

**Realisierungsvarianten sowie
energetische und wirtschaftliche Analyse
verschiedener Effizienzhausstandards am Beispiel eines
Neubau-Mehrfamilienhauses**

Bachelor Thesis

zur Erlangung des Grades

Bachelor of Science

im Studiengang Umwelttechnik

an der Fakultät Life Science

der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

vorgelegt von

Markus Kranig

Matrikelnummer: 1920455

Gutachter: Prof. Dr. Heiner Kühle (HAW Hamburg)

Dipl. -Ing. Holger Krämer (sumbi INGENIEURE)

Eingereicht am: 31.08.2012

„Alle noch so ehrgeizigen Maßnahmen für den Ausbau der erneuerbaren Energien und der dafür erforderlichen Netze werden nicht ausreichen, wenn es nicht gelingt, die Energieeffizienz in unserem Land zu steigern. Im Zentrum steht dabei der Gebäudebereich.“

Dr. Angela Merkel

Bundeskanzlerin der Bundesrepublik Deutschland

Regierungserklärung zur Energiepolitik vor dem Deutschen Bundestag

am 9. Juni 2011 in Berlin

Danksagung

Hiermit danke ich Herrn Prof. Dr. Kühle, Leiter des Fachgebiets Umwelttechnik an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, für die Betreuung meiner Arbeit. Trotz einer Vielzahl von Arbeiten, die Herr Kühle bereits betreute und seiner zahlreichen weiteren Aufgaben hat er sich auch der Betreuung meiner Arbeit angenommen und stand für Fragen immer bereit.

An die Firma sumbi INGENIEURE ist ebenfalls ein herzlicher Dank gerichtet. Sumbi gab mir nicht nur die Gelegenheit, ein sehr lehrreiches Hauptpraktikum bei ihr zu verbringen, sondern auch diese Arbeit mit ihrer Unterstützung anzufertigen. Besonderer Dank gilt hierbei Herrn Dipl. -Ing. Holger Krämer, der mich jederzeit bei der Lösung von Problemstellungen unterstützt hat.

Vorwort

Die Welt und im besonderen Maße auch Deutschland, stehen vor immensen Herausforderungen im Bereich der Energiewirtschaft.

Der Klimawandel und die immer größere weltweite Nachfrage nach Energie bei gleichzeitiger Verknappung an fossilen Energiequellen und den daraus resultierenden Energiepreiserhöhungen, zwingen die Regierungen dazu, neue Konzepte im Bereich der Energieversorgung zu erarbeiten. Das angestrebte Ziel der Bundesrepublik Deutschland lautet daher bis 2050 den Primärenergieverbrauch¹ um 50% gegenüber 2008 sowie den CO₂-Ausstoß um 80-95% zu senken, und so das Klima zu schonen und unabhängiger von fossilen Energieträgern zu werden [2]. Erreicht werden soll dieses Ziel vor allem durch den Ausbau regenerativer Energien [2]. Dieser Ausbau alleine kann jedoch nicht ausreichen, die ambitionierten Ziele zu erreichen. Einen entscheidenden Punkt muss die Einsparung von Energie und somit die Energieeffizienz darstellen. Jede Kilowattstunde Energie, die nicht verbraucht wird, muss auch nicht erzeugt werden. Die sauberste Energiequelle ist daher das Energiesparen.

¹ Unter Primärenergie versteht man den Energiegehalt der natürlichen fossilen und erneuerbaren Energiequellen [14].

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	4
Abkürzungen, Symbole und Einheiten.....	6
1 Einleitung.....	7
1.1 Motivation	7
1.2 Zielstellung	8
2 Grundlagen.....	9
2.1 Die Energieeinsparverordnung (EnEV)	9
2.1.1 Anforderungen der EnEV ₂₀₀₉ an Neubauten	11
2.2 Die KfW Effizienzhausstandards	12
2.2.1 Anforderungen der KfW-Effizienzhausstandards an Neubauten.....	12
2.3 Der Passivhausstandard	13
2.3.1 Anforderungen an ein Passivhaus	14
3 Das betrachtete Neubau-Mehrfamilienhaus	15
3.1 Bauteilaufbauten des MFH nach dem EnEV ₂₀₀₉ -Standard	16
3.2 Anlagentechnik des MFH nach dem EnEV ₂₀₀₉ -Standard.....	17
4 Varianten zum Erreichen der Effizienzhaus-Standards	19
4.1 Varianten zum Erreichen des KfW EH-70 Standards	20
4.2 Varianten zum Erreichen des KfW EH-55 Standards	23
4.3 Varianten zum Erreichen des KfW EH-40 Standards	25
4.4 Varianten zum Erreichen des Passivhaus-Standards.....	28
5 Ergebnisse	32
5.1 Primärenergieverbrauch	32
5.2 Endenergieverbrauch	33
5.3 Heizenergieverbrauch	34
5.4 CO ₂ – Emission.....	35
5.5 Wirtschaftlichkeit.....	36

6	Diskussion	40
6.1	Vergleich der Energieverbräuche und der CO ₂ -Emissionen.....	40
6.2	Vergleich der Wirtschaftlichkeit.....	43
7	Fazit.....	51
8	Ausblick	52
8.1	Die EnEV 2012.....	52
8.2	Das Nullenergie- und Plusenergiehaus	53
9	Zusammenfassung	55
10	Quellenverzeichnis	58
11	Anhang	60

Abkürzungen, Symbole und Einheiten

A_N	Gebäudenutzfläche	m^2
Ausr.	Ausrichtung	
CO_2	Kohlenstoffdioxid	
DC	Gleichstrom	A
EH	Effizienzhaus	
EnEV	Energieeinsparverordnung	
g	Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	
ggü.	gegenüber	
H_T	Transmissionswärmeverlust	$W/(m^2 K)$
HL	Heizlast	W
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau	
MFH	Mehrfamilienhaus	
N	Nord	
n_{50}	Luftdichtheitsmessung eines Gebäudes bei 50 Pa Differenzdruck	
O	Ost	
Q_{HW}	Heizwärmeverbrauch	$kWh/(m^2 a)$
Q_P	Primärenergieverbrauch	$kWh/(m^2 a)$
PH	Passivhaus	
PHPP	Passivhaus Projektierungspaket	
Ref.	Referenzgebäude	
S	Süd	
s	Schichtdicke	cm
TG	Tiefgarage	
U	Wärmedurchgangskoeffizient	$W/(m^2 K)$
UG	Untergeschoss	
V	Volumen	m^3
V1	Variante 1	
V2	Variante 2	
W	West	
WLG	Wärmeleitgruppe	
WP	Wärmepumpe	
WRG	Wärmerückgewinnung	
WSVO	Wärmeschutzverordnung	
λ	Wärmeleitfähigkeit	$W/(m K)$
2S W	2-Scheiben Wärmeschutzverglasung	
3S W	3-Scheiben Wärmeschutzverglasung	

1 Einleitung

1.1 Motivation

Die verschiedenen Effizienzhaustypen² gewinnen auf Grund der steigenden Energiekosten und den wachsenden gesetzlichen Anforderungen bei Gebäuden immer mehr an Bedeutung. Dabei gelten für die einzelnen Standards hohe Ansprüche bezüglich ihres Energieverbrauches.

Der Energieverbrauch eines Gebäudes wird durch die Beschaffenheit der Gebäudehülle und der Effizienz der Anlagentechnik beeinflusst. Durch den richtigen Einsatz von handelsüblicher Technik und Baumaterialien können die festgelegten energetischen Grenzwerte der Effizienzhäuser erreicht werden.

Die Einsparmöglichkeiten sind hierbei enorm. Allein auf den Gebäudebereich entfallen rund 40% des deutschen Energieverbrauchs und etwa ein Drittel aller CO₂-Emissionen [2]. Durch die effiziente Nutzung von Energie und deren Erzeugung am Haus selber kann dieser Energieverbrauch deutlich gesenkt oder sogar auf Null reduziert werden.

Neben der Energieeinsparung wirkt sich das effiziente Bauen auch auf den Wohnkomfort aus. Durch das Erreichen von konstanten Raumtemperaturen und der Vermeidung von kalten Außenwänden entsteht ein behagliches Wohnklima [20]. Bei den meisten Effizienzhäusern ist zudem eine Lüftungsanlage unverzichtbar, welche durch die permanente Zufuhr von gefilterter Frischluft die Raumluftqualität verbessert, was besonders bei Allergikern zu einer deutlichen Erhöhung der Lebensqualität führen kann.

Der Mythos zwischen der Unvereinbarkeit von Wirtschaftlichkeit auf der einen Seite und Umweltverträglichkeit sowie Komfortgewinn auf der anderen Seite, besteht jedoch größtenteils immer noch [4]. Bei fachgerechter Planung und Umsetzung eines Effizienzhauses kann aber schon heute wirtschaftlich gebaut werden, wie im Kapitel Wirtschaftlichkeit gezeigt werden soll.

Die Verbreitung von effizienten Wohngebäuden ist somit eine der Voraussetzungen, um den politischen, ökologischen und wirtschaftlichen Herausforderungen dieses

² Ein Effizienzhaus beschreibt einen energetischen Standard, welcher gegenüber dem Mindeststandard nach der Energieeinsparverordnung einen deutlich geringeren Energieverbrauch aufweist.

Jahrhunderts ohne Komforteinbußen und in einem ökonomisch sinnvollen Rahmen begegnen zu können [4].

Die Entwicklung der gesetzlichen Anforderungen und der Forschung in der Abbildung 1.1-1 zeigen bereits, dass in Zukunft kein Weg an hocheffizienten Wohnhäusern vorbei geht.

Auf Grundlage dieser Leitgedanken wurde diese Arbeit erstellt.

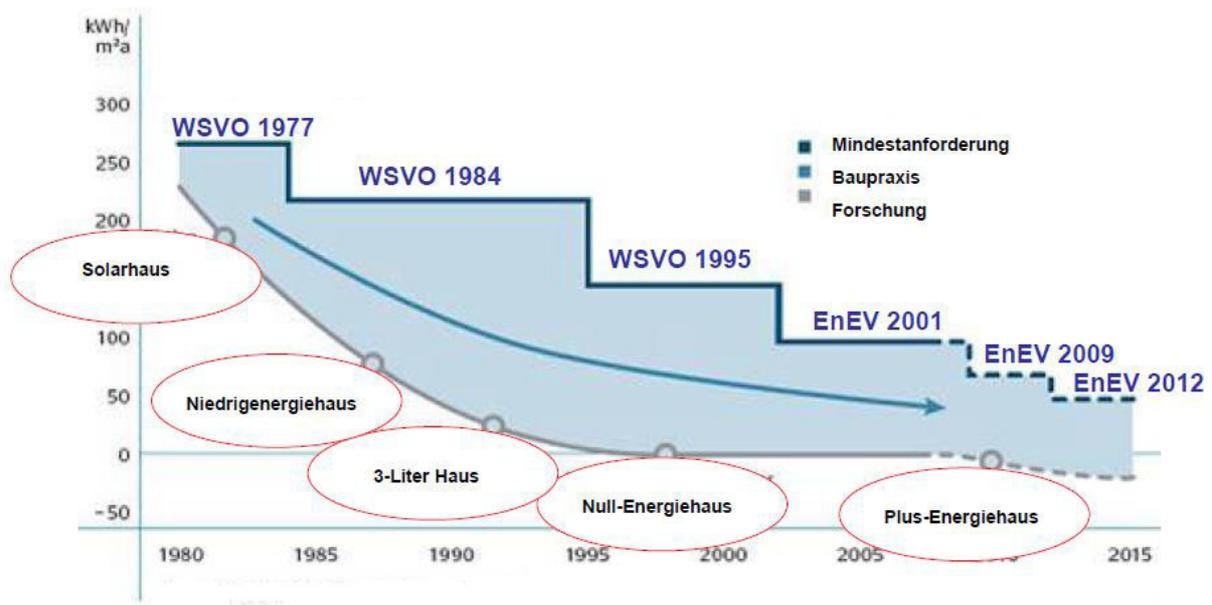


Abbildung 1.1-1: Historie der Energieeinsparverordnungen in Deutschland [15]

1.2 Zielstellung

Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, anhand eines Neubau-Mehrfamilienhauses, ausgehend von den Mindestanforderungen der EnEV₂₀₀₉, in Bezug auf die Gebäudehülle und die Anlagentechnik, Varianten hin zu den jeweiligen Effizienzhausstandards aufzuzeigen und diese hinsichtlich ihrer Energie- und CO₂-Einsparung sowie ihrer Wirtschaftlichkeit zu diskutieren.

2 Grundlagen

2.1 Die Energieeinsparverordnung (EnEV)

Die Energieeinsparverordnung bildet den gesetzlichen Rahmen bei der energetischen Bewertung von Gebäuden und formuliert die energetischen Mindestanforderungen für Neubauten und Sanierungen von bestehenden Gebäuden. Sie wurde im Jahr 2002 eingeführt und löste dabei die Wärmeschutzverordnung und die Heizungsanlagenverordnung ab. Durch diese Zusammenfassung wurde es möglich, ein Gebäude energetisch ganzheitlich zu betrachten. Darüber hinaus wird durch die EnEV der Energiebedarf primärenergetisch bewertet. Hierfür werden die durch Gewinnung, Umwandlung und Transport des jeweiligen Energieträgers entstehenden Verluste mittels eines Primärenergiefaktors in der Energiebilanz des Gebäudes erfasst. Ziel der EnEV war es, den Heizenergiebedarf im Neubaubereich um 30% gegenüber der Wärmeschutzverordnung zu reduzieren. Hierfür wurden für den Primärenergiebedarf und die Transmissionswärmeverluste Grenzwerte festgelegt. Eine Novellierung der EnEV fand im Jahr 2007 statt. Die wesentlichen Änderungen bestanden hier neben der Einführung von Energieausweisen für bestehende Gebäude, bei der energetischen Bewertung von Nichtwohngebäuden, der Berücksichtigung des sommerlichen Wärmeschutzes sowie von alternativen Energieversorgungssystemen und der energetischen Inspektion von Klimaanlage. Eine weitere Novellierung im Jahr 2009 führte zu einer Verschärfung der primärenergetischen Anforderungen um durchschnittlich 30%, indem die Anforderungen an den Primärenergiebedarf und die Transmissionswärmeverluste weiter erhöht wurden. Zusätzlich wurde die Berechnungsmethode der Grenzwerte geändert. Seit der EnEV₂₀₀₉ wird die Berechnung des zulässigen Primärenergiebedarfs über ein Referenzgebäudeverfahren mit Einzelbauteilnachweis durchgeführt, bei dem jedes Bauteil der thermischen Hülle einen festgelegten Wärmedurchgangskoeffizienten zugewiesen wurde und der Maximalwert anhand eines in Geometrie, Gebäudenutzfläche und Ausrichtung identischen Gebäudes ermittelt wird. Die Tabelle 2.1-1 zeigt die Vorgaben an die Gebäudehülle des Referenzgebäudes nach EnEV₂₀₀₉ und die Tabelle 2.1-2 die Vorgaben an die Anlagentechnik des Referenzgebäudes nach EnEV₂₀₀₉.

