

Nachweis des energiesparenden Wärmeschutzes Stand: Entwurfs- / Genehmigungsplanung

gemäß des ab 01. November 2020 gültigen Gebäudeenergiegesetzes (GEG 2020),
geändert durch das „Gesetz zur Änderung des Gebäudeenergiegesetzes...“ vom
18. Oktober 2023

Berechnung für Wohn- / Nichtwohngebäude nach DIN V 18599:2018-09

Bauvorhaben:	Feuerwehrgerätehaus Lüttewitz Lüttewitz 9d 04720 Döbeln
Auftragsinhalt:	Erstellung eines Wärmeschutznachweises
Auftraggeber:	Große Kreisstadt Döbeln Obermarkt 1 04720 Döbeln
Bearbeiter:	Fachplaner Thermische Bauphysik Andreas Kirbach
Datum:	08.02.2024

Inhaltsverzeichnis

1	Hintergrund	3
2	Berechnungsgrundlagen.....	3
2.1	Planungsunterlagen	3
2.2	Gesetzliche und normative Grundlagen	3
2.3	Verwendete Software.....	3
3	Gebäudeenergiegesetz (GEG)	4
3.1	Nachweismethodik.....	4
3.2	Ausgangsparameter Wärmeschutzbilanzierung.....	5
3.3	Planer-Vorgaben.....	7
3.4	GEG - Nachweis Erneuerbare Energien	13
4	DIN 4108-2 Winterlicher / Sommerlicher Wärmeschutz	14
4.1	Winterlicher Wärmeschutz	14
4.2	Sommerlicher Wärmeschutz	15
5	Prüfung und Optimierung von Wärmepumpen	17
6	Energetische Inspektion von Klimaanlage	17

1 Hintergrund

Das geplante Gebäude fällt in den Geltungsbereich des Gebäudeenergiegesetzes (kurz GEG). Ziel ist es die gesetzlichen Anforderungen des GEG einzuhalten.

Es handelt sich hierbei um ein öffentliches Gebäude nach dem GEG.

2 Berechnungsgrundlagen

2.1 Planungsunterlagen

- Genehmigungsplanung Grundrisse + Schnitte, Stand 06.02.2024, Ingenieurbüro Klemm & Hensen GmbH
- Entwurfsplanung Grundrisse HLS, Stand 06.02.2024, INP Ingenieure GmbH

2.2 Gesetzliche und normative Grundlagen

- Gebäudeenergiegesetzes (GEG) – Gesetz zur Vereinheitlichung des Energieeinsparrechts für Gebäude und zur Änderung weiterer Gesetze in der Fassung vom 16.10.2023
- DIN-Reihe 4108: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, in ihren Teilen und der jeweils aktuellen Fassung
- DIN-Reihe V 18599: Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung. In ihren Teilen und der jeweils aktuellen gültigen Fassung
- DIN EN 12207: Fenster und Türen, Luftdurchlässigkeit. In der aktuellen Fassung
- Sowie weitere Normen, auf welche in den obigen Teilen verwiesen wird.

2.3 Verwendete Software

Solar-Computer in der aktuellen Version (Versionsnummer ist in der Berechnung aufgeführt)

3 Gebäudeenergiegesetz (GEG)

3.1 Nachweismethodik

Nachweis GEG (Neubau Nichtwohngebäude)

Der rechnerische Nachweis wird nach GEG § 18, 19 (Neubau Nichtwohngebäude) geführt. Dabei sind mindestens die Anforderungen nach Anlage 2 und Anlage 3 einzuhalten. Der Anteil erneuerbare Energien muss GEG § 71 ff. entsprechen.

Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) definiert Anforderungen an zu sanierende und neu zu errichtende Gebäude. Dazu werden Höchstwerte an den Jahres-Primärenergiebedarf (Effizienzkriterien der eingesetzten Anlagentechnik, Q_p) sowie an die Wärmeverluste über die Gebäudehülle (Transmissionswärmeverlust, H_T) definiert. Die Art der Wärme- bzw. Kälteversorgung wird in dem GEG nicht geregelt.

Hierzu wird ein virtuelles Referenzgebäude, das mit dem zu planenden Gebäude identisch ist (gleiche Geometrie, Ausrichtung und Nutzfläche), jedoch unter Annahme der in dem GEG vorgegebenen Außenbauteile und Anlagentechnik, generiert. Das geplante Gebäude darf die Anforderungswerte des Referenzgebäudes nicht überschreiten.

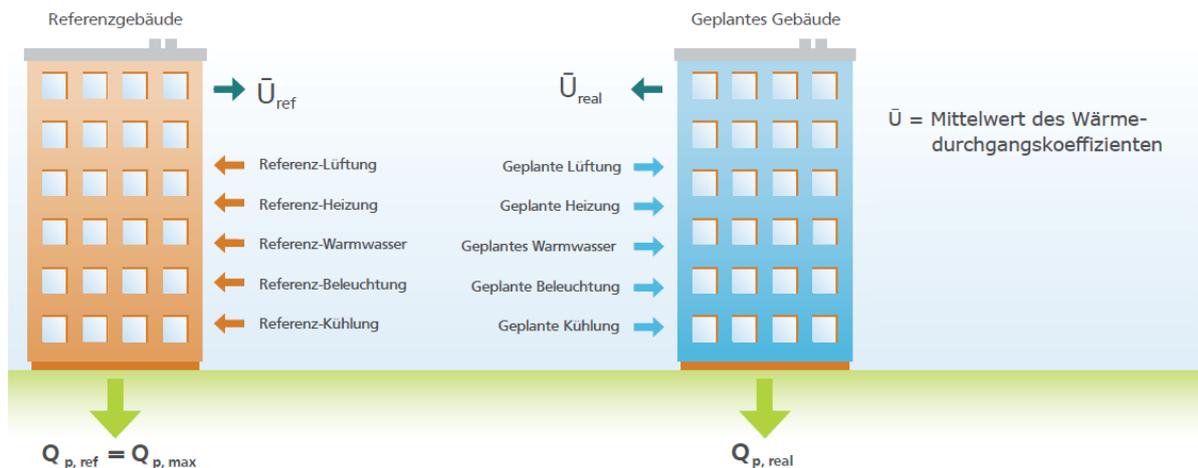


Abb. 1: Ermittlung des maximalen Primärenergiebedarfs $Q_{p,max}$ mit Referenzgebäude-Berechnungsverfahren nach DIN V 18599

