. Das Dienst- und Sozialgebäude wird in Holzbauweise mit einem massiven Kern erstellt. Die Wasch-/Wartungshalle wird in Massivbauweise erstellt. Im Sozial und Dienstgebäude befinden sich Umkleiden, Duschen sowie Aufenthaltsräume für Personal sowie einige Büros und ein Besprechungsraum. In der Wasch-/Wartungshalle befindet sich eine Halle für Wartungs-, Reparatur- und Reinigungsarbeiten neben einer Waschküche. Außerdem sind einige Büros, eine kleine Werkstatt neben Umkleiden und Sanitärräume vorgesehen. Die Abstellhalle wird nicht konditioniert und dient allein dem Abstellen von Bahnen.

Beschreibung der Anlagentechnik:

Nach Auskunft des Fachplaners liegt folgende Anlagentechnik zugrunde.

Heizung

- Wärmepumpe mit Erdwärmekollektor.
- Heiz-/Kühlsegel im Dienst-/Sozialgebäude und Büros im Wasch-/Wartungshalle, Heizkörper in untergeordneten Räumen des Wasch-/Wartungshalles, Deckenstrahlplatten in der Wasch-/Wartungshalle

Kühlung

- Passive Kühlung über Erdwärmekollektor
- Aktive Kühlung über Erdwärmekollektor und Wärmepumpe für EDV/ELT, Kompressionskältemaschine als Redundanz (Informativ: Produktionsprozess)

Warmwasser

- Für die Duschen im Dienst-/Sozialgebäude erfolgt die Warmwassererzeugung zentral
- Für die Duschen im Wasch-/Wartungshalle erfolgt die Warmwassererzeugung dezentral über einen elektrischen Durchlauferhitzer

Lüftung

- Zu-/Abluftanlage mit einem Heiz- und Kühlregister und Wärmerückgewinnung (≥70%, Gegenstromwärmetauscher)

Gebäudekenndaten

Dienst-/Sozialgebäude:

Nettogrundfläche (Bezugsfläche):	1.385 m ²
wärmeübertragende Umfassungsfläche:	2.293 m ²
Bruttovolumen V _e :	5.871 m ³
A/V-Verhältnis:	0,39 m ⁻¹
Fensterflächenanteil:	31,0 %

Wasch-/Wartungshalle:

Nettogrundfläche (Bezugsfläche):	6.498 m ²
wärmeübertragende Umfassungsfläche:	10.061 m ²
Bruttovolumen V _e :	39.449 m ³
A/V-Verhältnis:	0,26 m ⁻¹
Fensterflächenanteil:	54,1 %

Planunterlagen

Der Wärmeschutznachweis basiert auf den nachfolgend aufgeführten Planunterlagen der Architekten. Planungsänderungen, die in die bauphysikalischen Belange des Gebäudes eingreifen, können nur in gemeinsamer Abstimmung nach Überprüfung durch den Verfasser erfolgen.

Tabelle 1: Grundlage Pläne und Details

Bezeichnung	Maßstab	Datum	Plan-Nr.
BF4-XX-ARC-GR-U1-3-120-v03-Grundriss_Werkstatt_UG	1 : 100	24.10.2022	120
BF4-XX-ARC-GR-E0-3-220-v03-Grundriss_Werkstatt_EG	1 : 100	24.10.2022	220
BF4-XX-ARC-GR-E1-3-320-v03-Grundriss_Werkstatt_OG	1 : 100	24.10.2022	320
BF4-XX-ARC-GR-XX-3-210-v03-Grundriss_Dienstgebäude_UG EG OG	1 : 100	24.10.2022	210
BF4-XX-ARC-SC-S1-3-500-v03-Querschnitte	1 : 100	24.10.2022	500
BF4-XX-ARC-SC-S1-3-501-v03-Längsschnitt_1	1 : 100	24.10.2022	501
BF4-XX-ARC-SC-S1-3-502-v03-Längsschnitt_2	1 : 100	24.10.2022	502
BF4-XX-ARC-SC-S1-3-503-v03-Schnitte	1 : 100	24.10.2022	503

2 Beurteilungsgrundlagen

2.1 Gebäudeenergiegesetz - GEG

Das Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz - GEG) bildet ein wesentliches Element des Klimaschutzprogrammes der Bundesrepublik Deutschland und soll zur Senkung der CO₂-Emissionen innerhalb der BRD beitragen, um die Verpflichtungen der weltweiten Klimaschutzprogramme einhalten zu können. Neben dem möglichst sparsamen Einsatz von Energie in Gebäuden bezweckt das GEG eine weiter zunehmende Nutzung erneuerbarer Energien. Ziel ist es, unter Beachtung des Grundsatzes der Wirtschaftlichkeit, im Interesse des Klimaschutzes, der Schonung fossiler Ressourcen und der Minderung der Abhängigkeit von Energieimporten, eine nachhaltige Entwicklung der Energieversorgung zu ermöglichen.

Dem vorliegenden Nachweis liegt das Gebäudeenergiegesetz vom 08. August 2020, das am 01. November 2020 in Kraft trat, zugrunde.

2.1.1 Anteilige Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs durch Nutzung von erneuerbaren Energien

Gemäß § 10 Absatz 2 Nummer 3 GEG sind Gebäude so zu errichten, dass Wärme- und Kälteenergiebedarf zumindest anteilig durch die Nutzung erneuerbarer Energien gedeckt wird. Dazu stehen verschiedene Maßnahmen, die auch miteinander kombiniert werden können, zur Auswahl. Tabelle 2 gibt einen Überblick über die möglichen Maßnahmen nach §§ 35 bis 45 GEG und die dafür vorgesehene Nutzung zur Erfüllung der Anforderung nach § 10 Absatz 2 Nummer 3 GEG.

Tabelle 2: mögliche Maßnahmen zur Erfüllung der Anforderungen nach § 10 Absatz 2 Nr. 3 GEG

Paragraph	Maßnahme	Mindestdeckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs zur Erfüllung	Anmerkungen / zusätzliche Regelungen
§ 35	solarthermische Anlagen	15 %	bei Flüssigkeiten als Wärmeträger: Zertifizierung „ Solar Key-mark “ erforderlich, wenn die Verwendung einer CE-Kennzeichnung nicht zwingend vorgeschrieben ist
§ 36	Strom aus erneuerbaren Energien	15 %	
§ 37	Geothermie oder Umweltwärme	50 %	

§ 38	Nutzung von fester Biomasse	50 %	
§ 39	Nutzung von flüssiger Biomasse	50 %	Nutzung in einer KWK-Anlage oder in einem Brennwertkessel
§ 40	Nutzung von gasförmiger Biomasse	30 % / 50 %	KWK / Brennwertkessel
§ 41	Kälte aus erneuerbaren Energien	(50 % bei Geothermie oder Umweltwärme)	Anteil nach §§ 35 bis 40 maßgebend bei thermischer Kälteerzeugungsanlage durch direkte Zufuhr von Wärme ist der gleiche Anteil maßgebend, der auch bei reiner Wärmeerzeugung aus gleichem Energieträger gilt
§ 42	Abwärme	50 % direkt oder mittels Wärmepumpen	
§ 43	Kraft-Wärme-Kopplung	50 %	hocheffiziente ¹ KWK-Anlage
		40 %	Brennstoffzellenheizung
§ 44	Fernwärme oder Fernkälte	1. wesentlicher ² Anteil aus erneuerbaren Energien	netzbezogene Anforderungen
		2. 50 % Abwärme	

¹ Eine hocheffiziente KWK-Anlage im Sinne des § 2 Nummer 8a des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes muss nach der Richtlinie 2012/27/EU folgende Kriterien erfüllen:

- Die KWK-Erzeugung in KWK-Blöcken ermöglicht Primärenergieeinsparungen von mindestens 10 % im Vergleich zu den Referenzwerten für die getrennte Strom- und Wärmeerzeugung;
- Die Erzeugung in KWK-Klein- und -Kleinstanlagen, die Primärenergieeinsparung erbringen, kann als hocheffiziente KWK gelten

KWK-Kleinanlage: KWK-Anlage mit einer installierten Kapazität von weniger als 1 MW_{el}

KWK-Kleinstanlage: KWK-Anlage mit einer Höchstkapazität von weniger als 50 kW_{el}

² Als wesentlicher Anteil aus erneuerbaren Energien in Bezug auf Nutzung von Fernwärme/-kälte können (gemäß den Anwendungshinweisen zum Vollzug des EEWärmeG vom 18.03.2011) diejenigen Anteile angesehen werden, die mindestens eingehalten werden müssen, wenn der Wärmeenergiebedarf unmittelbar durch (nicht netzgebundene) erneuerbare Energien gedeckt wird.

		3. 50 % aus KWK-Anlagen	
		4. 50 % durch Kombination der Maßnahmen aus 1. bis 3.	
§ 45	Maßnahmen zur Einsparung von Energie	Unterschreitung der Anforderungen nach § 19 (Höchstwerte \bar{U}) um mindestens 15 %	

Bei Kombinierung von Maßnahmen muss die Summe der prozentualen Anteile der tatsächlichen Nutzung der einzelnen Maßnahmen im Verhältnis der vorgesehenen Nutzung (nach den §§ 35 bis 45 GEG) 100 Prozent Erfüllungsgrad ergeben.

Wenn mehrere zu errichtende Nichtwohngebäude, die sich im Eigentum der öffentlichen Hand befinden und von mindestens einer Behörde genutzt werden, in einer Liegenschaft stehen, kann die Anforderung nach § 10 Absatz 2 Nummer 3 GEG auch dadurch erfüllt werden, dass der Wärme- und Kälteenergiebedarf dieser Gebäude insgesamt in einem Umfang gedeckt wird, der der Summe der einzelnen Maßgaben der §§ 35 bis 45 entspricht.

2.1.2 Jahres-Primärenergiebedarf und spezifischer Transmissionswärmeverlust

Das vorliegende Bauvorhaben wird nach dem vorgesehenen Verwendungszweck als Nichtwohngebäude mit unterschiedlichen Raum-Soll-Temperaturen (sowohl normale Temperaturen mit $T_{Soll} \geq 19^\circ\text{C}$ als auch im Bereich $12^\circ\text{C} \leq T_{Soll} < 19^\circ\text{C}$) bei einer Beheizung für mehr als 4 Monate pro Jahr

eingestuft.

Der Jahresprimärenergiebedarf für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung, Kühlung und eingebaute Beleuchtung für zu errichtende Nichtwohngebäude darf das 0,75fache des auf die Nettogrundfläche bezogenen Wertes des Jahresprimärenergiebedarfs eines Referenzgebäudes gleicher Geometrie, Nettogrundfläche, Ausrichtung und Nutzung, einschließlich der Anordnung der Nutzungseinheiten, definiert gemäß GEG Anlage 2 (Technische Ausführung des Referenzgebäudes), nicht überschreiten. Weiter dürfen die Höchstwerte der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsfläche gemäß Anlage 3 GEG nicht überschritten werden.

Für bauliche oder anlagentechnische Komponenten in Nichtwohngebäuden, für deren energetische Bewertung keine anerkannten Regeln der Technik oder bekannt gemachte gesicherte Erfahrungswerte vorliegen, sind gemäß GEG Komponenten anzusetzen, die ähnliche energetische Eigenschaften aufweisen.

Der Nachweis eines energiesparenden Wärmeschutzes und einer energiesparenden Anlagentechnik wird nach DIN V 18599:2018-09 (Nachweisverfahren nach § 21 GEG) erbracht. Danach ist generell für den Nachweis bei Neubauten zwischen den Anforderungswerten:

- Primärenergiebedarf Q_P
- mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient \bar{U}

zu unterscheiden. Während die maximal zulässigen mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten im Nachweis lediglich die wärmetechnische Qualität der Gebäudehülle darstellen, wird bei der Berechnung des Primärenergiebedarfs Q_P neben der Gebäudehülle auch die gesamte Anlagentechnik und die Art der Energieversorgung berücksichtigt.

2.1.3 DIN 4108 – Mindestanforderungen an den Wärmeschutz

Das Gebäudeenergiegesetz verweist in § 11 „Mindestwärmeschutz“ auf die Anforderungen des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108 „Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden“.

Mindestwärmeschutz

Die Mindestanforderungen an den Wärmeschutz der Bauteile nach DIN 4108-2:2013-02 und DIN 4108-3:2018-10 sollen an den Innenoberflächen der Bauteile bei ausreichender Beheizung und Lüftung der Räume unter Zugrundelegung üblicher Nutzung ein hygienisches Raumklima sicherstellen, sodass Tauwasserfreiheit an den Innenoberflächen von Außenbauteilen insbesondere in Ecken gegeben ist. Das Sicherstellen der Tauwasserfreiheit sorgt für eine Verringerung des Risikos schädigender Schimmelpilzbildung.

Neben den bauteilbezogenen Anforderungen an den linearen Wärmedurchgang werden Anforderungen an den Wärmedurchgang im Bereich von Wärmebrücken gestellt. Außerdem sind in DIN 4108-2:2013-02 Anforderungen an die Luftdichtheit von Außenbauteilen aufgeführt.

Sommerlicher Wärmeschutz

Zu errichtende Nichtwohngebäude sind so auszuführen, dass die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz gemäß DIN 4108-2:2013-02 Abschnitt 8 eingehalten werden. Mit den formulierten Anforderungen soll ein Mindestmaß für die sommerliche thermische Behaglichkeit in Aufenthaltsräumen sichergestellt und eine übermäßige Erwärmung der Räume vermieden werden. Darüber hinaus soll der Energieeinsatz für Kühlung begrenzt werden.

Für den Nachweis eines ausreichenden sommerlichen Wärmeschutzes wird dem Standort des Bauvorhabens die Klimaregion A, B oder C entsprechend DIN 4108-2:2013-02 zugeordnet. Daraufhin kann der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes anhand des vereinfachten Sonneneintragskennwertverfahren oder anhand einer dynamisch-thermischen Gebäudesimulation erfolgen.

Beim Sonneneintragskennwertverfahren wird ein zulässiger Sonneneintragskennwert ($S_{zul.}$) ermittelt und mit dem vorhandenen Sonneneintragskennwert ($S_{vorh.}$) verglichen. Der zulässige Sonneneintragskennwert hängt vom Verhältnis der Raumgrundfläche zur Fensterfläche, der Möglichkeit zur Nachtlüftung, dem Einsatz einer passiven Kühlung, dem Einsatz von Sonnenschutzverglasung und der Fensterorientierung ab. Der vorhandene Sonneneintragskennwert wird in Abhängigkeit der Fenstergröße, des außenliegenden Sonnenschutzes und des Gesamtenergiedurchlassgrads der Verglasung berechnet.

Alternativ kann eine thermische Gebäudesimulation durchgeführt werden bei der nachgewiesen wird, dass die Übertemperaturgradstunden eines Nichtwohngebäudes nicht mehr als 500 Kh/a betragen.

Beide Verfahren können jedoch kein sicheres Kriterium für einen ausreichenden thermischen Komfort im Sommer darstellen. Hierfür sind Simulationsberechnungen mit realen Randbedingungen notwendig.

2.2 Landesbauordnung

Neben dem Gebäudeenergiegesetz in § 11 verweist auch die Baden-Württemberg Landesbauordnung für Baden-Württemberg (LBO) in Form einer Konkretisierung der allgemeinen baulichen Anforderungen im Rahmen der Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums und des Wirtschaftsministeriums über Technische Baubestimmungen (Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen - VwV TB)

auf DIN 4108 "Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden". Die nachfolgende Tabelle veranschaulicht die Verweise der Rechtsvorschriften auf die jeweiligen Teile der DIN 4108.

Tabelle 3: Verweise der geltenden Rechtsvorschriften auf die jeweiligen Teile von DIN 4108

Rechtsvorschrift	Normenteile	Bezeichnung
GEG	DIN 4108-2:2013-02	Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
	DIN 4108-3:2018-10	Klimabedingter Feuchteschutz – Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung
Baden-Württemberg VwV TB	DIN 4108-2:2013-02	Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
	DIN 4108-3:2014-11	Klimabedingter Feuchteschutz – Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung
	DIN 4108-4:2017-03	Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte
	DIN 4108-10:2015-12	Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe – Werkmäßig hergestellte Wärmedämmstoffe

Bauprodukte dürfen nur verwendet und Bauarten nur angewandt werden, wenn bei ihrer Verwendung bzw. Anwendung die bauliche Anlage bei ordnungsgemäßer Instandhaltung für eine dem Zweck angemessene Zeitdauer die gesetzlichen Anforderungen erfüllt und gebrauchstauglich ist bzw. für ihren Anwendungszweck tauglich ist.

Die Landesbauordnungen gehen davon aus, dass diese Bedingung erfüllt ist, wenn die Technischen Baubestimmungen der jeweiligen Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (VV TB) oder allgemein anerkannte Regeln der Technik eingehalten werden. Die Übereinstimmung muss durch den jeweils geforderten Übereinstimmungsnachweis (ÜH, ÜHP, ÜZ) nachgewiesen sein.

Den Wirtschaftsakteuren steht es jedoch auch frei, den Bereich der Technischen Baubestimmungen zu verlassen. In diesem Fall muss allerdings gegebenenfalls nachgewiesen werden, dass das Bauprodukt bzw. die Bauart sicher verwendet bzw. angewandt werden kann. Hier greifen die bauaufsichtlichen Ver- bzw. Anwendbarkeitsnachweise, deren Unterscheidung

durch die Landesbauordnungen in Tabelle 4 dargestellt sind. Wenn Gefahren nicht zu erwarten sind, kann die zuständige Baubehörde auch per Bescheid erklären, dass eine Bauartgenehmigung nicht erforderlich ist (Verzicht).

Tabelle 4: Ver- und Anwendbarkeitsnachweise für Bauprodukte und Bauarten

Verwendbarkeitsnachweise für Bauprodukte	Anwendbarkeitsnachweise für Bauarten
allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ)	allgemeine Bauartgenehmigung (aBG)
allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis für das Bauprodukt (abP)	allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis für die Bauart (abP)
Zustimmung im Einzelfall (ZiE)	vorhabenbezogene Bauartgenehmigung (vBG)

Für Bauprodukte, die die CE-Kennzeichnung nach der EU-Bauproduktenverordnung tragen, entfällt der nationale Verwendbarkeitsnachweis. Die Bauprodukte dürfen verwendet werden, wenn die erklärten Leistungen den Anforderungen entsprechen, die in Deutschland an die Verwendung des Produkts gestellt werden. In manchen Fällen werden die nationalen Bauwerksanforderungen nicht vollständig durch die harmonisierten Normen abgebildet.

Für Produkte, deren Leistungen nach der geltenden harmonisierten Norm bzw. technischen Spezifikation nicht oder nicht vollständig erklärt werden können, aber für die Erfüllung der Bauwerksanforderungen möglicherweise erforderlich sind, besteht die Möglichkeit zur CE-Kennzeichnung durch eine Europäische Technische Bewertung – kurz **ETA** (engl. „European Technical Assessment“).

2.3 Energieerlass der Stadt Stuttgart

Für den Betriebshof gilt die Energierichtlinie der Stadt Stuttgart vom 28.05.2020 mit dem gesetzlichen Beschluss des Gemeinderates vom 20.05.2020.

2.3.1 Jahres-Primärenergiebedarf und mittlerer U-Wert

Beim Jahres-Primärenergiebedarf ist die Vorgabe der Energieeinsparverordnung (EnEV 2016 mit Verschärfung) um 35% zu unterschreiten. Bezogen auf den baulichen Wärmeschutz (thermische Hülle) sind die Vorgaben der EnEV 2016 um 30% zu unterschreiten. Nach Abstimmung mit dem Amt für Umweltschutz kann die Anforderungen entsprechend auf das aktuell gültige GEG (Gebäudeenergiegesetz) übertragen werden (vgl. Tabelle 5 und Tabelle 6)

Tabelle 5: Anforderungen der Energierichtlinie der Stadt Stuttgart - Primärenergie

Jahres-Primärenergiebedarf Q_P	Anforderung GEG – 35%
----------------------------------	-----------------------

Tabelle 6: Anforderungen der Energierichtlinie der Stadt Stuttgart – baulicher Wärmeschutz

	GEG ¹⁾	-30%		GEG ¹⁾	-30%
	mittlerer U-Wert \bar{U} [W/m ² K] beheizt			mittlerer U-Wert \bar{U} [W/m ² K] niedrig beheizt	
	Raum-Solltemperatur $T_{\text{Soll}} \geq 19^\circ\text{C}$			Raum-Solltemperatur $12^\circ\text{C} \leq T_{\text{Soll}} < 19^\circ\text{C}$	
Opake Bauteile	0,28	0,196		0,5	0,350
transparente Bauteile	1,5	1,050		2,8	1,960
Vorhangfassaden	1,5	1,050		3	2,100
Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln*	2,5	1,750		3,1	2,170

¹⁾ Gebäudeenergiegesetz vom 08. August 2020

2.3.2 Sommerlicher Wärmeschutz

Nach Energieerlass soll zunächst auf eine aktive Kühlung verzichtet werden. Direkt besonnene Fensterflächen sind mit einem wirksamen außenliegenden Sonnenschutz auszurüsten. Es soll die Möglichkeit geschaffen werden, die Raumtemperatur im Gebäude durch freie Nachtlüftung zu senken.