Bauteil / System	Eigenschaft	Wert
Außenwand, Geschosdecke gegen Außenluft	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
Außenwand gegen Erdreich, Bodenplatte, Wände und Decken zu unbeheizten Räumen	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
Dach, oberste Geschosdecke, Wände zu Abseiten	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
Fenster, Fenstertüren	Wärmedurchgangskoeffizient	$U_W = 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
	Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	$g_i = 0,60$
Dachflächenfenster	Wärmedurchgangskoeffizient	$U_W = 1,40 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
	Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	$g_i = 0,60$
Lichtkuppeln	Wärmedurchgangskoeffizient	$U_W = 2,70 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
	Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	$g_i = 0,64$
Außentüren	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 1,80 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
Bauteile nach den Zeilen 1.1 bis 1.7	Wärmebrückenzuschlag	$\Delta U_{WB} = 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
Luftdichtheit der Gebäudehülle	Bemessungswert n_{50}	Bei Berechnung nach <ul style="list-style-type: none"> • DIN V 4108-6 : 2003-06: mit Dichtheitsprüfung • DIN V 18599- 2:2007-02: nach Kategorie I
Sonnenschutzvorrichtung	keine Sonnenschutzvorrichtung	

Tabelle 2.1-1: Vorgaben an die Gebäudehülle des Referenzgebäudes nach EnEV 2009 [23]

Bauteil / System	Referenzausführung
Heizungsanlage	<ul style="list-style-type: none"> • Wärmezeugung durch Brennwertkessel (verbessert), Heizöl EL, Aufstellung: - für Gebäude bis zu 2 Wohneinheiten innerhalb der thermischen Hülle - für Gebäude mit mehr als 2 Wohneinheiten außerhalb der thermischen Hülle • Auslegungstemperatur 55/45 °C, zentrales Verteilsystem innerhalb der wärmeübertragenden Umfassungsfläche, innen liegende Stränge und Anbindungsleitungen, Pumpen auf Bedarf ausgelegt (geregelt, Δp konstant), Rohrnetz hydraulisch abgeglichen, Wärmedämmung der Rohrleitungen nach Anlage 5 • Wärmeübergabe mit freien statischen Heizflächen, Anordnung an normaler Außenwand, Thermostatventile mit Proportionalbereich 1 K

Anlage zur Warmwasserbereitung	<ul style="list-style-type: none"> • zentrale Warmwasserbereitung • gemeinsame Wärmebereitung mit Heizungsanlage nach Zeile 5 • Solaranlage (Kombisystem mit Flachkollektor) entsprechen den Vorgaben nach DIN V 4701-10:2003-08 oder DIN V 18599-5:2007-02 • Speicher, indirekt beheizt (stehend), gleiche Aufstellung wie Wärmeerzeuger, Auslegung nach DIN V 4701-10:2003-08 oder DIN V 18599-5:2007-02 als - kleine Solaranlage bei AN < 500 m² (bivalenter Solarspeicher) - großer Solaranlage bei AN ≥ 500 m² • Verteilsystem innerhalb der wärmeübertragenden Umfassungsfläche, innen liegende Stränge, gemeinsame Installationswand, Wärmedämmung der Rohrleitungen nach Anlage 5, mit Zirkulation, Pumpe auf Bedarf ausgelegt (geregelt. Δp konstant)
Kühlung	keine Kühlung
Lüftung	zentrale Abluftanlage, bedarfsgeführt mit geregelter DC-Ventilator

Tabelle 2.1-2: Vorgaben an die Anlagentechnik des Referenzgebäudes nach EnEV₂₀₀₉ [23]

2.1.1 Anforderungen der EnEV₂₀₀₉ an Neubauten

Die energetischen Mindestanforderungen an Neubauten werden nach der EnEV₂₀₀₉ durch ein Referenzgebäudeverfahren mit Einzelbauteilnachweis festgelegt. Der Neubau darf hiernach den Primärenergiebedarf des Referenzhauses nicht überschreiten und muss je nach Gebäudetyp einen definierten Transmissionswärmeverlust³ nachweisen sowie bei der Anlagentechnik den in der EnEV angegebenen Standard einhalten. Die einzuhaltenden Höchstwerte für den spezifischen Transmissionswärmeverlust sind in Tabelle 2.1.1-1 aufgeführt.

Gebäudetyp	Höchstwert des spezifischen Transmissionswärmeverlustes
Freistehendes Wohngebäude mit $A_N \leq 350 \text{ m}^2$	$H_T = 0,40 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
Freistehendes Wohngebäude mit $A_N > 350 \text{ m}^2$	$H_T = 0,50 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
Einseitig angebautes Wohngebäude	$H_T = 0,45 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
alle anderen Wohngebäude	$H_T = 0,65 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$

Tabelle. 2.1.1-1: Vorgaben der Transmissionswärmeverluste von Wohngebäuden nach EnEV₂₀₀₉ [23]

³ Der Transmissionswärmeverlust beschreibt den Wärmeverlust eines Gebäudes auf Grund der Wärmeleitung durch die Gebäudehülle [5].

2.2 Die KfW Effizienzhausstandards

Die von der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) festgelegten Effizienzhausstandards beziehen sich auf das in der EnEV₂₀₀₉ definierte Referenzgebäude und legen in Bezug auf dieses Referenzgebäude einen je nach Standard zulässigen Primärenergieverbrauch und Transmissionswärmeverlust fest. Sie bieten durch zinsgünstige Kredite mit Tilgungszuschüssen zusätzliche Anreize, um über die Mindestanforderungen der EnEV₂₀₀₉ hinaus, Energieeinsparmaßnahmen in einem Neubau umzusetzen. Die Förderung sieht dabei eine Reduzierung des Zinssatzes in den ersten 10 Jahren der Kreditlaufzeit vor. Darüber hinaus erhalten die KfW-Effizienzhäuser 55 und 40 einen Tilgungszuschuss. Dieser liegt beim KfW-EH-55 bei 5% vom Zusagebetrag und beim KfW-EH-40 bei 10% vom Zusagebetrag.

2.2.1 Anforderungen der KfW-Effizienzhausstandards an Neubauten

Die KfW hat für Neubauten drei Standards festgelegt, welche sowohl den Primärenergiebedarf als auch die Transmissionswärmeverluste weiter beschränken und deren Werte in Tabelle 2.2.1-1 aufgeführt sind. Die Bezeichnung des jeweiligen Standards legt hierbei den maximalen prozentualen Anteil des Primärenergiebedarfs, bezogen auf das Referenzgebäude nach EnEV₂₀₀₉, fest. Der Wert für den Transmissionswärmeverlust darf, bezogen auf den Primärenergiebedarf, um 15 % größer sein.

Der Passivhausstandard kann ebenfalls durch die KfW gefördert werden. Bei dieser Förderung müssen, zusätzlich zu den Transmissionswärmeverlusten und dem Jahresprimärenergieverbrauch, bei dem hier jedoch ein fester Wert festgelegt ist, welcher sich auf die Gebäudenutzfläche bezieht, Grenzwerte für den Jahresheizwärmeverbrauch und die Luftdichtigkeit des Gebäudes eingehalten werden.

	KfW-EH 70	KfW-EH 55	KfW-EH 40	KfW-EH 55 (Passivhaus)	KfW-EH 40 (Passivhaus)
Jahresprimärenergieverbrauch	70% von $Q_{P,Ref}$	55% von $Q_{P,Ref}$	40% von $Q_{P,Ref}$	$Q_P < 40$ kWh/(m ² a)	$Q_P < 30$ kWh/(m ² a)
Transmissionswärmeverlust	85% von $H_{T,Ref}$ $H_T < H_T$ in Tabelle 2 Anlage 1 EnEV ₂₀₀₉	70% von $H_{T,Ref}$ $H_T < H_T$ in Tabelle 2 Anlage 1 EnEV ₂₀₀₉	55% von $H_{T,Ref}$ $H_T < H_T$ in Tabelle 2 Anlage 1 EnEV ₂₀₀₉	70% von $H_{T,Ref}$ $H_T < H_T$ in Tabelle 2 Anlage 1 EnEV ₂₀₀₉	55% von $H_{T,Ref}$ $H_T < H_T$ in Tabelle 2 Anlage 1 EnEV ₂₀₀₉
Jahresheizwärmeverbrauch	/	/	/	$Q_{HW} < 15$ kWh/(m ² a)	$Q_{HW} < 15$ kWh/(m ² a)
Luftdichtigkeit	/	/	/	n_{50} max. 0,6 h ⁻¹	n_{50} max. 0,6 h ⁻¹

Tabelle 2.2.1-1: Anforderungen der KfW an die jeweiligen Effizienzhausstandards [12]

2.3 Der Passivhausstandard

Das Passivhaus beschreibt nach deutscher Normenlage einen Energiestandard für Gebäude, welcher in Deutschland erstmals 1991 bei dem Bau eines Reihenhauses in Darmstadt Kranichstein umgesetzt wurde.

Definiert wird das Passivhaus als ein Gebäude, welches durch erhöhte Wärmeschutzmaßnahmen, Luftdichtheit und eine Lüftungsanlage mit Wärmetauscher, ohne ein herkömmliches Heizsystem, auskommt und dennoch eine hohe Behaglichkeit des Raumklimas garantiert [20].

Dies wird erreicht, indem durch besondere Fenster und hochwirksamer Wärmedämmung in Außenwänden, Dach und Bodenplatte die Wärme im Haus gehalten wird. Zudem nutzt das Passivhaus das einfallende Sonnenlicht und die Eigenwärme der Bewohner sowie die Abwärme der vorhandenen elektrischen Geräte, um die Temperatur im Haus auf einem angenehm hohen Niveau zu halten. Eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung sorgt zusätzlich dafür, dass die Wärme nicht unkontrolliert über Fensterlüftung abgegeben wird.

Auf Grund dieser Maßnahmen ist die Heizlast⁴ eines Passivhauses sehr gering, sodass selbst an sehr kalten Tagen kein herkömmliches Heizsystem notwendig ist. Wird dennoch Heizwärme benötigt, so kann diese über ein Nachheizregister oder über erneuerbare Energieformen dem Gebäude über die Zuluft oder einen separaten Heizkreis zugeführt werden [20].

Im Sommer funktioniert das passive Konzept genau umgekehrt. Die Wärme bleibt draußen, sodass die Temperaturen im Inneren angenehm kühl bleiben [13].

Das grundlegende Rechenverfahren für den Nachweis des Passivhausstandards ist das Passivhaus Projektierungspaket (PHPP) des Passivhaus Institutes (PHI).

⁴ Heizlast ist die vom Heizsystem abzugebende Wärme, die den beheizten Räumen zugeführt werden muss, um eine konstante Innentemperatur zu erreichen [20].

2.3.1 Anforderungen an ein Passivhaus

Passivhäuser werden in Deutschland nach dem Passivhaus Projektierungspaket (PHPP) des Passivhaus Institutes (PHI) zertifiziert. Um ein Passivhaus-Zertifikat zu erhalten müssen für den Jahresheizwärmebedarf, für den Jahresprimärenergiebedarf und die Luftdichtigkeit Grenzwerte eingehalten werden.

Die Grenzwerte für ein Passivhaus im mitteleuropäischen Klima sind in Tabelle 3.1-1 aufgeführt.

Der Grenzwert für den Jahresheizwärmeverbrauch von 15 kWh/(m² a) stellt hierbei die entscheidende Anforderung bei der Planung eines Passivhauses dar. Im Gegensatz zu der Berechnungsmethode nach EnEV, wird dieser Grenzwert nicht in Bezug auf die Gebäudenutzfläche, sondern auf die Energiebezugsfläche berechnet.

Auch der Grenzwert für den Jahresprimärenergieverbrauch von 120 kWh/(m² a) wird im PHPP auf die Energiebezugsfläche bezogen. Beim Jahresprimärenergieverbrauch nach PHPP wird außerdem, im Gegensatz zur EnEV-Berechnung, neben der Primärenergie für Heizenergie, Warmwasserbereitung und Hilfsenergie auch der Haushaltsstrom mit einbezogen.

Ein weiterer Grenzwert bildet die Heizlast. Dieser sollte 10 W/m² nicht überschreiten, da ansonsten die Beheizung des Gebäudes über die Zuluft der Lüftungsanlage nicht mehr vollständig gewährleistet werden kann. Wird dieser Grenzwert überschritten, erhält das Gebäude, beim Einhalten der übrigen Anforderungen, trotzdem ein Passivhaus-Zertifikat. Es ist dann jedoch ein separater Heizkreis, wie in konventionellen Gebäuden, notwendig.

	Passivhaus
Jahresheizwärmeverbrauch	$Q_{HW} < 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$
Luftdichtheit	$n_{50} \text{ max. } 0,6 \text{ h}^{-1}$
Jahresprimärenergieverbrauch	$Q_p < 120 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$

Tabelle 2.3.1-1: Anforderungen an ein Passivhaus in Mitteleuropa [20]

3 Das betrachtete Neubau-Mehrfamilienhaus

Alle in dieser Arbeit erstellten Varianten werden an Hand eines Neubau-Mehrfamilienhauses erstellt.

Bei dem betrachteten Neubau-Mehrfamilienhaus handelt es sich um ein freistehendes dreigeschossiges Gebäude mit insgesamt 12 Wohneinheiten. Unter dem Gebäude befinden sich sowohl eine Tiefgarage als auch Kellerräume, welche nicht zum beheizten Raum gehören. Des Weiteren besitzt das Gebäude innerhalb des beheizten Raumes einen Fahrstuhl und ein Treppenhaus. Die Dachflächen sind unter einer Neigung von 30° nach Osten und Westen ausgerichtet.

Die Gebäudehüllfläche beträgt $1887,10 \text{ m}^2$ und das Gebäude hat ein Volumen von $4357,70 \text{ m}^3$. Die Gebäudenutzfläche liegt bei $1394,46 \text{ m}^2$.

Gebäudetyp	Freistehendes Mehrfamilienhaus
Gebäudeart	kompakt
Baujahr	2012
Ort:	Hamburg
Anzahl der Wohneinheiten:	12
Anzahl der Geschosse:	3
unbeheizter Keller und Dachgeschoss:	ja
Energiebezugsfläche ⁵ EBF:	$868,11 \text{ m}^2$
Gebäudenutzfläche ⁶ A_N :	$1340,70 \text{ m}^2$
Beheiztes Gebäudevolumen V_e :	$4189,80 \text{ m}^3$
Wärmeübertragende Umfassungsfläche A:	$1872,70 \text{ m}^2$
A/V - Verhältnis ⁷ :	0,45

Tabelle 3-1: Gebäudedaten

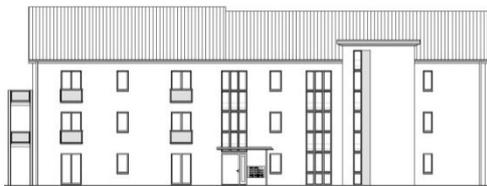


Abbildung 3-1: Ostansicht des MFH



Abbildung 3-2: Südansicht des MFH



Abbildung 3-3: Westansicht des MFH



Abbildung 3-4: Nordansicht des MFH

⁵ Die Energiebezugsfläche ist die Summe aller ober- und unterirdischen Geschossflächen, die innerhalb der thermischen Gebäudehülle liegen und für deren Nutzung eine Beheizung oder Klimatisierung notwendig ist [18].