Es sollte beachtet werden, dass im GEG mit einem allgemeinen Referenzklima und mit Standardnutzungsprofilen gerechnet wird. Wir weisen darauf hin, dass die Ergebnisse der Berechnung nicht den real zu erwartenden Energieverbrauch für das Gebäude darstellen können. Sie bilden den nach den gesetzlichen Anforderungen durchgeführten Nachweis unter Standardrandbedingungen ab.

Die Berechnungen auf Grundlage der DIN V 18599 basieren teilweise auf Annahmen bzw. Näherungen. Die getroffenen Annahmen müssen im Rahmen der weiteren Planung weiter abgestimmt werden. Die Ergebnisse und Angaben in diesem Bericht sind derzeit noch als bauphysikalische Zielwerte für die weitere Planung anzusehen.

Der unterzeichnete Energieausweis wird nach Baufertigstellung ausgestellt. Etwaige Änderungen während des Bauprozesses werden in den Energieausweis mit aufgenommen! Änderungen sind mit WPW mitzuteilen.

Zur Ausstellung des unterzeichneten Energieausweises sind die energetischen Eigenschaften nach Baufertigstellung wie folgt zu belegen:

- Rechnungen / Lieferscheine / Produktdatenblätter als Nachweis der Dämmmaßnahmen (hierbei muss die Dämmstoffdicke und die Wärmeleitfähigkeit hervorgehen, U-Wert Fenster, g-Wert Fenster, Sonnenschutz; die Rechnung sollte eindeutig dem Bauwerk zuordenbar sein) / aktualisierter und bestätigter Bauteilkatalog durch den planenden Architekten / ggf. LVs.
- Insofern Planungsänderungen vorgenommen wurden, werden aktualisierte Grundrisse / Schnitte benötigt
- Haustechnik-Schematas (Heizung, TWW, Lüftung, Kälte)
- Bescheinigung eines Sachkundigen ((Wärmerückgewinnung RLT-Zentralgerät), des Anlagenherstellers oder des Fachbetriebs, der die Anlage eingebaut hat
- Unternehmererklärung technische Anlagen sowie für Dämmmaßnahmen
- Nachweise: hydraulischer Abgleich / Blower-Door-Test / Wärmebrückenberechnung
- Die Volumenströme raumluftechnischer Anlagen sind abzugleichen und die Dichtheit des Luftleitungssystems ist nachzuweisen.
- Nachweis P/PI-Regler zertifiziert nach DIN EN 15500-1 bzw. nach DIN EN 215
- Ansichtsfoto

3.2 Ausgangsparameter Wärmeschutzbilanzierung

Die Berechnungen, für die energetische Bewertung des Nicht-Wohngebäudes, wurde nach DIN V 18599 unter Annahme folgender Randbedingungen geführt:

- das Gebäude ist ein Nichtwohngebäude – Feuerwehrgerätehaus
- Berechnungsverfahren: Mehr-Zonen-Modell
- Bauweise: leicht (ohne Nachweisführung der Bauschwere)

Nach den Vorgaben des GEG sind Räume mit wesentlich unterschiedlicher Nutzung, technischer Ausstattung, inneren Lasten oder Fensterflächenanteilen je einer gesonderten Zone zuzuordnen. Dies erfolgt im Allgemeinen gemäß den Zonen aus der DIN V 18599-10 mit standardisierten Kennwerten hinsichtlich der Nutzungs- und Betriebszeiten, der Beleuchtung, des Raumklimas und der Wärmequellen je Zone. Die Zonierung kann der beigefügten Anlage entnommen werden.

Der Anlage können die zugrunde liegenden Bauteilaufbauten (Bauteilkatalog) mit den entsprechend angesetzten Dämmstärken entnommen werden. Vereinfachungshalber wurden energetisch nicht relevante Dampfsperren und Folien in der Entwurfsplanung nicht aufgenommen. Die Materialauswahl kann vom Architekten frei variiert werden, insofern dadurch keine Verschlechterung des U-Wertes eintritt. Brandschutzrechtliche Aspekte sind zu

beachten, hierbei jedoch nicht berücksichtigt. Bei Innendämmung ist zusätzlich auf die Einhaltung des Feuchteschutzes zu achten (Vermeidung Bauteilfeuchte / Wärmebrücken). Zur besseren Übersicht über die Lage der Bauteile wurde eine Zuordnung dem Anhang beigefügt.

Im Rahmen der Nachweisführung werden Rollladenkästen bzw. Raffstoreanlagen (ebenso wie Balkone oder Attika) nicht als gesondertes Bauteil erfasst. Diese sind über den Wärmebrückenfaktor berücksichtigt. Es müssen die Anforderungen nach DIN 4108-2: 2013-02 beachtet werden.

Das Trinkwarmwasser wird dezentral mittels elektrischer Durchlauferhitzer bereitgestellt. Dies wird in der Bilanzierung mitberücksichtigt.

Als Leuchtmittel wird in allen Räumen LED vorgesehen.