2.4 Klimaneutralität

Der Beschluss des Gemeinderates vom 20.05.2020 fordert zudem die Klimaneutralität der Gebäude. Dieses Ziel und die Beurteilung der Klimaneutralität wird separat, außerhalb dieses Berichtes, verfolgt und untersucht (EGS-Plan GeP).

3 Umsetzung

3.1 Beschreibung der Anlagentechnik

Der Planung des Gebäudes und der Berechnung des Jahres-Primärenergiebedarfs liegt nachfolgend beschriebene Anlagentechnik zugrunde. Die aufgeführten Planungsvorgaben sind zur Einhaltung der Anforderungen nach Energiesparverordnung erforderlich und insofern bei der Bauausführung umzusetzen.

Heizung

Tabelle 7: Beschreibung der Anlagentechnik zur Beheizung

Übergabe der Wärme:	<u>Dienst/Sozialgebäude + Wasch-/Wartungshalle, Büros:</u> Deckenheizung (Segel) <u>Wasch-/Wartungshalle, untergeordnete Räume:</u> Heizkörper <u>Wasch-/Wartungshalle:</u> Deckenstrahlplatten <u>Anlagen:</u> RLT (Dienst-Sozialgeb. + Wartungsgeb.)
Auslegungsproportionalbereich der Flächenheizung:	1K
Verteilung:	im beheizten Bereich
Heizkreispumpen:	optimierter Betrieb, geregelte Pumpe
System der Wärmeerzeugung:	<u>Haupterzeuger:</u> Reversible Wärmepumpe mit Erdwärmekollektor <u>2.-Erzeuger:</u> E-Kessel mit Stromspeicher, Nutzung von PV-Spitzenstrom (<i>E-kessel können derzeit nicht nach DIN 18599 abgebildet werden. Die Abbildung mit Wärmepumpe liegt auf der sicheren Seite, da für den E-Kessel nur PV-Strom verwendet wird.</i>)
Systemtemperaturen Wärmeerzeugung und Verteilung:	Heizung Niedertemperatur Segel: 45/35°C Heizung Deckenstrahlplatten und Heizkörper: 45/35°C

	Zentrales TWW Hochtemperatur: 70°C/50°C
Energieträger:	Wasser
Speicher	Heizwasserpufferspeicher

Kühlung

Tabelle 8: Beschreibung der Anlagentechnik zur Kühlung

System der Kälteerzeugung	Passive Kühlung in D+S und W über Erdwärmekollektor. <i>Informativ: rev. Wärmepumpe + Erdwärmekollektor bzw. Kältemaschine als Redundanz für ELT/EDV Räume, wenn passive Kühlung nicht ausreicht (Produktionsprozess)</i>
Energieträger	Wasser

Trinkwasser

Tabelle 9: Beschreibung der Anlagentechnik zur Warmwasserbereitung

Verteilung:	innerhalb der thermischen Hülle
Speicherung:	-
Zirkulation:	Ja
System der Trinkwassererwärmung:	<p><u>Duschen Dienst- und Sozialgebäude:</u> zentrale TWW-Erwärmung (Abwasser WP + Wasser-Wasser-WP) <i>Annahme: 25 Beschäftigte/Tag</i></p> <p><u>Alle Einzelzapfstellung* und Duschen Wasch-/Wartungshalle:</u> dezentral mit elektrischem Durchlauferhitzer <i>*dürfen nach DIN18599-10, Tab.7 vernachlässigt werden</i> <i>Duschen Werkstatt Annahme: 15 Beschäftigte/Tag</i></p>

Lüftung

Tabelle 10: Beschreibung der Anlagentechnik zur Belüftung

Art:	Zu-/Abluftanlage mit einem Heizregister und Wärmerückgewinnung ($\geq 70\%$, Gegenstromwärmetauscher)
Bereiche	RLTs in: Dienst-Sozialgebäude Wasch-/Wartungshalle UG Wasch-/Wartungshalle EG/OG Wasch-/Wartungshalle

PV-Anlage und Batterie

Tabelle 11: Beschreibung der PV-Anlage

Beschreibung:	Gemeinsame PV-Anlage von Dienst/Sozialgebäude, Wasch-/Wartungshalle und Abstellhalle. Es ist vorgesehen, dass der Strom teilweise zur Wärmeerzeugung in den Gebäuden genutzt werden kann. Die PV-Fläche und die Speicherkapazität wird flächenanteilig auf die Gebäude aufgeteilt. <i>Da die Abstellhalle nicht bilanziert wird, wird die PV-Fläche nur für die anderen Gebäude angegeben.</i>
Art:	PV-Fläche gesamt: 4803 m ² Zelltyp: monokristallines Silizium Neigung $\leq 30^\circ$, Orientierung West/Ost (Annahme) Batteriespeicherkapazität D+S/ W: 111 kWh <u>Dienst-/Sozialgebäude:</u> PV-Fläche: 378 m ² Batteriespeicherkapazität: 20 kWh <u>Wasch-/Wartungshalle:</u> PV-Fläche: 1775 m ² Batteriespeicherkapazität: 91 kWh

Beleuchtung

Tabelle 12: Beschreibung der Beleuchtung

Art:	Leuchtstofflampen (Standardwert)
------	----------------------------------

3.2 Thermische Hülle

In der folgenden Tabelle ist die Ausführung der thermischen Hülle beschrieben.

Tabelle 13: Anforderungen an die thermische Hülle

Bauteil	Dämm- stärke [mm]	Wärmeleit- fähigkeit ¹⁾ [W/mK]	U-Wert [W/m²K]	Dämmstoffart	Mindest- wärme- schutz ⁴⁾
Außenwände, Decken und Dachfläche					
Außenwand Stb mit VHF	200	0,035	≤ 0,17	MiWo	Erfüllt
Außenwand Holzbau (Aufbau siehe auch Schallschutznachweis)	240 Zwischenspar- rendäm- mung40 Dämmung in Vorsatzschale	0,040	≤ 0,17	MiWo	Erfüllt
Dach	240	0,037	≤ 0,15	Schaumglas	Erfüllt
Wand gegen unbeheizten Technikgang UG	150	0,037	≤ 0,24	HWL ⁶⁾	Erfüllt
Decke über unbeheiz- tem Technikgang UG	150	0,037	≤ 0,24	HWL ⁶⁾	Erfüllt
Wand gegen Löschwasser	120	0,037	≤ 0,29	Schaumglas	Erfüllt
Decke über Löschwasser (innen)	120	0,037	≤ 0,29	Schaumglas	Erfüllt
Wand gegen Erdreich	160	0,045	≤ 0,27	XPS	Erfüllt
Außenwand Stb mit VHF	200	0,035	≤ 0,17	MiWo	Erfüllt

Fußböden und Bodenplatte					
Boden gegen Erdreich EG D+S	120 / 70	0,041/0,040	$\leq 0,20$	XPS ²⁾ /EPS ³⁾ (schwimmender Estrich)	Erfüllt
Boden gegen Erdreich EG Wasch-/Wartungshalle	200	0,041	$\leq 0,20$	XPS ²⁾	erfüllt
Boden gegen Erdreich UG	200	0,041	$\leq 0,20$	XPS ²⁾	erfüllt
¹⁾ angegeben ist der Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit ²⁾ inkl. Trittschalldämmung und Ausgleichsdämmung oberhalb der Geschossdecke, falls vorhanden ³⁾ als Gefälledämmung: Angegebene Dämmstärke entspricht dem thermischen Mittel und muss vom Ausführenden nachgewiesen werden. Das geometrische Mittel liegt i.d.R. ca. 2cm über dem thermischen Mittel. Die Mindestdämmstärke am tiefsten Punkt beträgt 8 cm sowie 6 cm für PUR. ⁴⁾ nach DIN 4108-2:2013					

**Tabelle 14: Anforderungen an die thermische Hülle – Fenster und Türen
beheizte Bereiche ($\geq 19^\circ\text{C}$)**

Bauteil der thermischen Hülle	Verglasung U_g -Wert [W/m ² K]	Rahmen $U_{f,BW}$ -Wert [W/m ² K]	Wärmedurchgangs-koeffizient $U_{w/cw}$ -Wert [W/m ² K]
Fenster 3-fach Verglasung / PFR	0,6 ¹⁾	$\leq 1,0$ ¹⁾	0,90
Eingangstüren			1,4
Kellertüren (zu unbeheizt)			1,8
¹⁾ Bei Fenstern mit 20% Rahmenanteil mit wärmetechnisch verbesserten Abstandshaltern			

**Tabelle 11: Anforderungen an die thermische Hülle -- transparente Bauteile
niedrig beheizte Bereiche ($< 19^\circ\text{C}$)**

Bauteil der thermischen Hülle	Verglasung U_g -Wert [W/m ² K]	Rahmen $U_{f,BW}$ -Wert [W/m ² K]	Wärmedurchgangs-koeffizient $U_{w/cw}$ -Wert [W/m ² K]
Fenster 3-fach Verglasung / PFR	0,6 ¹⁾	$\leq 1,0$ ¹⁾	0,90
Profilverglasung doppelt oder zwei- oder dreifach mit Dämmeinlage (transluzent)	z.B. 1,2	z.B. 1,4	1,4
Dachfenster (vertikal), 3-fach Verglasung	-	-	0,90
Tore mit hohem Verglasungsanteil	-	-	2,0
¹⁾ Bei 20% Rahmenanteil mit wärmetechnisch verbesserten Abstandshaltern			

Tabelle 15: Bauteile außerhalb der thermischen Hülle (Abstellhalle)
 – Empfehlungen zum Kondensatschutz

Bauteil der thermischen Hülle	Dämmstoff- dicke [mm]	Wärmeleit- fähigkeit ¹⁾ [W/mK]	Wärmewider- stand [m²K/W]	Empfehlung Dämmstoff
Dach über Außenluft und unbeheizte Abstellhalle	40	0,035	1,1	EPS / MiWo / CG ²⁾
Wand unbeheizte Abstell- halle / WC	40	0,035	1,1	EPS / MiWo ²⁾
Profilglas (Einschalig) ³⁾	U _g = 5,7 W/m²K			Kondensattrinne vorsehen
PFR – Fassade (2-fach Isolierglas)	U _w = 1,5 W/m²K			
Tore (1-fach Isolierglas) ³⁾	U _T ca. 5,5 W/m²K			
Oberlichter	U _w = 5,2 W/m²K (1-schalig) mit Kondensattrinne ³⁾			

¹⁾ angegeben ist der Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit

²⁾ in Abhängigkeit von Brandschutz und/oder Belastung

³⁾ gemäß Abstimmung mit Bauherr

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen den Verlauf der thermischen Hülle.