⁶ Die Gebäudenutzfläche A_N ist nach EnEV eine reine Rechengröße und stellt im Gebäude die zu beheizende Fläche dar. Sie ist somit die "Energiebezugsfläche". Sie wird (nach EnEV) aus dem beheizten Gebäudevolumen (V_e) nach der Gleichung $A_N = 0,32 V_e$ ermittelt [23].

⁷ Das A/V-Verhältnis stellt den Quotienten aus der wärmeübertragenden Oberfläche A und dem darin eingeschlossenen Volumen V eines Gebäudes dar. Er beschreibt somit die Kompaktheit eines Gebäudes [14].

3.1 Bauteilaufbauten des MFH nach dem EnEV₂₀₀₉-Standard

Die folgenden Abbildungen zeigen die Bauteilaufbauten der entsprechenden Bauteile, inklusive Schichtdicken und Wärmeleitzahlen⁸, des hier betrachteten Mehrfamilienhauses für den EnEV₂₀₀₉-Standard.

Oberste Geschossdecke (zum unbeheizten Dach)

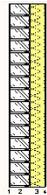
Ist-Zustand	Oberste Geschossdecke	U-Wert: 0,18 W/m ² K										
	<p>U-Wert = 0,18 W/m²K</p> <p>Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit 2 Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524) 3 Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 20 kg/m³) 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Schichtdicke s (cm)</th> <th>Wärmeleitfähigkeit λ (W/mK)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1,00</td> <td>0,700</td> </tr> <tr> <td>18,00</td> <td>2,300</td> </tr> <tr> <td>18,00</td> <td>0,035</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Gesamtdicke : 37,00 cm</td> </tr> </tbody> </table>	Schichtdicke s (cm)	Wärmeleitfähigkeit λ (W/mK)	1,00	0,700	18,00	2,300	18,00	0,035	Gesamtdicke : 37,00 cm	
Schichtdicke s (cm)	Wärmeleitfähigkeit λ (W/mK)											
1,00	0,700											
18,00	2,300											
18,00	0,035											
Gesamtdicke : 37,00 cm												

Dach

Ist-Zustand	Flachdach über Treppenhaus	U-Wert: 0,19 W/m ² K												
	<p>U-Wert = 0,19 W/m²K</p> <p>Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit 2 Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524) 3 Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 20 kg/m³) 4 Kunststoff-Dachbahn ECB (DIN 16729 - 2,0) 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Schichtdicke s (cm)</th> <th>Wärmeleitfähigkeit λ (W/mK)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1,00</td> <td>0,700</td> </tr> <tr> <td>18,00</td> <td>2,300</td> </tr> <tr> <td>18,00</td> <td>0,035</td> </tr> <tr> <td>0,30</td> <td>0,200</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Gesamtdicke : 37,30 cm</td> </tr> </tbody> </table>	Schichtdicke s (cm)	Wärmeleitfähigkeit λ (W/mK)	1,00	0,700	18,00	2,300	18,00	0,035	0,30	0,200	Gesamtdicke : 37,30 cm	
Schichtdicke s (cm)	Wärmeleitfähigkeit λ (W/mK)													
1,00	0,700													
18,00	2,300													
18,00	0,035													
0,30	0,200													
Gesamtdicke : 37,30 cm														

Ist-Zustand	Decke über Tiefgarage	U-Wert: 0,19 W/m ² K												
	<p>U-Wert = 0,19 W/m²K</p> <p>Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit 2 Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524) 3 Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 20 kg/m³) 4 Glasvlies-Bitumendachbahn (DIN 52143) 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Schichtdicke s (cm)</th> <th>Wärmeleitfähigkeit λ (W/mK)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1,00</td> <td>0,700</td> </tr> <tr> <td>18,00</td> <td>2,300</td> </tr> <tr> <td>18,00</td> <td>0,035</td> </tr> <tr> <td>0,30</td> <td>0,170</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Gesamtdicke : 37,30 cm</td> </tr> </tbody> </table>	Schichtdicke s (cm)	Wärmeleitfähigkeit λ (W/mK)	1,00	0,700	18,00	2,300	18,00	0,035	0,30	0,170	Gesamtdicke : 37,30 cm	
Schichtdicke s (cm)	Wärmeleitfähigkeit λ (W/mK)													
1,00	0,700													
18,00	2,300													
18,00	0,035													
0,30	0,170													
Gesamtdicke : 37,30 cm														

Wand gegen Außenluft

Ist-Zustand	Außenwand Süd	U-Wert: 0,26 W/m ² K												
	<p>U-Wert = 0,26 W/m²K</p> <p>Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit 2 Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m³) 3 Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m³) 4 Kunstharzputz 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Schichtdicke s (cm)</th> <th>Wärmeleitfähigkeit λ (W/mK)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1,00</td> <td>0,700</td> </tr> <tr> <td>17,50</td> <td>0,790</td> </tr> <tr> <td>12,00</td> <td>0,035</td> </tr> <tr> <td>1,00</td> <td>0,700</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Gesamtdicke : 31,50 cm</td> </tr> </tbody> </table>	Schichtdicke s (cm)	Wärmeleitfähigkeit λ (W/mK)	1,00	0,700	17,50	0,790	12,00	0,035	1,00	0,700	Gesamtdicke : 31,50 cm	
Schichtdicke s (cm)	Wärmeleitfähigkeit λ (W/mK)													
1,00	0,700													
17,50	0,790													
12,00	0,035													
1,00	0,700													
Gesamtdicke : 31,50 cm														

Wand gegen Erdreich

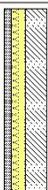
Ist-Zustand	Außenwand Süd Perimeter	U-Wert: 0,31 W/m ² K										
	<p>U-Wert = 0,31 W/m²K</p> <p>Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit 2 Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m³) 3 Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m³) 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Schichtdicke s (cm)</th> <th>Wärmeleitfähigkeit λ (W/mK)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1,00</td> <td>0,700</td> </tr> <tr> <td>17,50</td> <td>0,790</td> </tr> <tr> <td>10,00</td> <td>0,035</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Gesamtdicke : 28,50 cm</td> </tr> </tbody> </table>	Schichtdicke s (cm)	Wärmeleitfähigkeit λ (W/mK)	1,00	0,700	17,50	0,790	10,00	0,035	Gesamtdicke : 28,50 cm	
Schichtdicke s (cm)	Wärmeleitfähigkeit λ (W/mK)											
1,00	0,700											
17,50	0,790											
10,00	0,035											
Gesamtdicke : 28,50 cm												

⁸ Die Wärmeleitfähigkeit bzw. Wärmeleitfähigkeit λ ist das Maß für den Widerstand, den ein Baustoff dem Abfließen der Wärme entgegensetzt [6].

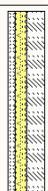
Wand gegen Keller/unbeheizten Raum

Ist-Zustand	Treppenhaus UG gegen unbeheizt	U-Wert: 0,34 W/m²K										
	U-Wert = 0,34 W/m²K Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen 1 Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit 2 Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m³) 3 Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m³) 4 Gipskartonplatten (DIN 18180)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Schicht- dicke s (cm)</th> <th>Wärme- leitzahl λ (W/mK)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1,00</td> <td>0,700</td> </tr> <tr> <td>24,00</td> <td>0,790</td> </tr> <tr> <td>8,00</td> <td>0,035</td> </tr> <tr> <td>1,50</td> <td>0,250</td> </tr> </tbody> </table>	Schicht- dicke s (cm)	Wärme- leitzahl λ (W/mK)	1,00	0,700	24,00	0,790	8,00	0,035	1,50	0,250
	Schicht- dicke s (cm)	Wärme- leitzahl λ (W/mK)										
	1,00	0,700										
	24,00	0,790										
	8,00	0,035										
1,50	0,250											
Gesamtdicke : 34,50 cm												

Boden gegen Außenluft

Ist-Zustand	EG Decke gegen TG	U-Wert: 0,27 W/m²K								
	U-Wert = 0,27 W/m²K Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen 1 Zement-Estrich 2 Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 20 kg/m³) 3 Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Schicht- dicke s (cm)</th> <th>Wärme- leitzahl λ (W/mK)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6,00</td> <td>1,400</td> </tr> <tr> <td>12,00</td> <td>0,035</td> </tr> <tr> <td>18,00</td> <td>2,300</td> </tr> </tbody> </table>	Schicht- dicke s (cm)	Wärme- leitzahl λ (W/mK)	6,00	1,400	12,00	0,035	18,00	2,300
	Schicht- dicke s (cm)	Wärme- leitzahl λ (W/mK)								
	6,00	1,400								
	12,00	0,035								
	18,00	2,300								
Gesamtdicke : 36,00 cm										

Boden gegen Erdreich

Ist-Zustand	Sohle Erdreich	U-Wert: 0,32 W/m²K								
	U-Wert = 0,32 W/m²K Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen 1 Zement-Estrich 2 Polystyrol PS -Extruderschaum (WLG 035) 3 Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Schicht- dicke s (cm)</th> <th>Wärme- leitzahl λ (W/mK)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6,00</td> <td>1,400</td> </tr> <tr> <td>10,00</td> <td>0,035</td> </tr> <tr> <td>15,00</td> <td>2,300</td> </tr> </tbody> </table>	Schicht- dicke s (cm)	Wärme- leitzahl λ (W/mK)	6,00	1,400	10,00	0,035	15,00	2,300
	Schicht- dicke s (cm)	Wärme- leitzahl λ (W/mK)								
	6,00	1,400								
	10,00	0,035								
	15,00	2,300								
Gesamtdicke : 31,00 cm										

Fenster (nach außen)

Ist-Zustand	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	U-Wert: 1,30 W/m²K
Ausr.: N Ausr.: S Ausr.: O Ausr.: O		

Tür (nach außen)

Ist-Zustand	Referenzgebäudetür	U-Wert: 1,80 W/m²K
Ausr.: N Ausr.: W Ausr.: W		

3.2 Anlagentechnik des MFH nach dem EnEV₂₀₀₉-Standard

Die Tabellen 3.2-1 und 3.2-2 zeigen die Anlagentechnik des hier betrachteten Mehrfamilienhauses nach den Vorgaben der EnEV₂₀₀₉. Die Anlagentechnik entspricht hierbei dem Referenzgebäude, wie in Abschnitt 4 beschrieben.

Heizungssystem	
Erzeugung	
Wärmeerzeugung	1 Wärme-Erzeuger, monovalent ohne solare Heizungsunterstützung
Typ	Brennwert-Kessel (verbessert)
Brennstoff	Heizöl EL
Deckungsanteil	100%
Leistung	40 kW

Übergabe	
Wärmeabgabe	freie Heizflächen, Anordnung im Außenwandbereich
Temperaturregelung	Termostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 1 K
Verteilung	
Dämmung der Leitung	nach EnEV
Lage der Steigleitungen	im Gebäudeinneren
Horizontale Verteilleitungen	innerhalb der thermischen Hülle
Auslegungstemperatur	55/45 °C
Faktor Überdimensionierung	1,00
hydraulischer Abgleich	optimiert
separate Umwälzpumpe	vorhanden und leistungsgeregt
Lüftung	
Lüftungsanlage	Abluftanlage
Anlagen-Luftwechselrate	0,40 1/h
belüfteter Flächenanteil	100%
Stromversorgung	Gleichstrom
volumenbezogenen Ventilatorleistung	0,25 W/(m ³ /h)

Tabelle 3.2-1: Heizungssystem des MFH nach EnEV₂₀₀₉

Warmwassersystem	
Wärmeerzeugung	
Erzeugung	Solaranlage + Spitzenlast-Wärme-Erzeugung
Typ (Deckungsanteil in%)	Solaranlage (39%) + Brennwert-Kessel (61%)
Brennstoff	Solar-Energie + Heizöl EL
Speicherung	
Speicher	Bivalenter Solarspeicher ⁹
Aufstellort	außerhalb der therm. Hülle, Keller
Dämmung	nach EnEV
Verteilung	
Verteilungsart	zentrale Versorgung
Dämmung der Leitungen	nach EnEV
Horizontale Verteilleitung	innerhalb der thermischen Hülle

Tabelle 3.2-2: Warmwassersystem des MFH nach EnEV₂₀₀₉

⁹ Ein Bivalenter Solarspeicher ist ein Speicher, welcher zusätzlich zum Wärmetauscher des Solarkreises eine Einrichtung zum Nachheizen mittels einer anderen Energiequelle besitzen, um den Warmwasserbedarf auch bei geringer Solarstrahlung decken zu können.

4 Varianten zum Erreichen der Effizienzhaus-Standards

Die einzelnen hier aufgeführten Varianten wurden mit Hilfe spezieller Software erstellt. Verwendet wurde hierbei für die Varianten der einzelnen KfW-Effizienzhäuser das Energieberaterprogramm der Firma Hottgenroth (Version 7.1.0) und für die Varianten des Passivhauses das Passivhaus Projektierungspaket 2012 (PHPP) des Passivhaus Institutes Darmstadt.

Da die KfW-Effizienzhäuser über die Transmissionswärmeverluste und den Primärenergiebedarf definiert werden, bestand das Vorgehen bei der Erstellung der Varianten darin, zunächst über die Variation der Dämmstärken und der Fensterauswahl in der Gebäudehülle, den jeweils geforderten Grenzwert für die Transmissionswärmeverluste einzuhalten, um dann mit Hilfe einer geeigneten Anlagentechnik den maximalen Primärenergiebedarf zu unterschreiten. In der Tabelle 4-1 sind die entsprechenden Grenzwerte zu finden, welche mit dem Energieberaterprogramm über das Referenzgebäudeverfahren ermittelt wurden.

