

Gesellschaft Beratender Ingenieure

Düsseldorf
Essen
Siegen
Köln

www.kunkel.de

KUNKEL + Partner Ingenieure GmbH
Tußmannstraße 61
D-40477 Düsseldorf
Tel. +49 211 94. 88-0
Fax +49 211 94. 88-111
info@kunkel.de

Wärmeschutznachweis

nach Energieeinsparverordnung EnEV 2014 für ein
Nichtwohngebäude (Referenzwertverfahren)

Neubau einer 4-gruppigen KiTa Karlstraße 11, 40699 Alt-Erkrath

Bauherr: Stadt Erkrath - Der Bürgermeister
Bahnstraße 16
40699 Erkrath

Architekt: mrr architekten
Martin Ritz-Rahman Dipl.-Ing Architekt BDA
Sedanstraße 1a
40217 Düsseldorf

Datum: 11.02.2021

Projekt-Nr.: 19/1009

Inhaltsverzeichnis

1. Aufgabenstellung	3
2. Grundlagen	3
2.1. Planungsunterlagen	3
2.2. Normen und Richtlinien	6
3. Anforderungen und gesetzliche Vorgaben	8
3.1. Anforderungen gemäß EnEV 2014	8
3.1.1. Anforderungen an den Primärenergiebedarf und die Gebäudehülle	8
3.1.2. Anforderungen an den Mindestwärmeschutz und die Wärmebrücken	9
3.1.3. Anforderungen an die Luftdichtigkeit	11
3.1.4. Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz	11
3.1.5. Anforderungen gemäß EEWärmeG	12
4. Grundlagen der Berechnung	13
4.1. Berechnungsverfahren	13
4.2. Nutzung des Gebäudes und Hinweise zur Zonierung	13
4.3. Thermische Gebäudehülle	13
4.4. Bauteile der thermischen Gebäudehülle	14
4.5. Gebäudedichtheit	15
4.6. Wärmebrücken	15
4.7. Technische Gebäudeausrüstung	15
4.7.1. Heizungsanlage	15
4.7.2. Warmwasseraufbereitung	15
4.7.3. RLT-Anlagentechnik	16
4.7.4. Kälteanlage	16
4.7.5. Photovoltaikanlage / Solaranlage	16
4.7.6. Beleuchtung	16
5. Ergebnisse der Berechnung	17
5.1. Jahres - Primärenergiebedarf	17
5.2. Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten	17
5.3. Sommerlicher Wärmeschutz	17
5.4. EEWärmeG	18
6. Zusammenfassung und Hinweise zur weiteren Planung	19

1. Aufgabenstellung

Das Architekturbüro mrr architekten aus Düsseldorf plant für den Bauherrn, die Stadt Erkrath, den Neubau einer 4-gruppigen KiTa in der Karlstraße in Erkrath. Das Gebäude erstreckt sich auf einer Grundfläche von ca. 32,4 m x 14,35 m und verfügt über ein Erdgeschoss und ein Obergeschoss. Eine Unterkellerung ist nicht vorgesehen.

Den oberen Abschluss der thermischen Hülle bildet das Vollholzflachdach mit einer Gefälledämmung. Eine Perimeterdämmung unterhalb der Bodenplatte bildet den unteren Abschluss der thermischen Hülle. Die Außenwände werden als Vollholzwände mit einer außenliegenden Dämmung und hinterlüfteten Fassade konzipiert.

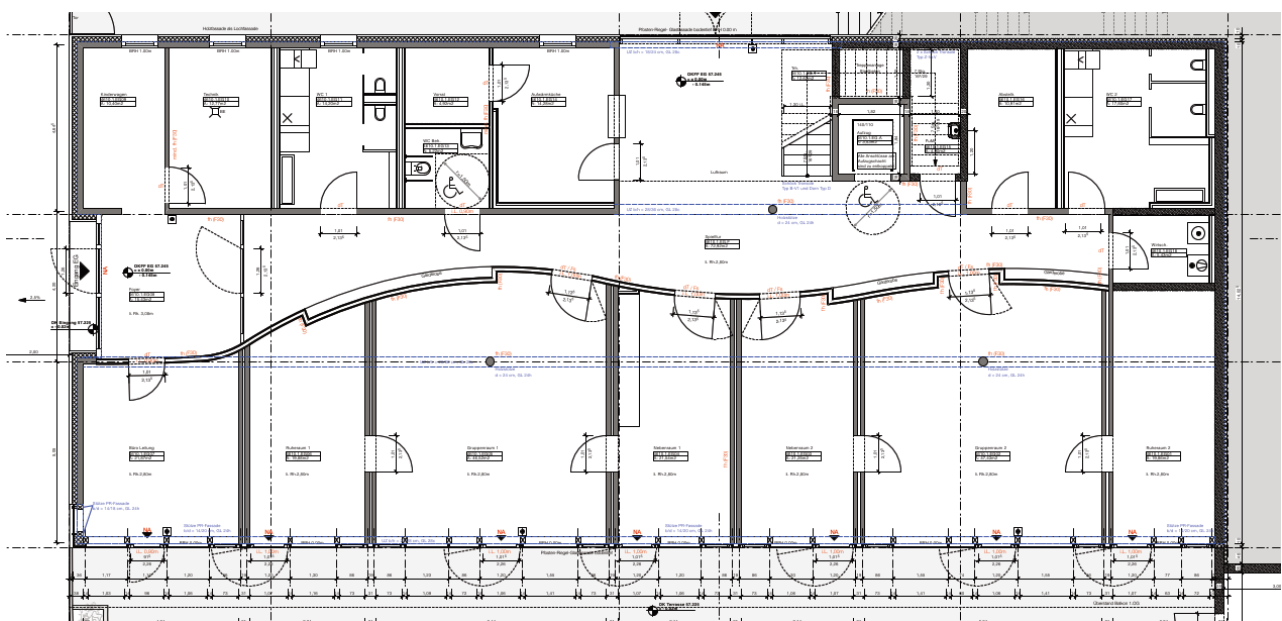
In Zusammenarbeit mit der architektonischen Planung ist für das Bauvorhaben der baurechtliche Nachweis zum Wärmeschutz nach der gültigen Energieeinsparverordnung zu erstellen. Für das Bauvorhaben gilt die „Zweite Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung vom 18. November 2013“, mit den für Neubauvorhaben ab dem 01. Januar 2016 gültigen Anforderungen, genannt „EnEV 2014“ nach dem Zeitpunkt, zu dem sie in Kraft getreten ist.