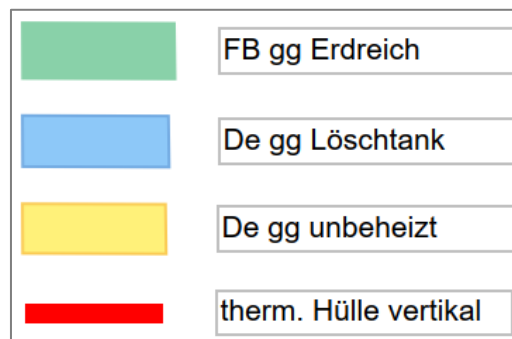


Abbildung 4: Legende Thermische Hülle

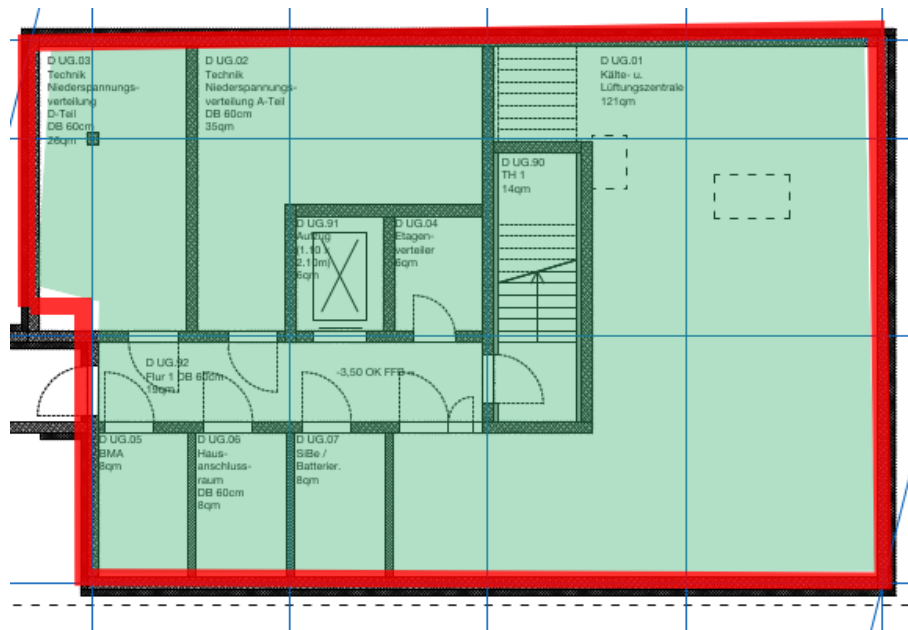


Abbildung 5: Thermische Hülle im Grundriss UG Dienst-/Sozialgebäude

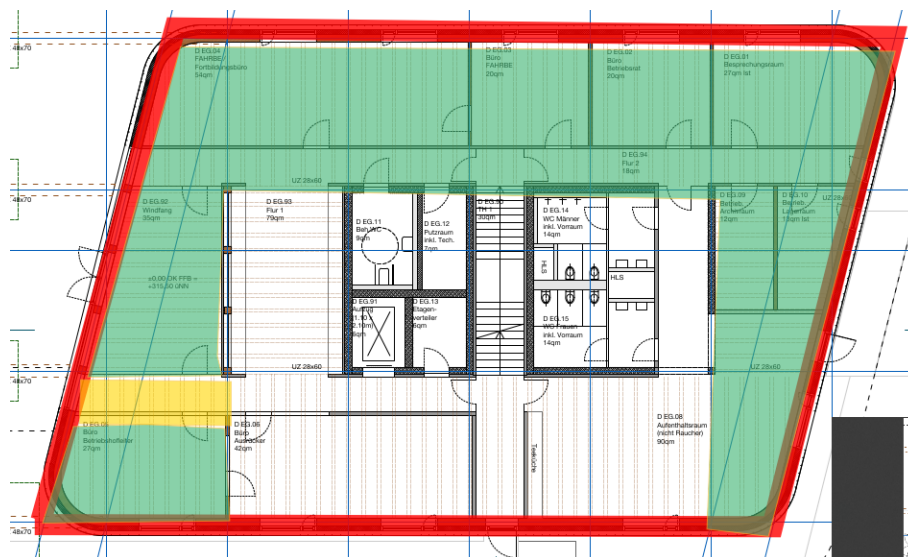


Abbildung 6: Thermische Hülle im Grundriss im EG Dienst-/Sozialgebäude

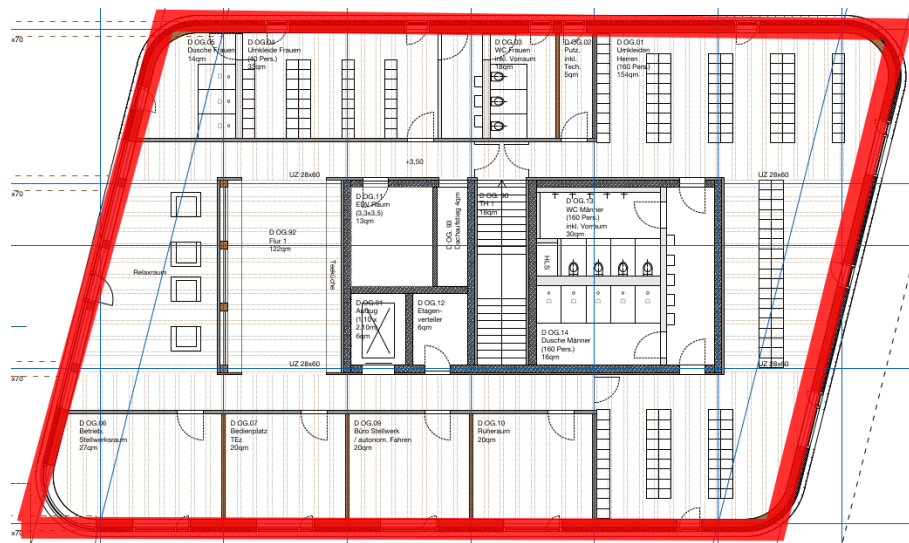


Abbildung 7: Thermische Hülle im Grundriss OG Dienst-/Sozialgebäude

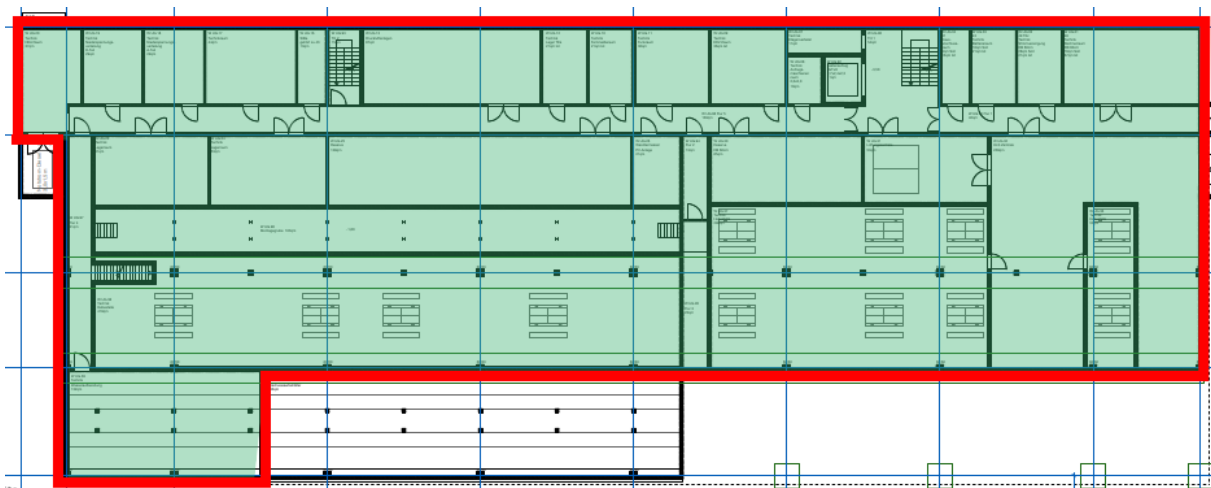


Abbildung 8: Grundriss thermische Hülle UG, Wasch-/Wartungshalle

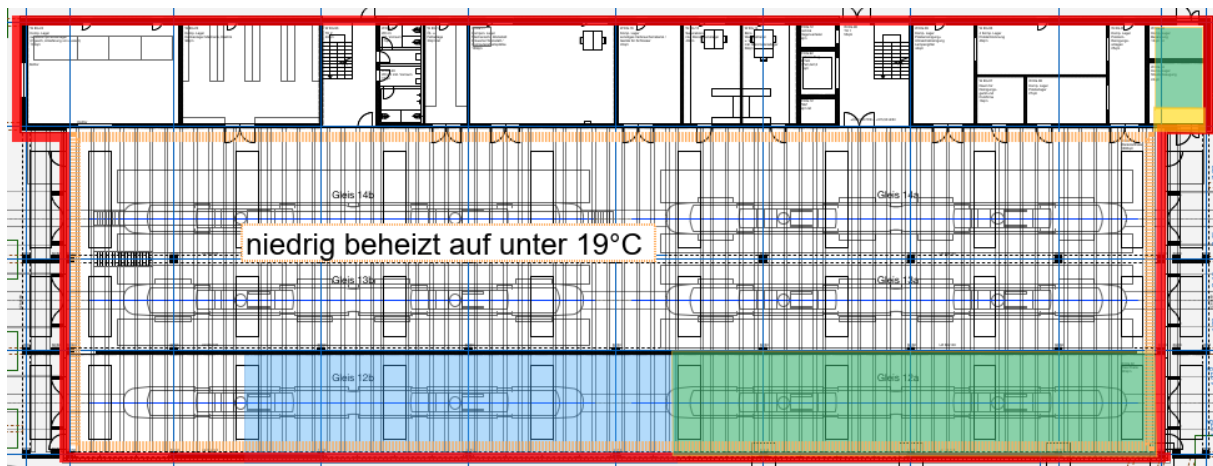


Abbildung 9: Grundriss thermische Hülle EG, Wasch-/Wartungshalle

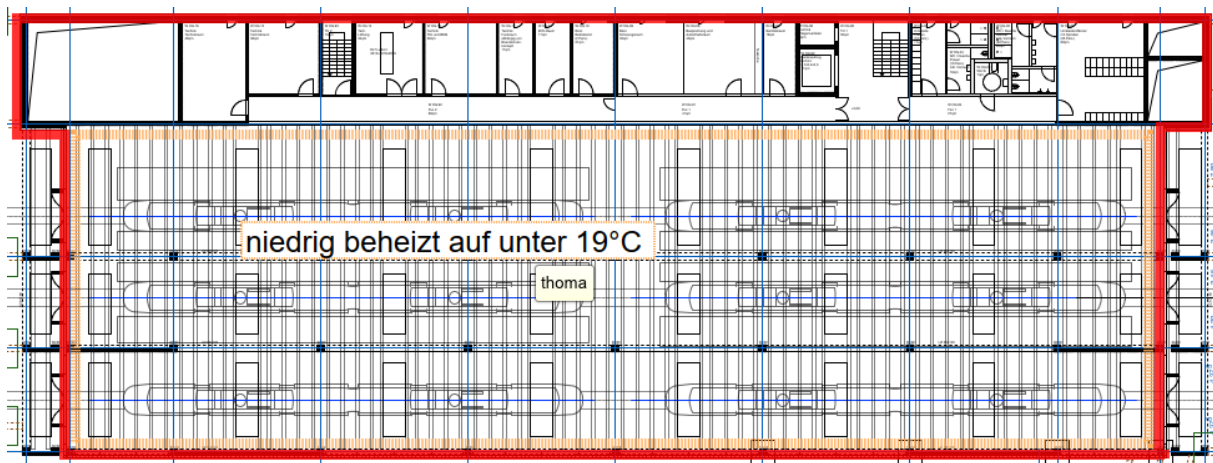


Abbildung 10: Grundriss thermische Hülle OG, Wasch-/Wartungshalle

3.3 Wärmebrücken

Wärmebrücken sind bei der Ermittlung des Jahres-Heizwärmebedarfs nach GEG grundsätzlich zu berücksichtigen.

Für das vorliegende Bauvorhaben wird kein Gleichwertigkeitsnachweis der Konstruktionsdetails mit den in DIN 4108 Bbl 2:2019-06 dargestellten Planungsbeispielen geführt.

Ohne Nachweis ist der Wärmebrückenzuschlag allgemein mit $\Delta U_{WB} = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2/\text{K})$ anzusetzen.

3.4 Wärmedämmstoffe

Zur Einhaltung der wärmeschutztechnischen Vorgaben ist bei der Ausschreibung zu berücksichtigen, dass alle Wärmedämmstoffe mit einer CE-Kennzeichnung versehen sind und deren Produktion einer Fremdüberwachung unterliegt.

Die im Nachweis aufgeführten wärmetechnischen Werte sind Bemessungswerte.

Die Wärmedurchgangskoeffizienten der Bauteile sind auf Grundlage der nach den Landesbauordnungen bekannt gemachten energetischen Kennwerte für Bauprodukte zu ermitteln oder technischen Produktspezifikationen (z.B. Dachflächenfenster) zu entnehmen. Hierunter fallen insbesondere energetische Kennwerte aus ETAs sowie energetische Kennwerte der Regelungen nach der Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (VV TB) und auf Grund von Festlegungen in Ver- bzw. Anwendbarkeitsnachweisen.

3.5 Luftdichtheit

Nach aktuell gültigem GEG sind neu zu errichtende Gebäude so auszuführen, dass die wärmeübertragende Umfassungsfläche (Hülle) einschließlich der Fugen dauerhaft luftdicht entsprechend der anerkannten Regeln der Technik abgedichtet ist. Hierbei wird auf DIN 4108-7:2011-01 verwiesen.

Die Luftdichtheitsschicht ist sorgfältig zu planen, auszuschreiben und auszuführen. Die Arbeiten sind zwischen den Beteiligten am Bau zu koordinieren. Bei der Planung ist für jedes Bauteil der Hüllfläche die Art und Lage der Luftdichtheitsschicht festzulegen. Der Wechsel der Luftdichtheitsebene in Konstruktionen, zum Beispiel von innen nach außen, ist problematisch und nach Möglichkeit zu vermeiden. In der Regel ist die Luftdichtheitsschicht raumseitig der Dämmebene und möglichst auch raumseitig der Tragkonstruktion anzuordnen. Hierdurch wird ein Einströmen von Raumluft in die Konstruktion verhindert. Die Anschlussdetails und Werkstoffe sind im Vorfeld festzulegen, auszuschreiben und vertraglich zu vereinbaren (z.B. mechanische Sicherung). Es ist zu beachten, dass die Luftdichtheitsschicht und ihre Anschlüsse während und nach dem Einbau weder durch Witterungseinflüsse noch durch nachfolgende Arbeiten beschädigt werden, und dass sich keine Klebeverbindungen durch zu hohe Luftfeuchtigkeit lösen (z.B. Trockenheizen von Estrichen). Anschlüsse sind spannungsfrei herzustellen.

Es werden baubegleitende Prüfungen der Luftdichtheit zu einem Zeitpunkt empfohlen, an dem die luftdichte Ebene noch zugänglich ist und Nachbesserungen vorgenommen werden können.

Bei dem vorliegenden Bauvorhaben ist die Luftdichtheit rechnerisch angesetzt. Es muss eine Überprüfung der Luftdichtheit gemäß DIN EN ISO 9972:2018-12 Anhang NA durchgeführt werden.

Gegebenenfalls können trotz der Einhaltung der Luftdichtheitsprüfung vereinzelte Undichtheiten in der Luftdichtheitsebene auftreten, die zu Feuchteschäden durch Konvektion führen können. Dies ist durch eine sachgemäße Planung und Ausführung der einzelnen Konstruktionsdetails zu vermeiden.

Für das vorliegende Bauvorhaben wird empfohlen, die luftdichte Ebene raumseitig der Dämmebene der Außenbauteile in der Putzebene verlaufen zu lassen, da dies den einfacher auszuführenden Fall darstellt. Stahlbeton gilt als luftdicht, weswegen bei Außenbauteilen aus Stahlbeton aus Gründen der Luftdichtheit keine Putzschicht nötig wäre.

3.6 Sommerlicher Wärmeschutz

Beim vorliegenden Bauvorhaben wird der Nachweis über das Sonneneintragskennwertverfahren nach DIN 4108-2:2013-02 erbracht. Bei diesem vereinfachten Verfahren darf der vorhandene Sonneneintragskennwert den zulässigen Sonneneintragskennwert nicht überschreiten.

Die vorhandenen und zulässigen Sonneneintragskennwerte der kritischen Räume sind in der Anlage II aufgeführt.

Folgende, den sommerlichen Wärmeschutz betreffenden Maßnahmen wurden beim vorliegenden Bauvorhaben getroffen.

3.6.1 Verglasung

Bei dem vorliegenden Bauvorhaben wird i.d.R. eine Dreischeiben-Isolier- ($g \leq 0,55$) oder Sonnenschutzverglasung ($g \leq 0,32$) benötigt. Der von den Fenstern einzuhaltende Gesamtenergiedurchlassgrad ist in den Maßnahmenplänen angegeben. Beim Relaxraum ist eine sehr gute Sonnenschutzverglasung mit $g \leq 0,26$ erforderlich. Das Eckbüro mit abgerundeter Ecke hält den bauordnungsrechtlichen Nachweis mit einer starken Sonnenschutzverglasung ($g \leq 0,20$) und einem außenliegenden Sonnenschutz ein.

Genaue Angaben sind Anlage II zu entnehmen.

3.6.2 Sonnenschutzvorrichtung

Im vorliegenden Bauvorhaben wird in der Regel ein außenliegender Sonnenschutz (drehbare horizontale Lamellen oder feststehendes Lochblech) geplant. Die Räume, welchen eine Sonnenschutzvorrichtung benötigen, sind in den Maßnahmenplänen gekennzeichnet (siehe Anhang). Für den außenliegenden Sonnenschutz wurde ein Abminderungsfaktor nach DIN 4108-02 von $F_c \leq 0,30$ (bei Sonnenschutzverglasung) angenommen, der einem außenliegenden Raffstore entspricht. Vor dem gebogenen Fenster des Eckbüros im Dienstgebäude wird ein Lochgitter mit $F_c \leq 0,35$ geplant.

3.6.3 Nachtlüftung

Beim **Sozial- und Dienstgebäude** wird eine erhöhte Nachtlüftung über motorisch gesteuerte Lüftungsflügel geplant. Der erhöhte Nachtluftwechsel (2-fach) wurde beim Nachweis berücksichtigt.

In der **Wasch-/Wartungshalle** ist *keine* Nachtlüftung nach DIN 4108-02 *notwendig*, um die Anforderung an den sommerlichen Wärmeschutz einhalten zu können. Aus Komfortgründen wird diese weiterhin empfohlen. Für einen 2-fachen Nachtluftwechsel ist in etwa eine Öffnungsfläche (freier Lüftungsquerschnitt) von 33 m² im unteren Bereich der Fassade sowie die nächtliche Öffnung der Oberlichter erforderlich.

In der **Waschhalle** ist eine Nachtlüftung mit einem 5-fachen Luftwechsel nach DIN 4108-02 *notwendig*, um die Anforderung an den sommerlichen Wärmeschutz einhalten zu können. Hierfür ist ebenfalls etwa eine Öffnungsfläche von 33 m² im unteren Bereich der Fassade sowie die nächtliche Öffnung der Oberlichter erforderlich.

3.6.4 Passive Kühlung

Es wird eine passive Kühlung geplant.

3.6.5 Besondere Räume

Wasch-/Wartungshalle:

Die Oberlichter sind vertikal im Dach integriert und nach Norden ausgerichtet. Es ist für den bauordnungsrechtlichen Nachweis keine erhöhte Nachtlüftung erforderlich. Da die Halle aber ggf. mit der Waschküche einen zusammenhängenden Luftraum bilden wird, ist die Nachtlüftung weiterhin vorteilhaft. Unter Berücksichtigung der folgenden g-Werte kann die Halle nachgewiesen werden:

Tore: $g \leq 0,55$

PFR: $g \leq 0,32$

Oberlichter: $g \leq 0,55$

Waschküche:

Bei der Waschküche ist eine hohe (5-fache) Nachtlüftung erforderlich. Mit der geplanten Profilglasfläche (Planstand 24.10.22) und den unten aufgeführten g-Werten kann der sommerliche Wärmeschutz nachgewiesen werden.

Tore: $g \leq 0,55$

PFR: $g \leq 0,32$

Oberlichter: $g \leq 0,32$

Profilglas: $g \leq 0,17$

Dienst- und Sozialgebäude – Stellwerksraum:

Der Stellwerksraum soll mit großzügigen Verglasungen – teils gebogen - ausgestattet werden, um vom Raum aus einen guten Überblick über die Gleise zu haben. Es ist eine erhöhte Nachtlüftung über motorisch gesteuerte Fenster geplant und erforderlich. Neben einer starken Sonnenschutzverglasung ($g \leq 0,20$) wird ein Sonnenschutz benötigt. Da im Bereich der gebogenen Verglasung kein außenliegender Raffstore zum Einsatz kommen kann, muss dort auf eine weniger effektive Maßnahme wie feststehende Lamellen/Lochgitter zurückgegriffen werden. Die erforderlichen Maßnahmen sind nachfolgend aufgeführt:

- Erhöhte Nachtlüftung über motor. Fenster
- 3-Scheiben Sonnenschutzverglasung $g \leq 0,20$
- Ostfenster außenliegender Sonnenschutz: $F_c \leq 0,30$
- Süd/Ostfenster gebogen: $F_c \leq 0,35$

3.6.6 Maßnahmenpläne

In Abbildung 11 sind exemplarisch die Maßnahmen zum sommerlichen Wärmeschutz im EG des Dienst- und Sozialgebäudes dargestellt. Die Maßnahmenpläne aller Geschosse des Dienst- und Sozialgebäudes und des Wasch-/Wartungshalles sind in Anlage I zu finden.

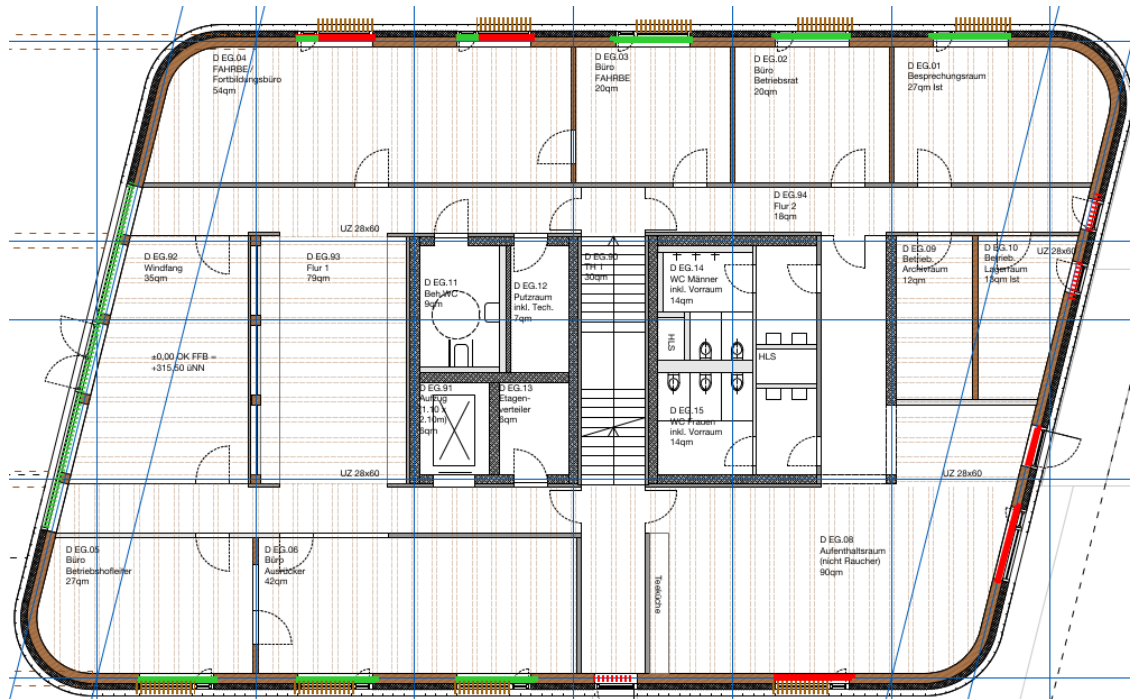


Abbildung 11: Maßnahmen sommerlicher Wärmeschutz, EG, Sozial- und Dienstgebäude







Anforderung	Empfehlung	g-Wert der Verglasung	Sonnenschutz	g_tot
		g-Wert ≤ 0,32 Sonnenschutzglas	 Außenliegende Jalousie/ Raffstore => Fc-Wert ≤ 0,30*	0,096
		g-Wert ≤ 0,55 Wärmeschutzglas	 Außenliegende Jalousie/ Raffstore => Fc-Wert ≤ 0,25*	0,138

Abbildung 12: Legende

Zonierung

Wenn sich bei einem Gebäude Flächen hinsichtlich ihrer Nutzung, technischen Ausstattung, inneren Lasten oder Versorgung mit Tageslicht wesentlich unterscheiden, ist es für die Berechnung des Energiebedarfs erforderlich, das Gebäude in Zonen zu unterteilen. Die Zonierung erfolgt nach Maßgabe der DIN V 18599:2018-09 in Verbindung mit § 18 Absatz 3 GEG. Dabei dürfen Zonen, die sich hinsichtlich der Nutzung, ihrer technischen Ausstattung, ihrer inneren Lasten oder ihrer Versorgung mit Tageslicht nicht wesentlich unterscheiden, zusammengefasst werden.

Für das vorliegende Gebäude werden folgende 8 Zonen berücksichtigt:

	Duschen DienstG
	WC
	Sonstiger Aufenthaltsraum
	Büro
	Verkehrsfläche
	Lager/Technik
	Besprechung
	Werkstatthalle, überwiegend stehende Tätigkeit, Solltemp. <19°C

Die Zonierung wird in den folgenden Abbildungen dargestellt.