Einige Räume werden mit einer niedrigeren Raumtemperatur geplant. Hierzu zählen u.a. Technikräume, Lager. Da sich diese Räume innerhalb der thermischen Gebäudehülle befinden und indirekt von den Nachbarräumen mit erwärmt werden, ist von einem Temperaturunterschied von $< 4\text{K}$ auszugehen. Aufgrund dessen bzw. aufgrund der internen Wärmelasten bei den Technikräumen, werden diese Räume als beheizte Räume innerhalb der wärmeübertragenden Umfassungsfläche angesetzt.

Mechanische Lüftungsanlagen werden entsprechend der Planung berücksichtigt. Es ist eine mechanische Zu-/Abluftanlage mit WRG und Heizregister (über Wärmepumpe) vorgesehen.

Kälteanlagen die ausschließlich dazu dienen Prozesswärme (z.B. Server, Kühlzelle Küche) abzuführen, werden generell nicht im GEG erfasst - das Gebäude selbst hat nahezu keinen Einfluss auf den Kälteenergiebedarf, somit ist das GEG nicht auf die zugehörige Anlagentechnik anzuwenden (DiBt Auslegungsstaffel 20).

Die Bilanzgrenze der wärmeübertragenden Umfassungsfläche umfasst nicht das Gesamtgebäude. Die Fahrzeughalle wird lediglich frostfrei (7°C) gehalten und fällt somit nicht in den Geltungsbereich des GEG. Es wird ausschließlich der Sozialbereich bilanziert (Achse 2-10).

Für die Fahrzeughalle werden daher lediglich Empfehlungen für die U-Werte definiert.

3.3 Planer-Vorgaben

Änderungen sind mit WPW abzustimmen, damit die gesetzlichen Anforderungswerte weiterhin erzielt werden. Folgende Anforderungen¹ sind mindestens einzuhalten:
(WLG = Wärmeleitgruppe als Bemessungswert)

Vorgaben Architektur

	Mindestanforderungen für GEG
Außenwand Sozialbereich	<ul style="list-style-type: none"> • $U \leq 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ [WDVS: $\geq 140 \text{ mm}$, WLG 035 oder monolithisch 365 mm WLG 009]
Wand zw. Sozialb. / FZH	<ul style="list-style-type: none"> • $U \leq 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ [z.B. T11 300 mm]
Außenwand Fahrzeughalle	<ul style="list-style-type: none"> • $U \leq 0,50 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ [$\geq 60 \text{ mm}$, WLG 035 oder 300 mm T16] (Empfehlung)
Befestigung Dämmung, Vorhangfassade	<ul style="list-style-type: none"> • vorzugsweise wärmebrückenfreie Dübel bzw. max. Aufschlag von $0,01 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ für die Befestigung der Dämmung mittels Dübel (im U-Wert enthalten); Empfehlung wärmebrückenfreie Dübel: Chi-Wert $0,000 \text{ W/K}$ • Sollte eine vorgehängte Fassade vorgesehen werden, so erhöhen sich die Anforderungswerte und es ist eine wärmebrückenarme Befestigung vorzusehen (z.B: Hilti MFT-FOX VT oder Element aus Edelstahl)
Dach Sozialbereich	<ul style="list-style-type: none"> • $U \leq 0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ [Flachdach: als Warmdach im Mittel $\geq 200 \text{ mm}$, WLG 035 (Grund- + Gefälledämmung)] Mindestdämmstärke im Randbereich sollte $\geq 100 \text{ mm}$ betragen.
Dach Fahrzeughalle	<ul style="list-style-type: none"> • $U \leq 0,32 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ (Empfehlung) [Flachdach: als Warmdach im Mittel $\geq 100 \text{ mm}$, WLG 035 (Grund- + Gefälledämmung)]
Bodenplatte Sozialbereich	<ul style="list-style-type: none"> • $U \leq 0,36 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ [$\geq 100 \text{ mm}$, WLG 040 als Trittschall- / Wärmedämmung oberhalb der Bodenplatte]
Bodenplatte Fahrzeughalle	<ul style="list-style-type: none"> • $U \leq 0,59 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ [$\geq 60 \text{ mm}$, WLG 044] (Empfehlung) -> erforderliche Perimeterdämmung beachten -> sollte aufgrund der Fußbodenheizung höhere Anforderungswerte gelten, so sind diese umzusetzen.

¹ Grundlage der Wärmeleitfähigkeit ist der Bemessungswert (λ_R). Ist der Nennwert (λ_D , λ_{Grenz}) angegeben, so ist ein Aufschlag von 5%, 20% bzw. 30% erforderlich (siehe DIN 4108-4). Bei Dächern und Terrassen ist die angesetzte Dämmstärke als Mittelwert zu erzielen (Gefälledämmung bewirkt verschiedene Dämmstoffstärken)