2. Grundlagen

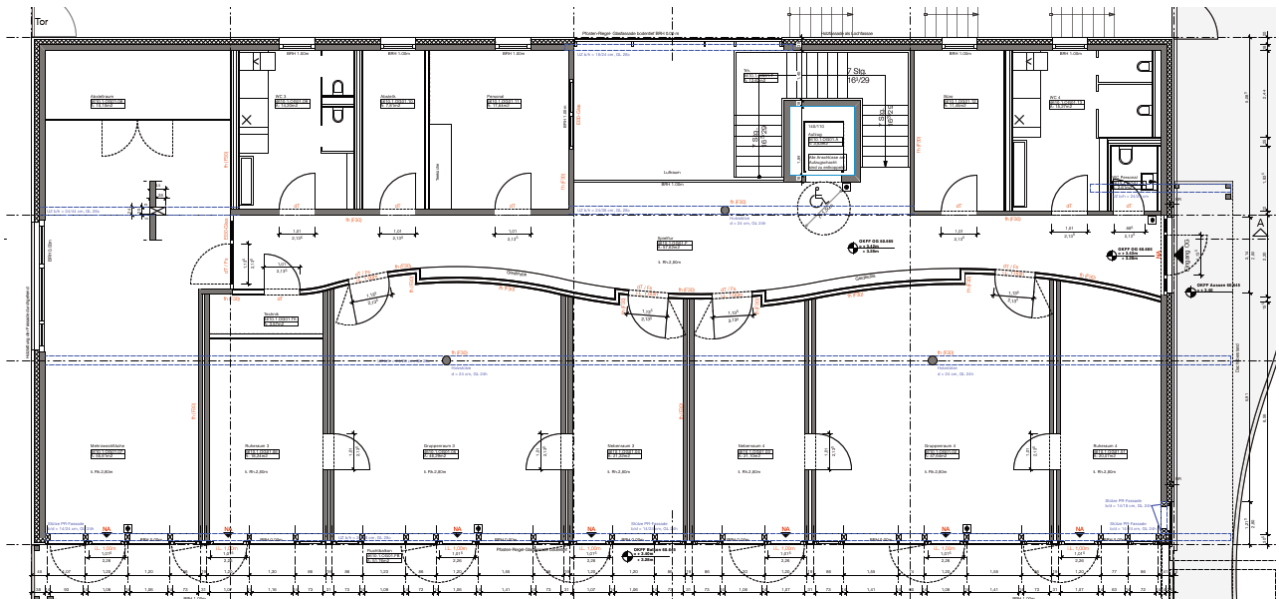
2.1. Planungsunterlagen

Den Berechnungen liegt die Entwurfsplanung mit Grundriss-, Ansicht- und Schnittzeichnungen vom 18.12.2020 des Architekturbüros mrr architekten aus Düsseldorf zugrunde.