	Referenzgebäude nach EnEV ₂₀₀₉	Mindestanforderung KfW-EH 70	Mindestanforderung KfW-EH 55	Mindestanforderung KfW-EH 40
Jahres-Primärenergiebedarf q_p in kWh/m ² a	57,87	40,93	32,16	23,39
Transmissionswärmeverlust H_T in W/m ² K	0,397	0,337	0,278	0,218

Tabelle 4-1: Grenzwerte der Hausstandards für den Jahres-Primärenergiebedarf und die Transmissionswärmeverlust

Das Passivhaus wird vorwiegend über den Heizwärmeverbrauch definiert. Der Grenzwert liegt bei 15 kWh pro m² Energiebezugsfläche und Jahr. In Folge dessen muss das Gebäude nicht, wie bei den KfW-Effizienzhäusern, auf den Primärenergieverbrauch, sondern auf den Heizwärmeverbrauch optimiert werden. Dies erfolgt, wie bei den KfW-Effizienzhäusern, über die Anpassung der Dämmdicken in der Gebäudehülle aber auch über den Wärmerückgewinnungsgrad der Lüftungsanlage und der richtigen Auswahl der Fenster in Bezug auf den Wärmedurchgangswert und den Energiedurchlassgrad (g-Wert), sodass neben der Vermeidung von Wärmeverlusten auch die solaren Wärmegewinne berücksichtigt werden, welche sich positiv auf den Heizwärmeverbrauch auswirken.

Da es viele verschiedene Wege gibt einen Standard zu erreichen, war es in dieser Arbeit das Ziel, zwei sinnvolle Varianten pro Standard zu erstellen.

Um eine möglichst große Vergleichbarkeit zu erreichen, wurden bei allen Varianten Standarddämmmaterialien mit einem Wärmedurchgangskoeffizienten¹⁰ von 0,035 W/m²K (WLG 035) sowie zurzeit gängige Heizung- und Lüftungssysteme verwendet. Die Variante 1 jedes Standards beinhaltet daher einen Öl-Brennwertkessel und die Variante 2 jedes Standards eine Sohle-Wasser-Wärmepumpe als Wärmeerzeuger, sodass die erstellten Varianten außerdem unabhängig von Gasleitungen oder ähnlicher Infrastruktur sind.

Die Tabellen in den folgenden Abschnitten beschreiben die Änderungen bei den jeweiligen Varianten an den energetisch wichtigsten Bauteilen der Gebäudehülle und der Anlagentechnik.

4.1 Varianten zum Erreichen des KfW EH-70 Standards

Das Erreichen des Effizienzhausstandards 70 erfolgt sowohl über eine Verbesserung der Gebäudehülle als auch über eine Verbesserung der Anlagentechnik gegenüber dem Referenzgebäude nach EnEV₂₀₀₉. Die Veränderungen an der Gebäudehülle sind in Tabelle 4.1-1 und die Änderungen an der Anlagentechnik in Tabelle 4.1-2 für die Variante 1 sowie in Tabelle 4.1-3 für die Variante 2 aufgeführt.

Um den geforderten Transmissionswärmeverlust von 0,337 W/m²K einzuhalten, muss jedoch nur eine geringfügige Verbesserung der Gebäudehülle vorgenommen werden. In diesen Varianten wird die Dämmungsdicke der Außenwände und der Sohle um 4 cm und die Treppenhauswand gegen unbeheizten Raum sowie die Decke gegen die Tiefgarage um 2 cm erweitert und Fenster mit einem U-Wert von 1,1 W/m²K verwendet, womit ein Transmissionswärmeverlust von 0,332 W/m²K erzielt wird. Um die Anforderungen des EH-70 bezüglich des Primärenergieverbrauchs von 40,93 kWh/m²a zu erreichen, ist in der ersten Variante die Gebäudetechnik des Referenzgebäudes um eine zentrale Lüftungsanlage mit einem Wärmebereitstellungsgrad, also einer Wärmerückgewinnung, von 80% erweitert worden. Als weitere Maßnahme ist eine Vergrößerung des solaren Beitrags bei der Warmwassererzeugung um 11% auf 50% notwendig, die mit einer

¹⁰ Der Wärmedurchgangskoeffizient U beschreibt den Wärmestrom in Watt, der bei einer Temperaturdifferenz von einem Kelvin zwischen Innen- und Außenseite je m² Bauteilfläche hindurchgeht [12].

Kollektorfläche von 60 m² realisiert werden kann. Mit diesen Maßnahmen erreicht diese Variante einen Primärenergieverbrauch von 39,12 kWh/m²a.

Die zweite Variante beinhaltet eine Umstellung der gesamten Anlagentechnik. Es kommt hier eine Sole-Wasser-Wärmepumpe zum Einsatz, die sowohl den gesamten Heizwärmebedarf, als auch den gesamten Warmwasserbedarf deckt. Es ist in dieser Variante also möglich, auf eine solare Komponente bei der Warmwassererzeugung zu verzichten und trotzdem den EH-70-Standard einzuhalten.

Bauteil	Änderung der Dämmdicke ggü. dem Referenzgebäude	Dämmdicke	U-Wert des gesamten Bauteils
Oberste Geschossdecke	± 0,00 cm	18cm	0,18 W/m ² K
Flachdach über Treppenhaus	± 0,00 cm	18cm	0,19 W/m ² K
Decke über Tiefgarage	± 0,00 cm	18cm	0,19 W/m ² K
Außenwand	+ 4,00 cm	16cm	0,2 W/m ² K
Außenwand Perimeter	± 0,00 cm	10cm	0,31 W/m ² K
Treppenhauswand UG gegen Tiefgarage	± 0,00 cm	12cm	0,25 W/m ² K
Treppenhauswand UG gegen unbeheizten Raum	+ 2,00 cm	10cm	0,29 W/m ² K
Decke gegen TG	+ 2,00 cm	14cm	0,23 W/m ² K
Sohle Erdreich	+ 4,00 cm	14cm	0,23 W/m ² K
Fenster	von 2S W 1,3 auf 2S W 1,1	-	1,1 W/m ² K
Tür	± 0,00 cm	0 cm (Holztür)	1,8 W/m ² K
Wärmebrückennachweis	-	-	-

Tabelle 4.1-1: Gebäudehülle des EH-70

	Heizung	
	Referenzgebäude	Änderung
Erzeugungstyp	Brennwertkessel (HL=40kW)	Brennwertkessel (HL=37kW)
Brennstoff	Heizöl EL	/
Lüftungsanlage	Abluftanlage	Zentrale Lüftungsanlage mit WRG Wärmebereitstellungsgrad: 80%
	Warmwasser	
	Referenzgebäude	Änderung
Erzeugungstyp	Brennwert-Kessel (HL=40kW) (61%) und Solaranlage (39%)	Brennwert-Kessel (HL=37kW) (50%) und Solaranlage (50%)
Brennstoff	Heizöl EL und Solar-Energie	/
Speicherung	bivalenter Solarspeicher	/
Alle weiteren Komponenten oder Einstellungen der Anlagentechnik entsprechen dem Referenzgebäude		

Tabelle 4.1-2: Anlagentechnik der Variante 1 des EH-70

	Heizung	
	Referenzgebäude	Änderung
Erzeugungstyp	Brennwertkessel (HL=40kW)	Sole-Wasser-Wärmepumpe (HL=37kW)
Brennstoff	Heizöl EL	Strom-Mix
Lüftungsanlage	Abluftanlage	/
	Warmwasser	
	Referenzgebäude	Änderung
Erzeugungstyp	Brennwert-Kessel (HL=40kW) (61%) und Solaranlage (39%)	Sole-Wasser-WP (HL=37kW) (100%)
Brennstoff	Heizöl EL und Solar-Energie	Strom-Mix
Speicherung	bivalenter Solarspeicher	/
Alle weiteren Komponenten oder Einstellungen der Anlagentechnik entsprechen dem Referenzgebäude		

Tabelle 4.1-3: Anlagentechnik der Variante 2 des EH-70

4.2 Varianten zum Erreichen des KfW EH-55 Standards

Um die Anforderungen des EH-55-Standards zu erfüllen, müssen weitere Verbesserungen an der Gebäudehülle und der Anlagentechnik vorgenommen werden. Die Verbesserungen an der Gebäudehülle sind in Tabelle 4.2-1, die Verbesserungen an der Anlagentechnik für die Variante 1 in Tabelle 4.2-2 sowie für die Variante 2 in Tabelle 4.2-3 aufgeführt.

Der geforderte Transmissionswärmeverlust von $0,278 \text{ W/m}^2\text{K}$ wird hier zum einen über eine zusätzliche Dämmdicke gegenüber dem Referenzgebäude im Außenwandbereich von 8 cm, womit eine Dämmdicke von 20 cm erreicht wird, und im Bereich der obersten Geschossdecke und des Treppenhausdaches sowie der Tiefgaragendecke von 2 cm auf ebenfalls 20 cm Dämmdicke erreicht. Zum anderen müssen auch die Fenster, gegenüber dem EH-70-Standard, weiter verbessert werden. Fenster mit 3-Scheiben Wärmeschutzverglasung und einem U-Wert von $0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ erfüllen hier die Anforderungen. Die Sohlendämmung kann gegenüber dem EH-70-Standard unverändert bei 14 cm bleiben. Durch einen detaillierten Wärmebrückennachweis können außerdem, die vom Energieberaterprogramm standardmäßig angenommenen Verluste über Wärmebrücken¹¹, von $0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$ auf $0,02 \text{ W/m}^2\text{K}$ gesenkt werden. Mit diesen Maßnahmen an der Gebäudehülle erreicht das Gebäude einen Transmissionswärmeverlust von $0,266 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Um die Anforderungen des EH-70 bezüglich des Primärenergieverbrauchs von $32,16 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ einzuhalten, reicht bei der ersten Variante mit Brennwertkessel eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung sowie eine 50%ige solare Warmwassererzeugung, wie beim EH-70-Standard, nicht mehr aus. Es muss zusätzlich eine solare Heizungsunterstützung von 10% realisiert werden, womit das Gebäude mit einem Primärenergieverbrauch von $31,87 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ den Grenzwert unterschreitet.

Die zweite Variante mit Sole-Wasser-Wärmepumpe dagegen kommt weiter ohne Wärmerückgewinnung in der Lüftungsanlage aus. Ein Primärenergieverbrauch von $31,28 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ wird, gegenüber dem EH-70-Standard, über einen solaren Beitrag bei der Warmwassererzeugung von 50% erzielt, welcher über eine 60 m^2 große Solaranlage realisiert werden kann.

¹¹ Wärmebrücken sind örtlich begrenzte wärmetechnische Schwachstellen in der wärmegeprägten Außenhülle eines Gebäudes [11].

Bauteil	Änderung der Dämmdicke ggü. dem Referenzgebäude	Dämmdicke	U-Wert des gesamten Bauteils
Oberste Geschossdecke	+ 2,00 cm	20cm	0.17 W/m²K
Flachdach über Treppenhaus	+ 2,00 cm	20cm	0.17 W/m²K
Decke über Tiefgarage	+ 2,00 cm	20cm	0.17 W/m²K
Außenwand	+ 8,00 cm	20cm	0.16 W/m²K
Außenwand Perimeter	± 0,00 cm	10cm	0.31 W/m²K
Treppenhauswand UG gegen Tiefgarage	± 0,00 cm	12cm	0.25 W/m²K
Treppenhauswand UG gegen unbeheizten Raum	+ 4,00 cm	12cm	0.25 W/m²K
Decke gegen TG	+ 2,00 cm	14cm	0.23 W/m²K
Sohle Erdreich	+ 4,00 cm	14cm	0.23 W/m²K
Fenster	von 2S W 1,3 auf 3S W 0,9	-	0,9 W/m²K
Tür	± 0,00 cm	0 cm (Holztür)	1,8 W/m²K
Wärmebrückennachweis	von 0,05 W/m²K auf 0,02 W/m²K	-	-

Tabelle 4.2-1: Gebäudehülle des EH-55

	Heizung	
	Referenzgebäude	Änderung
Erzeugungstyp	Brennwertkessel (HL=40kW)	Brennwert-Kessel (HL=33kW) (90%) und Solaranlage (10%)
Brennstoff	Heizöl EL	/
Lüftungsanlage	Abluftanlage	Zentrale Lüftungsanlage mit WRG Wärmebereitstellungsgrad: 80%
	Warmwasser	
	Referenzgebäude	Änderung
Erzeugungstyp	Brennwert-Kessel (HL=40kW) (61%) und Solaranlage (39%)	Brennwert-Kessel (HL=33kW) (50%) und Solaranlage (50%)
Brennstoff	Heizöl EL und Solar-Energie	/
Speicherung	bivalenter Solarspeicher	/
Alle weiteren Komponenten oder Einstellungen der Anlagentechnik entsprechen dem Referenzgebäude		

Tabelle 4.2-2: Anlagentechnik der Variante 1 des EH-55

	Heizung	
	Referenzgebäude	Änderung
Erzeugungstyp	Brennwertkessel (HL=40kW)	Sole-Wasser-Wärmepumpe (HL=33kW)
Brennstoff	Heizöl EL	Strom-Mix
Lüftungsanlage	Abluftanlage	/
	Warmwasser	
	Referenzgebäude	Änderung
Erzeugungstyp	Brennwert-Kessel (HL=40kW) (61%) und Solaranlage (39%)	Sole-Wasser-WP (HL=33kW) (50%) und Solaranlage (50%)
Brennstoff	Heizöl EL und Solar-Energie	Strom-Mix und Solar-Energie
Speicherung	bivalenter Solarspeicher	/
Alle weiteren Komponenten oder Einstellungen der Anlagentechnik entsprechen dem Referenzgebäude		

Tabelle 4.2-3: Anlagentechnik der Variante 2 des EH-55

4.3 Varianten zum Erreichen des KfW EH-40 Standards

Das Erreichen des EH-40-Standards erfordert weitreichende Verbesserungen an der Gebäudehülle und der Anlagentechnik. Für die Variante 1 sind in Tabelle 4.3-1 die Verbesserungen an der Gebäudehülle und in Tabelle 4.3-2 an der Anlagentechnik aufgeführt. Die Verbesserungen für die Gebäudehülle der Variante 2 liegen in Tabelle 4.3-3 und für die Anlagentechnik in Tabelle 4.3-4 vor.

Der Grenzwert für den Transmissionswärmeverlust liegt bei diesen Varianten bei 0,218 W/m²K. Durch die Erweiterung der Dämmdicke bei allen Bauteilen der Gebäudehülle, mit Ausnahme der Perimeterwand, auf 30cm und der Perimeterdämmung auf 20 cm sowie die Verwendung von Fenstern mit 3-Scheiben Wärmeschutzverglasung und einem U-Wert von 0,8 W/m²K, erreicht die erste Variante einen Transmissionswärmeverlust von 0,199 W/m²K. Die Anlagentechnik umfasst bei dieser Variante, im Vergleich zum EH-55-Standard, neben dem Brennwertkessel, der Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, der solaren Warmwassererzeugung und der solaren Heizungsunterstützung auch eine 7,12 kWp Photovoltaikanlage. Mit diesen Maßnahmen erreicht das Gebäude einen Primärenergieverbrauch von 23,32 kWh/m²a und unterbietet somit die

Mindestanforderungen an den Primärenergieverbrauch bei diesem Standard von 23,39 kWh/m²a.