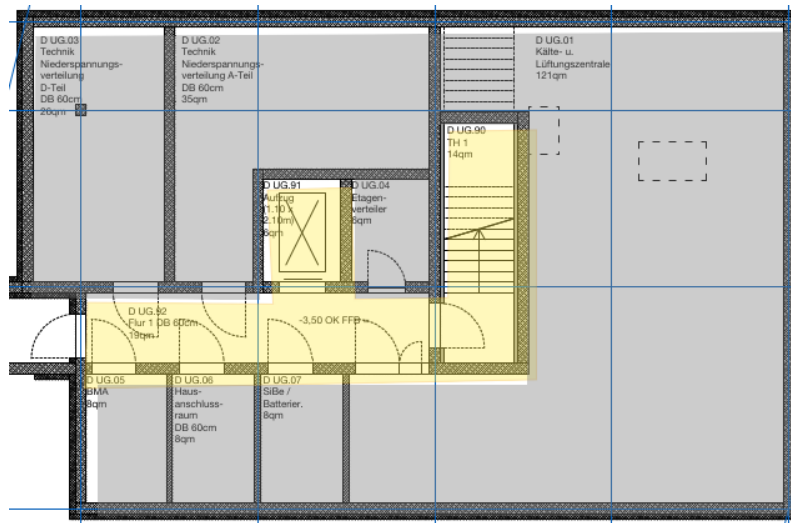


Abbildung 13: Zonierung Dienst-/Sozialgebäude, UG

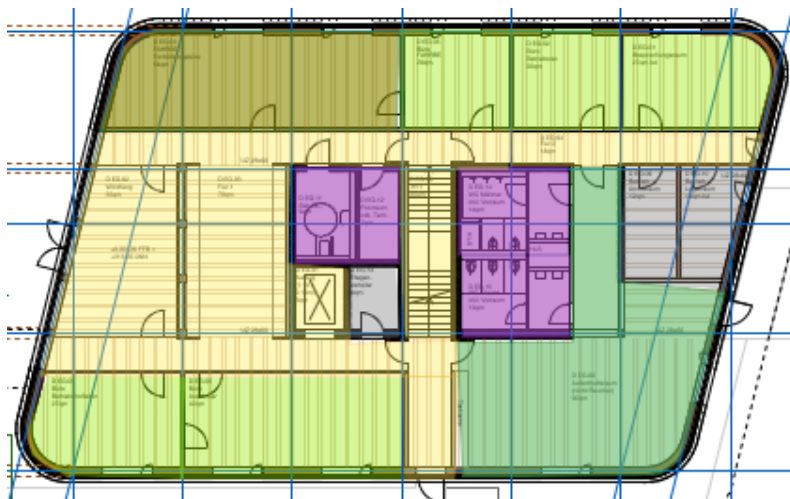


Abbildung 14: Zonierung Dienst-/Sozialgebäude, EG

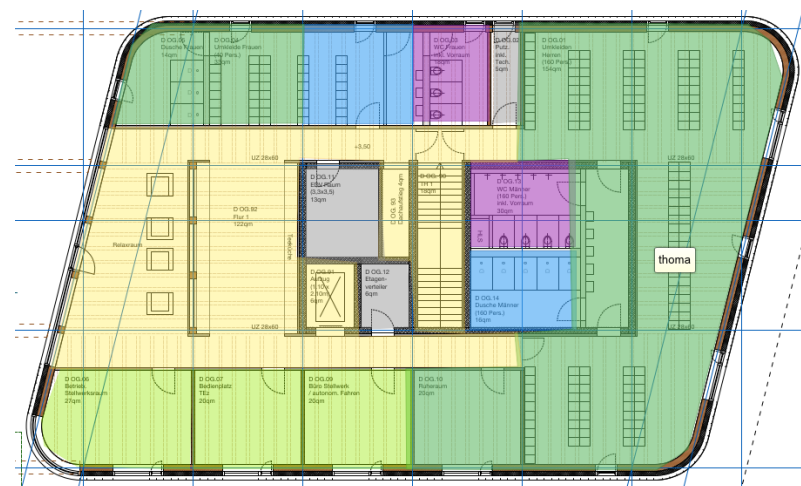


Abbildung 15: Zonierung Dienst-/Sozialgebäude, OG

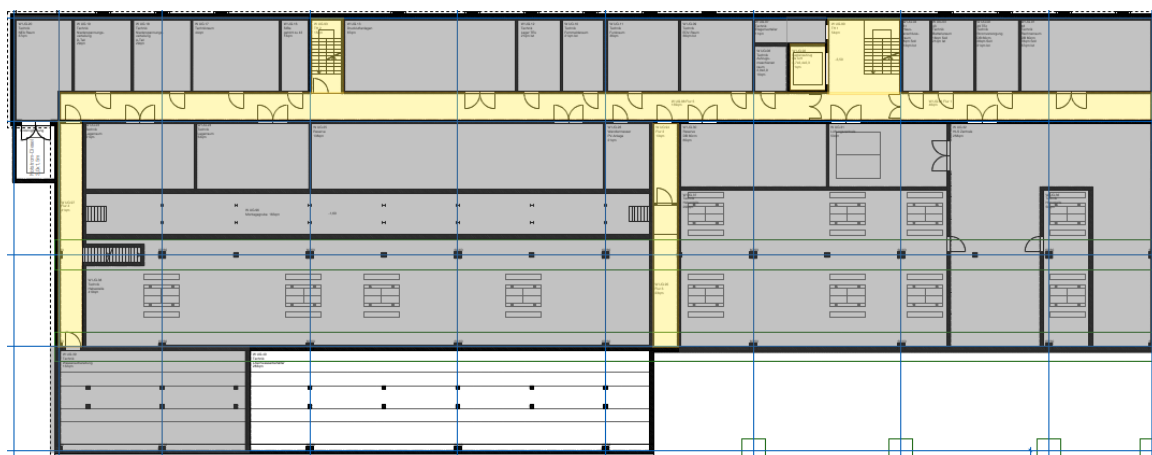


Abbildung 16: Zonierung Wasch-/Wartungshalle, UG

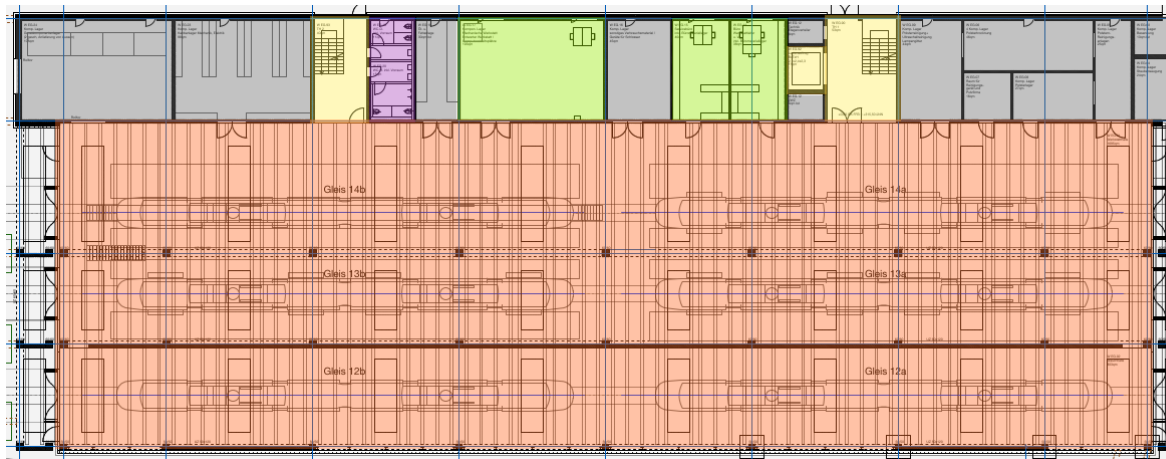


Abbildung 17: Zonierung Wasch-/Wartungshalle, EG

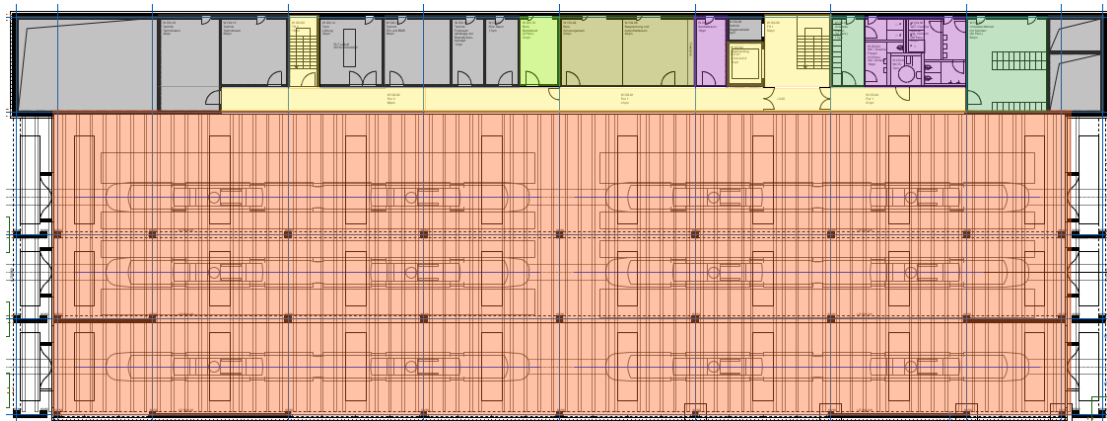


Abbildung 18: Zonierung Wasch-/Wartungshalle, OG

4 Beurteilung

4.1 Anforderungen nach Gebäudeenergiegesetz (GEG)

4.1.1 Anteilige Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs durch Nutzung von erneuerbaren Energien

4.1.1.1 Dienst-/Sozialgebäude

Die Einhaltung des § 10 Absatz 2 Nummer 3 GEG wird bei diesem Bauvorhaben durch die nachfolgend aufgeführten Maßnahmen realisiert.

Erfüllung aus Nutzung regenerativer Energie im Gebäude				
Regenerative Erträge oder Ersatzmaßnahme	Ertrag [kWh/a]	Deckungsgrad [%]	Pflichtanteil [%]	Erfüllungsgrad [%]
Solarthermie	0	0.0	15	0.0
Strom aus erneuerbaren Energien	13191	7.4	15	49.3
Wärmepumpen	75229	42.4	50	84.8
Nutzung fester Biomasse	0	0.0	50	0.0
Nutzung flüssiger Biomasse	0	0.0	50	0.0
Nutzung gasförmiger Biomasse KWK	0	0.0	30	0.0
Nutzung gasförmiger Biomasse BW-Kessel	0	0.0	50	0.0
regenerative Kälteerzeugung	11163	6.3	50	12.6
Wärme- und Kälterückgewinnung	68435	38.5	50	77.0
KWK-Anlagen	0	0.0	50	0.0
Brennstoffzellen	0	0.0	40	0.0
Wärme aus Wärmenetzen	0			0.0
... davon aus solarthermischen Anlagen oder Strom aus erneuerbaren Energien		0.0	15	
... davon aus gasförmiger Biomasse		0.0	30	
... davon aus Geothermie und Umweltwärme, fester oder flüssiger Biomasse, Abwärme oder KWK-Anlagen		0.0	50	
Wärme aus Kältenetzen	0			0.0
... davon aus solarthermischen Anlagen oder Strom aus erneuerbaren Energien		0.0	15	
... davon aus gasförmiger Biomasse		0.0	30	
... davon aus Geothermie und Umweltwärme, fester oder flüssiger Biomasse, Abwärme oder KWK-Anlagen		0.0	50	
Maßnahmen zur Einsparung von Energie				
		Deckungsgrad [%]	Pflichtanteil [%]	Erfüllungsgrad [%]
Unterschreitung der Wärmeschutzanforderungen		40.0	15	266.7
Anforderungen § 53 Abs. 2 Satz 2 (bei Sanierung öffentlicher NWG)		---	---	0.0
Ergebnis				
Das Gebäude erfüllt die Anforderungen zur Nutzung erneuerbarer Energien mit einem Erfüllungsgrad von 490.4 %.				

Abbildung 19: Maßnahmen nach § 10 Absatz 2 Nummer 3 GEG

Beurteilung

Die Anforderung des GEG an die Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs durch erneuerbare Energien wird beim vorliegenden Bauvorhaben eingehalten.

4.1.1.2 Wasch-/Wartungshalle

Die Einhaltung des § 10 Absatz 2 Nummer 3 GEG wird bei diesem Bauvorhaben durch die nachfolgend aufgeführten Maßnahmen realisiert.

Erfüllung aus Nutzung regenerativer Energie im Gebäude				
Regenerative Erträge oder Ersatzmaßnahme	Ertrag [kWh/a]	Deckungsgrad [%]	Pflichtanteil [%]	Erfüllungsgrad [%]
Solarthermie	0	0.0	15	0.0
Strom aus erneuerbaren Energien	38720	12.1	15	80.7
Wärmepumpen	197187	61.4	50	122.8
Nutzung fester Biomasse	0	0.0	50	0.0
Nutzung flüssiger Biomasse	0	0.0	50	0.0
Nutzung gasförmiger Biomasse KWK	0	0.0	30	0.0
Nutzung gasförmiger Biomasse Bw-Kessel	0	0.0	50	0.0
regenerative Kälteerzeugung	8083	2.5	50	5.0
Wärme- und Kälterückgewinnung	53275	16.6	50	33.2
KWK-Anlagen	0	0.0	50	0.0
Brennstoffzellen	0	0.0	40	0.0
Wärme aus Wärmenetzen	0			0.0
... davon aus solarthermischen Anlagen oder Strom aus erneuerbaren Energien		0.0	15	
... davon aus gasförmiger Biomasse		0.0	30	
... davon aus Geothermie und Umweltwärme, fester oder flüssiger Biomasse, Abwärme oder KWK-Anlagen		0.0	50	
Wärme aus Kältenetzen	0			0.0
... davon aus solarthermischen Anlagen oder Strom aus erneuerbaren Energien		0.0	15	
... davon aus gasförmiger Biomasse		0.0	30	
... davon aus Geothermie und Umweltwärme, fester oder flüssiger Biomasse, Abwärme oder KWK-Anlagen		0.0	50	
Maßnahmen zur Einsparung von Energie				
		Deckungsgrad %[%]	Pflichtanteil %[%]	Erfüllungsgrad %[%]
Unterschreitung der Wärmeschutzanforderungen		40.0	15	266.7
Anforderungen § 53 Abs. 2 Satz 2 (bei Sanierung öffentlicher NwG)		---	---	0.0
Ergebnis				
Das Gebäude erfüllt die Anforderungen zur Nutzung erneuerbarer Energien mit einem Erfüllungsgrad von 508.4 %.				

Abbildung 20: Maßnahmen nach § 10 Absatz 2 Nummer 3 GEG

Beurteilung

Die Anforderung des GEG an die Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs durch erneuerbare Energien wird beim vorliegenden Bauvorhaben eingehalten.

4.1.2 Jahres-Primärenergiebedarf und spezifischer Transmissionswärmeverlust

Die Anforderungen an den maximalen Jahres-Primärenergiebedarf bezogen auf die Nettogrundfläche ($Q_{P'}$) sowie an die mittleren U-Werte (\bar{U}) sind nachfolgend zusammengefasst und zur Beurteilung den rechnerisch ermittelten Gebäudekennwerten gegenübergestellt:

4.1.2.1 Dienst- und Sozialgebäude

Tabelle 16: Beurteilung der Anforderungen an den Jahres-Primärenergiebedarf und die mittleren U-Werte gemäß GEG im Dienst-/Sozialgebäude

				Anforderung nach GEG	berechneter Gebäudekennwert	Unterschreitung Anforderung	Beurteilung
Anforderung	Jahres-Primärenergiebedarf	Bezogen auf die Nettogrundfläche	$Q_{P'}$ in kWh/(m ² *a)	69,6	37,5	46 %	Anforderung erfüllt
	Mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient	Opake Bauteile	\bar{U} in W/(m ² *K)	0,28	0,14	50 %	Anforderung erfüllt
		Transparente Bauteile		1,5	-	-	Anforderung erfüllt
		Vorhangsfassade		1,5	0,9	40 %	Anforderung erfüllt
		Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln		2,5	-	-	Anforderung erfüllt

Berechnungsprogramm: Solarcomputer B56 Version 05.29.03

Beurteilung

Die Anforderungen des GEG an den Jahres-Primärenergiebedarf und an den spezifischen Transmissionswärmeverlust werden erfüllt.

4.1.2.2 Wasch-/Wartungshalle

Tabelle 17: Beurteilung der Anforderungen an den Jahres-Primärenergiebedarf und die mittleren U-Werte gemäß GEG im Wasch-/Wartungshalle
 Für Zonen mit Raum-Solltemperatur im Heizfall $\geq 19^{\circ}\text{C}$

				Anforde- rung nach GEG	berechneter Gebäude- kennwert	Unter- schreitung Anforde- rung	Beurteilung
Anforderung	Jahres- Primär- energie- bedarf	Bezogen auf die Netto- grundflä- che	$Q_{P'}$ in $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$	43,8	16,6	62 %	Anforderung erfüllt
	Mittlerer Wärme- durch- gangs- koeffi- zient	Opake Bauteile	\bar{U} in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	0,28	0,14	50 %	Anforderung erfüllt
		Transpa- rente Bau- teile		1,5	-	-	Anforderung erfüllt
		Vorhang- fassade		1,5	0,9	40 %	Anforderung erfüllt
		Glasdä- cher, Licht- bänder, Lichtkup- peln		2,5	-	-	Anforderung erfüllt

Berechnungsprogramm: Solarcomputer B56 Version 05.29.03

Beurteilung

Die Anforderungen des GEG an den Jahres-Primärenergiebedarf und an den spezifischen Transmissionswärmeverlust werden erfüllt.

Tabelle 18: Beurteilung der Anforderungen an die mittleren U-Werte gemäß GEG
im Wasch-/Wartungshalle
Für Zonen mit Raum-Solltemperatur im Heizfall von 12°C bis <19°C

				Anforde- rung nach GEG	berechneter Gebäude- kennwert	Unter- schreitung Anforde- rung	Beurteilung
Anforderung	Mittlerer Wärme- durch- gangs- koeffi- zient	Opake Bauteile	\bar{U} in W/(m ² *K)	0,50	0,20	60,0 %	Anforderung erfüllt
		Transpa- rente Bau- teile		2,8	1,3	53,6 %	Anforderung erfüllt
		Vorhang- fassade		3,0	1,4	53,3 %	Anforderung erfüllt
		Glasdä- cher, Licht- bänder, Lichtkup- peln		3,1	-	-	Anforderung erfüllt

Berechnungsprogramm: Solarcomputer B56 Version 05.29.03

Beurteilung

Die Anforderungen des GEG an den Jahres-Primärenergiebedarf und an den spezifischen Transmissionswärmeverlust werden erfüllt.

4.1.3 Energieausweis

Der Bauherr hat gemäß § 80 des GEG dafür Sorge zu tragen, dass ihm bzw. dem Eigentümer, sofern der Bauherr nicht Eigentümer des Gebäudes ist, ein Energieausweis nach dem in den nachfolgenden Abbildungen dargestellten Muster unter Zugrundelegung der energetischen Parameter des fertiggestellten Gebäudes ausgestellt wird.

ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 79 ff. Gebäudeenergiegesetz (GEG) vom ¹ 08.08.2020

Gültig bis: **21.09.2033**
Registriernummer:
1

Gebäude

Hauptnutzung / Gebäudekategorie	Verwaltungsgebäude (allgemein)	
Adresse	Schockenriedstr. 50 70510 Stuttgart	
Gebäudeteil ²	Ganzes Gebäude	
Baujahr Gebäude ³	2023	
Baujahr Wärmeerzeuger ^{3, 4}	2023	
Nettogrundfläche ⁵	1.385	
Wesentliche Energieträger für Heizung ⁵	Umweltenergie, Strom	
Wesentliche Energieträger für Warmwasser ⁵	Umweltenergie, Strom	
Erneuerbare Energien	Art: Umweltenergie	Verwendung: Heizung, Warmwasser
Art der Lüftung ⁶	<input type="checkbox"/> Fensterlüftung <input type="checkbox"/> Schachtlüftung <input checked="" type="checkbox"/> Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung <input type="checkbox"/> Lüftungsanlage ohne Wärmerückgewinnung	
Art der Kühlung ⁶	<input checked="" type="checkbox"/> Passive Kühlung <input type="checkbox"/> Gelieferte Kälte <input type="checkbox"/> Kühlung aus Strom <input type="checkbox"/> Kühlung aus Wärme	
Inspektionspflichtige Klimaanlage ⁶	Anzahl: 1	Nächstes Fälligkeitsdatum der Inspektion: 19.09.2033
Anlass der Ausstellung des Energieausweises	<input checked="" type="checkbox"/> Neubau <input type="checkbox"/> Vermietung/Verkauf <input type="checkbox"/> Modernisierung (Änderung/Erweiterung) <input type="checkbox"/> Aushangpflicht <input type="checkbox"/> Sonstiges (freiwillig)	

Hinweise zu den Angaben über die energetische Qualität des Gebäudes

Die energetische Qualität eines Gebäudes kann durch die Berechnung des **Energiebedarfs** unter Annahme von standardisierten Randbedingungen oder durch die Auswertung des **Energieverbrauchs** ermittelt werden. Als **Bezugsfläche** dient die **Nettogrundfläche**. Teil des Energieausweises sind die Modernisierungsempfehlungen (Seite 4).

☒ Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Berechnungen des **Energiebedarfs** erstellt (Energiebedarfsausweis). Die Ergebnisse sind auf **Seite 2** dargestellt. Zusätzliche Informationen zum Verbrauch sind freiwillig. Diese Art der Ausstellung ist Pflicht bei Neubauten und bestimmten Modernisierungen nach § 80 Absatz 2 GEG. Die angegebenen Vergleichswerte sind die Anforderungen des GEG zum Zeitpunkt der Erstellung des Energieausweises (**Erläuterungen – siehe Seite 5**).

☐ Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Auswertungen des **Energieverbrauchs** erstellt (Energieverbrauchsausweis). Die Ergebnisse sind auf **Seite 3** dargestellt. Die Vergleichswerte beruhen auf statistischen Auswertungen.

Datenerhebung Bedarf/Verbrauch durch ☐ Eigentümer ☒ Aussteller

☐ Dem Energieausweis sind zusätzliche Informationen zur energetischen Qualität beigelegt (freiwillige Angabe).

Hinweise zur Verwendung des Energieausweises

Energieausweise dienen ausschließlich der Information. Die Angaben im Energieausweis beziehen sich auf das gesamte Gebäude oder den oben bezeichneten Gebäudeteil. Der Energieausweis ist lediglich dafür gedacht, einen überschlägigen Vergleich von Gebäuden zu ermöglichen.