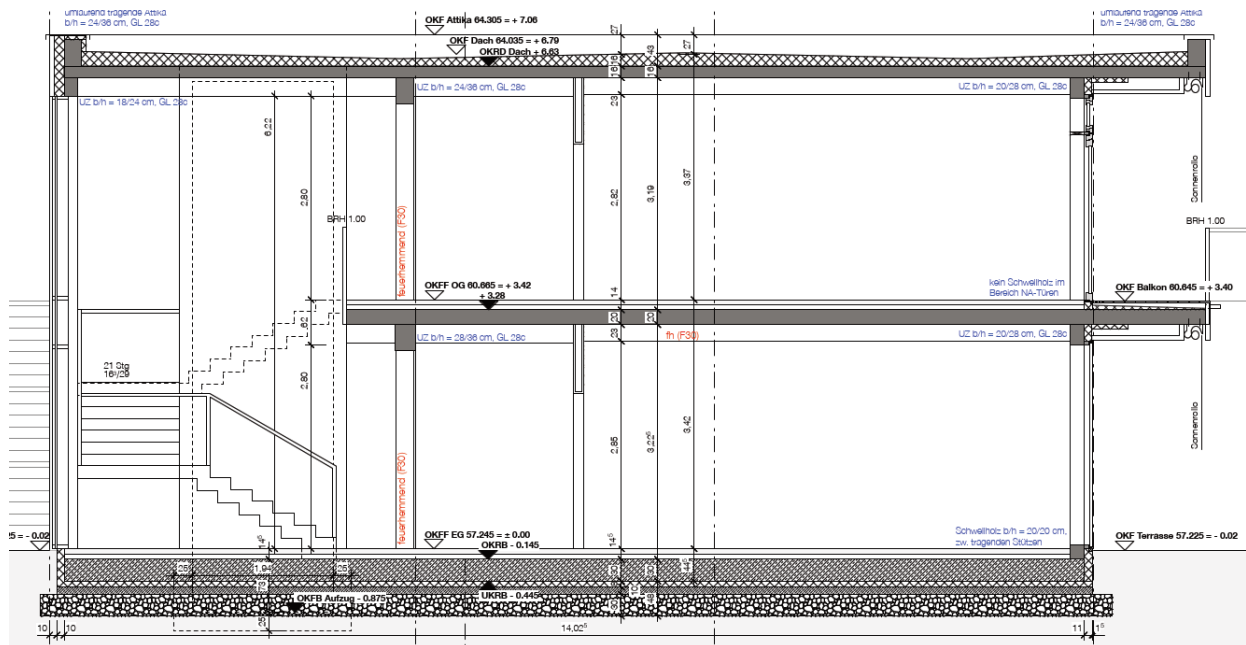
Grundriss Erdgeschoss



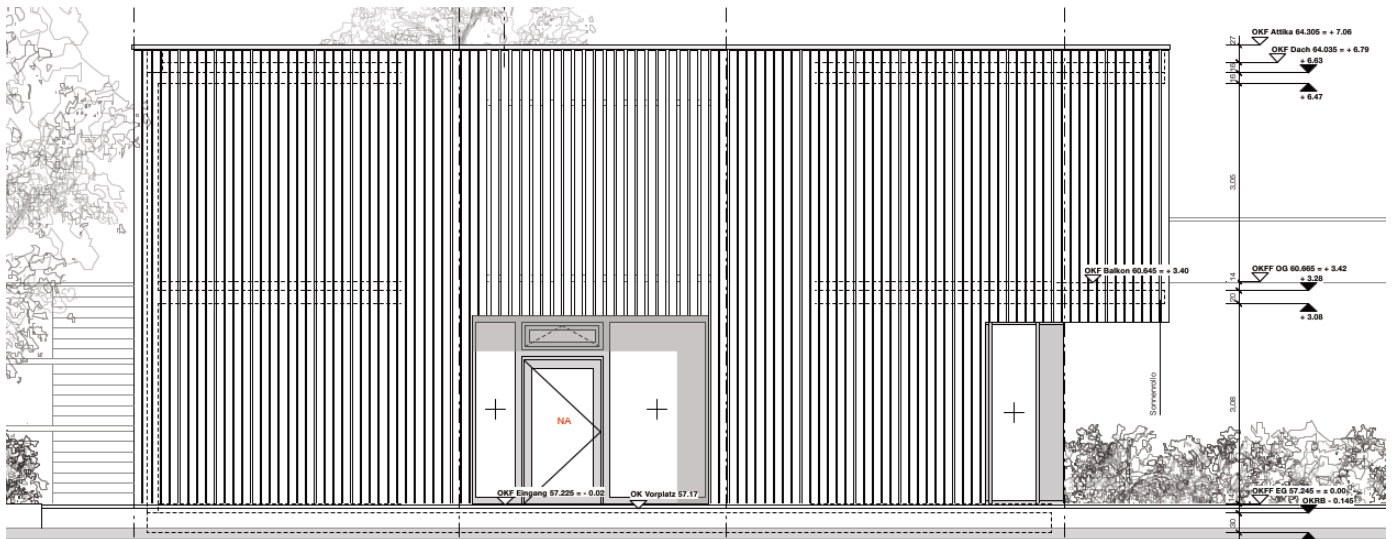
Grundriss Obergeschoss



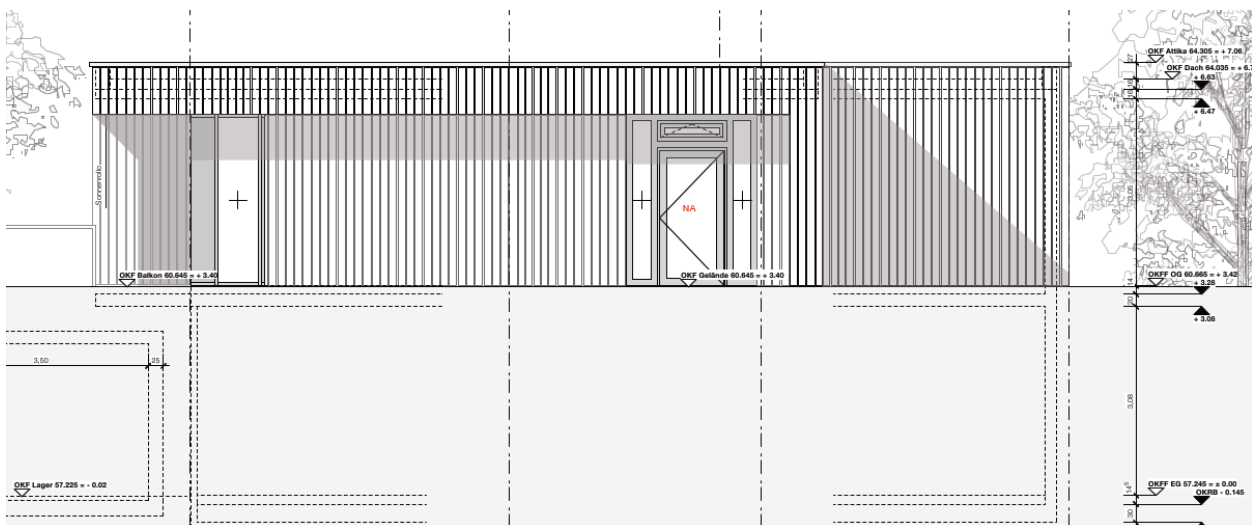
Schnitt



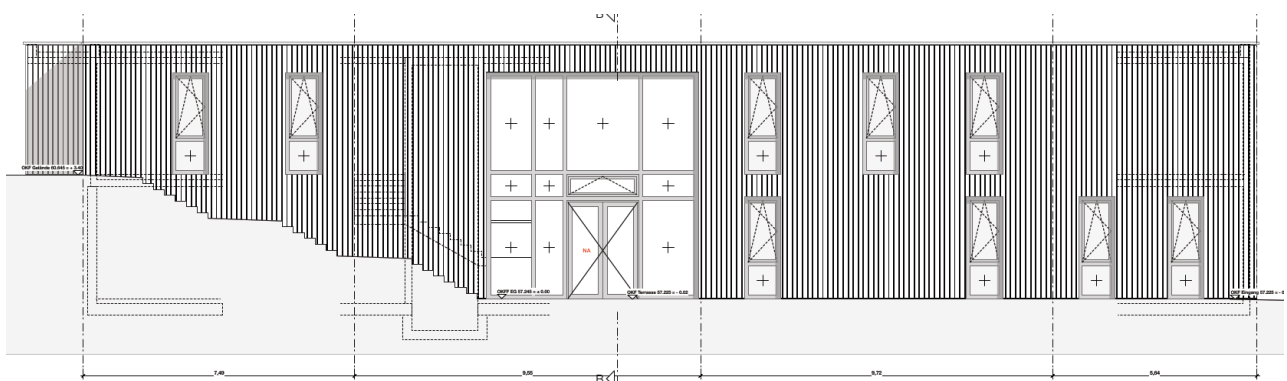
Ansicht Süden



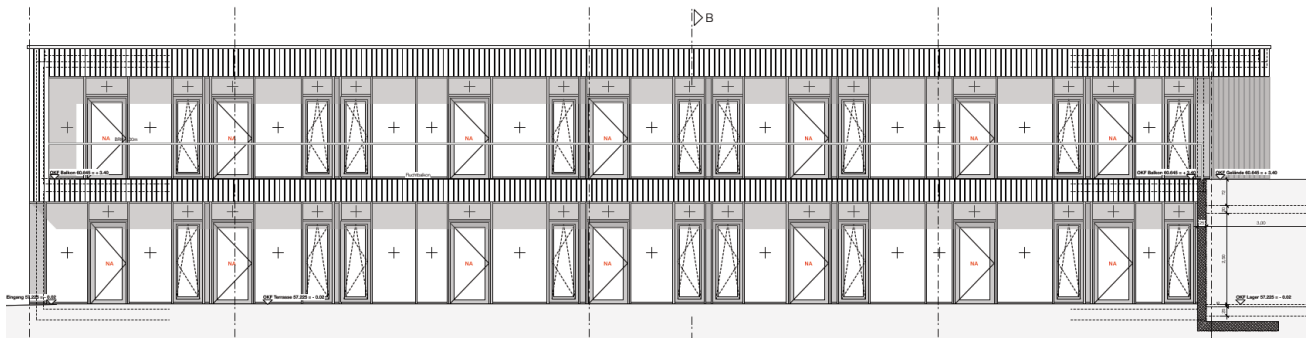
Ansicht Norden



Ansicht Westen



Ansicht Osten



Der Ansatz der anlagentechnischen Parameter erfolgt in Abstimmung mit dem Ingenieurbüro Kiep & Braun GbR VDI, Rheinstraße 17 in 42117 Wuppertal als zuständigem Fachplaner der technischen Gebäudeausrüstung.

2.2. Normen und Richtlinien

EnEV 2014	Zweite Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung, Ausgabe 18.11.2013
EEWärmeG	Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz, EEWärmeG), Ausgabe 07.08.2008, zuletzt geändert durch Art. 9 G v. 20.10.2015 I 1722
DIN 4108 – Teil 2	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Mindestanforderungen an den Wärmeschutz, Ausgabe Februar 2013
DIN 4108 – Teil 3	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung, Ausgabe Oktober 2018

DIN 4108 – Teil 4	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte, Ausgabe März 2017
DIN V 4108 – Teil 6	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs, Ausgabe Juni 2003
DIN 4108 - Teil 7	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Luftdichtheit von Gebäuden, Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie Beispiele, Ausgabe Januar 2011
DIN 4108, Beiblatt 2	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Wärmebrücken – Planungs- und Ausführungshinweise, Ausgabe Juni 2019
DIN V 18599	Energetische Bewertung von Gebäuden- Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung- Teil 1 bis 10, Ausgabe September 2018