Perimeterdämmung Sozialbereich Perimeterdämmung Fahrzeughalle	<ul style="list-style-type: none"> • Ausführung nach DIN 4108 Beiblatt 2 • Perimeterdämmung bis zur UK-Bodenplatte / Streifenfundament heranzuführen, jedoch mindestens 0,50 m als vertikale Perimeterdämmung vorzusehen. • Perimeterdämmung Sozialbereich ≥ 80 mm WLG 040 • Perimeterdämmung Fahrzeughalle ≥ 60 mm WLG 040
Fenster ²	<ul style="list-style-type: none"> • $U_w \leq 1,20$ W/(m²K), Sonnenschutzverglasung wo erforderlich verwenden • Zur Wärmebrückenreduzierung ist der Fensterrahmen zu überdämmen. Evtl. vorhandene Rollladenkasten sind in gedämmter Ausführung zu realisieren.
Eingangstüren / auch Tür von Sozialbereich zu Fahrzeughalle	<ul style="list-style-type: none"> • $U_D \leq 1,30$ W/(m²K)
Fahrzeughalle: Sektionaltore bzw. Rolltore	<ul style="list-style-type: none"> • Mit Sektionaltoren können wesentlich bessere U-Werte erzielt werden als mit Rolltoren. • $U_D \leq 2,00$ W/(m²K) (Empfehlung) • Rolltor $U_D \sim 3,90 - 4,10$ W/(m²K) (auch möglich)
Blower-Door-Test	<ul style="list-style-type: none"> • Es ist eine Luftdichtigkeitsmessung vorzusehen (nur für Sozialbereich erforderlich). Näheres siehe nachfolgende Vorgaben.
Wärmebrücken	<ul style="list-style-type: none"> • Wärmebrückenzuschlag $0,10$ W/(m²K) • Ausführung der Bauteilanschlüsse ohne Nachweis nach DIN 4108, Beiblatt 2
Sommerlicher Wärmeschutz	<ul style="list-style-type: none"> • Die Angaben zum sommerlichen Wärmeschutz nach Kap. 4.2 sind zu beachten

² Die Verfahren zur Bestimmung von U_w für Fenster sind in der Produktnorm DIN EN 14351-1 festgelegt. Danach ist U_w nach DIN EN ISO 10077-1 zu ermitteln oder nach DIN EN ISO 12567 zu messen. Für die Verwendung von U_w -Werten bestehen folgende Möglichkeiten: Es kann ein nach DIN EN ISO 10077-1 ermittelter U_w -Wert angesetzt werden. Für die zugrunde zu legende Fenstergröße bestehen folgende Möglichkeiten: Für die Fenster eines Gebäudes mit gleicher Bauart darf U_w anhand der Standardgröße gemäß DIN EN 14351-1 (1,23 m x 1,48 m bzw. für Größen > 2,3 m² 1,48 m x 2,18 m) ermittelt werden. Oder Der U_w -Wert wird anhand der tatsächlichen Fenstergröße für jedes Fenster ermittelt. Alternativ zum Ansatz der Einzelwerte darf der daraus flächengewichtete Mittelwert für U_w verwendet werden. Aus der dokumentierten Ermittlung müssen die zugrunde gelegte Fenstergröße und die bei der Ermittlung angesetzten Eingangsgrößen (z. B. U_f , U_g) eindeutig hervorgehen.

Vorgaben Haustechnik

	Mindestanforderungen für GEG
Auszug Anforderungen nach GEG § 58 ff.	<ul style="list-style-type: none"> • Außentemperaturgeführte Heizung • Raumweise Temperaturregelung • Dämmung von Rohrleitungen • Geregelte Pumpenleistung • Mechanische Lüftung mit WRG nach DIN EN 13053 und Effizienzanforderungen an den Ventilator • Effizienz von technischen Anlagen und deren Regelung • Die Wärmeverteilung ist hydraulisch abzugleichen (Heizkreis und Gruppenabgleich)
Wärmeerzeugung	<ul style="list-style-type: none"> • Wärmepumpe <ul style="list-style-type: none"> • Luft-Wasser-Wärmepumpe für Heizung + Heizregister RLT-Anlage • Diese ist mit einem Wärmemengen- und Stromzähler zu versehen (Empfehlung). • Jahresarbeitszahl Luft-Wasser-WP $\geq 3,5$ (z.B.: COP -7 / 35 > 2,8; COP 2 / 35 > 3,5; COP 7/35 > 4,0) • Zweistufig bzw. geregelte Wärmepumpe • Es sollte geprüft werden, ob zukunftssichere natürliche Kältemittel gemäß AMEV Kälte 2017 bei Wärmepumpen / Kältemaschinen zum Einsatz kommen sollen. • Es ist ein Pufferspeicher vorgesehen. • Ergänzende Empfehlungen <ul style="list-style-type: none"> • Verfügbarkeit von Schnittstellen, über die sie automatisiert netzdienlich aktiviert und betrieben werden können
Wärmeübergabe	<ul style="list-style-type: none"> • Temperaturniveau Vor- / Rücklauf max. 45°C / 38°C (kann in Rücksprache mit WPW variiert werden) • Fußbodenheizung im Nasssystem mit P/PI-Regler (2K), mit Mindestdämmung nach DIN EN 1264, elektromotorischer Stellantrieb • P/PI-Regler zertifiziert nach DIN EN 15500-1 bzw. nach DIN EN 215 • Dämmung des Heizungsnetzes nach GEG • Heizungspumpe nach Bedarf ausgelegt • Hydraulischer Abgleich des Heizungsverteilsystems (Nachweis erforderlich – Formblatt vom vdzev.de)
Trinkwarmwasser	<ul style="list-style-type: none"> • Das TWW wird lt. Planung dezentral über elektr. Durchlauferhitzer erzeugt. • Es muss eine elektronische Steuerung vorgesehen werden (<u>keine</u> hydraulische Steuerung).
RLT-Anlagen	<ul style="list-style-type: none"> • Zu-/Abluftanlagen nach Planung, WRG $\geq 72\%$, • Heizregister – kein elektr. Heizregister, Beheizung über Wärmepumpe • Ventilator-Effizienz SFPV \leq Kategorie 4, sollte die ErP höhere Anforderungen definieren, sind diese umzusetzen. Empfehlung: SFPV \leq Kategorie 3