Die zweite Variante mit Sohle-Wasser-Wärmepumpe erreicht einen Primärenergieverbrauch von 21,03 kWh/m²a. Die Anlagentechnik umfasst bei dieser Variante, neben der Wärmepumpe und der solaren Warmwasserunterstützung, wie sie schon bei der zweiten Variante des EH-55-Standards vorhanden waren, auch eine Lüftungsanlage mit einem Wärmebereitstellungsgrad von 80%. Die Dämmung der Gebäudehülle kann bei dieser Variante etwas geringer ausfallen, da die Gebäudehülle, auf Grund des geringeren Primärenergiefaktors der Wärmepumpe, weniger zum Erreichen des Primärenergieverbrauchs beitragen muss. Es reicht daher aus, im Vergleich zur ersten Variante, die Sohle, die Decke gegen die Tiefgarage, die Treppenhauswand gegen unbeheizten Keller und die Treppenhauswand gegen die Tiefgarage anstatt mit 30 cm nur mit 22 cm zu dämmen, um auf einen Transmissionswärmeverlust von 0,207 W/m²K zu kommen.

Bauteil	Änderung der Dämmdicke ggü. dem Referenzgebäude	Dämmdicke	U-Wert des gesamten Bauteils
Oberste Geschossdecke	+ 12,00 cm	30cm	0.11 W/m ² K
Flachdach über Treppenhaus	+ 12,00 cm	30cm	0.11 W/m ² K
Decke über Tiefgarage	+ 12,00 cm	30cm	0.11 W/m ² K
Außenwand	+ 18,00 cm	30cm	0.11 W/m ² K
Außenwand Perimeter	+ 10,00 cm	20cm	0.16 W/m ² K
Treppenhauswand UG gegen Tiefgarage	+ 18,00 cm	30cm	0.11 W/m ² K
Treppenhauswand UG gegen unbeheizten Raum	+ 22,00 cm	30cm	0.11 W/m ² K
Decke gegen TG	+ 18,00 cm	30cm	0.11 W/m ² K
Sohle Erdreich	+ 20,00 cm	30cm	0.11 W/m ² K
Fenster	von 2S W 1,3 auf 3S W 0,8	-	0,8 W/m ² K
Tür	± 0,00 cm	0 cm (Holztür)	1,8 W/m ² K
Wärmebrückennachweis	von 0,05 W/m ² K auf 0,02 W/m ² K	-	-

Tabelle 4.3-1: Gebäudehülle der Variante 1 des EH-40

	Heizung	
	Referenzgebäude	Änderung
Erzeugungstyp	Brennwertkessel (HL=40kW)	Brennwert-Kessel (HL=30kW) (90%) und Solaranlage (10%)
Brennstoff	Heizöl EL	/
Lüftungsanlage	Abluftanlage	Zentrale Lüftungsanlage mit WRG Wärmebereitstellungsgrad: 80%
	Warmwasser	
	Referenzgebäude	Änderung
Erzeugungstyp	Brennwert-Kessel (HL=40kW) (61%) und Solaranlage (39%)	Brennwert-Kessel (HL=30kW) (50%) und Solaranlage (50%)
Brennstoff	Heizöl EL und Solar-Energie	/
Speicherung	bivalenter Solarspeicher	/
	Strom	
	Referenzgebäude	Änderung
PV-Anlage	nicht vorhanden	7,12kWp Anlage
Alle weiteren Komponenten oder Einstellungen der Anlagentechnik entsprechen dem Referenzgebäude		

Tabelle 4.3-2: Anlagentechnik der Variante 1 des EH-40

Bauteil	Änderung der Dämmdicke ggü. dem Referenzgebäude	Dämmdicke	U-Wert des gesamten Bauteils
Oberste Geschossdecke	+ 12,00 cm	30cm	0.11 W/m²K
Flachdach über Treppenhaus	+ 12,00 cm	30cm	0.11 W/m²K
Decke über Tiefgarage	+ 12,00 cm	30cm	0.11 W/m²K
Außenwand	+ 18,00 cm	30cm	0.11 W/m²K
Außenwand Perimeter	+ 10,00 cm	20cm	0.16 W/m²K
Treppenhauswand UG gegen Tiefgarage	+ 10,00 cm	22cm	0.15 W/m²K
Treppenhauswand UG gegen unbeheizten Raum	+ 14,00 cm	22cm	0.14 W/m²K
Decke gegen TG	+ 10,00 cm	22cm	0.15 W/m²K
Sohle Erdreich	+ 12,00 cm	22cm	0.15 W/m²K
Fenster	von 2S W 1,3 auf 3S W 0,8	-	0,8 W/m²K
Tür	± 0,00 cm	0 cm (Holztür)	1,8 W/m²K
Wärmebrückennachweis	von 0,05 W/m²K auf 0,02 W/m²K	-	-

Tabelle 4.3-3: Gebäudehülle der Variante 2 des EH-70

	Heizung	
	Referenzgebäude	Änderung
Erzeugungstyp	Brennwertkessel (HL=40kW)	Sole-Wasser-Wärmepumpe (HL=30kW)
Brennstoff	Heizöl EL	Strom-Mix
Lüftungsanlage	Abluftanlage	Zentrale Lüftungsanlage mit WRG Wärmebereitstellungsgrad: 80%
	Warmwasser	
	Referenzgebäude	Änderung
Erzeugungstyp	Brennwert-Kessel (HL=40kW) (61%) und Solaranlage (39%)	Sole-Wasser-WP (HL=30kW) (50%) und Solaranlage (50%)
Brennstoff	Heizöl EL und Solar-Energie	Strom-Mix und Solar-Energie
Speicherung	bivalenter Solarspeicher	/
Alle weiteren Komponenten oder Einstellungen der Anlagentechnik entsprechen dem Referenzgebäude		

Tabelle 4.3-4: Anlagentechnik der Variante 2 des EH-40

4.4 Varianten zum Erreichen des Passivhaus-Standards

Beim Passivhaus werden im Gegensatz zu den KfW-Effizienzhäusern, nicht die Transmissionswärmeverluste, sondern der Heizwärmeverbrauch begrenzt. Er darf einen Wert von maximal 15 kWh/m²a, bezogen auf die Energiebezugsfläche, nicht überschreiten.

Bei diesem Gebäude ist dieser Grenzwert vor allem durch die maximale Dämmung der Gebäudehülle zu erreichen, wie die Tabelle 4.4-1 zeigt. Die Dämmdicke beträgt bei allen Bauteilen 40 cm. Die Erweiterung der Dämmung gegenüber dem Referenzgebäude beträgt somit bei der obersten Geschossdecke, dem Treppenhausdach und der Decke über dem Treppenhaus 22 cm, bei der Außenwand, der Treppenhauswand gegen die Tiefgarage und der Decke gegen die Tiefgarage 28 cm, bei der Perimeterwand und der Sohle 30 cm sowie bei der Treppenhauswand gegen unbeheizten Raum sogar 32 cm. Es werden dadurch U-Werte zwischen 0,083 und 0,086 W/m²K, je nach Aufbau des gesamten Bauteils, erreicht. Des Weiteren sind spezielle Passivhausfenster und –Türen notwendig, um den Grenzwert einzuhalten. Die Fenster bestehen aus 3 Scheiben mit einem U-Wert von 0,6 W/m²K und einem passivhausgeeignetem Rahmen mit einem U-Wert von 0,8 W/m²K, sodass die Fenster insgesamt auf einen U-Wert von 0,75 W/m²K kommen. Auch die Hauseingangstür ist mit einem U-Wert von 0,8 W/m²K passivhausgerecht.

Neben der Gebäudehülle wird der Heizwärmebedarf auch durch die Wärmerückgewinnung der Lüftungsanlage maßgeblich beeinflusst. Für beide Varianten ist eine Lüftungsanlage mit einem Wärmebereitstellungsgrad von 83% zum Einhalten des Grenzwertes notwendig. Mit diesen Maßnahmen erreichen beide Varianten einen Heizwärmebedarf von 14,8 kWh/m²a.

Neben dem Heizwärmeverbrauch ist, wie bei den KfW-Effizienzhäusern, auch beim Primärenergieverbrauch, ein Grenzwert festgeschrieben. Dieser liegt bei 120 kWh/m²a. Dieser Wert beinhaltet, im Gegensatz zu den Berechnungen nach EnEV, auch den Haushaltstrom und bezieht sich nicht auf die Gebäudenutzfläche, sondern die Energiebezugsfläche. Dieser Grenzwert kann bei der Variante 1 mit Brennwertkessel über die Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und eine Erweiterung der Solaranlage auf 50% der Warmwasserversorgung erreicht werden. Die Variante 2 mit Sole-Wasser-Wärmepumpe kommt dagegen sogar nur mit der Wärmerückgewinnung über Lüftungsanlage und ohne Solaranlage aus.

Bezogen auf die Primärenergieberechnung nach der EnEV erreicht die Variante 1 einen Primärenergieverbrauch von 29,65 kWh/m²a und die Variante 2 von 22,98 kWh/m²a. Beide Varianten erfüllen somit auch die Kriterien der KfW bezüglich einer Förderung, welche einen Grenzwert von 30 bzw. 40 kWh/m²a, je nach Förderprogramm, festgelegt hat.

Beide Varianten erreichen mit diesen Maßnahmen eine Heizlast von 12 W/m². Nach dem PHPP sollte die Heizlast einen Wert von 10 W/m² nicht überschreiten, damit das Haus über die Zuluft beheizt werden kann. Dieser Grenzwert ist jedoch nicht zwingend einzuhalten, um ein Passivhauszertifikat zu bekommen. Der Grenzwert kann bei diesen Varianten nicht eingehalten werden, weil bei diesem Mehrfamilienhaus keine explizite Passivhausplanung durchgeführt wurde. Das Gebäude ist weder nach Süden ausgerichtet noch sind die Fensteranordnung und die Fenstergrößen auf ein Passivhaus optimiert, sodass die Solarstrahlung im Gebäude nicht optimal in solare Wärmegewinnen umgesetzt werden kann. Dies kann auch nicht durch die weitere Verbesserung der Gebäudehülle ausgeglichen werden, da die Dämmdicke mit 40 cm bereits den üblichen Maximalwert erreicht hat.

Um eine behagliche Temperatur, auch an sehr kalten Tagen, zu gewährleisten, ist somit das Heizsystem nicht nur auf die Warmwasserbereitung, sondern auch auf die Wohnraumbeheizung auszulegen, was wie bei einem konventionellen Heizsystem auch die entsprechenden Rohrleitungen notwendig macht, was unter Umständen,

durch eine Passivhausplanung eingespart werden könnte. Dies hat somit auch Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit der hier erstellten Passivhausvarianten.

Bauteil	Änderung der Dämmdicke ggü. dem Referenzgebäude	Dämmdicke	U-Wert des gesamten Bauteils
Oberste Geschossdecke	+ 22,00 cm	40cm	0.085 W/m ² K
Flachdach über Treppenhaus	+ 22,00 cm	40cm	0.086 W/m ² K
Decke über Tiefgarage	+ 22,00 cm	40cm	0.086 W/m ² K
Außenwand	+ 28,00 cm	40cm	0.084 W/m ² K
Außenwand Perimeter	+ 30,00 cm	40cm	0.085 W/m ² K
Treppenhauswand UG gegen Tiefgarage	+ 28,00 cm	40cm	0.083 W/m ² K
Treppenhauswand UG gegen unbeheizten Raum	+ 32,00 cm	40cm	0.083 W/m ² K
Decke gegen TG	+ 28,00 cm	40cm	0.085 W/m ² K
Sohle Erdreich	+ 30,00 cm	40cm	0.085 W/m ² K
Fenster	von 2S W 1,3 auf 3S W 0,6 W/m ² K (Rahmen: 0,8 W/m ² K)	-	0,75 W/m ² K
Hauseingangstür	Passivhaustür		0,8 W/m ² K
Wärmebrückennachweis	von 0,05 W/m ² K auf 0,198 W/m ² K	-	-

Tabelle 4.4-1: Gebäudehülle des Passivhauses

	Heizung	
	Referenzgebäude	Änderung
Erzeugungstyp	Brennwertkessel (HL=40kW)	Brennwertkessel (HL=15kW)
Brennstoff	Heizöl EL	/
Lüftungsanlage	Abluftanlage	Zentrale Lüftungsanlage mit WRG Wärmebereitstellungsgrad: 83%
	Warmwasser	
	Referenzgebäude	Änderung
Erzeugungstyp	Brennwert-Kessel (HL=40kW) (61%) und Solaranlage (39%)	Brennwert-Kessel (HL=15kW) (50%) und Solaranlage (50%)
Brennstoff	Heizöl EL und Solar-Energie	/
Speicherung	bivalenter Solarspeicher	/

Alle weiteren Komponenten oder Einstellungen der Anlagentechnik entsprechen dem Referenzgebäude

Tabelle 4.4-2: Anlagentechnik der Variante 1 des Passivhauses

	Heizung	
	Referenzgebäude	Änderung
Erzeugungstyp	Brennwertkessel (HL=40kW)	Sole-Wasser-Wärmepumpe (HL=15kW)
Brennstoff	Heizöl EL	Strom-Mix
Lüftungsanlage	Abluftanlage	Zentrale Lüftungsanlage mit WRG Wärmebereitstellungsgrad: 83%
	Warmwasser	
	Referenzgebäude	Änderung
Erzeugungstyp	Brennwert-Kessel (HL=40kW) (61%) und Solaranlage (39%)	Sole-Wasser-WP (HL=15kW) (100%)
Brennstoff	Heizöl EL und Sonnen-Energie	Strom-Mix
Speicherung	bivalenter Solarspeicher	/
Alle weiteren Komponenten oder Einstellungen der Anlagentechnik entsprechen dem Referenzgebäude		

Tabelle 4.4-3: Anlagentechnik der Variante 2 des Passivhauses

5 Ergebnisse

5.1 Primärenergieverbrauch

Die Abbildung 5.1-1 zeigt den Primärenergieverbrauch und Einsparungen für alle betrachteten Varianten.

Die Primärenergieeinsparungen der KfW-Effizienzhäuser gegenüber dem Referenzgebäude liegen, wie von der KfW gefordert, bei den Varianten des Effizienzhauses 70 bei mindestens 30%, bei den Varianten des Effizienzhauses 55 bei mindestens 45% und bei den Varianten des Effizienzhauses 40 bei mindestens 60%. Die meisten Varianten weisen darüber hinaus noch eine höhere Primärenergieeinsparung auf. Dies erfolgt auf Grund der Verwendung von am Markt erhältlichen Bauteilen, sodass in einigen Fällen die Dämmstärke etwas dicker ist, als sie zur Einhaltung der Anforderungen sein müssten. Bei den Passivhäusern ergeben sich Einsparungen beim Primärenergieverbrauch für Heizung, Warmwasser und Hilfsstrom von 49,14% bei der Variante 1 und 60,58% bei der Variante 2, womit beide Varianten, bei Addition des Haushaltsstroms, den geforderten Grenzwert von 120 kWh/m²a, bezogen auf die Energiebezugsfläche, einhalten. Der Primärenergieverbrauch kann somit, ausgehend vom Referenzgebäude, mit 78168 kWh/a beim EH-70 um 25716 kWh/a bzw. 24461 kWh/a, beim EH-55 um 35435 kWh/a bzw. 36228 kWh/a, beim EH-40 um 46900 kWh/a bzw. 49978 kWh/a und beim Passivhaus um 38423 kWh/a bzw. 47354 kWh/a reduziert werden.