DIN EN ISO 6946	Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren, Ausgabe April 2008
DIN EN ISO 9972	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Bestimmung der Luftdurchlässigkeit von Gebäuden – Differenzdruckverfahren, Ausgabe Dezember 2015
DIN EN ISO 13370	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Wärmeübertragung über das Erdreich – Berechnungsverfahren, Ausgabe April 2008
DIN EN ISO 13788	Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen – Raumseitige Oberflächentemperatur zur Vermeidung kritischer Oberflächenfeuchte und Tauwasserbildung im Bauteilinneren – Berechnungsverfahren, Ausgabe Mai 2013
DIN EN ISO 13789	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Spezifischer Transmissions- und Lüftungswärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren, Ausgabe April 2008

3. Anforderungen und gesetzliche Vorgaben

3.1. Anforderungen gemäß EnEV 2014

3.1.1. Anforderungen an den Primärenergiebedarf und die Gebäudehülle

Nach EnEV 2014 §4, Absatz (1) sind zu errichtende Nichtwohngebäude so auszuführen, dass der auf die Nettogrundfläche bezogene Jahres-Primärenergiebedarf für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung, Kühlung und Beleuchtung den Wert eines Referenzgebäudes gleicher Geometrie, Nettogrundfläche, Ausrichtung und Nutzung einschließlich der Anordnung der Nutzungseinheiten mit technischer Referenzausstattung nicht überschreitet.

Neben den Grenzen des Primärenergiebedarfs sind gemäß EnEV 2014 §4, Absatz (2) zu errichtende Gebäude so auszuführen, dass die Mittelwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsfläche die Werte in Tabelle 1 nicht überschreiten.