	<ul style="list-style-type: none"> • Ab 9 m³/m² NGF Zuluftvolumenstrom ist GEG § 67 zu beachten, die mechanische Lüftung darf nicht ganztätig konstant betrieben werden. • Für Lüftungsöffnungen (RLT-Anlagen) innerhalb der Fassade sind zur Reduzierung unerwünschter Luftströmungen Absperrklappe oder sonstige Maßnahmen vorzusehen (für Luftdichtigkeit der Gebäudehülle erforderlich).
Beleuchtung	<ul style="list-style-type: none"> • Es ist eine energieeffiziente Beleuchtung einzusetzen. Lt. Planung kommen LED-Leuchten zum Einsatz. • Beleuchtungsart: Direktbeleuchtung in allen Räumen • Präsenzmelder sind in Umkleiden, Duschen, Lager, Trocknungsraum und Flur vorgesehen. • Es werden keine speziellen Anforderungen an die Beleuchtung definiert.
Photovoltaikanlage	<ul style="list-style-type: none"> • Monokristallin 20 m² wirksame Modulfläche (bei Polykristallin mehr Fläche erforderlich) • 0° Neigung³ • K_{peak} ≥ 0,182 kW/m² • Die tatsächliche kW_{peak} Leistung ist für die Bilanzierung nach GEG nicht relevant. Es müssen die o.g. Anforderungswerte (GEG § 23 Abs. 4) eingehalten werden. • Hinweis <ul style="list-style-type: none"> • Sollte bei der RLT-Anlage SFPV ≤ Kategorie 3 umgesetzt werden, so kann die erforderliche PV-Fläche reduziert werden. • Durch eine Wärmebrückenzuschlagsberechnung kann die erforderliche PV-Fläche ebenso reduziert werden. • Sollte bei der RLT-Anlage ein elektrisches Heizregister vorgesehen werden, so erhöht sich die erforderliche PV-Fläche auf Monokristallin 60-70 m² wirksame Modulfläche
Kälte	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Kälteerzeugung vorgesehen im Sinne des GEG

³ Im Berechnungsprogramm können für die Module folgende Neigungen hinterlegt werden 0°, 30°, 45°, 60°, 90°. In der Praxis kann die Neigung hiervon abweichen, insofern nach Rundungsvorschriften die definierte Neigung eingehalten wird. So kann eine PV-Neigung durchaus im Bereich von 15-37° liegen... und dennoch als 30° gewertet werden.

Allgemeine Anforderungen:

Luftdichtigkeit

Nach GEG §13, 26 sind neu zu errichtende Gebäude (gleiches gilt für grundhaft sanierte Gebäude) so auszuführen, dass die wärmeübertragende Umfassungsfläche einschließlich der Fugen dauerhaft luftundurchlässig abgedichtet ist (vgl. DIN 4108-7). **Um die Gebäudedichtigkeit zu gewährleisten, sollten Fenster und Türen mindestens nachfolgende Fugendurchlässigkeit nach DIN EN 12207-1 (je höher je Luftdichter) aufweisen⁴:**

Randbedingung	Klasse der Fugendurchlässigkeit nach DIN EN 12207-1
Anzahl Vollgeschosse: bis zu 2	2
Anzahl Vollgeschosse: mehr als 2	3
mechanische Raumluftechnik vorhanden	3

Verfügt das Gebäude über eine mechanische Raumluftechnik müssen Fenster nach DIN 4108-7 eine Fugendurchlässigkeit der Klasse 3 aufweisen.

Da das Gebäude über eine mechanische Raumluftechnik verfügt, muss eine Luftdichtigkeitsmessung vorgenommen werden, damit die WRG entsprechende angesetzt werden kann.

Es ist eine Luftdichtigkeitsmessung vorzusehen. Beim Testergebnis ist der n50 und der q50 Wert auszuweisen. Als Messverfahren ist Verfahren 3 nach DIN EN ISO 9972:2018-12 anzusetzen.

(Die Messung ist nach dem Herstellen aller Luftdichtigkeitsebenen [Putz angebracht, Dachfolien luftdicht verschlossen und befestigt, alle Türen und Fenster luftdicht eingebaut, usw.] und vor Baufertigstellung vorzusehen.) Um mögliche Leckagen überhaupt auffinden zu können, wird eine Thermografie in Verbindung mit dem Blower-Door-Test empfohlen.

Folgende Zielwerte sind einzuhalten:

- ohne raumluftechnische Anlagen $n_{50} \leq 3,0$ 1/h
(gesetzliche Mindestanforderung sollte deutlich unterschritten werden, da sonst von einem Baumangel ausgegangen werden könnte)
- mit raumluftechnische Anlagen $n_{50} \leq 1,5$ 1/h
(vereinzelte Abluftanlagen fallen nicht hierunter)
- Anforderungen Passivhaus $n_{50} \leq 0,6$ 1/h

Bei Gebäuden mit > 1.500 m³ Luftvolumen zusätzlich:

- ohne raumluftechnische Anlagen $q_{50} \leq 4,5$ m/h
- mit raumluftechnische Anlagen $q_{50} \leq 2,5$ m/h

Luftdichtheitskonzept

Wände und Dächer müssen luftdicht sein, um eine Durchströmung und Mitführung von Raumlufffeuchte, die zu Tauwasserbildung in der Konstruktion führen kann, zu unterbinden.

⁴ DIN 4108-2

Es sind zur Erfüllung des GEG (sinngemäß auch für sanierte Bauteile) und zur Vermeidung von Feuchteschäden alle Anschlüsse an Fenstern, Türen und das Dach luftdicht herzustellen. Auch Holzbalkenköpfe sind luftdicht anzubinden, Risse im Holz sind fachmännisch zu schließen.

Die Erstellung eines Luftdichtigkeitskonzept durch den Objektplaner in der Ausführungsplanung wird als sinnvoll erachtet. Konstruktive Planungsdetails können der **DIN 4108-7** entnommen werden. Bei offenen Fragen können Sie sich auch an uns wenden.