Aussteller (mit Anschrift und Berufsbezeichnung)

- Sattler
EGS-Plan
Gropiusplatz 10
70563 Stuttgart

Unterschrift des Ausstellers

Ausstellungsdatum 21.09.2023

¹ Datum des angewendeten GEG, gegebenenfalls des angewendeten Änderungsgesetzes zum GEG

² nur im Fall des § 79 Absatz 2 Satz 2 GEG

³ Mehrfachangaben möglich

⁴ bei Wärmenetzen Baujahr der Übergabestation

⁵ Nettogrundfläche ist im Sinne des GEG ausschließlich der beheizte/gekühlte Teil der Nettogrundfläche

⁶ Klimaanlage oder kombinierte Lüftungs- und Klimaanlage im Sinne des § 74 GEG

Abbildung 21: Vorabzug der Seite 1 des Energieausweises des Dienst- und Sozialgebäudes

ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 79 ff. Gebäudeenergiegesetz (GEG) vom ¹ 08.08.2020

Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

Registriernummer:

2

Primärenergiebedarf

Treibhausgasemissionen **11,66 kg CO₂-Äquivalent / (m²·a)**

↓
Primärenergiebedarf dieses Gebäudes
37,47 kWh/(m²·a)

↑ Anforderungswert GEG
Neubau (Vergleichswert) ¹

↑ Anforderungswert GEG
modernisierter Altbau (Vergleichswert)

Anforderungen gemäß GEG ²

Primärenergiebedarf

Ist-Wert **37,47 kWh/(m²·a)** Anforderungswert **69,64 kWh/(m²·a)**

Mittlere Wärmedurchgangskoeffizienten ☒ eingehalten

Sommerlicher Wärmeschutz (bei Neubau) ☒ eingehalten

Für Energiebedarfsberechnungen verwendetes Verfahren

☒ Verfahren nach § 21 GEG

☐ Verfahren nach § 32 GEG („Ein-Zonen-Modell“)

☐ Vereinfachungen nach § 50 Absatz 4 GEG

☐ Vereinfachungen nach § 21 Absatz 2 Satz 2 GEG

Endenergiebedarf

Energieträger	Jährlicher Endenergiebedarf in kWh/(m ² ·a) für					Gebäude insgesamt
	Heizung	Warmwasser	Eingebaute Beleuchtung	Lüftung ³	Kühlung einschl. Beleuchtung	
Strom netzbezogen	9,54	2,24	3,24	5,78	0,01	20,82

☐ weitere Einträge in Anlage

Endenergiebedarf Wärme [Pflichtangabe in Immobilienanzeigen]

10 kWh/(m²·a)

Endenergiebedarf Strom [Pflichtangabe in Immobilienanzeigen]

11 kWh/(m²·a)

Angaben zur Nutzung erneuerbarer Energien ⁴

Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs auf Grund des § 10 Absatz 2 Nummer 3 GEG

Art:	Deckungs- anteil:	Anteil der Pflichterfüllung:
Geothermie oder Umweltwärme	42 %	85 %
Abwärme	39 %	77 %
Summe:	81 %	162 %

Maßnahmen zur Einsparung ⁴

Die Anforderungen zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs werden durch eine Maßnahme nach § 45 GEG oder als Kombination gemäß § 34 Absatz 2 GEG erfüllt.

☒ Die Anforderungen nach § 45 GEG in Verbindung mit § 19 GEG sind eingehalten.

☒ Maßnahme nach § 45 GEG in Kombination gemäß § 34 Absatz 2 GEG: Die Anforderungen nach § 19 GEG werden um **40 %** unterschritten. Anteil der Pflichterfüllung: **100 %**

☐ Bei grundlegender Renovierung eines öffentlichen Gebäudes: ⁵ Die Anforderungen des § 52 Absatz 1 GEG werden eingehalten.

Gebäudezonen

Nr.	Zone	Fläche [m ²]	Anteil [%]
1	Duschen Dienstgebäude	35	3
2	WC	96	7
3	Sonstiger Aufenthaltsraum	343	25
4	Büro	191	14
5	Verkehrsfläche	387	28
6	Lager/Technik	305	22

☒ weitere Einträge in Anlage

Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Das Gebäudeenergiegesetz lässt für die Berechnung des Energiebedarfs in vielen Fällen neben dem Berechnungsverfahren alternative Vereinfachungen zu, die im Einzelfall zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die ausgewiesenen Bedarfswerte sind spezifische Werte nach dem GEG pro Quadratmeter beheizte/gekühlte Nettogrundfläche.

¹ siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises

² nur bei Neubau sowie bei Modernisierung im Fall des § 80 Absatz 2 GEG

³ nur Hilfsenergiebedarf

⁴ nur bei Neubau

⁵ nur bei grundlegender Renovierung eines öffentlichen Gebäudes nach § 52 Absatz 1 GEG

Abbildung 22: Vorabzug der Seite 2 des Energieausweises des Dienst- und Sozialgebäudes

ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 79 ff. Gebäudeenergiegesetz (GEG) vom ¹ 20.07.2022

Gültig bis: 21.09.2033

Registriernummer:

1

Gebäude

Hauptnutzung / Gebäudekategorie	Gewerbliche und industrielle Gebäude - Mischung aus leichter u. schwerer Arbeit	
Adresse	Schockenriedstr. 50 70510 Stuttgart	
Gebäudeteil ²	Ganzes Gebäude	
Baujahr Gebäude ³	2023	
Baujahr Wärmeerzeuger ^{3,4}	2023	
Nettogrundfläche ⁵	6.498	
Wesentliche Energieträger für Heizung ³	Umweltenergie, Strom	
Wesentliche Energieträger für Warmwasser ³	Strom	
Erneuerbare Energien	Art: Umweltenergie	Verwendung: Heizung
Art der Lüftung ³	<input type="checkbox"/> Fensterlüftung <input type="checkbox"/> Schachtlüftung <input checked="" type="checkbox"/> Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung <input type="checkbox"/> Lüftungsanlage ohne Wärmerückgewinnung	
Art der Kühlung ³	<input checked="" type="checkbox"/> Passive Kühlung <input type="checkbox"/> Gekühlte Kälte <input type="checkbox"/> Kühlung aus Strom <input type="checkbox"/> Kühlung aus Wärme	
Inspektionspflichtige Klimaanlage ⁶	Anzahl: 1	Nächstes Fälligkeitsdatum der Inspektion: 21.09.2033
Anlass der Ausstellung des Energieausweises	<input checked="" type="checkbox"/> Neubau <input type="checkbox"/> Vermietung/Verkauf <input type="checkbox"/> Modernisierung (Änderung/Erweiterung) <input type="checkbox"/> Aushangpflicht <input type="checkbox"/> Sonstiges (freiwillig)	

Hinweise zu den Angaben über die energetische Qualität des Gebäudes

Die energetische Qualität eines Gebäudes kann durch die Berechnung des **Energiebedarfs** unter Annahme von standardisierten Randbedingungen oder durch die Auswertung des **Energieverbrauchs** ermittelt werden. Als **Bezugsfläche** dient die **Nettogrundfläche**. Teil des Energieausweises sind die Modernisierungsempfehlungen (Seite 4).

- ☒ Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Berechnungen des **Energiebedarfs** erstellt (Energiebedarfsausweis). Die Ergebnisse sind auf **Seite 2** dargestellt. Zusätzliche Informationen zum Verbrauch sind freiwillig. Diese Art der Ausstellung ist Pflicht bei Neubauten und bestimmten Modernisierungen nach § 80 Absatz 2 GEG. Die angegebenen Vergleichswerte sind die Anforderungen des GEG zum Zeitpunkt der Erstellung des Energieausweises (**Erläuterungen – siehe Seite 5**).
- ☐ Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Auswertungen des **Energieverbrauchs** erstellt (Energieverbrauchsausweis). Die Ergebnisse sind auf **Seite 3** dargestellt. Die Vergleichswerte beruhen auf statistischen Auswertungen.

Datenerhebung Bedarf/Verbrauch durch ☐ Eigentümer ☒ Aussteller

☐ Dem Energieausweis sind zusätzliche Informationen zur energetischen Qualität beigelegt (freiwillige Angabe).

Hinweise zur Verwendung des Energieausweises

Energieausweise dienen ausschließlich der Information. Die Angaben im Energieausweis beziehen sich auf das gesamte Gebäude oder den oben bezeichneten Gebäudeteil. Der Energieausweis ist lediglich dafür gedacht, einen überschlägigen Vergleich von Gebäuden zu ermöglichen.

Aussteller (mit Anschrift und Berufsbezeichnung)

- Sattler
EGS-Plan
Gropiusplatz 10
70563 Stuttgart



Unterschrift des Ausstellers

Sattler

Ausstellungsdatum 21.09.2023

¹ Datum des angewendeten GEG, gegebenenfalls des angewendeten Änderungsgesetzes zum GEG

² nur im Fall des § 79 Absatz 2 Satz 2 GEG

³ Mehrfachangaben möglich

⁴ bei Wärmenetzen Baujahr der Übergabestation

⁵ Nettogrundfläche ist im Sinne des GEG ausschließlich der beheizte/gekühlte Teil der Nettogrundfläche

⁶ Klimaanlage oder kombinierte Lüftungs- und Klimaanlage im Sinne des § 74 GEG

Abbildung 23: Vorabzug der Seite 1 des Energieausweises der Wasch-/Wartungshalle

ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 79 ff. Gebäudeenergiegesetz (GEG) vom ¹ 20.07.2022

Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

Registriernummer:

2

Primärenergiebedarf

Treibhausgasemissionen 5,17 kg CO₂-Äquivalent / (m²·a)

Primärenergiebedarf dieses Gebäudes
16,62 kWh/(m²·a)

Anforderungswert GEG
Neubau (Vergleichswert) ¹

Anforderungen gemäß GEG ²

Primärenergiebedarf
Ist-Wert 16,62 kWh/(m²·a)

Mittlere Wärmedurchgangskoeffizienten ☒ eingehalten

Sommerlicher Wärmeschutz (bei Neubau) ☒ eingehalten

Anforderungswert GEG
modernisierter Altbau (Vergleichswert)

43,82 kWh/(m²·a)

☐ eingehalten

Für Energiebedarfsberechnungen verwendetes Verfahren

☒ Verfahren nach § 21 GEG

☐ Verfahren nach § 32 GEG („Ein-Zonen-Modell“)

☐ Vereinfachungen nach § 50 Absatz 4 GEG

☐ Vereinfachungen nach § 21 Absatz 2 Satz 2 GEG

Endenergiebedarf

Energieträger	Jährlicher Endenergiebedarf in kWh/(m ² ·a) für					Gebäude insgesamt
	Heizung	Warmwasser	Eingebaute Beleuchtung	Lüftung ³	Kühlung einschl. Befeuchtung	
Strom netzbezogen	5,51	0,29	2,48	0,95	0	9,24

☐ weitere Einträge in Anlage

Endenergiebedarf Wärme [Pflichtangabe in Immobilienanzeigen]

5 kWh/(m²·a)

Endenergiebedarf Strom [Pflichtangabe in Immobilienanzeigen]

4 kWh/(m²·a)

Angaben zur Nutzung erneuerbarer Energien ⁴

Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs auf Grund des § 10 Absatz 2 Nummer 3 GEG

Art:	Deckungs- anteil:	Anteil der Pflichterfül- lung:
Geothermie oder Umweltwärme	61 %	123 %
Strom aus erneuerbaren Energien	12 %	81 %
Summe:	73 %	204 %

Maßnahmen zur Einsparung ⁴

Die Anforderungen zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs werden durch eine Maßnahme nach § 45 GEG oder als Kombination gemäß § 34 Absatz 2 GEG erfüllt.

☒ Die Anforderungen nach § 45 GEG in Verbindung mit § 19 GEG sind eingehalten.

☒ Maßnahme nach § 45 GEG in Kombination gemäß § 34 Absatz 2 GEG: Die Anforderungen nach § 19 GEG werden um **40 %** unterschritten. Anteil der Pflichterfüllung: **100 %**

☐ Bei grundlegender Renovierung eines öffentlichen Gebäudes: ⁵
Die Anforderungen des § 52 Absatz 1 GEG werden eingehalten.

Gebäudezonen

Nr.	Zone	Fläche [m ²]	Anteil [%]
1	WC	98	2
2	Sonstiger Aufenthaltsraum	62	1
3	Büro	209	3
4	Verkehrsfläche	675	10
5	Lager/Technik	2.843	44
6	Besprechung	70	1

☒ weitere Einträge in Anlage

Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Das Gebäudeenergiegesetz lässt für die Berechnung des Energiebedarfs in vielen Fällen neben dem Berechnungsverfahren alternative Vereinfachungen zu, die im Einzelfall zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die ausgewiesenen Bedarfswerte sind spezifische Werte nach dem GEG pro Quadratmeter beheizte/ gekühlte Nettogrundfläche.

¹ siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises

² nur bei Neubau sowie bei Modernisierung im Fall des § 80 Absatz 2 GEG

³ nur Hilfsenergiebedarf

⁴ nur bei Neubau

⁵ nur bei grundlegender Renovierung eines öffentlichen Gebäudes nach § 52 Absatz 1 GEG

Abbildung 24: Vorabzug der Seite 2 des Energieausweises der Wasch-/Wartungshalle

4.2 Sommerlicher Wärmeschutz

Beim vorliegenden Bauvorhaben wird die Einhaltung des sommerlichen Wärmeschutzes über das vereinfachte Sonneneintragskennwertverfahren nach DIN 4108-2:2013-02 für den ungünstigsten Bereich nachgewiesen. Die Anforderungen sowie die Berechnung des Sonneneintragskennwertes sind in Anlage II aufgeführt.

Beurteilung

Die Anforderung an den maximalen Sonneneintragskennwert nach DIN 4108-2:2013-02 wird beim vorliegenden Bauvorhaben für den ungünstigsten Fall eingehalten.

4.3 Energieerlass der Stadt Stuttgart - Jahres-Primärenergiebedarf und spezifischer Transmissionswärmeverlust

4.3.1.1 Dienst-/Sozialgebäude

Die Anforderungen des Energieerlasses der Stadt Stuttgart an den maximalen Jahres-Primärenergiebedarf bezogen auf die Nettogrundfläche ($Q_{P'}$) sowie an die mittleren U-Werte (\bar{U}) sind nachfolgend zusammengefasst und zur Beurteilung den rechnerisch ermittelten Gebäudekennwerten gegenübergestellt:

Tabelle 19: Beurteilung der Anforderungen des Energieerlasses der Stadt Stuttgart an den Jahres-Primärenergiebedarf und die mittleren U-Werte

				Anforderung GEG-30%	berechneter Gebäudekennwert	Unterschreitung Anforderung	Beurteilung
Anforderung	Jahres-Primärenergiebedarf	Bezogen auf die Nettogrundfläche	$Q_{P'}$ in kWh/(m ² *a)	48,7	37,5	23 %	Anforderung erfüllt
	Mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient	Opake Bauteile	\bar{U} in W/(m ² *K)	0,196	0,14	28%	Anforderung erfüllt
		Vorhangsfassade					
		Transparente Bauteile		1,05	0,9	14%	Anforderung erfüllt
		Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln					

Berechnungsprogramm: Solarcomputer B56 Version 05.28.04

Beurteilung

Die Anforderungen des **Energieerlasses der Stadt Stuttgart** an den Jahres-Primärenergiebedarf und an den spezifischen Transmissionswärmeverlust werden erfüllt.

4.3.1.2 Wasch-/Wartungshalle

Die Anforderungen des Energieerlasses der Stadt Stuttgart an den maximalen Jahres-Primärenergiebedarf bezogen auf die Nettogrundfläche ($Q_{P'}$) sowie an die mittleren U-Werte (\bar{U}) sind nachfolgend zusammengefasst und zur Beurteilung den rechnerisch ermittelten Gebäudekennwerten gegenübergestellt:

Tabelle 20: Beurteilung der Anforderungen an den Jahres-Primärenergiebedarf und die mittleren U-Werte (beheizte Bereiche)

				Anforderung GEG-30%	berechneter Gebäude- kennwert	Unter- schreitung Anforde- rung	Beurteilung
Anforderung	Jahres-Primärenergiebedarf	Bezogen auf die Nettogrundfläche	$Q_{P'}$ in kWh/(m²*a)	30,7	16,6	45 %	Anforderung erfüllt
	Mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient	Opake Bauteile	\bar{U} in W/(m²*K)	0,196	0,14	28%	Anforderung erfüllt
		Vorhangsfassade					
		Transparente Bauteile		1,05	0,9	14%	Anforderung erfüllt
		Glasdächer, Lichtbänder, /kuppeln					

Tabelle 21: Beurteilung der Anforderungen an die mittleren U-Werte (niedrig beheizte Bereiche)

Mittlerer Wärmegangskoeffizient	Opake Bauteile	\bar{U} in $W/(m^2 \cdot K)$	0,35	0,20	42 %	Anforderung erfüllt
	Vorhangsfassade		1,960	1,3	33 %	Anforderung erfüllt
	Transparente Bauteile		2,1	1,4	33 %	Anforderung erfüllt
	Glasdächer, Lichtbänder, /kuppeln					

Berechnungsprogramm: Solarcomputer B56 Version 05.28.04

Beurteilung

Die Anforderungen des **Energieerlasses der Stadt Stuttgart** an den Jahres-Primärenergiebedarf und an den spezifischen Transmissionswärmeverlust werden erfüllt.

5 Zusammenfassung

Mit den angegebenen Bauteilausführungen bzw. Planungsempfehlungen werden beim vorliegenden Bauvorhaben die baurechtlich verbindlichen Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes und die Anforderungen der DIN 4108-2:2013-02 an den Wärmeschutz eingehalten. Ebenso werden die Anforderungen des Energieerlasses der Stadt Stuttgart eingehalten.

Die Einhaltung der Anforderungen des sommerlichen Wärmeschutzes wurde mittels des vereinfachten Sonneneintragskennwertverfahren nachgewiesen. Im Stellwerksraum wird eine besonders starke Sonnenschutzverglasung mit $g \leq 0,20$ neben einem außenliegenden Sonnenschutz und nächtlicher Fensterlüftung benötigt. Die Waschhalle benötigt eine hohe Nachtlüftung, welche über das Öffnen von Fenstern und Oberlichtern erbracht werden soll.

Dieser Wärmeschutznachweis umfasst 46 Seiten Text und 4 Anlagen. Eine auszugsweise Weitergabe des Gutachtens bedarf der Zustimmung der Verfasser.