Tabelle 3.1.1-1: Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsfläche von Nichtwohngebäuden nach EnEV 2014, Anlage 2, Tabelle 2 (Auszug)

Zeile	Bauteil	Anforderungsniveau	Höchstwerte der nach Nummer 2.3 bestimmten Mittelwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten	
			Zonen mit Raum-Solltemperaturen im Heizfall $\geq 19\text{ °C}$	Zonen mit Raum-Solltemperaturen im Heizfall von 12 bis $< 19\text{ °C}$
1 c	Opake Außenbauteile, soweit nicht in Bauteilen der Zeilen 3 und 4 enthalten	für Neubauvorhaben ab dem 01.01.2016	$U = 0,28\text{ W/(m}^2\text{ K)}$	$U = 0,50\text{ W/(m}^2\text{ K)}$
2 c	Transparente Außenbauteile, soweit nicht in Bauteilen der Zeilen 3 und 4 enthalten	für Neubauvorhaben ab dem 01.01.2016	$U = 1,50\text{ W/(m}^2\text{ K)}$	$U = 2,80\text{ W/(m}^2\text{ K)}$
3 c	Vorhangsfassade	für Neubauvorhaben ab dem 01.01.2016	$U = 1,50\text{ W/(m}^2\text{ K)}$	$U = 3,00\text{ W/(m}^2\text{ K)}$
4 c	Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln	für Neubauvorhaben ab dem 01.01.2016	$U = 2,50\text{ W/(m}^2\text{ K)}$	$U = 3,10\text{ W/(m}^2\text{ K)}$

Die in der EnEV genannten Fristen gelten jeweils für das Datum der Einreichung des Antrags zur Baugenehmigung.

3.1.2. Anforderungen an den Mindestwärmeschutz und die Wärmebrücken

Die Vorgaben zu den mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten der aktuell gültigen EnEV 2014 dienen der Energieeffizienz, über die die Qualität der Gebäudehülle gewährleistet werden soll. Bauteile, die gegen die Außenluft oder das Erdreich angrenzen bzw. die Gebäudeteile mit wesentlich niedrigeren Innentemperaturen abgrenzen, sind gemäß EnEV 2014 §7, Absatz 1 so auszuführen, dass die Anforderungen des Mindestwärmeschutzes nach den anerkannten Regeln der Technik eingehalten werden. Als solche gilt u.a. die Normenreihe DIN 4108.

Der im Normenteil DIN 4108-2 „Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden, Mindestanforderungen an den Wärmeschutz“ beschriebene Mindestwärmeschutz soll eine Tauwasserfreiheit der Bauteile und einen Mindeststandard der energetischen Qualität der Gebäudehülle sicherstellen.

Die Anforderungen der DIN 4108-2, Tabelle 3 haben somit Mindestwertcharakter.

Tabelle 3.1.2-1: Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände von Bauteilen, Auszug aus DIN 4108-2

Zeile	Bauteil	Beschreibung	Wärmedurchlass- widerstand des Bauteils R in (m² 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)	1,20 bei niedrig beheizten Räumen 0,55
2	Dachschrägen beheizter Räume	gegen Außenluft	1,20
3	Decken beheizter Räume nach oben und Flachdächer		
3.1		gegen Außenluft	1,20
3.2		zu 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		gegen Außenluft, gegen Tiefgarage, gegen Garagen (auch beheizte), Durchfahrten (auch verschließbare) und belüftete Kriechkeller	1,75
4.2		gegen nicht beheizten Kellerraum	0,90

Zeile	Bauteil	Beschreibung	Wärmedurchlass- widerstand des Bauteils R in (m² K) / W
4.3		unterer Abschluss (z. B. Sohlplatte) von Aufenthaltsräumen unmittelbar an das Erdreich grenzend bis zu einer Raumtiefe von 5 m	0,90
4.4		über einem nicht belüfteten Hohlraum, z. B. Kriechkeller, an das Erdreich grenzend	0,90
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	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

Der Einfluss konstruktiver Wärmebrücken ist gemäß EnEV 2014 §7, Absatz 2 so gering wie möglich zu halten. Zur Vermeidung erhöhter Transmissionswärmeverluste sind nach DIN 4108-2 auskragende Balkonplatten, Attiken, freistehende Stützen sowie Wände mit $\lambda > 0,5 \text{ W / (mK)}$, die in den ungedämmten Dachraum oder ins Freie ragen, ohne zusätzliche Wärmedämmmaßnahmen unzulässig.

Der verbleibende Einfluss der Wärmebrücken ist bei der Ermittlung des spezifischen, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogenen Transmissionswärmeverlusts und des Jahres-Primärenergiebedarfs wie folgt zu berücksichtigen:

- a) Berücksichtigung durch pauschale Erhöhung der Wärmedurchgangskoeffizienten um $\Delta U_{WB} = 0,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ für die gesamte wärmeübertragende Umfassungsfläche.
- b) Berücksichtigung durch pauschale Erhöhung der Wärmedurchgangskoeffizienten um $\Delta U_{WB} = 0,05 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ für die gesamte wärmeübertragende Umfassungsfläche, bei Anwendung von Planungsbeispielen nach DIN 4108 Bbl. 2.

- c) Berücksichtigung der Wärmebrücken durch detaillierte Berechnung der wärmeschutztechnischen Detailausführung.

Bei Ansatz eines Wärmebrückenzuschlags nach b) ist bei der gesamten Planung zu berücksichtigen, dass sämtliche Anschlussdetails nach Beiblatt 2, DIN 4108 zu planen sind. Eine Abweichung einzelner Details ist nicht zulässig bzw. es ist dann die Gleichwertigkeit der Anschlussdetails nachzuweisen.