(Checkliste siehe auch https://www.fliib.de/ldk/FLiB_Luftdichtheitskonzept.pdf)

Klimabedingter Feuchteschutz nach DIN 4108-3

Anforderungswerte zu Folien (diffusionsoffen, -hemmend, -dicht) können im Rahmen der Ausführungsplanung erfragt werden. Sollte es sich um klimatisierte Räume handeln, so kann der Nachweis ausschließlich über eine hygrothermische Bauteilsimulation⁵ erfolgen; gleiches gilt für Außenwände mit kapillaraktiver, diffusionsoffener Innendämmung. Erdberührende

Konstruktive Wärmebrücken sind zu vermeiden

Ein Nachweis der Wärmebrücken nach DIN 4108, Beiblatt 2 bzw. eine detaillierte Wärmebrückenberechnung wurde nicht in Ansatz gebracht. Im Rahmen der Detailplanung können Angaben zu Wärmebrücken erfragt werden. Bauphysikalisch sichere Planungsdetails können auch der DIN 4108 Beiblatt 2 entnommen werden.

Sicherstellung eines Mindestluftwechsels

Gemäß GEG § 13 ist zum Zwecke der Gesundheit und Beheizung ein erforderlicher Mindestluftwechsel sicherzustellen. In der DIN EN 15251:2012-12 werden Klassen der anzustrebenden Raumluftqualität sowie Auslegungsbedingungen u.a. anhand von Personen pro Raum und internen Lasten definiert. Die erforderlichen Luftvolumenströme und Luftwechselraten sind durch die Planung der Haustechnik sicherzustellen. Alternativ ist eine manuelle Fensterlüftung über ausreichend groß dimensionierte Fensterflächen sicher zu stellen. Eine Prüfung des Mindestluftwechsels wird in diesem Rahmen nicht erbracht / nicht Auftragsgegenstand.

⁵ Das Verfahren nach Glaser kann ebenso nicht herangezogen werden bei (1) begrünten Dachkonstruktionen, (1) erdberührten Bauteilen, (1) Austrocknungsverhalten (Abgabe von Rohbaufeuchte oder nach Aufnahme von Niederschlagswasser), (1) nachträglichen Innendämmungen mit $R > 1,0 \text{ m}^2\text{K/W}$ auf einschaligen Außenwänden mit ausgeprägten sorptiven und kapillaren Eigenschaften, (1) Konstruktionen, die an klimatisierte oder deutlich anders beaufschlagte Räume angrenzen (z.B. Schwimmbäder)

3.4 GEG - Nachweis Erneuerbare Energien

Eine Heizungsanlage darf zum Zweck der Inbetriebnahme in einem Gebäude nur eingebaut oder aufgestellt werden, wenn sie mindestens 65 Prozent der mit der Anlage bereitgestellten Wärme mit erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme aufweist. Folgende Möglichkeiten stehen zur Verfügung:

1. Hausübergabestation zum Anschluss an ein Wärmenetz nach Maßgabe des § 71b,
2. elektrisch angetriebene Wärmepumpe nach Maßgabe des § 71c,
3. Stromdirektheizung nach Maßgabe des § 71d,
4. solarthermische Anlage nach Maßgabe des § 71e,
5. Heizungsanlage zur Nutzung von Biomasse oder grünem oder blauem Wasserstoff einschließlich daraus hergestellter Derivate nach Maßgabe der §§ 71f und 71g,
6. Wärmepumpen-Hybridheizung bestehend aus einer elektrisch angetriebenen Wärmepumpe in Kombination mit einer Gas-, Biomasse- oder Flüssigbrennstofffeuerung nach Maßgabe des § 71h Absatz 1 oder
7. Solarthermie-Hybridheizung bestehend aus einer solarthermischen Anlage nach Maßgabe der §§ 71e und 71h Absatz 2 in Kombination mit einer Gas-, Biomasse- oder Flüssigbrennstofffeuerung nach Maßgabe des § 71h Absatz 4.
8. Raumluftechnik mit Wärmerückgewinnung § 71 Abs. 6
9. handbeschickten Einzelraumfeuerungsanlage § 71 Abs. 6

Der Eigentümer kann frei entscheiden, in welcher Form erneuerbare Energien eingesetzt werden. Erneuerbare Energien und Ersatzmaßnahmen können zur Erfüllung der Pflicht untereinander und miteinander kombiniert werden.

Fazit:

Der Mindestanteil erneuerbarer Energien nach GEG wird erfüllt.
Der Nachweis ist der Anlage zu entnehmen.

4 DIN 4108-2 Winterlicher / Sommerlicher Wärmeschutz

4.1 Winterlicher Wärmeschutz

Die DIN 4108-2: 2013-02 definiert für Bauteile Mindestanforderungen an die Dämmung zu Außenluft bzw. zu Nachbarräumen. Diese dürfen nicht unterschritten werden. Die Mindestdämmung soll den baulichen Feuchteschutz gewährleisten, damit es in Folge von Feuchte (bzw. Schimmel) nicht zu Schäden an Konstruktionen kommt. Insofern das GEG schärfere Anforderungswerte definiert, ist nach GEG zu dämmen (in Kap. 3.3 berücksichtigt).

Der Mindestwärmeschutz muss an jeder Stelle vorhanden sein. Hierzu gehören u. a. auch Nischen unter Fenstern, Brüstungen von Fensterbauteilen, Fensterstürze, Heizkörpernischen und Rohrkanälen, Leitungen in der Außenwanddämmebene.