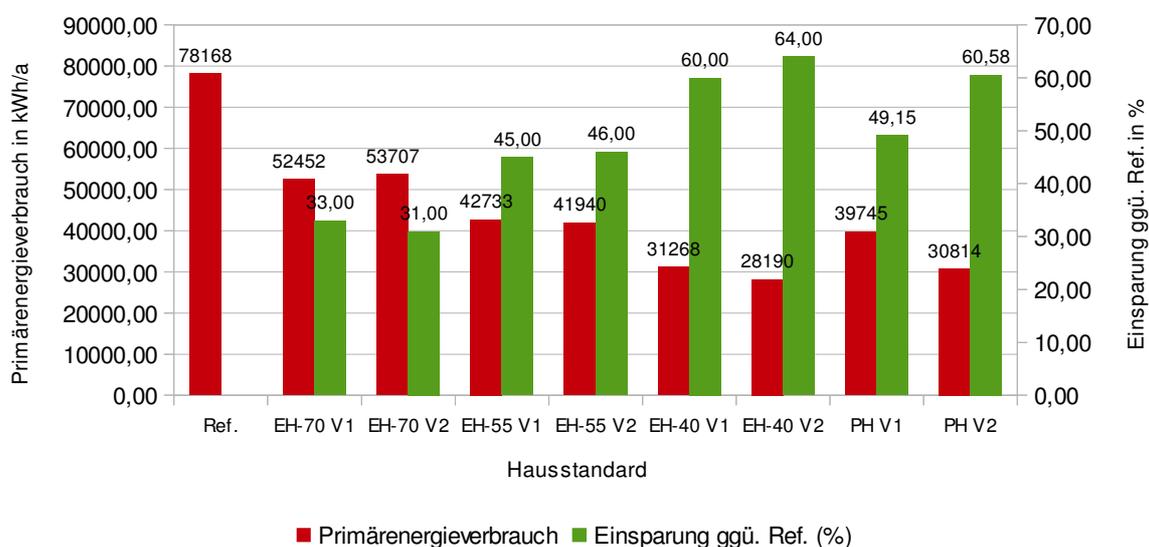


Abbildung 5.1-1: Primärenergieverbrauch und Primärenergieeinsparung der einzelnen Varianten

5.2 Endenergieverbrauch

Der Endenergieverbrauch stellt den eigentlichen Energieverbrauch des Hauses dar und ist für die einzelnen Varianten zusammen mit der Endenergieeinsparung in Abbildung 5.2-1 aufgeführt.

Der Endenergieverbrauch ist entsprechend den in der EnEV₂₀₀₉ definierten Primärenergiefaktoren¹² für Heizöl und Strom geringer als der Primärenergieverbrauch. Durch den sehr hohen Primärenergiefaktor bei Strom von 3,0, hervorgerufen durch die hohen Umwandlungsverlusten bei der Stromherstellung, im Vergleich zum Primärenergiefaktor bei Heizöl von 1,1, weisen die Varianten EH-70 V2, EH-55 V2, EH-40 V2 und PH V2 mit Wärmepumpe als Wärmeerzeuger, einen wesentlich geringeren Endenergieverbrauch auf als die entsprechenden Varianten mit Brennstoffkessel.

Die Endenergieeinsparung gegenüber dem Referenzgebäude beträgt beim EH-70 mit Brennstoffkessel 38% (25219 kWh/a) bzw. 69% (46470 kWh/a) beim EH-70 mit Wärmepumpe, beim EH-55 mit Brennstoffkessel 50% (33238 kWh/a) bzw. 76% (50996 kWh/a) beim EH-55 mit Wärmepumpe, beim EH-40 mit Brennstoffkessel 63% (42417 kWh/a) bzw. 84% (56285 kWh/a) beim EH-40 mit Wärmepumpe und beim Passivhaus mit Brennstoffkessel 53,71% (36053 kWh/a) bzw. 82,28% (55235 kWh/a) beim Passivhaus mit Wärmepumpe.

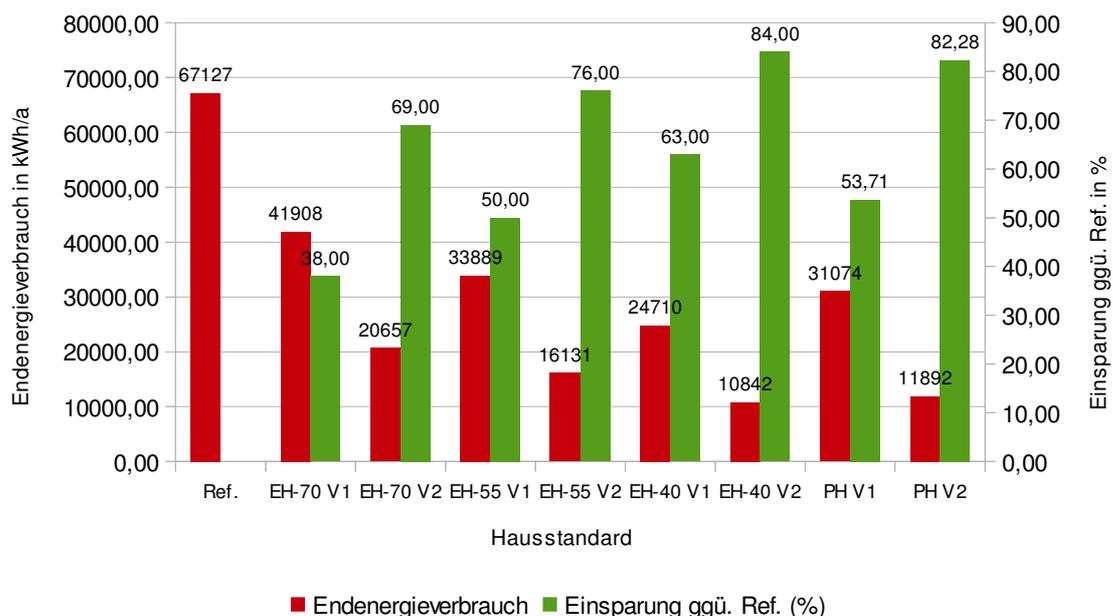


Abbildung 5.2-1: Endenergieverbrauch und Endenergieeinsparung der einzelnen Varianten

¹² Der Primärenergiefaktor ist ein Faktor zur Bewertung unterschiedlicher Energiearten [5].

5.3 Heizenergieverbrauch

Der Heizenergieverbrauch stellt den Energieverbrauch dar, welcher zum Beheizen des Gebäudes notwendig ist. Verbräuche für Warmwasser, Hilfsstrom oder Haushaltsstrom gehen nicht in die Berechnung mit ein. Der Heizwärmeverbrauch errechnet sich somit aus den Transmissionswärmeverlusten, den Lüftungswärmeverlusten und den internen sowie solaren Wärmegewinnen.

Die Abbildung 5.3-1 zeigt den Heizenergieverbrauch und die Einsparung für alle betrachteten Varianten.

Bei den Varianten des Passivhauses stellt der Heizenergieverbrauch eine entscheidende Größe dar. Der Passivhausstandard kann nur erreicht werden, wenn ein Grenzwert beim Heizenergieverbrauch von 15 kWh/m²a, bezogen auf die Energiebezugsfläche, eingehalten wird. Die beiden hier erstellten Varianten unterschreiten diesen Grenzwert mit einem jährlichen Heizenergieverbrauch von 12846 kWh/a, was einer Einsparung von 73,44% gegenüber dem Referenzgebäude bedeutet. Sie sparen somit gegenüber dem Referenzgebäude 35519 kWh/a ein.

Die Heizenergieeinsparungen gegenüber dem Referenzgebäude fallen bei den Varianten der KfW-EH-40 mit 81,20% und 79,62% und somit einer Einsparung von 39271 kWh/a bzw. 38508 kWh/a sogar noch etwas höher aus. Die Heizenergieeinsparungen beim EH-70 und EH-55 sind geringer, wobei die Einsparungen bei den Varianten 2 deutlich geringer sind. Sie liegen beim EH-55 bei 67,20% (32503 kWh/a) bzw. 28,86% (13960 kWh/a) und beim EH-70 bei 49,55% (23967 kWh/a) bzw. 9,31% (4504 kWh/a).

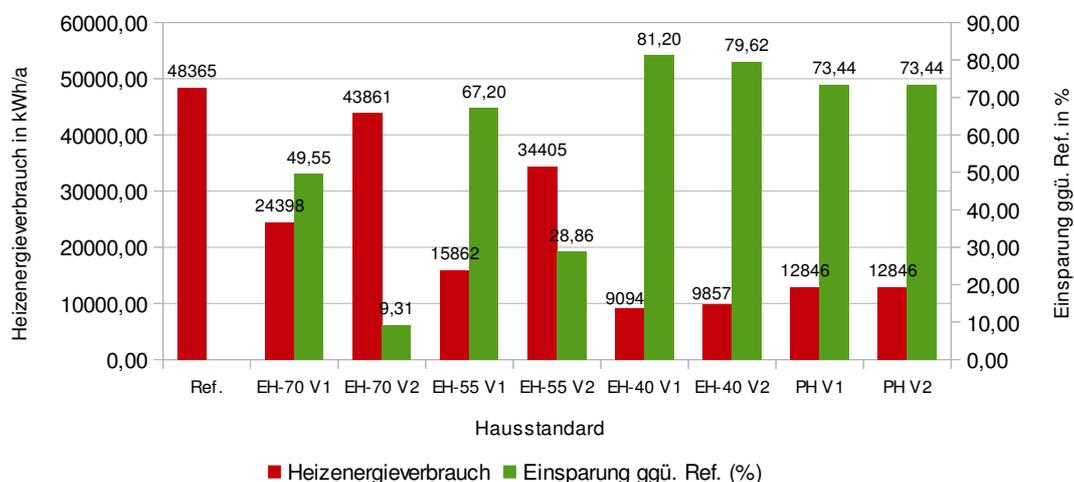


Abbildung 5.3-1: Heizenergieverbrauch und Endenergieeinsparung der einzelnen Varianten

5.4 CO₂– Emission

Die Abbildung 5.4-1 zeigt die CO₂-Emissionen und die CO₂-Einsparungen für alle betrachteten Varianten.

Die Emissionswerte ergeben sich über die CO₂-Emissionsfaktoren der verwendeten Energieträger. So beträgt dieser Faktor bei Heizöl 0,3 kg/kWh_{End} und bei Strom 0,6 kg/kWh_{End}.

Die prozentuale CO₂-Einsparung liegt bei allen Varianten in einem ähnlichen Bereich, wie bei der Primärenergieeinsparung. So können bei den Varianten des EH-70 33 % bzw. 32 %, bei den Varianten des EH-55 45 % bzw. 47 %, bei den Varianten des EH-40 60 % bzw. 65 % und bei den Varianten des Passivhauses 41 % bzw. 57% eingespart werden.

In absoluten Werten bedeutet dies eine CO₂-Einsparung gegenüber dem Referenzgebäude von 6235 kg/a bei der Variante 1 des EH-70 und 6124 kg/a bei der Variante 2 des EH-70, von 8578 kg/a bei der Variante 1 und 8916 kg/a bei der Variante 2 des EH-55, von 11340 kg/a bei der Variante 1 und 12179 kg/a bei der Variante 2 des EH-40 sowie 7845 kg/a bei der Variante 1 und 10796 kg/a bei der Variante 2 des Passivhauses.

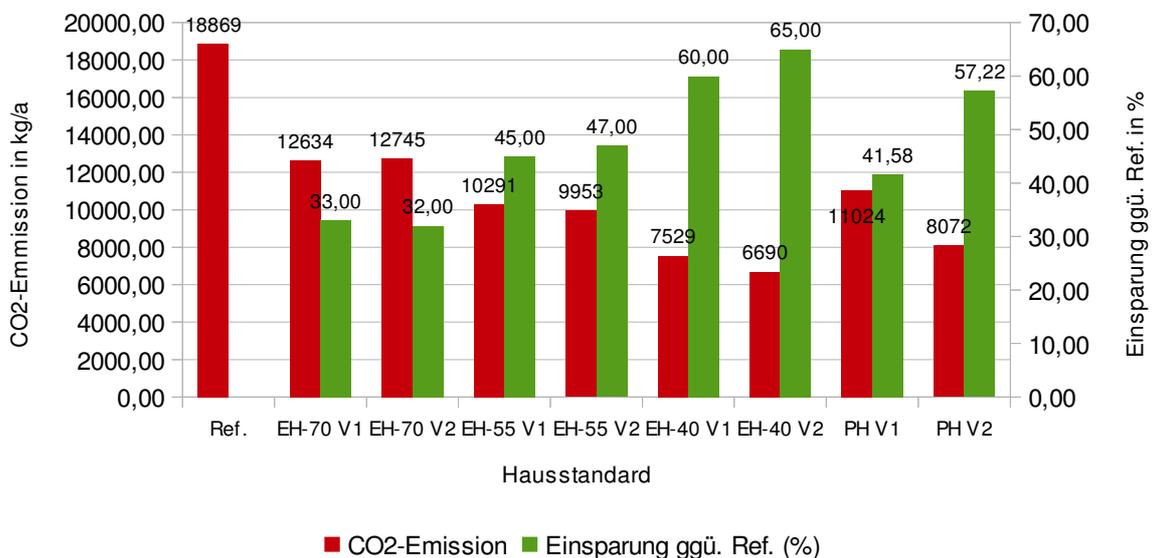


Abbildung 5.4-1: CO₂-Emission und CO₂-Einsparung der einzelnen Varianten

5.5 Wirtschaftlichkeit

Zur Betrachtung der Wirtschaftlichkeit wurde eine dynamische Kostenbetrachtung nach der Annuitätsmethode, zum einen für die Realisierung der hier erstellten Varianten ohne KfW-Förderung und zum anderen mit KfW-Förderung, durchgeführt. Bei der Annuitätsmethode werden über die jährlichen mittleren Energiekosten und die jährlichen mittleren Kapitalkosten die gesamten mittleren Jahreskosten über die Nutzungsdauer ermittelt. Die dabei gewählten Rahmenbedingungen sind in Tabelle 5.5-1 aufgelistet.