3.1.3. Anforderungen an die Luftdichtigkeit

Zu errichtende Gebäude sind so auszuführen, dass die wärmeübertragende Umfassungsfläche einschließlich der Fugen dauerhaft luftundurchlässig entsprechend den anerkannten Regeln der Technik abgedichtet ist.

Soll die Dichtigkeit des Gebäudes überprüft werden, so ist der zu erbringende Nachweis gemäß DIN EN ISO 9972:2015-12 „Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Bestimmung der Luftdurchlässigkeit von Gebäuden - Differenzdruckverfahren“ durchzuführen. Der dabei ermittelte n_{50} -Wert (Luftwechselrate bei 50 Pascal Druckdifferenz) muss wie folgt begrenzt werden:

- Gebäude ohne raumluftechnische Anlage $n_{50} \leq 3,0$ 1/h
- Gebäude mit raumluftechnischer Anlage $n_{50} \leq 1,5$ 1/h

Bei Gebäuden deren Luftvolumen aller konditionierten Zonen nach DIN V 18599 insgesamt 1.500 m³ übersteigt, wird das Differenzdruckverfahren gemäß DIN EN ISO 9972 bezogen auf die Hüllfläche des Gebäudes angewendet. Der so ermittelte q_{50} -Wert darf folgende Werte nicht überschreiten:

- Gebäude ohne raumluftechnische Anlage $q_{50} \leq 4,5$ m³/ (m² h)
- Gebäude mit raumluftechnischer Anlage $q_{50} \leq 2,5$ 1/h (m² h)

3.1.4. Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz

Zu errichtende Nichtwohngebäude sind gemäß EnEV 2014 §4, Absatz 4 so auszuführen, dass die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz eingehalten werden. Der Nachweis erfolgt nach DIN 4108-2 exemplarisch für exponierte Aufenthaltsräume, die aufgrund der Ausrichtung, der Raumgeometrie, des Fensterflächenanteils, etc. die ungünstigsten Randbedingungen beinhalten. Der Nachweis kann über das vereinfachte Verfahren der Berechnung der Sonneneintragskennwerte oder aber durch thermische Gebäudesimulation geführt werden. Sowohl in der Berechnung als auch beim Nachweis per Simulation dürfen keine Maßnahmen zur Kühlung des Gebäudes berücksichtigt werden, für die Energie aufgewendet werden müsste.

Der sommerliche Wärmeschutz wird zunächst von der Größe und der Anordnung sowie dem Sonnenschutz der transparenten Bauteile durch Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung und Verschattung bestimmt. Durch eine Lüftung und erhöhte Wärmekapazität kann er bei gegebener Raumgeometrie verbessert werden.

3.1.5. Anforderungen gemäß EEWärmeG

Nach dem „Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich“ (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz – EEWärmeG), Ausgabe Mai 2011 müssen Eigentümer von neu zu errichtenden Gebäuden den Wärme- und Kälteenergiebedarf durch die anteilige Nutzung von erneuerbaren Energien decken oder Ersatzmaßnahmen durchführen.

Im Sinne des Gesetzes kommen bei neu zu errichtenden Gebäuden u.a. folgende Maßnahmen gemäß §5, EEWärmeG in Frage:

- Wärme- und Kälteenergiebedarf zu mindestens 15 % aus solarer Strahlungsenergie decken
- Wärme- und Kälteenergiebedarf zu mindestens 30 % aus gasförmiger Biomasse, bzw. zu mindestens 50 % aus flüssiger oder fester Biomasse decken
- Wärme- und Kälteenergiebedarf zu mindestens 50 % aus Geothermie und Umweltwärme decken

Als Ersatzmaßnahmen gelten die folgenden Möglichkeiten:

- Wärme- und Kältebedarf zu mindestens 50 % aus Anlagen zur Nutzung von Abwärme oder aus Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen decken
- Höchstwert des Jahres-Primärenergiebedarfs des Referenzgebäudes um mindestens 15 % und Anforderungen an die Wärmedämmung der Gebäudehülle nach der gültigen EnEV um mindestens 15 % unterschreiten
- Wärme- und Kältebedarf zu mindestens 50 % aus Fernwärme oder Fernkälte decken, die rechnerisch aus Erneuerbaren Energien, Anlagen zur Nutzung von Abwärme oder KWK-Anlagen nach den Vorgaben des Gesetzes stammt

Eine Kombination der Ersatzmaßnahmen ist ebenfalls möglich.

4. Grundlagen der Berechnung

4.1. Berechnungsverfahren

Der öffentlich-rechtliche Nachweis erfolgt für die Anforderungen der gültigen Energieeinsparverordnung EnEV 2014, §4 nach dem Referenzwertverfahren für neu zu errichtende Nichtwohngebäude.

Die EnEV 2014 gibt für Nichtwohngebäude die Nachweisführung zum ausreichenden Wärmeschutz und die Berechnung des vorh. Primärenergiebedarfs Q_p auf der Grundlage der Normenreihe DIN V 18599 Teile 1-10 – Energetische Bewertung von Gebäuden – vor.

Diese Normenreihe stellt ein Verfahren zur Bewertung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden zur Verfügung, in welchem die erforderlichen Energiemengen für Heiz- und Kühlzwecke, Warmwasserbereitung, raumluftechnische Konditionierung und Beleuchtung in ihren gegenseitigen Wechselwirkungen berücksichtigt werden.

4.2. Nutzung des Gebäudes und Hinweise zur Zonierung

Das Nichtwohngebäude kann gemäß EnEV 2014, Anlage 2 vereinfacht als Ein-Zonen-Modell definiert werden.