Spalte	1	2	3	
Zeile	Bauteile	Beschreibung	Wärmedurchlasswiderstand des Bauteils ^d R in m ² · K/W	
1	Wände beheizter Räume	gegen Außenluft, Erdreich, Tiefgaragen, nicht beheizte Räume (auch nicht beheizte Dachräume oder nicht beheizte Kellerräume außerhalb der wärmeübertragenden Umfassungsfläche)	1,2 ^c	Entspricht ca. 50 mm, WLГ 040
2	Dachschrägen beheizter Räume	gegen Außenluft	1,2	
3	Decken beheizter Räume nach oben und Flachdächer			
3.1		gegen Außenluft	1,2	
3.2		zu belüfteten Räumen zwischen Dachschrägen und Abseitenwänden bei ausgebauten Dachräumen	0,90	
3.3		zu nicht beheizten Räumen, zu bekriechbaren oder noch niedrigeren Räumen	0,90	
3.4		zu Räumen zwischen gedämmten Dachschrägen und Abseitenwänden bei ausgebauten Dachräumen	0,35	
4	Decken beheizter Räume nach unten			
4.1 ^a		gegen Außenluft, gegen Tiefgarage, gegen Garagen (auch beheizte), Durchfahrten (auch verschließbare) und belüftete Kriechkeller	1,75	
4.2		gegen nicht beheizten Kellerraum	0,90	
4.3		unterer Abschluss (z. B. Sohlplatte) von Aufenthaltsräumen unmittelbar an das Erdreich grenzend bis zu einer Raumtiefe von 5 m		
4.4		über einem nicht belüfteten Hohlraum, z. B. Kriechkeller, an das Erdreich grenzend		
5	Bauteile an Treppenräumen			
5.1		Wände zwischen beheiztem Raum und direkt beheiztem Treppenraum, Wände zwischen beheiztem Raum und indirekt beheiztem Treppenraum, sofern die anderen Bauteile des Treppenraums die Anforderungen der Tabelle 3 erfüllen	0,07	
5.2		Wände zwischen beheiztem Raum und indirekt beheiztem Treppenraum, wenn nicht alle anderen Bauteile des Treppenraums die Anforderungen der Tabelle 3 erfüllen.	0,25	
5.3		oberer und unterer Abschluss eines beheizten oder indirekt beheizten Treppenraumes	wie Bauteile beheizter Räume	
6	Bauteile zwischen beheizten Räumen			
6.1		Wohnungs- und Gebäudetrennwände zwischen beheizten Räumen	0,07	
6.2		Wohnungstrenndecken, Decken zwischen Räumen unterschiedlicher Nutzung	0,35	
a	Vermeidung von Fußkälte.			
b	bei erdberührten Bauteilen: konstruktiver Wärmedurchlasswiderstand			
c	bei niedrig beheizten Räumen 0,55 m ² · K/W			

Tab. 1: Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände von Bauteilen

Zusätzlich bestehen in der DIN 4108-2 Anforderungen an inhomogene, nichttransparente Bauteile, wie sie beispielsweise bei Skelett-, Rahmen- oder Holzständerbauweisen, aber auch bei Fassaden als Pfosten-Riegel-Konstruktion vorkommen. Diese müssen folgendermaßen ausgestaltet werden:

Bauteile	Wärmedurchlasswiderstand R [(m²K)/W]
Im Bereich des Gefachs	≥ 1,75
Zusätzlich gilt für das gesamte Bauteil	≥ 1,0

Tab. 2: Mindestwerte an inhomogene nichttransparente Bauteile

Auch bei Rollladenkästen gilt für das gesamte Bauteil im Mittel $R_m \geq 1,0 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$. Im Bereich des Deckels muss darüber hinaus ein Wärmedurchlasswiderstand von mindestens $R = 0,55 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ vorhanden sein.

4.2 Sommerlicher Wärmeschutz

Der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes ist für kritische Aufenthaltsräume zu führen. Kritische Räume sind Räume bei denen eine Überhitzung im Sommer aufgrund ihrer Ausrichtung, Fensterfläche und Raumvolumen vermutet werden kann. Darüber hinaus werden auch Empfehlungen für Nicht-Aufenthaltsräume getätigt.

Normativ soll damit das Ziel verfolgt werden, dass Nutzer nicht im Nachhinein eine aktive Kühlung einbauen. Folgende Möglichkeiten stehen primär zur Verfügung:

- Minderung des Wärmeeinfalls durch die Fenster (g-Wert verringern, kleinere Fenster)
- Einbau eines beweglichen Sonnenschutzes (außen-, innenliegend)
- Vorsehen einer Nachlüftung zur Auskühlung der Räume während der Nacht

Der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes wurde auf Grundlage des vereinfachten Verfahrens⁶ nach DIN 4108-2: 2013-02 geführt. Der Einzelraumnachweis wird als Anlage beigefügt, dabei gilt

$$g_{\text{tot}} = g * F_C$$

g_{tot}	Gesamtenergiedurchlassgrad des Glases einschließlich Sonnenschutz
g	Gesamtenergiedurchlassgrad des Glases für senkrechten Strahlungseinfall nach DIN EN 410
F_C	Abminderungsfaktor für Sonnenschutzvorrichtungen

Eine Nachlüftung wurde nicht in Ansatz gebracht.

Zur Erfüllung des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2: 2013-02 sind die in den nachfolgenden Grundrissen definierten Anforderungen umzusetzen.

(Die Anforderungswerte dürfen davon abweichen, insofern der g_{tot} -Wert weiterhin unterschritten wird.)

⁶ Nicht geführt werden kann der Nachweis mit dem vereinfachten Verfahren, wenn die für den Nachweis in Frage kommenden Räume oder Raumbereiche in Verbindung mit einer Doppelfassaden oder einem transparenten Wärmedämmsysteme (TWD) stehen. Eine aufwändige Berechnung mittels Thermodynamischer Gebäudesimulation wäre erforderlich.