Stuttgart, 26.09.2023

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . 70563 Stuttgart

Stefanie Thoma

Stefanie Thoma
M.Eng.
Projektleiterin Bauphysik

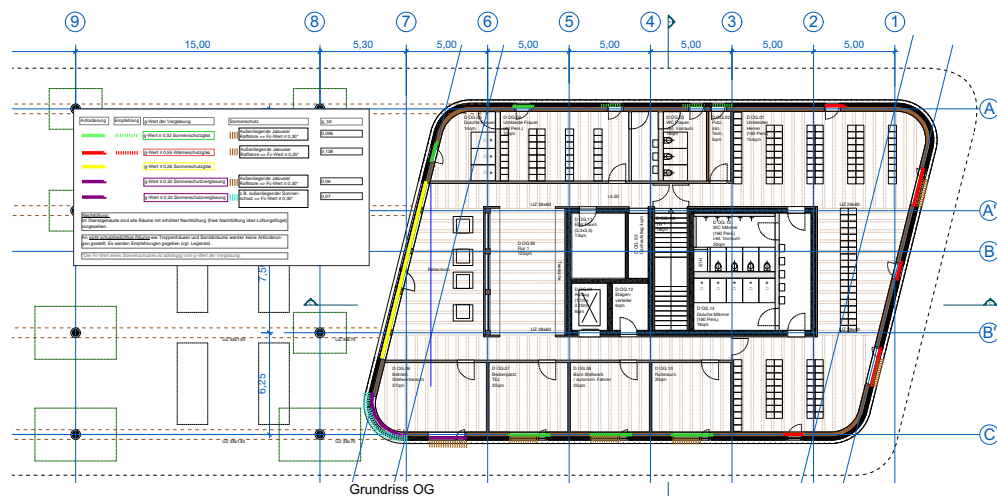
Armin Sattler

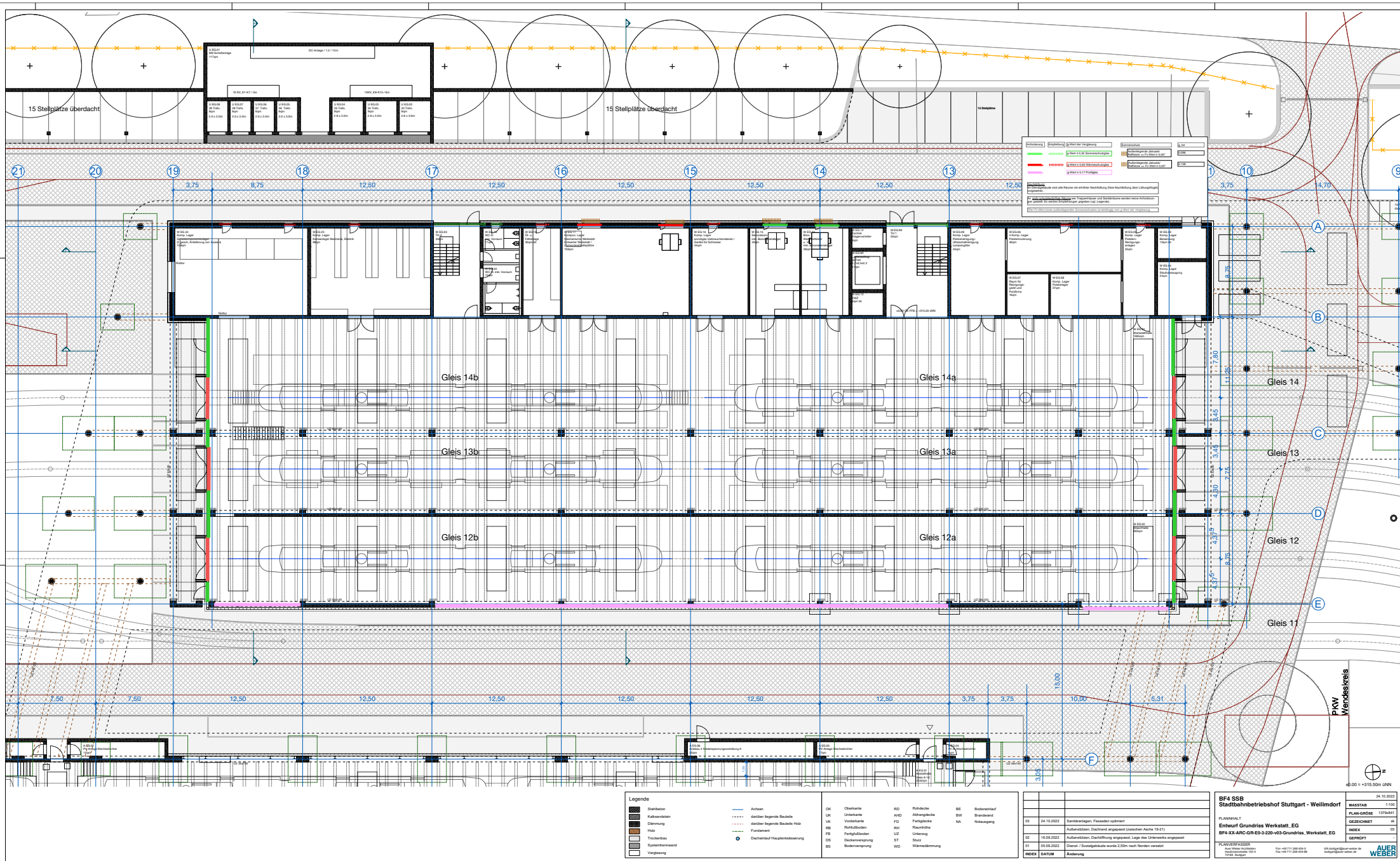
Armin Sattler
Dipl.-Ing. (FH)
Eingetragener Sachverständiger f. Bauphysik und
EnEV in der Ing.-Kammer BaWü
Abteilungsleiter Bauphysik









Anlage I

Maßnahmenübersicht sommerlicher Wärmeschutz



[illegible]

Legende									
	Struktur		Achsen	OK	Deckende	FD	Reflektive	BS	Bodenwärmefeld
	Konstruktion		darüber liegende Bauteile	UK	Unterliegend	AHD	Abschleifende	BW	Bodenwärmeverlust
	Dämmung		darüber liegende Bauteile Holz	VK	Vorderliegend	FO	Fertigpeltende	NA	Nachdämmung
	Holz		Fundament	HB	Hinterliegend	HN	Raumheizende		
	Trockenbau		Deckenfeld Hauptbeleuchtung	FB	Fertigbelag	US	Unterlag		
	Systemthermowand			GS	Deckeneingewandung	ST	Stur		
	Verglasung			BS	Bodeneingewandung	WD	Wärmedämmung		

03	24.10.2022	Sanitäranlagen, Fassaden optimiert	
		Außenputz, Dachrand angepasst (zwischen Ache 19-21)	
02	16.02.2022	Außenputz, Dachöffnung angepasst, Lage des Unterwerts angepasst	
01	05.09.2022	Dienst- / Sozialgebäude wurde 2,50m nach Norden versetzt	
INDEX		DATUM	Änderung

BF4 SSB Stadtbahnbetriebshof Stuttgart - Weilmordorf PLANUNGSTZG Entwurf Grundriss Werkstatt_EG BF4-XX-ARC-GR-EG-3-225-603-Grundriss_Werkstatt_EG		24.10.2022
		MASSST 1:100 PLAN-GRÖßE 1379x841 GEZEICHNET ak INDEX 03 GEPRÜFT -
PLANVERFASSTER Auer Walter Architekten Stadtplanungsbüro 70398 Stuttgart Tel. 07141 2303-0 Fax 07141 2303-88 E-Mail: info@stuttgart-auer-walter.de www.stuttgart-auer-walter.de		



Anlage II

Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes

Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-02

SWS1

berechn. Raum: D EG.04 FAHRBE Fortbildung

22.11.2022

Anforderung an den max. Sonneneintragskennwert S_{zul} für die ungünstigste Situation

Nachtlüftung:

<input type="checkbox"/>	ohne
<input checked="" type="checkbox"/>	erhöht ($n \geq 2 \text{ h}^{-1}$)
<input type="checkbox"/>	hoch ($n \geq 5 \text{ h}^{-1}$)

Klimaregion:

<input type="checkbox"/>	Klimaregion A
<input type="checkbox"/>	Klimaregion B
<input checked="" type="checkbox"/>	Klimaregion C

Bauart:

<input checked="" type="checkbox"/>	leichte Bauart
<input type="checkbox"/>	mittlere Bauart
<input type="checkbox"/>	schwere Bauart

Nutzung: Nichtwohngebäude

$S_1 = 0,048$

Grundflächenbezogener Fensterflächenanteil:

$f_{WG} = 0,26$

$S_2 = 0,000$

Sonnenschutzverglasung: ($g \leq 0,4$) ist

nicht vorhanden.

$S_3 = 0,009$

Fensterneigung: ($0^\circ \leq \text{Neigung} \leq 60^\circ$)

$f_{neig} = 0,00$

$S_4 = 0,000$

Orientierung: (N, NW, NO, dauernd verschattet)

$f_{nord} = 0,00$

$S_5 = 0,000$

Einsatz passiver Kühlung:

(nur bei gleichzeitigem Einsatz von Sonnenschutzmaßnahmen $g_{tot} \leq 0,4$)

<input type="checkbox"/>	ja
<input checked="" type="checkbox"/>	nein

$S_6 = 0,000$

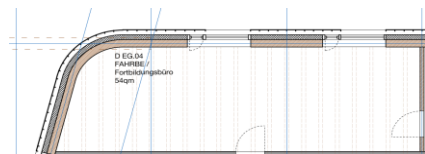
Anforderung:

$S_{zul} = \sum S_x = 0,057$

Berechnung des Sonneneintragskennwertes S_{vorh} für die ungünstigste Situation

Variante: außenliegender Sonnenschutz + Nachtlüftung

Neigung	Orientierung	A_W	g	F_c	F_s	$A_W \times g \times F_c$
ca. 90° ($> 60^\circ$)	Südost (gebogen)	0,0	0,55	0,00	1,00	0,0
	Süd	0,0	0,55	0,25	1,00	0,0
	Südwest	0,0	0,55	0,25	1,00	0,0
	West	9,9	0,55	0,25	1,00	1,4
	Nordwest	0,0	0,55	0,25	1,00	0,0
	Nord	0,0	0,55	0,25	1,00	0,0
	Nordost	0,0	0,55	0,25	1,00	0,0
	Ost	4,1	0,32	1,00	1,00	1,3
0° bis 60°	Südost	0	0,20	0,30	1,00	0,0
	Süd	0	0,20	0,30	1,00	0,0
	Südwest	0	0,20	0,30	1,00	0,0
	West	0	0,20	0,30	1,00	0,0
	Nordwest	0	0,20	0,30	1,00	0,0
	Nord	0	0,20	0,30	1,00	0,0
	Nordost	0	0,20	0,30	1,00	0,0
	Ost	0	0,20	0,30	1,00	0,0
	horizontal	0	0,20	0,30	1,00	0,0
	Summe	13,92				1,2



$A_G = 54,00$

Berechnung:

$S_{vorh} = 0,049$

Beurteilung des Sonneneintragskennwertes nach DIN 4108-2:2013-02

$S_{vorh} \leq S_{zul}$

Anforderung ist erfüllt!

Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-02

SWS1

berechn. Raum: D OG.06 Stellwerksraum

22.11.2022

Anforderung an den max. Sonneneintragskennwert S_{zul} für die ungünstigste Situation

Nachtlüftung:

<input type="checkbox"/>	ohne
<input checked="" type="checkbox"/>	erhöht ($n \geq 2 \text{ h}^{-1}$)
<input type="checkbox"/>	hoch ($n \geq 5 \text{ h}^{-1}$)

Klimaregion:

<input type="checkbox"/>	Klimaregion A
<input type="checkbox"/>	Klimaregion B
<input checked="" type="checkbox"/>	Klimaregion C

Bauart:

<input checked="" type="checkbox"/>	leichte Bauart
<input type="checkbox"/>	mittlere Bauart
<input type="checkbox"/>	schwere Bauart

Nutzung: Nichtwohngebäude

$S_1 = 0,048$

Grundflächenbezogener Fensterflächenanteil:

$f_{WG} = 0,59$

$S_2 = -0,038$

Sonnenschutzverglasung: ($g \leq 0,4$) ist

nicht vorhanden.

$S_3 = 0,030$

Fensterneigung: ($0^\circ \leq \text{Neigung} \leq 60^\circ$)

$f_{neig} = 0,00$

$S_4 = 0,000$

Orientierung: (N, NW, NO, dauernd verschattet)

$f_{nord} = 0,00$

$S_5 = 0,000$

Einsatz passiver Kühlung:

(nur bei gleichzeitigem Einsatz von Sonnenschutzmaßnahmen $g_{tot} \leq 0,4$)

<input type="checkbox"/>	ja
<input checked="" type="checkbox"/>	nein

$S_6 = 0,000$

Anforderung:

$S_{zul} = \sum S_x = 0,040$

Berechnung des Sonneneintragskennwertes S_{vorh} für die ungünstigste Situation

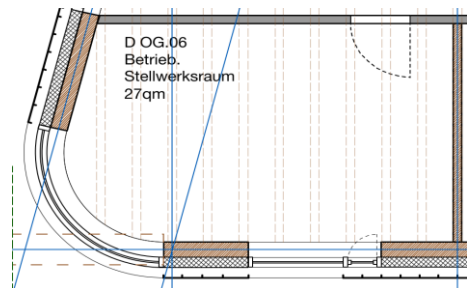
Variante: außenliegender Sonnenschutz + Nachtlüftung

Neigung	Orientierung	A_W	g	F_c	F_s	$A_W \times g \times F_c$
ca. 90° ($> 60^\circ$)	Südost (gebogen)	10,7	0,20	0,35	1,00	0,8
	Süd	0	0,20	0,30	1,00	0,0
	Südwest	0	0,20	0,30	1,00	0,0
	West	0	0,20	0,30	1,00	0,0
	Nordwest	0	0,20	0,30	1,00	0,0
	Nord	0	0,20	0,30	1,00	0,0
	Nordost	0	0,20	0,30	1,00	0,0
	Ost	6,8	0,20	0,30	1,00	0,4
0° bis 60°	Südost	0	0,20	0,30	1,00	0,0
	Süd	0	0,20	0,30	1,00	0,0
	Südwest	0	0,20	0,30	1,00	0,0
	West	0	0,20	0,30	1,00	0,0
	Nordwest	0	0,20	0,30	1,00	0,0
	Nord	0	0,20	0,30	1,00	0,0
	Nordost	0	0,20	0,30	1,00	0,0
	Ost	0	0,20	0,30	1,00	0,0
	horizontal	0	0,20	0,30	1,00	0,0
	Summe	17,545				1,2

$A_G = 29,50$

Berechnung:

$S_{vorh} = 0,039$



Beurteilung des Sonneneintragskennwertes nach DIN 4108-2:2013-02

$S_{vorh} \leq S_{zul}$

Anforderung ist erfüllt!

Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-02

SWS1

berechn. Raum: D EG.02 Büro Betriebsrat

02.12.2022

Anforderung an den max. Sonneneintragskennwert S_{zul} für die ungünstigste Situation

Nachtlüftung:

<input type="checkbox"/>	ohne
<input checked="" type="checkbox"/>	erhöht ($n \geq 2 \text{ h}^{-1}$)
<input type="checkbox"/>	hoch ($n \geq 5 \text{ h}^{-1}$)

Klimaregion:

<input type="checkbox"/>	Klimaregion A
<input type="checkbox"/>	Klimaregion B
<input checked="" type="checkbox"/>	Klimaregion C

Bauart:

<input checked="" type="checkbox"/>	leichte Bauart
<input type="checkbox"/>	mittlere Bauart
<input type="checkbox"/>	schwere Bauart

Nutzung: Nichtwohngebäude

$S_1 = 0,048$

Grundflächenbezogener Fensterflächenanteil:

$f_{WG} = 0,34$

$S_2 = -0,009$

Sonnenschutzverglasung: ($g \leq 0,4$) ist

nicht vorhanden.

$S_3 = 0,030$

Fensterneigung: ($0^\circ \leq \text{Neigung} \leq 60^\circ$)

$f_{neig} = 0,00$

$S_4 = 0,000$

Orientierung: (N, NW, NO, dauernd verschattet)

$f_{nord} = 0,00$

$S_5 = 0,000$

Einsatz passiver Kühlung:

(nur bei gleichzeitigem Einsatz von Sonnenschutzmaßnahmen $g_{tot} \leq 0,4$)

<input type="checkbox"/>	ja
<input checked="" type="checkbox"/>	nein

$S_6 = 0,000$

Anforderung:

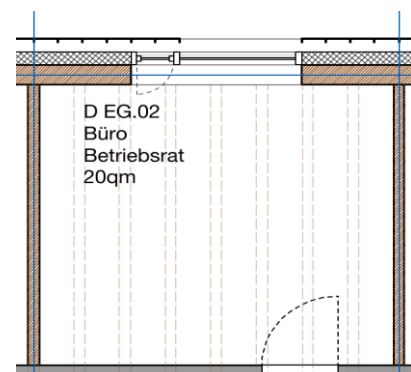
$S_{zul} = \sum S_x = 0,069$

Berechnung des Sonneneintragskennwertes S_{vorh} für die ungünstigste Situation

Variante: außenliegender Sonnenschutz+erh. Nachtlüftung

Neigung	Orientierung	A_W	g	F_c	F_s	$A_W \times g \times F_c$
ca. 90° (> 60°)	Südost	0	0,32	0,30	1,00	0,0
	Süd	0	0,32	0,30	1,00	0,0
	Südwest	0	0,32	0,30	1,00	0,0
	West	0	0,32	0,30	1,00	0,0
	Nordwest	0	0,32	0,30	1,00	0,0
	Nord	0	0,32	0,30	1,00	0,0
	Nordost	0	0,32	0,30	1,00	0,0
	Ost	6,815	0,32	0,30	1,00	0,7
0° bis 60°	Südost	0	0,32	0,30	1,00	0,0
	Süd	0	0,32	0,30	1,00	0,0
	Südwest	0	0,32	0,30	1,00	0,0
	West	0	0,32	0,30	1,00	0,0
	Nordwest	0	0,32	0,30	1,00	0,0
	Nord	0	0,32	0,30	1,00	0,0
	Nordost	0	0,32	0,30	1,00	0,0
	Ost	0	0,32	0,30	1,00	0,0
	horizontal	0	0,32	0,30	1,00	0,0
	Summe	6,815				0,7

$A_G = 20,00$



Berechnung:

$S_{vorh} = 0,033$

Beurteilung des Sonneneintragskennwertes nach DIN 4108-2:2013-02

$S_{vorh} \leq S_{zul}$

Anforderung ist erfüllt!

Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-02

SWS1

berechn. Raum: Relaxraum

02.12.2022

Anforderung an den max. Sonneneintragskennwert S_{zul} für die ungünstigste Situation

Nachtlüftung:

<input type="checkbox"/>	ohne
<input checked="" type="checkbox"/>	erhöht ($n \geq 2 \text{ h}^{-1}$)
<input type="checkbox"/>	hoch ($n \geq 5 \text{ h}^{-1}$)

Klimaregion:

<input type="checkbox"/>	Klimaregion A
<input type="checkbox"/>	Klimaregion B
<input checked="" type="checkbox"/>	Klimaregion C

Bauart:

<input checked="" type="checkbox"/>	leichte Bauart
<input type="checkbox"/>	mittlere Bauart
<input type="checkbox"/>	schwere Bauart

Nutzung: Nichtwohngebäude

$S_1 = 0,048$

Grundflächenbezogener Fensterflächenanteil:

$f_{WG} = 0,54$

$S_2 = -0,032$

Sonnenschutzverglasung: ($g \leq 0,4$) ist

nicht vorhanden.

$S_3 = 0,030$

Fensterneigung: ($0^\circ \leq \text{Neigung} \leq 60^\circ$)

$f_{neig} = 0,00$

$S_4 = 0,000$

Orientierung: (N, NW, NO, dauernd verschattet)

$f_{nord} = 1,00$

$S_5 = 0,100$

Einsatz passiver Kühlung:

(nur bei gleichzeitigem Einsatz von Sonnenschutzmaßnahmen $g_{tot} \leq 0,4$)

<input type="checkbox"/>	ja
<input checked="" type="checkbox"/>	nein

$S_6 = 0,000$

Anforderung:

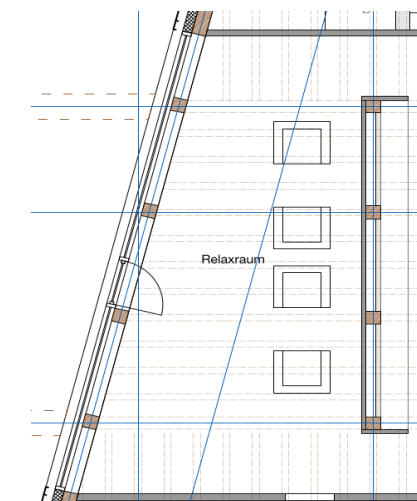
$S_{zul} = \sum S_x = 0,146$

Berechnung des Sonneneintragskennwertes S_{vorh} für die ungünstigste Situation

Variante: Sonnenschutzverglasung

Neigung	Orientierung	A_W	g	F_c	F_s	$A_W \times g \times F_c$
ca. 90° (> 60°)	Südost	0	0,26	1,00	1,00	0,0
	Süd	0	0,26	1,00	0,97	0,0
	Südwest	0	0,26	1,00	1,00	0,0
	West	0	0,26	1,00	1,00	0,0
	Nordwest	0	0,26	1,00	1,00	0,0
	Nord	29	0,26	1,00	1,00	7,5
	Nordost	0	0,26	1,00	0,96	0,0
	Ost	0	0,26	1,00	1,00	0,0
0° bis 60°	Südost	0	0,26	1,00	1,00	0,0
	Süd	0	0,26	1,00	1,00	0,0
	Südwest	0	0,26	1,00	1,00	0,0
	West	0	0,26	1,00	1,00	0,0
	Nordwest	0	0,26	1,00	1,00	0,0
	Nord	0	0,26	1,00	1,00	0,0
	Nordost	0	0,26	1,00	1,00	0,0
	Ost	0	0,26	1,00	1,00	0,0
	horizontal	0	0,26	1,00	1,00	0,0
	Summe	29				7,5

$A_G = 53,57$



Berechnung:

$S_{vorh} = 0,141$

Beurteilung des Sonneneintragskennwertes nach DIN 4108-2:2013-02

$S_{vorh} \leq S_{zul}$

Anforderung ist erfüllt!

Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-02

SWS1

berechn. Raum: Werkstatthalle

02.12.2022

Anforderung an den max. Sonneneintragskennwert S_{zul} für die ungünstigste Situation

Nachtlüftung:

<input checked="" type="checkbox"/>	ohne
<input type="checkbox"/>	erhöht ($n \geq 2 \text{ h}^{-1}$)
<input type="checkbox"/>	hoch ($n \geq 5 \text{ h}^{-1}$)

Klimaregion:

<input type="checkbox"/>	Klimaregion A
<input type="checkbox"/>	Klimaregion B
<input checked="" type="checkbox"/>	Klimaregion C

Bauart:

<input checked="" type="checkbox"/>	leichte Bauart
<input type="checkbox"/>	mittlere Bauart
<input type="checkbox"/>	schwere Bauart

Nutzung: Nichtwohngebäude

$S_1 = 0,000$

Grundflächenbezogener Fensterflächenanteil:

$f_{WG} = 0,22$

$S_2 = 0,004$

Sonnenschutzverglasung: ($g \leq 0,4$) ist

nicht vorhanden.

$S_3 = 0,009$

Fensterneigung: ($0^\circ \leq \text{Neigung} \leq 60^\circ$)

$f_{neig} = 0,00$

$S_4 = 0,000$

Orientierung: (N, NW, NO, dauernd verschattet)

$f_{nord} = 1,00$

$S_5 = 0,100$

Einsatz passiver Kühlung:

(nur bei gleichzeitigem Einsatz von Sonnenschutzmaßnahmen $g_{tot} \leq 0,4$)

☐ ja
☒ nein

$S_6 = 0,000$

Anforderung:

$S_{zul} = \sum S_x = 0,113$

Berechnung des Sonneneintragskennwertes S_{vorh} für die ungünstigste Situation

Variante: außenliegender Sonnenschutz

Neigung	Orientierung	A_W	g	F_c	F_S	$A_W \times g \times F_c$
ca. 90° (> 60°)	Südost	0	1,00	1,00	1,00	0,0
	Süd	0	1,00	1,00	1,00	0,0
	Südwest	0	1,00	1,00	1,00	0,0
	West	0	1,00	1,00	1,00	0,0
	Nordwest (tore)	113	0,55	1,00	1,00	62,4
	Nord PRF	120	0,32	1,00	1,00	38,3
	Nordost Oberlich	162	0,55	1,00	1,00	89,3
0° bis 60°	Ost	0	1,00	1,00	1,00	0,0
	Südost	0	1,00	1,00	1,00	0,0
	Süd	0	1,00	1,00	1,00	0,0
	Südwest	0	1,00	1,00	1,00	0,0
	West	0	1,00	1,00	1,00	0,0
	Nordwest	0	1,00	1,00	1,00	0,0
	Nord	0	1,00	1,00	1,00	0,0
	Nordost	0	1,00	1,00	1,00	0,0
	Ost	0	1,00	1,00	1,00	0,0
	horizontal	0	0,35	1,00	1,00	0,0
Summe		396				190,0

$A_G = 1759$

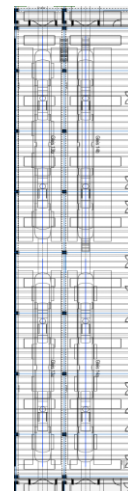
Berechnung:

$S_{vorh} = 0,108$

Beurteilung des Sonneneintragskennwertes nach DIN 4108-2:2013-02

$S_{vorh} \leq S_{zul}$

Anforderung ist erfüllt!



Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-02

SWS1

berechn. Raum: Waschhalle

02.12.2022

Anforderung an den max. Sonneneintragskennwert S_{zul} für die ungünstigste Situation

Nachtlüftung:

<input type="checkbox"/>	ohne
<input type="checkbox"/>	erhöht ($n \geq 2 \text{ h}^{-1}$)
<input checked="" type="checkbox"/>	hoch ($n \geq 5 \text{ h}^{-1}$)

Klimaregion:

<input type="checkbox"/>	Klimaregion A
<input type="checkbox"/>	Klimaregion B
<input checked="" type="checkbox"/>	Klimaregion C

Bauart:

<input type="checkbox"/>	leichte Bauart
<input checked="" type="checkbox"/>	mittlere Bauart
<input type="checkbox"/>	schwere Bauart

Nutzung: Nichtwohngebäude

$S_1 = 0,113$

Grundflächenbezogener Fensterflächenanteil:

$f_{WG} = 0,78$

$S_2 = -0,060$

Sonnenschutzverglasung: ($g \leq 0,4$) ist

nicht vorhanden.

$S_3 = 0,028$

Fensterneigung: ($0^\circ \leq \text{Neigung} \leq 60^\circ$)

$f_{neig} = 0,00$

$S_4 = 0,000$

Orientierung: (N, NW, NO, dauernd verschattet)

$f_{nord} = 1,00$

$S_5 = 0,100$

Einsatz passiver Kühlung:

(nur bei gleichzeitigem Einsatz von Sonnenschutzmaßnahmen $g_{tot} \leq 0,4$)

<input type="checkbox"/>	ja
<input checked="" type="checkbox"/>	nein

$S_6 = 0,000$

Anforderung:

$S_{zul} = \sum S_x = 0,181$

Berechnung des Sonneneintragskennwertes S_{vorh} für die ungünstigste Situation

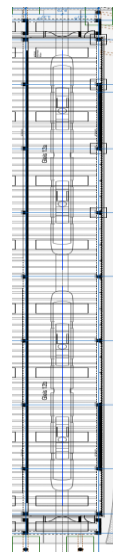
Variante: außenliegender Sonnenschutz

Neigung	Orientierung	A_W	g	F_c	F_s	$A_W \times g \times F_c$
ca. 90° (> 60°)	Südost	0	0,17	1,00	1,00	0,0
	Süd	0	0,17	1,00	1,00	0,0
	Südwest	0	0,17	1,00	1,00	0,0
	West (Profilglas)	0	0,17	1,00	1,00	0,0
	Nordwest (Tore)	45	0,55	1,00	1,00	24,8
	Nord (PFR)	135	0,32	1,00	1,00	43,2
	Nordost (Profil)	431	0,17	1,00	1,00	73,3
0° bis 60°	Ost	0	0,17	1,00	1,00	0,0
	Südost	0	0,17	1,00	1,00	0,0
	Süd	0	0,17	1,00	1,00	0,0
	Südwest	0	0,17	1,00	1,00	0,0
	West	0	0,17	1,00	1,00	0,0
	Nordwest	0	0,17	1,00	1,00	0,0
	Nord	0	0,17	1,00	1,00	0,0
	Nordost	0	0,17	1,00	1,00	0,0
	Ost	0	0,17	1,00	1,00	0,0
	horizontal	0	0,32	0,65	1,00	0,0
Summe		611				141,3

$A_G = 785,00$

Berechnung:

$S_{vorh} = 0,180$



Beurteilung des Sonneneintragskennwertes nach DIN 4108-2:2013-02

$S_{vorh} \leq S_{zul}$

Anforderung ist erfüllt!

Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-02

SWS1

berechn. Raum: W OG.10 Betriebsrat

02.12.2022

Anforderung an den max. Sonneneintragskennwert S_{zul} für die ungünstigste Situation

Nachtlüftung:

<input checked="" type="checkbox"/>	ohne
<input type="checkbox"/>	erhöht ($n \geq 2 \text{ h}^{-1}$)
<input type="checkbox"/>	hoch ($n \geq 5 \text{ h}^{-1}$)

Klimaregion:

<input type="checkbox"/>	Klimaregion A
<input type="checkbox"/>	Klimaregion B
<input checked="" type="checkbox"/>	Klimaregion C

Bauart:

<input type="checkbox"/>	leichte Bauart
<input checked="" type="checkbox"/>	mittlere Bauart
<input type="checkbox"/>	schwere Bauart

Nutzung: Nichtwohngebäude

$S_1 = 0,011$

Grundflächenbezogener Fensterflächenanteil:

$f_{WG} = 0,23$

$S_2 = 0,003$

Sonnenschutzverglasung: ($g \leq 0,4$) ist

nicht vorhanden.

$S_3 = 0,030$

Fensterneigung: ($0^\circ \leq \text{Neigung} \leq 60^\circ$)

$f_{neig} = 0,00$

$S_4 = 0,000$

Orientierung: (N, NW, NO, dauernd verschattet)

$f_{nord} = 1,00$

$S_5 = 0,100$

Einsatz passiver Kühlung:

(nur bei gleichzeitigem Einsatz von Sonnenschutzmaßnahmen $g_{tot} \leq 0,4$)

<input type="checkbox"/>	ja
<input checked="" type="checkbox"/>	nein

$S_6 = 0,000$

Anforderung:

$S_{zul} = \sum S_x = 0,044$

Berechnung des Sonneneintragskennwertes S_{vorh} für die ungünstigste Situation

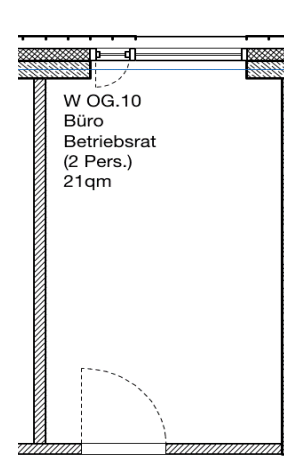
Variante: außenliegender Sonnenschutz

Neigung	Orientierung	A_W	g	F_c	F_S	$A_W \times g \times F_c$
ca. 90°	Südost	0	0,4	1,00	1,00	0,0
	Süd	0	0,4	1,00	1,00	0,0
	Südwest	0	0,4	1,00	1,00	0,0
	West	4,9	0,4	1,00	1,00	0,6
	Nordwest (tore)	0	0,4	1,00	1,00	0,0
	Nord PRF	0	0,4	1,00	1,00	0,0
	Nordost	0	0,4	1,00	1,00	0,0
	Ost	0	0,4	1,00	1,00	0,0
0° bis 60°	Südost	0	1,00	1,00	1,00	0,0
	Süd	0	1,00	1,00	1,00	0,0
	Südwest	0	1,00	1,00	1,00	0,0
	West	0	1,00	1,00	1,00	0,0
	Nordwest	0	1,00	1,00	1,00	0,0
	Nord	0	1,00	1,00	1,00	0,0
	Nordost	0	1,00	1,00	1,00	0,0
	Ost	0	1,00	1,00	1,00	0,0
	horizontal	0	0,35	1,00	1,00	0,0
	Summe	5				0,6

$A_G = 21$

Berechnung:

$S_{vorh} = 0,028$



Beurteilung des Sonneneintragskennwertes nach DIN 4108-2:2013-02

$S_{vorh} \leq S_{zul}$

Anforderung ist erfüllt!

Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-02

SWS1

berechn. Raum: Wertstatt: Büro/Besprechung

02.12.2022

Anforderung an den max. Sonneneintragskennwert S_{zul} für die ungünstigste Situation

Nachtlüftung:

<input checked="" type="checkbox"/>	ohne
<input type="checkbox"/>	erhöht ($n \geq 2 \text{ h}^{-1}$)
<input type="checkbox"/>	hoch ($n \geq 5 \text{ h}^{-1}$)

Klimaregion:

<input type="checkbox"/>	Klimaregion A
<input type="checkbox"/>	Klimaregion B
<input checked="" type="checkbox"/>	Klimaregion C

Bauart:

<input type="checkbox"/>	leichte Bauart
<input checked="" type="checkbox"/>	mittlere Bauart
<input type="checkbox"/>	schwere Bauart

Nutzung: Nichtwohngebäude

$S_1 = 0,006$

Grundflächenbezogener Fensterflächenanteil:

$f_{WG} = 0,14$

$S_2 = 0,014$

Sonnenschutzverglasung: ($g \leq 0,4$) ist

nicht vorhanden.

$S_3 = 0,009$

Fensterneigung: ($0^\circ \leq \text{Neigung} \leq 60^\circ$)

$f_{neig} = 0,00$

$S_4 = 0,000$

Orientierung: (N, NW, NO, dauernd verschattet)

$f_{nord} = 0,00$

$S_5 = 0,000$

Einsatz passiver Kühlung:

(nur bei gleichzeitigem Einsatz von Sonnenschutzmaßnahmen $g_{tot} \leq 0,4$)

<input type="checkbox"/>	ja
<input checked="" type="checkbox"/>	nein

$S_6 = 0,000$

Anforderung:

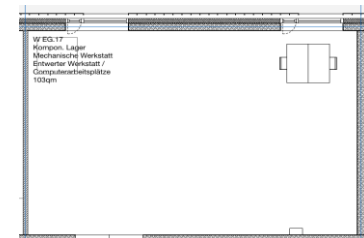
$S_{zul} = \sum S_x = 0,029$

Berechnung des Sonneneintragskennwertes S_{vorh} für die ungünstigste Situation

Variante: außenliegender Sonnenschutz

Neigung	Orientierung	A_W	g	F_c	F_s	$A_W \times g \times F_c$
ca. 90° ($> 60^\circ$)	Südost	0	0,55	0,25	1,00	0,0
	Süd	0	0,55	0,25	1,00	0,0
	Südwest	0	0,55	0,25	1,00	0,0
	West	9,86	0,55	0,25	1,00	1,4
	Nordwest	0	0,55	0,25	1,00	0,0
	Nord	0	0,55	0,25	1,00	0,0
	Nordost	0	0,55	0,25	1,00	0,0
	West Lüftungsflü	4,06	0,32	1,00	1,00	1,3
0° bis 60°	Südost	0	0,55	0,25	1,00	0,0
	Süd	0	0,55	0,25	1,00	0,0
	Südwest	0	0,55	0,25	1,00	0,0
	West	0	0,55	0,25	1,00	0,0
	Nordwest	0	0,55	0,25	1,00	0,0
	Nord	0	0,55	0,25	1,00	0,0
	Nordost	0	0,55	0,25	1,00	0,0
	Ost	0	0,55	0,25	1,00	0,0
	horizontal	0	0,55	0,25	1,00	0,0
	Summe	13,92				2,7

$A_G = 103,00$



Berechnung:

$S_{vorh} = 0,026$

Beurteilung des Sonneneintragskennwertes nach DIN 4108-2:2013-02

$S_{vorh} \leq S_{zul}$

Anforderung ist erfüllt!

Anlage III

GEG-Berechnungsdokumentation nach DIN 18599

Anlage IV

Angaben zur Anlagentechnik

Notizen aus Besprechung mit den Stadtwerken, 19.09.2023

Teilnehmer: Herr Adler (SWS), Frau Scheuerlein (SWS), Frau Thoma (EGS)

Wärmeerzeuger:

Reversible Wärmepumpe mit Erdkollektor mit Glykol primäre Wärmequelle. Nur Teil der Leistung davon für BF4, da Erdkollektor ergiebiger ist, als benötigt. Zum Teil wird Wärme über E-Kessel mit Stromspeicher 250 kWh Bruttokapazität (für E-Kessel) erzeugt. Nur Nutzung von eigenem PV-Strom, Verwendung von Strom-Spitzen.

PV-Anlage:

Die PV-Anlage wird in 2 Teile geteilt 830-850 kW. Anlage wird nicht verkleinert, sondern sogar vergrößert. Über 1 MW. SWS geht davon aus, dass spezifische PV-Leistungen noch erhöht werden. 400 kWp für Wärme und 600 kWp für Direkteinspeisung sind angedacht. 4803 m² sind jetzt geplant!

Kühlung:

2 Arten:

- Mechanische Kühlung Aktiv - in EDV/Server Räumen, Rückkühler als Redundanz für mechanische Kühlung nur EDV/Server
- Sonst nur passive Kühlung (nur Pumpenstrom) in den anderen Räumen.

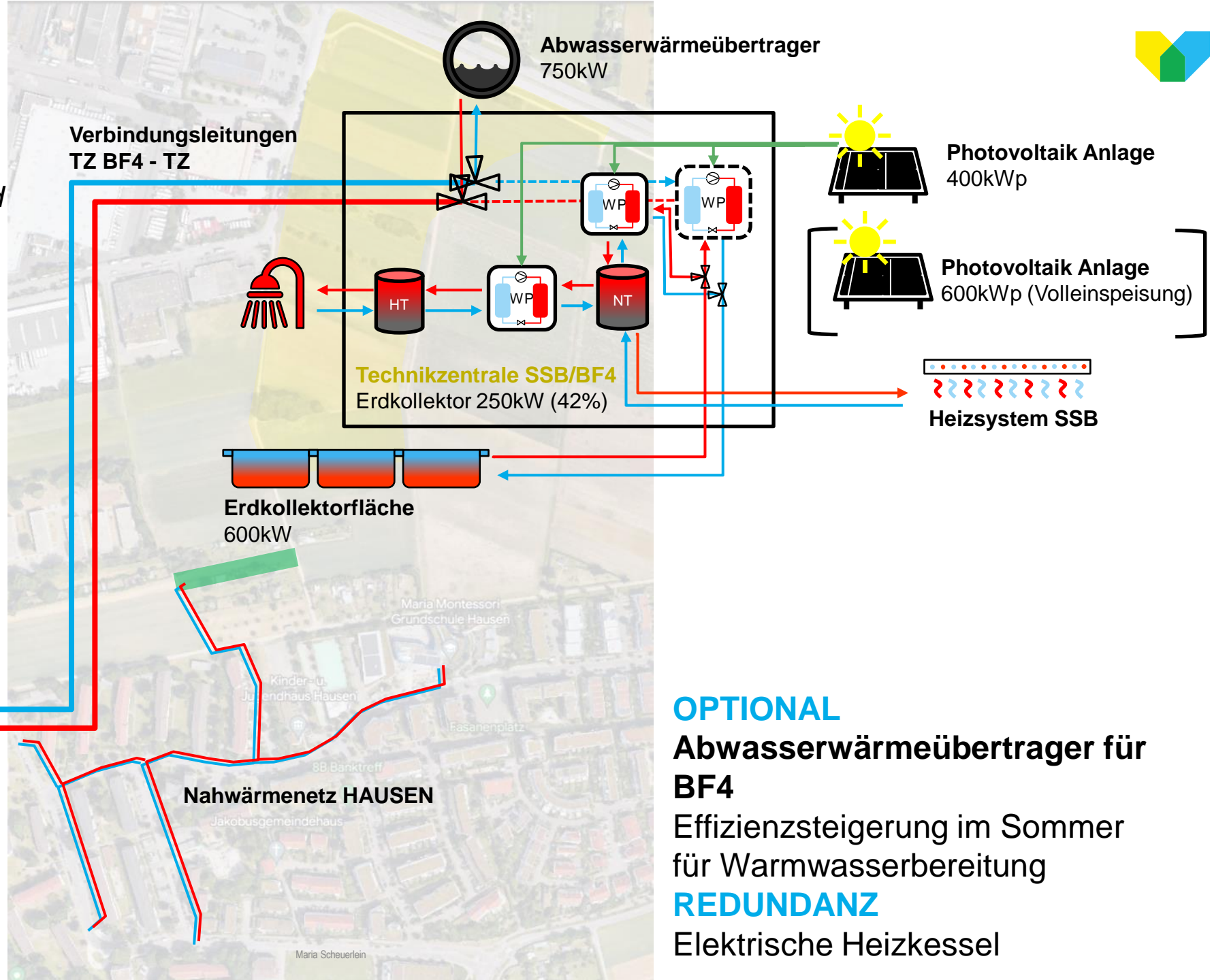
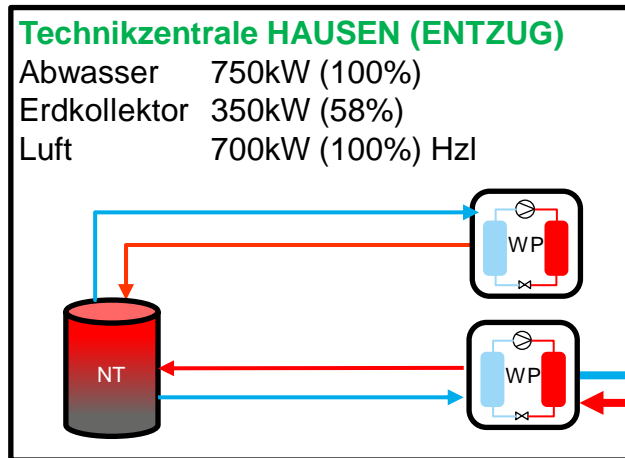


NEUE ENERGIE. FÜR UNSERE ZUKUNFT.

STADTWERKE
STUTTGART

Projektübersicht

Aktueller Planungsstand



OPTIONAL

Abwasserwärmeübertrager für BF4

Effizienzsteigerung im Sommer
für Warmwasserbereitung

REDUNDANZ

Elektrische Heizkessel



Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit.