Als Nutzungsprofil wird gemäß EnEV 2014 das Nutzungsprofil 08 (Klassenzimmer / Gruppenraum) aus DIN 18599 – 10 angesetzt.

4.3. Thermische Gebäudehülle

Die thermische Hülle entspricht der Außenhülle des Gebäudes (normal beheizte Räume mit $\vartheta_i \geq 19^\circ\text{C}$).

Niedrig beheizte Räume mit Raum- Solltemperaturen $\vartheta_i < 19^\circ\text{C}$ sind innerhalb der thermischen Hülle nicht vorhanden.

4.4. Bauteile der thermischen Gebäudehülle

Die Bauteile werden so dimensioniert, dass die Höchstwerte der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsfläche gemäß EnEV 2014 Anlage 2, Tab. 2 nicht überschritten werden.

Die für das vorliegende Objekt einzuhaltenden U-Werte sind nachfolgend aufgelistet. Zusätzlich werden in der nachfolgenden Tabelle die Referenzanforderungen nach EnEV, Anlage 2, Tabelle 2 mit den Wärmedurchgangskoeffizienten der gewählten Bauteilaufbauten gegenübergestellt.

Tabelle 4.4- 1: Wärmedurchgangskoeffizienten

Bauteil	Zonen mit Raum- Solltemperaturen im Heizfall $\geq 19\text{ °C}$		
	U-Wert Referenz- ausführung [W/m²K]	U-Wert Referenz- ausführung, 25 % verbessert [W/m²K]	U-Wert Neubau KiTA [W/m²K]
AW1 - Außenwand Vollholz + 14 cm Mineralwolldämmung (WLG 035)	0,28	0,21	0,19
AW2 - Stahlbetonwand 18-20 cm + 14 cm Mineralwolldämmung (WLG 035)	0,28	0,21	0,28
AW3 - Stahlbetonwand 20-25 cm + 10 cm Perimeterdämmung (WLG 040)	0,35	0,26	0,37
DA1 - Flachdach mit 14 cm Dämmung (i.M.) (WLG 035)	0,20	0,15	0,17
DE1 - Vollholzdecke oberhalb Eingang mit 10 cm Dämmung unterseitig (WLG 035)	0,28	0,21	0,15
BP1 - Bodenplatte unterseitig gedämmt mit 8 cm Perimeterdämmung (WLG 040)	0,35	0,26	0,24
F1 + F4 - Fenster, Fenstertüren Nord- Süd- und Westseite	1,30	0,98	1,20
	g = 0,60	-	g = 0,50*
F2 + F5 - P-R-Fassade Ost- und Westseite	1,40	1,05	1,20
	g = 0,48	-	g = 0,40*
F3 - P-R-Fassade Eingang, Erdgeschoss	1,40	1,05	1,20
	g = 0,48	-	g = 0,48*

*) Die Anforderungen an die Sonnenschutzvorrichtungen ergeben sich aus den Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz, siehe Abschnitt 5.3.

Die aufgeführten Bauteilkonstruktionen erfüllen die Mindestanforderungen an den Wärmeschutz nach DIN 4108-2.

4.5. Gebäudedichtheit

Die Anforderungen zur Luftdichtheit nach § 6 der EnEV sind insbesondere in Bezug auf die Baukörperanschlüsse der Fenster und transparenten Fassadenteile zu beachten.

Die Erstellung eines Lüftungskonzeptes wird empfohlen.

Nach der Erstellung des Gebäudes ist eine Dichtheitsprüfung (Blower-Door-Test) durchzuführen.

4.6. Wärmebrücken

In der Berechnung des Energiebedarfs werden die Wärmebrücken mit einem pauschalen Zuschlag auf die gesamte Gebäudehülle von $\Delta_{\text{UWB}} = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ berücksichtigt.

Hinsichtlich konstruktiver Wärmebrücken wird die Beachtung der Planungsbeispiele nach Beiblatt 2 zu DIN 4108 vorausgesetzt.

4.7. Technische Gebäudeausrüstung

4.7.1. Heizungsanlage

Die Wärmeerzeugung erfolgt über eine Sole-Wasser Erdwärmepumpe in Kombination mit einem 300l Pufferspeicher. Die Aufstellung erfolgt innerhalb der beheizten Gebäudehülle im Erdgeschoss. Die Wärmepumpe wird mit einer Nennleistung von 28 kW ausgelegt.

Die Wärmeübergabe an die einzelnen Räume erfolgt über eine Fußbodenheizung, Nasssystem mit Vor- und Rücklauftemperaturen von 38 / 28°C und Einzelraumregelung mit Zweipunktregler, Schaltdifferenz 0,5 K.

Die Leitungslängen ergeben sich aus der geplanten Gebäudegeometrie und Standardwerten aus der DIN V 18599-5:2011. Die Heizungspumpe ist leistungsgeregelt (delta-p konstant) auszulegen.

Ein hydraulischer Abgleich wird vorgenommen.

4.7.2. Warmwasseraufbereitung

Die Warmwasserversorgung erfolgt als dezentrales System über Elektro-Durchlauferhitzer.

Die Leitungslängen ergeben sich aus Standardwerten (6,0 m je DLH).

4.7.3. RLT-Anlagentechnik

Eine raumlufttechnische Anlage ist nicht vorgesehen. Der Luftaustausch erfolgt über eine natürliche Fenster-/ Türbelüftung bzw. Außenluftdurchlässe in der Fassade.

4.7.4. Kälteanlage

Eine Kälteanlage ist nicht vorgesehen.

Die Wärmepumpe wird jedoch mit der „natural cooling“-Technologie ausgeführt. Hierbei handelt sich um die Möglichkeit einer passiven Kühlung in den Sommermonaten.