Alternativ kann der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes auch mittels Thermischer Gebäudesimulation erbracht werden. Hierdurch können die normativen Anforderungswerte ggf. reduziert werden.

Fenster ohne Anforderungen können, wenn gewünscht, ebenso als SSV ausgeführt werden. Statt eines innenliegenden variablen Sonnenschutzes kann auch ein außenliegender variabler Sonnenschutz realisiert werden (andersherum nicht).

Wir weisen darauf hin, dass mit dem Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2: 2013-02 die normativen Anforderungen erfüllt sind. In der Praxis kann es jedoch trotz Einhaltung der DIN zu hohen Raumtemperaturen kommen (z.B. durch falsches Nutzerverhalten - tagsüber Fenster offen - oder aufgrund einer langen Hitzeperiode).

Folgende Mindestanforderungen werden an die Fenster gestellt:

- ■ ■ ■ innenliegender Sonnenschutz $F_c \leq 0,75$ (z.B. Rollo mit Beschichtung oder Jalousie)
- ■ ■ ■ Sonnenschutzverglasung $g \leq 0,29$
- ■ ■ ■ Wärmeschutzverglasung $g \leq 0,55$
- ■ ■ ■ Erforderliche Nachtlüftung (öffnen der Fenster, wenn Außen kühler als Innen)

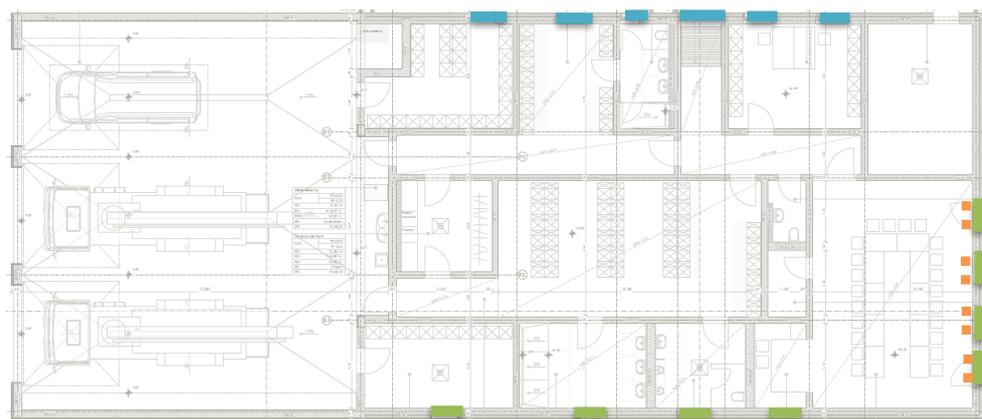


Abb. 2: Grundriss EG

5 Prüfung und Optimierung von Wärmepumpen

Die Wärmeversorgung des Neubaus beinhaltet eine Wärmepumpe. Aufgrund dessen ist im Betrieb nachfolgendes zu beachten:

GEG § 60a Abs. 1

Wärmepumpen, die als Heizungsanlage zum Zweck der Inbetriebnahme in einem Gebäude mit mindestens sechs Wohnungen oder sonstigen selbständigen Nutzungseinheiten oder zur Einspeisung in ein Gebäudenetz, an das mindestens sechs Wohnungen oder sonstige selbständige Nutzungseinheiten angeschlossen sind, nach Ablauf des 31. Dezember 2023 eingebaut oder aufgestellt werden, **müssen nach einer vollständigen Heizperiode, spätestens jedoch zwei Jahre nach Inbetriebnahme, einer Betriebsprüfung unterzogen werden.**

Satz 1 ist nicht für Warmwasser-Wärmepumpen oder Luft-Luft-Wärmepumpen anzuwenden. Die Betriebsprüfung nach Satz 1 muss für Wärmepumpen, die nicht einer Fernkontrolle unterliegen, spätestens alle fünf Jahre wiederholt werden.

GEG § 60a Abs. 5

Das Ergebnis der Prüfung und der etwaige Optimierungsbedarf hinsichtlich der Anforderungen nach Absatz 1 ist schriftlich festzuhalten und dem Verantwortlichen zum Nachweis zu übersenden. Die erforderlichen Optimierungsmaßnahmen sind innerhalb von einem Jahr nach der Betriebsprüfung durchzuführen. Das Ergebnis der Prüfung nach Satz 1 und ein Nachweis über die durchgeführten Arbeiten nach Satz 2 sind auf Verlangen dem Mieter unverzüglich vorzulegen...

6 Energetische Inspektion von Klimaanlage

Auszug GEG § 74:

„Der Betreiber von einer in ein Gebäude eingebauten Klimaanlage mit einer Nennleistung für den Kältebedarf von mehr als 12 Kilowatt oder einer kombinierten Klima- und Lüftungsanlage mit einer Nennleistung für den Kältebedarf von mehr als 12 Kilowatt hat innerhalb der in § 76 genannten Zeiträume energetische Inspektionen dieser Anlage durch eine berechtigte Person im Sinne des § 77 Absatz 1 durchführen zu lassen.“

Die Pflicht besteht nicht, wenn GEG § 74 Abs. 3 / 4 erfüllt wird (Vorhandensein Gebäudeautomation und Gebäuderegulung).

Die Inspektion ist erstmals im zehnten Jahr nach der Inbetriebnahme oder der Erneuerung wesentlicher Bauteile wie Wärmeübertrager, Ventilator oder Kältemaschine durchzuführen.

Im Gebäude sind keine Klimaanlage vorgesehen.

Eine energetische Inspektion nach GEG § 74 ist nicht erforderlich.

Anlagen:

- GEG Bauteilkatalog
- GEG Berechnung