Stadtwerke Stuttgart GmbH

Kesselstraße 21-23
70327 Stuttgart

Ansprechpartner/in:

Katharina Kolbe
Telefon: 0711/8912-2621
Telefax: 0711/34650-2221
E-Mail: katharina.kolbe@stadtwerke-stuttgart.de

Projekttitel: BF4 SSB Weilimdorf V3

30.08.2023

Ihre PV-Anlage von Stadtwerke Stuttgart GmbH

Adresse der Anlage



Projektübersicht

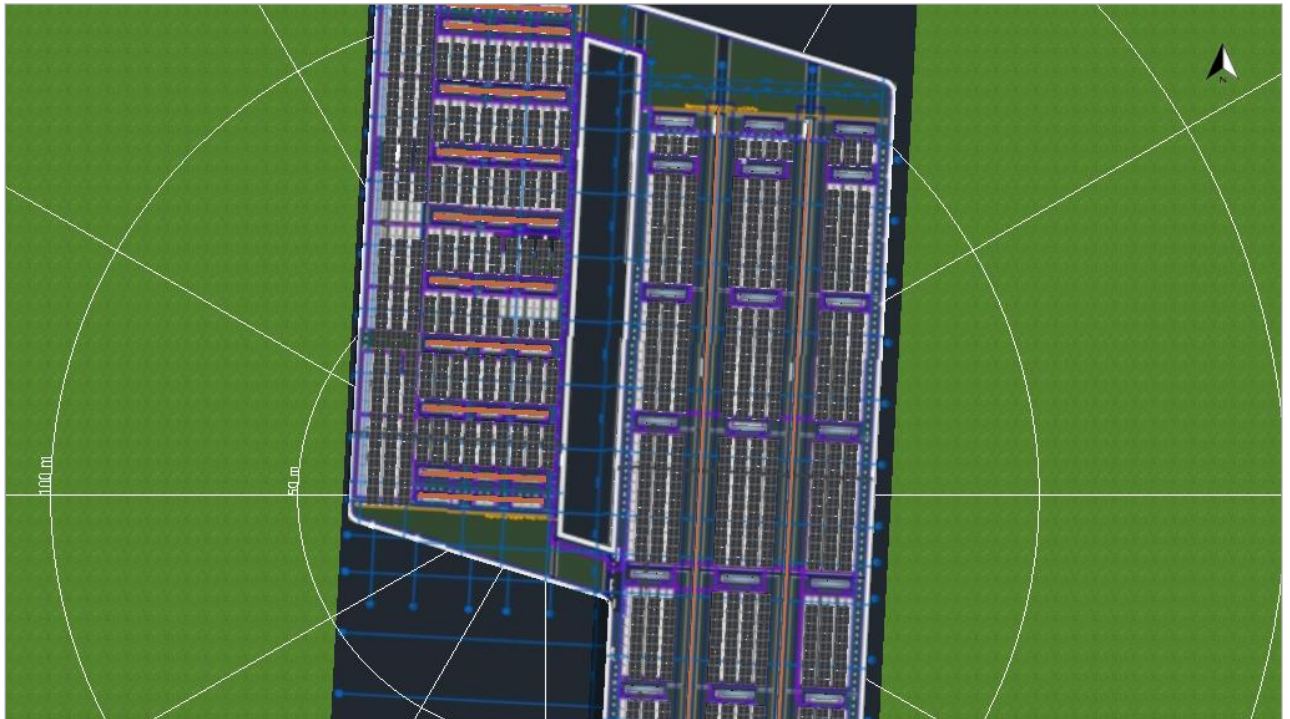


Abbildung: Übersichtsbild, 3D-Planung

PV-Anlage

3D, Netzgekoppelte PV-Anlage

Klimadaten	Stuttgart, DEU (1995 - 2012)
Quelle der Werte	DWD TMY3 (Valentin Software)
PV-Generatorleistung	1033,72 kWp
PV-Generatorfläche	4.803,5 m²
Anzahl PV-Module	2404
Anzahl Wechselrichter	8

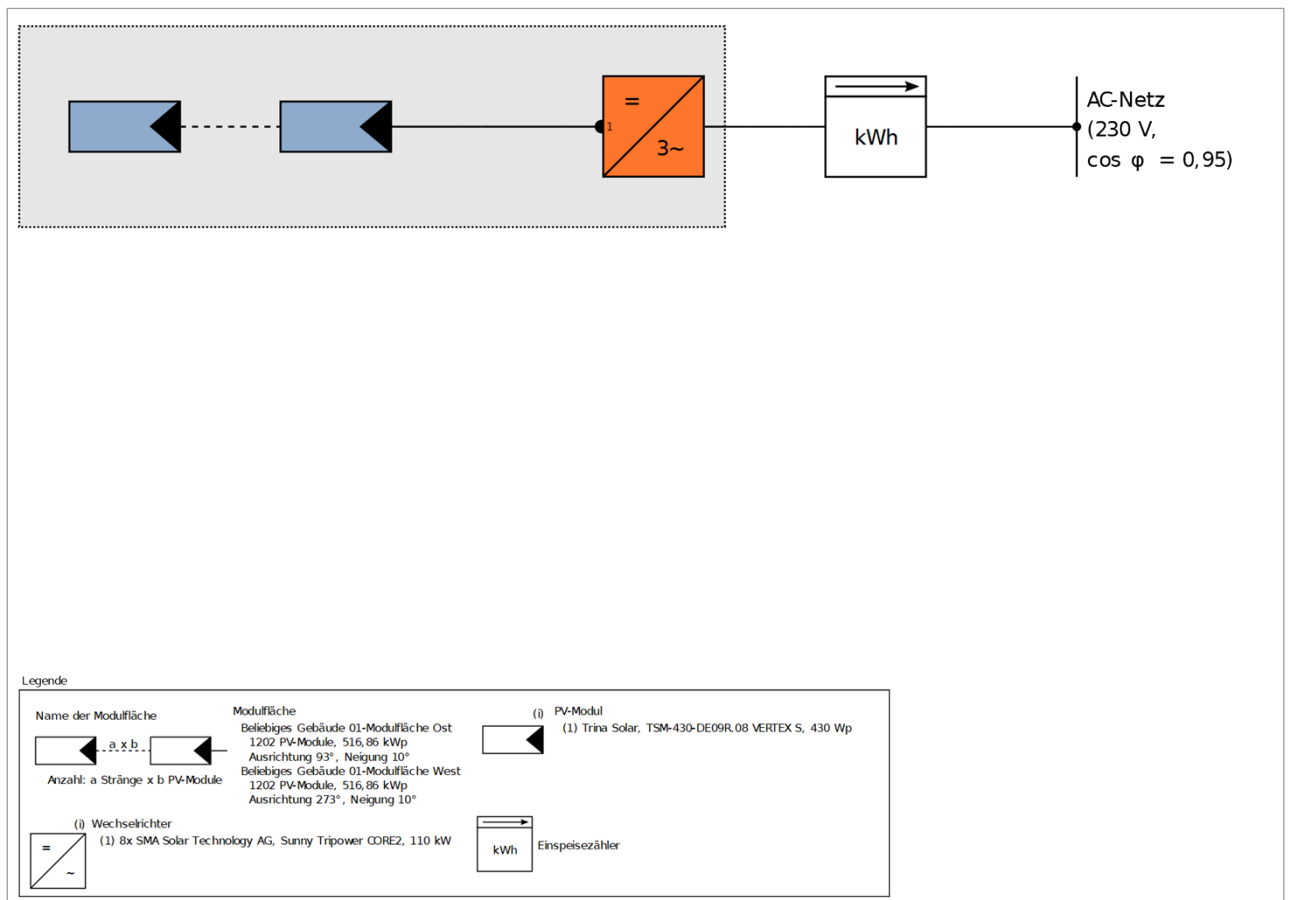


Abbildung: Schaltschema

Ertragsprognose

Ertragsprognose

PV-Generatorleistung	1.033,72 kWp
Spez. Jahresertrag	990,41 kWh/kWp
Anlagennutzungsgrad (PR)	93,08 %
Ertragsminderung durch Abschattung	0,6 %
Netzeinspeisung	1.023.983 kWh/Jahr
Netzeinspeisung im ersten Jahr (inkl. Moduldegradation)	1.020.644 kWh/Jahr
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	174 kWh/Jahr
Vermiedene CO ₂ -Emissionen	481.190 kg/Jahr

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

Aufbau der Anlage

Überblick

Anlagendaten

Anlagenart	3D, Netzgekoppelte PV-Anlage
------------	------------------------------

Klimadaten

Standort	Stuttgart, DEU (1995 - 2012)
Quelle der Werte	DWD TMY3 (Valentin Software)
Auflösung der Daten	1 h
Verwendete Simulationsmodelle:	
- Diffusstrahlung auf die Horizontale	Hofmann
- Einstrahlung auf die geneigte Fläche	Hay & Davies

Modulflächen

1. Modulfläche - Beliebiges Gebäude 01-Modulfläche Ost

PV-Generator, 1. Modulfläche - Beliebiges Gebäude 01-Modulfläche Ost

Name	Beliebiges Gebäude 01-Modulfläche Ost
PV-Module	1202 x TSM-430-DE09R.08 VERTEX S (v1)
Hersteller	Trina Solar
Neigung	10 °
Ausrichtung	Osten 93 °
Einbausituation	Aufgeständert - Dach
PV-Generatorfläche	2.401,7 m²

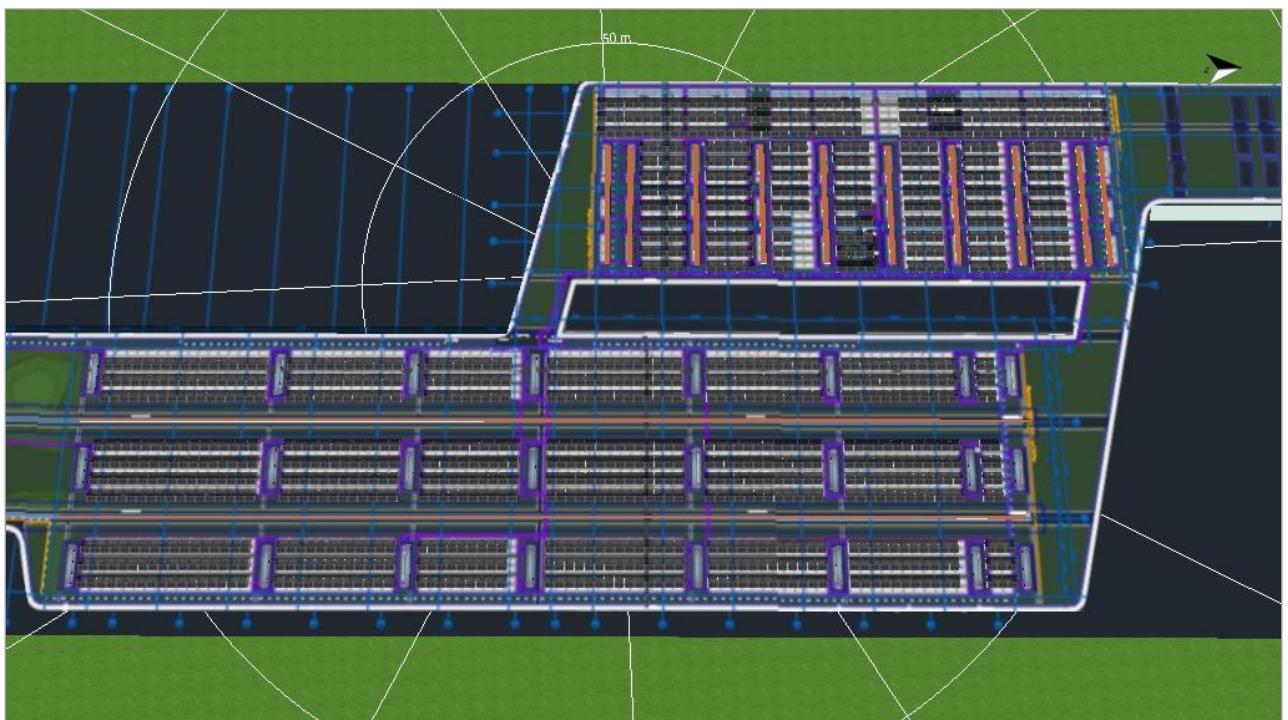


Abbildung: 1. Modulfläche - Beliebiges Gebäude 01-Modulfläche Ost

2. Modulfläche - Beliebiges Gebäude 01-Modulfläche West

PV-Generator, 2. Modulfläche - Beliebiges Gebäude 01-Modulfläche West

Name	Beliebiges Gebäude 01-Modulfläche West
PV-Module	1202 x TSM-430-DE09R.08 VERTEX S (v1)
Hersteller	Trina Solar
Neigung	10 °
Ausrichtung	Westen 273 °
Einbausituation	Aufgeständert - Dach
PV-Generatorfläche	2.401,7 m ²

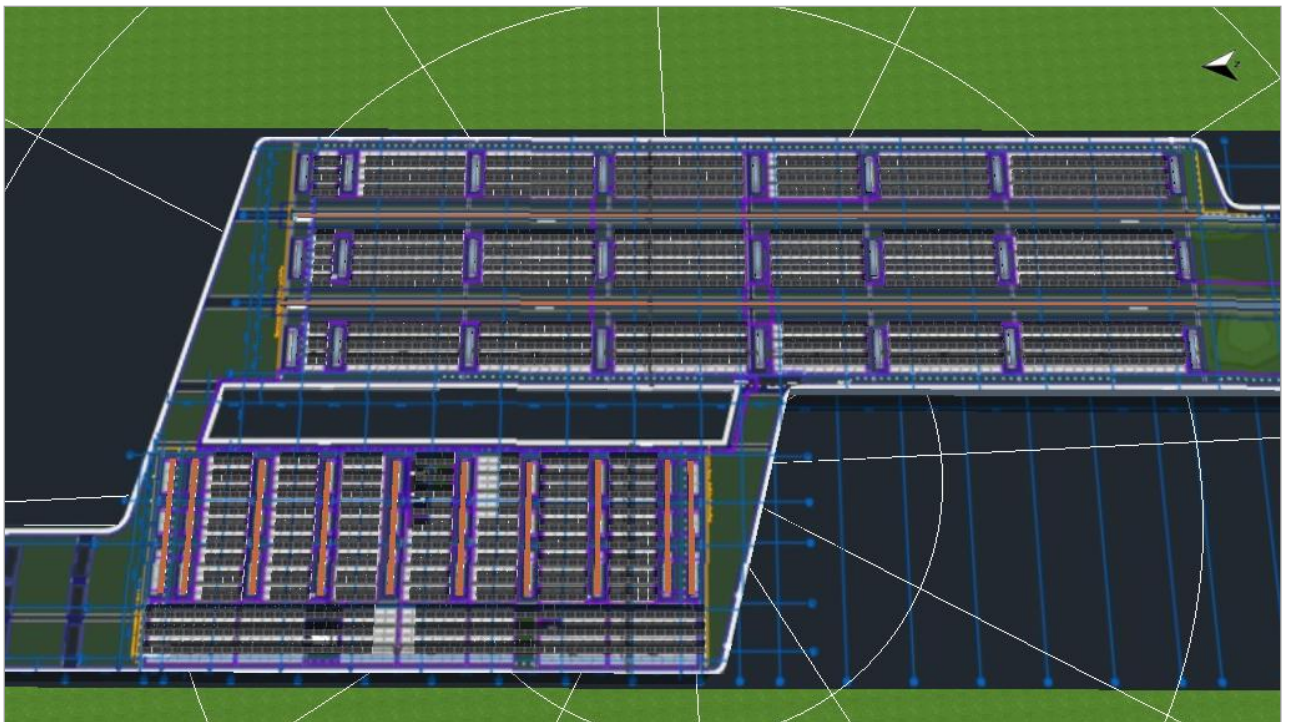


Abbildung: 2. Modulfläche - Beliebiges Gebäude 01-Modulfläche West

Wechselrichterverschaltung

Verschaltung 1

Modulfläche	Beliebiges Gebäude 01-Modulfläche Ost
Wechselrichter 1	
Modell	Sunny Tripower CORE2 (v1)
Hersteller	SMA Solar Technology AG
Anzahl	3
Dimensionierungsfaktor	123,4 %
Verschaltung	MPP 1: 2 x 14
	MPP 2: 2 x 14
	MPP 3: 2 x 14
	MPP 4: 2 x 14
	MPP 5: 2 x 14
	MPP 6: 2 x 14
	MPP 7: 2 x 14
	MPP 8: 2 x 14
	MPP 9: 2 x 14
	MPP 10: 2 x 13
	MPP 11: 2 x 11
	MPP 12: nicht belegt

Wechselrichter 2

Modell	Sunny Tripower CORE2 (v1)
Hersteller	SMA Solar Technology AG
Anzahl	1
Dimensionierungsfaktor	124,3 %
Verschaltung	MPP 1: 2 x 14
	MPP 2: 2 x 14
	MPP 3: 2 x 14
	MPP 4: 2 x 14
	MPP 5: 2 x 14
	MPP 6: 2 x 14
	MPP 7: 2 x 14
	MPP 8: 2 x 14
	MPP 9: 2 x 14
	MPP 10: 2 x 13
	MPP 11: 2 x 12
	MPP 12: nicht belegt

Verschaltung 2

Modulfläche	Beliebiges Gebäude 01-Modulfläche West
-------------	--

Wechselrichter 1

Modell	Sunny Tripower CORE2 (v1)
Hersteller	SMA Solar Technology AG
Anzahl	3
Dimensionierungsfaktor	123,4 %
Verschaltung	MPP 1: 2 x 14
	MPP 2: 2 x 14
	MPP 3: 2 x 14
	MPP 4: 2 x 14
	MPP 5: 2 x 14
	MPP 6: 2 x 14
	MPP 7: 2 x 14
	MPP 8: 2 x 14
	MPP 9: 2 x 14
	MPP 10: 2 x 13
	MPP 11: 2 x 11
	MPP 12: nicht belegt

Wechselrichter 2

Modell	Sunny Tripower CORE2 (v1)
Hersteller	SMA Solar Technology AG
Anzahl	1
Dimensionierungsfaktor	124,3 %
Verschaltung	MPP 1: 2 x 14
	MPP 2: 2 x 14
	MPP 3: 2 x 14
	MPP 4: 2 x 14
	MPP 5: 2 x 14
	MPP 6: 2 x 14
	MPP 7: 2 x 14
	MPP 8: 2 x 14
	MPP 9: 2 x 14
	MPP 10: 2 x 13
	MPP 11: 2 x 12
	MPP 12: nicht belegt

AC-Netz**AC-Netz**

Anzahl Phasen	3
Netzspannung zwischen Phase und Nullleiter	230 V
Verschiebungsfaktor (cos phi)	+/- 0,95

Simulationsergebnisse

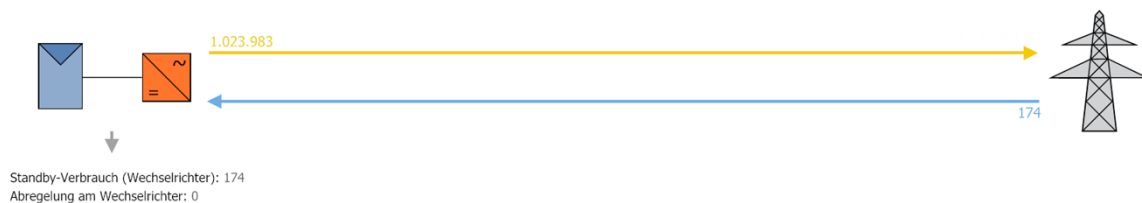
Ergebnisse Gesamtanlage

PV-Anlage

PV-Generatorleistung	1.033,72 kWp
Spez. Jahresertrag	990,41 kWh/kWp
Anlagennutzungsgrad (PR)	93,08 %
Ertragsminderung durch Abschattung	0,6 %
Netzeinspeisung	1.023.983 kWh/Jahr
Netzeinspeisung im ersten Jahr (inkl. Moduldegradation)	1.020.644 kWh/Jahr
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	174 kWh/Jahr
Vermiedene CO ₂ -Emissionen	481.190 kg/Jahr

Energiefluss-Grafik

Projekt: BF4 SSB Weilimdorf V3



Alle Werte in kWh
Kleine Abweichungen in den Summen können durch Rundung entstehen
created with PV*SOL

Abbildung: Energiefluss