Dabei entzieht die Soleflüssigkeit der Sole-Wasser-Wärmepumpe die Wärme über einen Wärmetauscher aus dem Heizkreis und führt diese nach außen ab. Bis auf Regelung und Umwälzpumpe ist die Wärmepumpe dabei ausgeschaltet. Der Verdichter ist nicht in Betrieb und bezieht folglich keinen Strom.

4.7.5. Photovoltaikanlage / Solaranlage

Es wird eine Photovoltaikanlage mit ca. 83 m² Kollektorfläche und einer Leistung von 13.92 kWp zur Eigenstromversorgung vorgesehen!

4.7.6. Beleuchtung

Für die Beleuchtung werden Leuchten mit LED-Leuchtmitteln und elektronischem Vorschaltgerät (überwiegend direkte Beleuchtung) berücksichtigt. Die Steuerung erfolgt dabei je nach Nutzung mit Präsenzmeldern oder manuell. Eine tageslichtabhängige Regelung wird nicht in Ansatz gebracht.

5. Ergebnisse der Berechnung

5.1. Jahres - Primärenergiebedarf

Es wurde der Jahres-Primärenergiebedarf Q_p nach dem in Anlage 2 der EnEV festgelegten Nachweisverfahren für ein Nichtwohngebäude auf der Grundlage der Normenreihe DIN V 18599 ermittelt.

	Anforderungswert gemäß EnEV 2014 (Verschärfung 2016)	Wert vorhanden	Unterschreitung der EnEV
Jahres-Primärenergiebedarf Q_p	103,5 kWh/(m²a)	64,3 kWh/(m²a)	37,9 %

5.2. Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten

Gemäß Tabelle 2, Anlage 2 der EnEV werden die Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsfläche von Nichtwohngebäuden wie folgt angegeben:

Zeile	Bauteil	Höchstwert (Zonen mit Raum- solltemperaturen im Heizfall $\geq 19^\circ\text{C}$)	Wert vorhanden	Unterschreitung der EnEV
1 c	Opake Außenbauteile	$U \leq 0,28$ W/(m²K)	$U = 0,16$ W/(m²K)	42,9 %
2 c	Transparente Außenbauteile	$U \leq 1,50$ W/(m²K)	$U = 1,20$ W/(m²K)	20,0 %
3 c	Vorhangfassaden	$U \leq 1,50$ W/(m²K)	$U = 1,20$ W/(m²K)	20,0 %

5.3. Sommerlicher Wärmeschutz

Für den Nachweis des Sommerlichen Wärmeschutzes werden beispielhafte, nach Gesichtspunkten des sommerlichen Wärmeschutzes ungünstige Räume untersucht. Als ungünstig gilt:

- Ausrichtung der Fenster nach Süden und/oder Osten/Westen
- geringe Grundfläche im Verhältnis zu großer Fensterfläche
- hoher Gesamtenergiedurchlassgrad (g-Wert) der Verglasung
- kein Sonnenschutz, bzw. wenig effektives Sonnenschutzsystem

Die unterschiedlichen Systeme können der Berechnung in der Anlage entnommen werden.

5.4. EEWärmeG

Der geforderte Deckungsanteil des Wärme- und Kälteenergiebedarfs durch Erneuerbare Energien wird durch die Nutzung der Geothermie (Erdwärmepumpe) sowie durch die Unterschreitung des Jahres-Primärenergiebedarfs des EnEV-Referenzgebäudes und der Anforderungen an die Wärmedurchgangskoeffizienten der Gebäudehülle eingehalten.

Hierbei ist zu beachten, dass die Wärmepumpe mit Wärmemengen- und Stromzähler ausgestattet wird und die nutzbare Wärmemenge mindestens mit der Jahresarbeitszahl von 4,0 bereitgestellt wird.

Anhand der Berechnungsergebnisse ist ersichtlich, dass mit den entsprechend vorgegebenen wärmeschutztechnischen Qualitäten der einzelnen Bauteile (vgl. Anlage) und unter Berücksichtigung der in Ansatz gebrachten Anlagentechnik die bauordnungsrechtlichen Anforderungen nachgewiesen werden können.

6. Zusammenfassung und Hinweise zur weiteren Planung

Auf der Grundlage der vorliegenden Planungsunterlagen des Architekturbüros mrr architekten aus Düsseldorf wurde nach dem im Rahmen des bauordnungsrechtlichen Nachweisverfahrens vorgegebenen Berechnungsverfahren die Einhaltung der Anforderungen nach Energieeinsparverordnung EnEV 2014 für das Nichtwohngebäude überprüft.

Die aufgeführten Bauteilkonstruktionen erfüllen die Mindestanforderungen an den Wärmeschutz nach DIN 4108-2.

Hinsichtlich konstruktiver Wärmebrücken wird die Beachtung der Planungsbeispiele nach Beiblatt 2 zu DIN 4108 vorausgesetzt.

Die getroffenen Annahmen und Berechnungsansätze sind im Zuge der weiteren Planung zu prüfen und zu bestätigen.

Gemäß § 2 Abs. 2 EnEV-UVO i.V.m. § 23 Abs. 2 SV-VO sind für das vorliegende Bauvorhaben stichprobenhafte Kontrollen der Bauausführung durchzuführen. Die Bescheinigung der Durchführung dieser Kontrollen ist zur Fertigstellung der Bauaufsichtsbehörde vorzulegen.

Düsseldorf, 10.02.2021


Dipl.-Ing. Volker Boueke



Staatlich anerkannter Sachverständiger
für Schall- und Wärmeschutz


Dipl.-Ing. Lars Brand

Anlagen:

- Anlage 1: Bauteilaufbauten
- Anlage 2: Berechnung nach DIN V 18599
- Anlage 3: Nachweis sommerlicher Wärmeschutz
- Anlage 4: Hüllflächen