Finanzierungsgrad in %	100
Nutzungsdauer in Jahren	25
Kalkulationszins in % [22]	3
Preissteigerung Energie in % [20]	10
Energiepreis leichtes Heizöl in €/kWh [Heizöl (0,9422 €/l; 10,7 kWh/l)] [10]	0,0881
Energiepreis Strom in €/kWh [3]	0,2508
Energiepreis Strom für Wärmepumpen in €/kWh [18]	0,1890
Maximaler Förderungszeitraum der KfW in Jahren [11]	10
Kalkulationszins in % bei Förderung in % [11]	1,5
Maximaler Kreditbetrag der KfW in €/Wohneinheit [11]	50000
Tilgungszuschuss beim KfW-EH-55 in % [11]	5
Tilgungszuschuss beim KfW-EH-40 in % [11]	10

Tabelle 5.5-1: Rahmenbedingungen für die Wirtschaftlichkeitsberechnung

Die Abbildung 5.5-1 zeigt die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ohne Einbezug einer möglichen KfW-Förderung und die Abbildung 5.5-2 mit KfW-Förderung. Die Abbildungen beschreiben hierbei die Mehrinvestition der jeweiligen Varianten gegenüber dem Referenzgebäude im Vergleich zu der jährlichen Einsparung der jeweiligen Varianten gegenüber dem Referenzgebäude sowie die Amortisationszeit der Mehrinvestition. Die Mehrinvestitionen beinhalten hierbei auch die Zinsbelastungen. Die jährlichen Einsparungen ergeben sich aus den Energieeinsparungen, wobei die Kapitalkosten eingerechnet sind.

Es ist zu erkennen, dass bei allen Effizienzhausstandards die Mehrinvestitionen der Varianten 2 deutlich über den Mehrinvestitionen der Varianten 1 liegen. Darüber hinaus sind die summierten jährlichen Einsparungen für Energie- und Kapitalkosten bei den Varianten 2 aller Effizienzhausstandards, mit Ausnahme des Passivhauses, geringer. Daraus ergibt sich bei den Varianten 2 der KfW-Effizienzhäuser 70, 55 und

40 eine deutlich längere Amortisationszeit als bei den entsprechenden Varianten 1. Beim Passivhaus ist dies entgegengesetzt.

In absoluten Zahlen bedeutet dies, dass zum Erreichen des EH-70 Standards mit Öl-Brennwertkessel als Wärmeerzeuger 71968 Euro mehr investiert werden müssen als für den Mindeststandard nach EnEV, im Gegenzug jedoch 5265,45 Euro pro Jahr, durch die geringeren Energiekosten, eingespart werden können. Für die Variante 2 des EH-70 mit Wärmepumpe als Wärmeerzeuger müssen weitere 41343 Euro investiert werden, wobei die jährliche Einsparung gegenüber der Variante 1 um 1371 Euro geringer ist. Die Amortisationszeit liegt dadurch bei Variante 1 bei 13,67 Jahren und bei Variante 2 bei 29,09 Jahren, was einer Steigerung um 112,85 % entspricht. Mit Hilfe der KfW-Förderung können die Zinskosten jedoch gesenkt werden, wodurch sich die Investitionskosten verringern und die jährlichen Einsparungen erhöhen. Die Amortisationszeiten können dadurch auf 9,29 Jahre bei Variante 1 und 20,27 Jahre bei Variante 2 gesenkt werden.

Das Erreichen des EH-55 Standards mit Öl-Brennwertkessel als Wärmeerzeuger, erfordert eine Mehrinvestition gegenüber dem Referenzgebäude von 91080 Euro und somit 22231 Euro weniger als bei der Variante 2 des EH-70. Die jährliche Einsparung liegt bei 7023,96 Euro, wodurch sich eine Amortisationszeit von 12,97 Jahren ergibt, welche beide Varianten des EH-70-Standards unterbietet. Die Variante 2 des EH-55 Standard mit Wärmepumpe als Wärmeerzeuger kann durch eine Mehrinvestition gegenüber dem Referenzgebäude von 142236 Euro realisiert werden, was Mehrkosten gegenüber der Variante 1 von 51156 Euro bedeutet. Bei jährlichen Einsparungen von 5761,68 Euro amortisiert sich diese Variante innerhalb von 24,69 Jahren, was einer Steigerung der Amortisationszeit gegenüber Variante 1 von 90,96 % entspricht. Bei einer KfW-Förderung des EH-55 senken sich die Investitionskosten nicht nur durch die geringere Zinsbelastung, sondern auch durch einen Tilgungszuschuss in Höhe von 5 % vom Zusagebetrag. Die Mehrinvestitionen betragen danach für die Variante 1 Euro 57228 und für die Variante 2 Euro 103268. Bei einer gleichzeitigen Erhöhung der jährlichen Einsparungen auf 8378,04 Euro bei Variante 1 und 7320,39 Euro bei Variante 2 ergeben sich Amortisationszeiten für die Variante 1 von 6,83 Jahren und für die Variante 2 von 14,11 Jahren.

Um den EH-40 Standard zu erreichen ist nochmals eine Steigerung der Investitionen erforderlich. Die Variante 1 des EH-40 mit Öl-Brennwertkessel als Wärmeerzeuger erfordert eine Mehrinvestition gegenüber dem Referenzgebäude von 165310 € und

führt somit nur zu einer um lediglich 23074 Euro höheren Investition als die Variante 2 des EH-55-Standards, was bei einer höheren jährlichen Einsparung, welche bei 6837,10 Euro liegt, eine Amortisationszeit von 24,18 Jahren ergibt. Die Amortisationszeit der Variante 2 mit Wärmepumpe als Wärmeerzeuger liegt um 53,26 % höher und somit bei 37,06 Jahren. Dies liegt vor allem an den Investitionskosten, welche im Vergleich aller hier betrachteten Varianten am größten sind und bei 234088 Euro liegen. Auch die im Vergleich zur Variante 1 niedrigeren jährlichen Einsparungen von 6316,79 Euro führen zu der recht hohen Amortisationszeit. Durch eine KfW-Förderung verringert sich die Amortisationszeit bei Variante 1 des EH-40 auf 11,27 Jahre und bei der Variante 2 auf 17,82 Jahre. Diese starke Verringerung der Amortisationszeit kommt durch die geringere Zinsbelastung aber auch durch einen Tilgungszuschuss in Höhe von 10 % vom Zusagebetrag zustande, wodurch die Mehrinvestitionen gegenüber dem Referenzgebäude bei der Variante 1 auf 104483 Euro und bei Variante 2 auf 163125 Euro gesenkt werden. Darüber hinaus steigen die jährlichen Einsparungen gegenüber dem Referenzgebäude durch die niedrigeren Kapitalkosten auf 9270,15 Euro bei Variante 1 und 9155,27 Euro bei Variante 2.

Bei den Passivhausvarianten hat, im Gegensatz zu den übrigen Effizienzhausstandards, die Variante 2 mit Wärmepumpe als Wärmeerzeuger eine mit 33,04 Jahren wesentlich kürzere Amortisationszeit als die Variante 1 mit Öl-Brennwertkessel als Wärmeerzeuger und sogar als Variante 2 des EH-40 Standards. Obwohl Variante 1 mit 188876 Euro eine geringere Mehrinvestition gegenüber der Variante 1 mit 210962 Euro hat, erreicht diese Variante auf Grund der relativ geringen jährlichen Einsparung gegenüber dem Referenzgebäude von 3885,42 Euro nur eine Amortisationszeit von 48,61 Jahren, welche um 47,12 % höher liegt als bei Variante 2 und die längste Amortisationszeit aller hier betrachteten Varianten darstellt. Die Variante 2 hat dagegen mit 6384,12 Euro eine 64,31 % höhere jährliche Einsparung als Variante 1. Die beiden hier erstellten Passivhausvarianten können ebenfalls, im gleichen Maße wie die KfW-40, durch die KfW gefördert werden. Dies führt zu einer Reduzierung der Mehrinvestitionen bei Variante 1 auf 124577 Euro und bei Variante 2 auf 143408 Euro. Zusammen mit einer Steigerung der jährlichen Einsparungen auf 6457,39 bei Variante 1 und 9086,28 Euro bei Variante 2, verringern sich die Amortisationszeiten auf 19,29 bei Variante 1 bzw. 15,78 bei Variante 2.

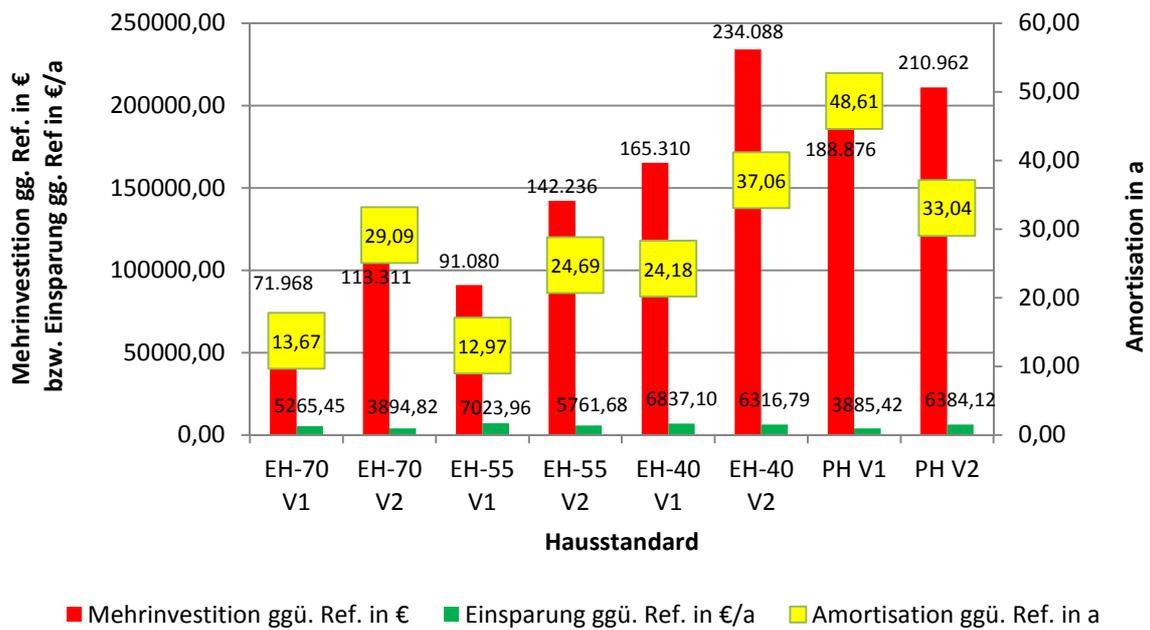


Abbildung 5.5-1: Mehrinvestition, Einsparung und Amortisation der einzelnen Varianten ohne KfW-Förderung

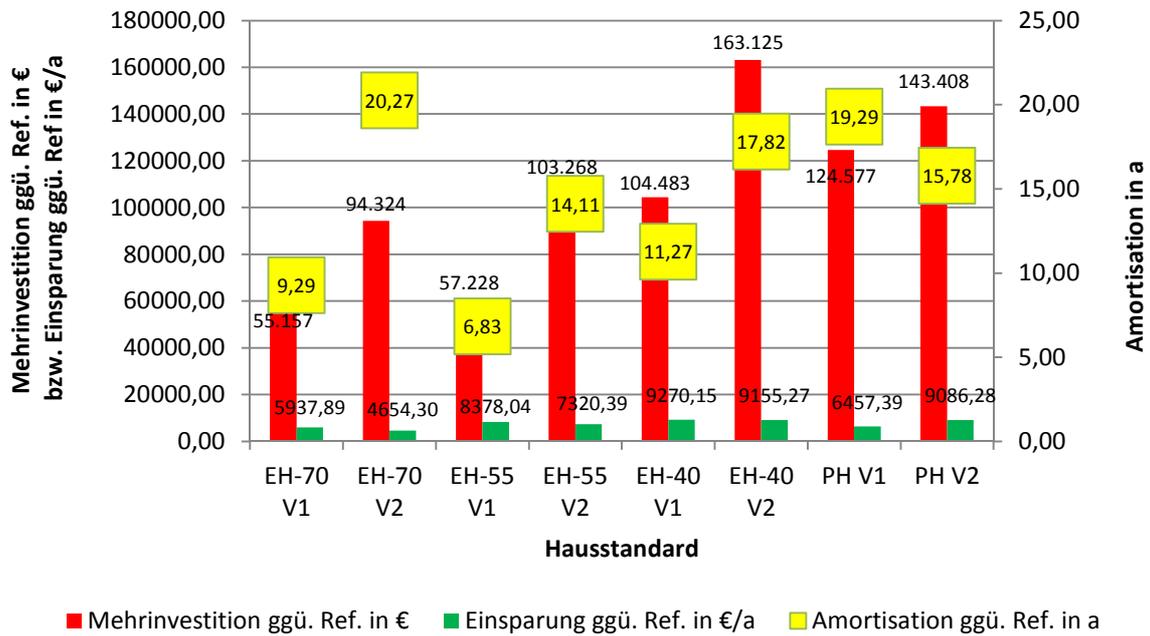


Abbildung 5.5-2: Mehrinvestition, Einsparung und Amortisation der einzelnen Varianten mit KfW-Förderung

6 Diskussion

Der vom Gesetzgeber vorgegebene EnEV₂₀₀₉ Standard stellt bereits hohe energetische Anforderungen an einen Neubau. Nicht umsonst beklagen teilweise schon heute Bauherren und Bauwirtschaft die zu hohe Nachweispflichten beim Energieverbrauch der Gebäude und die daraus resultierenden Mehrkosten und befürchten bei weiteren Verschärfungen der Richtlinien sogar einen immensen Schaden für die Bauwirtschaft [25]. Es stellt sich daher die Frage, ob es sich sowohl energetisch als auch wirtschaftlich lohnt, über den Mindeststandard zu gehen, oder ob diese Option, bei den derzeitigen Rahmenbedingungen (siehe Tabelle 5.4-1), nur etwas für Idealisten bleibt.

6.1 Vergleich der Energieverbräuche und der CO₂-Emissionen

Energetisch gesehen, sorgen alle hier erstellten Varianten für eine hohe Energie- und somit auch für eine hohe CO₂-Einsparung. Jedoch unterscheiden sich diese Einsparungen, je nach Effizienzhausstandard und Variante, teilweise stark.

Besonders auffällig sind die Unterschiede bei dem Endenergieverbrauch zwischen den Varianten eines Effizienzhausstandards, welche den eigentlichen Energieverbrauch des Hauses darstellt (siehe Abb. 5.2-1). Der Endenergieverbrauch aller Varianten mit Wärmepumpe als Wärmeerzeuger (Varianten 2) ist weniger als halb so groß, wie der entsprechende Endenergieverbrauch der mit Öl-Brennwertkessel als Wärmeerzeuger (Varianten 1). Da die Gebäudehüllen bei den beiden Varianten eines Standards identisch sind, ist hierfür die Anlagentechnik verantwortlich. Maßgeblich ist hierbei die Sole-Wasser-Wärmepumpe, welche Erdwärme als Energiequelle nutzt und so im Vergleich zur Öl-Brennwertkessel wesentlich weniger externe Energie benötigt, um die gleiche Wärmeleistung zu erzielen. Der Unterschied im Endenergieverbrauch zwischen den beiden Varianten eines Standards wäre noch größer, wenn sich die Anlagentechnik, nur in Bezug auf den Wärmeerzeuger, unterscheiden würde und keine weiteren Techniken zur Verringerung des Energieverbrauchs eingesetzt würden. Dies ist jedoch vor allem bei den Varianten mit Öl-Brennwertkessel notwendig, um die von der KfW geforderten Primärenergiegrenzwerte des jeweiligen Effizienzhausstandards einzuhalten. So benötigt, wie im Kapitel 4 beschrieben, die Variante 1 des EH-70, im Gegensatz zur

Variante 2, eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und eine Solaranlage. Beim EH-55 ist die Anlagentechnik der Variante 1 gegenüber der Variante 2 um eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und eine 10%ige solare Heizungsunterstützung erweitert. Die Verbesserungen der Variante 1 des EH-40 im Vergleich zur Variante 2, umfassen eine 10%ige solare Heizungsunterstützung sowie eine Photovoltaikanlage. Variante 1 des Passivhauses ist, im Gegensatz zur Variante 2, mit einer Solaranlage ausgestattet. Die Primärenergiegrenzwerte der KfW werden auf diese Weise eingehalten, jedoch ist der Primärenergieverbrauch der Varianten 2 gegenüber der Variante 1 nicht wesentlich kleiner, wie man auf Grund der Endenergieverbräuche vermuten könnte. Die Abbildung 5.1-1 zeigt, dass die Primärenergieverbräuche der beiden Varianten eines Standards sehr ähnlich sind. Grund dieser Angleichung ist der hohe Primärenergiefaktor von Strom. Durch hohe Umwandlungsverluste bei der Stromproduktion liegt dieser Faktor bei 3,0. Der Primärenergiefaktor von Heizöl beträgt dagegen 1,1, sodass der Primärenergieverbrauch im Vergleich zum Endenergieverbrauch bei den Varianten mit Wärmepumpen stärker steigt als bei den Varianten mit Öl-Brennwertkesseln. Bei den CO₂-Emissionen verhält es sich ähnlich, wie in Abbildung 5.4-1 zu sehen ist. Auch hier ist zu erwarten, dass die CO₂-Emissionen bei den Varianten 2 der jeweiligen Standards, auf Grund der Endenergieverbräuche, deutlich kleiner sind als bei den Varianten 1. Durch den CO₂-Emissionsfaktor in Höhe von 0,6 kg/kWh_{End} bei Strom gegenüber 0,3 kg/kWh_{End} bei Heizöl, gleichen sich jedoch auch hier die Werte der Varianten eines Standards an.

Das gleiche Bild zeigt sich auch bei den jährlichen Energiekosten, welche über den Endenergieverbrauch abgerechnet werden. Die Energiekosten sind bei den Varianten 2 nur geringfügig kleiner als bei den Varianten 1, wie Tabelle 6-1 zeigt. Die Abweichung liegt beim EH-70 bei 1,78%, beim EH-55 bei 5,86%, beim EH-40 bei 21,07% und beim PH bei 26,85%. Grund hierfür ist der deutliche Unterschied zwischen dem Strompreis und dem Heizölpreis, welcher bei 0,1 € zugunsten des Heizölpreises liegt und den Vorteil der Wärmepumpe bezüglich der Endenergieeinsparung bei den Energiekosten wieder zu Nichte macht.

	EH-70 V1	EH-70 V2	EH-55 V1	EH-55 V2	EH-40 V1	EH-40 V2	PH V1	PH V2
Jährliche Energiekosten ohne Energiepreissteigerung in €/a	4218,66	4143,52	3548,98	3340,89	2810,46	2218,33	3343,72	2445,99

Tabelle 6-1: Jährliche Energiekosten ohne Energiepreissteigerung

Beim Heizenergieverbrauch gibt es, ähnlich wie beim Endenergieverbrauch, teilweise große Unterschiede zwischen den Varianten eines Standards, wie Abbildung 5.3-1 zeigt. Bei den Effizienzhäusern 70 und 55 ist der Heizenergieverbrauch der Varianten 2 wesentlich größer als bei den Varianten 1. An dieser Stelle ist deutlich der Einfluss einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung zu erkennen. Der Heizenergiebedarf wird über die Transmissionswärmeverluste, die Lüftungswärmeverluste sowie die internen und solaren Wärmegewinne berechnet. Liegt, wie in den Fällen der Varianten 2 der Effizienzhäuser 70 und 55, keine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung vor, so steigen die Wärmeverluste durch die notwendige Fensterlüftung stark an und müssen durch einen höheren Heizenergieverbrauch ausgeglichen werden. Eine Wärmerückgewinnung ist bei diesen beiden Varianten nicht vorgesehen, da die KfW-Effizienzhäuser, im Gegensatz zum Passivhaus, nicht auf einen geringen Heizenergieverbrauch, sondern auf einen geringen Primärenergieverbrauch ausgelegt sind und beide Varianten den erforderlichen Primärenergiegrenzwert, ohne den Einsatz einer Wärmerückgewinnung, erreichen.

Bei den Heizenergieverbräuchen fällt des Weiteren auf, dass die Heizenergieeinsparung beim EH-40 höher ausfällt als beim Passivhaus, obwohl das Passivhaus auf den Heizenergieverbrauch ausgelegt ist und sowohl eine besser gedämmte Gebäudehülle als auch einen etwas höheren Wärmebreitstellungsgrad der Lüftungsanlage aufweist. Grund hierfür ist, die im Vergleich detailliertere Aufnahme des Gebäudes im Passivhaus-Projektierungspaket. Durch die Aufnahme der Verschattungssituation jedes Fensters und der genauen Aufnahme der vorgesehenen elektrischen Geräte innerhalb des Gebäudes, fallen die solaren und inneren Wärmegewinne beim Passivhaus deutlich geringer aus als bei den KfW-Effizienzhäusern, wie die Tabelle 6.1-1 für das hier betrachteten Mehrfamilienhauses zeigt. Die solaren Wärmegewinne sind beim Passivhaus um 31302 kWh/a und die internen Wärmegewinne sogar um 42759 kWh/a geringer.

	solare Wärmegewinne in kWh/a	interne Wärmegewinne in kWh/a
KfW-EH	54817	58729
PH	23515	15970

Tabelle 6.1-1: Solare und interne Wärmegewinne der KfW-Effizienzhäuser und der Passivhäuser

6.2 Vergleich der Wirtschaftlichkeit

Die einzelnen Effizienzhausstandards und deren Varianten unterscheiden sich außer im Energieverbrauch und der CO₂-Emission auch beim Realisierungsaufwand und dem Verhältnis von Energie- bzw. CO₂-Einsparung zur Investition, was im Folgenden betrachtet werden soll.

Wie schon in den Abbildungen 5.5-1 und 5.5-2 gesehen, steigen die Mehrinvestitionen gegenüber dem Referenzgebäude bei steigendem Effizienzhausstandard an, wobei die Investitionen der Varianten 2 innerhalb eines Standards höher sind als die Investitionen der Varianten 1 und die Variante 2 das EH-40 die höchste Mehrinvestition aufweist. Die Tabelle 6.2-1 zeigt nun die einzelnen Investitionen der einzelnen Varianten je Bauteil und die Tabelle 6.2-2 die daraus resultierenden Investitionssteigerungen gegenüber dem Referenzgebäude je Bauteilsegment.

Bauteil	Ref. Investition in €	EH-70 V1 Investition in €	EH-70 V2 Investition in €	EH-55 V1 Investition in €	EH-55 V2 Investition in €	EH-40 V1 Investition in €	EH-40 V2 Investition in €	PH V1 Investition in €	PH V2 Investition in €
Dämmschicht Oberste Geschossdecke	9412,10	9412,10	9412,10	10297,25	10297,25	20295,23	20295,23	30293,21	30293,21
Dämmschicht Flachdach über Treppenhaus	288,68	288,68	288,68	312,62	312,62	449,40	449,40	586,18	586,18
Dämmschicht Decke über Tiefgarage	131,97	131,97	131,97	142,91	142,91	205,44	205,44	274,37	274,37
Dämmschicht Außenwand	38492,44	41909,20	41909,20	45051,57	45051,57	52910,77	52910,77	60769,97	60769,97
Dämmschicht Außenwand Perimeter	668,04	668,04	668,04	668,04	668,04	925,30	925,30	1439,82	1439,82
Dämmschicht Treppenhauswand UG gegen Tiefgarage	4607,54	5016,53	5016,53	5392,67	5392,67	6333,42	6333,42	7274,16	7274,16
Dämmschicht Treppenhauswand UG gegen unbeheizten Raum	2097,55	2283,74	2283,74	2454,98	2454,98	2883,24	2883,24	3311,51	3311,51
Dämmschicht Decke gegen TG	4825,22	5526,71	5526,71	5526,71	5526,71	11151,76	8339,23	14154,40	14154,40
Dämmschicht Sohle Erdreich (Bodenplatte Stirnseite)	4132,70	4828,71	4828,71	4828,71	4828,71	7268,17	5935,48	8409,17	8409,17
Eingangstür	1683,61	1683,61	1683,61	1683,61	1683,61	1683,61	1683,61	1941,45	1941,45
Fenster	36130,05	37413,12	37413,12	39610,21	39610,21	40176,75	40176,75	42215,21	42215,21
Heizanlage	5993,74	5741,49	16676,28	5405,16	15472,36	4655,05	14569,41	3891,66	10054,69
Tiefenbohrung	/	/	37000,00	/	33000,00	/	30000,00	/	15000,00
Erdsonde	/	/	25900,00	/	23100,00	/	21000,00	/	9800,00
Solaranlage	13454,40	13454,40	/	13454,40	13454,40	13454,40	13454,40	17939,20	/
Lüftungsanlage	24000,00	60000,00	24000,00	60000,00	24000,00	60000,00	60000,00	60000,00	60000,00
PV-Anlage	/	/	/	/	/	16210,13	/	/	/
Wärmebrückennachweis	/	/	/	4800,00	4800,00	4800,00	4800,00	4800,00	4800,00
Gesamtinvestition netto in €	145918,03	188358,29	212738,68	199628,83	229796,03	243402,66	283961,68	257300,31	270324,14
Gesamtinvestition brutto in €	173642,45	224146,36	253159,03	237558,31	273457,28	289649,16	337914,40	306187,37	321685,72
Mehrinvestition ggü. Ref. in €	/	50503,91	79516,57	63915,86	99814,83	116006,71	164271,94	132544,91	148043,27

Tabelle 6.2-1: Investitionskosten je Bauteil und Variante

Bauteilsegment	EH-70 V1 Steigerung Investition ggü. Ref in %	EH-70 V2 Steigerung Investition ggü. Ref in %	EH-55 V1 Steigerung Investition ggü. Ref in %	EH-55 V2 Steigerung Investition ggü. Ref in %	EH-40 V1 Steigerung Investition ggü. Ref in %	EH-40 V2 Steigerung Investition ggü. Ref in %	PH V1 Steigerung Investition ggü. Ref in %	PH V2 Steigerung Investition ggü. Ref in %
Dämmung	8,37	8,37	22,92	22,92	65,84	59,42	103,09	103,09
Fenster / Eingangstür	3,39	3,39	9,20	9,20	10,70	10,70	16,77	16,77
Haustechnik	82,28	138,39	81,50	150,94	117,09	219,98	88,34	118,32

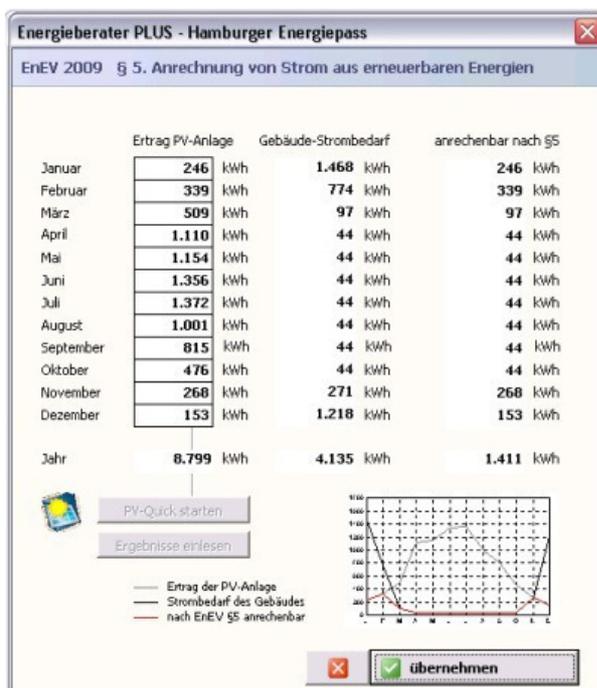
Tabelle 6.2-2: Investitionskostensteigerung ggü. Ref. nach Bauteilsegment

Da die Varianten eines Standards, bis auf Ausnahme der Variante 1 des EH-40, bei dem eine stärkere Dämmung zum Erreichen der Primärenergieanforderungen erforderlich ist, die gleiche Gebäudehülle besitzen, gibt es bei der Dämmung und den Fenstern zwischen den beiden Varianten eines Standards keine Unterschiede. Zwischen den Standards steigt jedoch die Investition gegenüber dem Referenzgebäude bei der Dämmung zwischen dem EH-70 und dem EH-55 um 14,55%, zwischen dem EH-55 und dem EH-40 um 42,92% bzw. 36,5% und zwischen dem EH-40 und dem Passivhaus um weitere 46,25% bzw. 43,67%. Die Außenwanddämmung und die Dämmung der obersten Geschossdecke sind hierbei die größten Kostenfaktoren. Bei den Fenstern erfolgt die Steigerung mit 5,81% zwischen dem EH-70 und dem EH-55 sowie 1,50% zwischen dem EH-55 und dem EH-40 und 6,07% zwischen dem EH-40 und dem Passivhaus weniger stark. Die Fenster und Haustüren haben somit keinen großen Einfluss auf die Gesamtkosten. Auf Grund der unterschiedlichen Haustechnikvarianten gibt es beim Investitionsaufwand sowohl zwischen den Standards als auch zwischen den Varianten große Unterschiede. Die Tabelle 6.2-2 zeigt, dass die Variante 2 mit einer Wärmepumpe als Herzstück der Haustechnik deutlich höhere Investitionssteigerungen haben, als die entsprechenden Varianten mit Brennwertkessel. Dies spiegelt sich auch bei den Mehrkosten gegenüber dem Referenzgebäude in der Abbildung 5.5-1 wider und zeigt, dass die Haustechnik, obwohl die Kosten für die Gebäudehülle auf einem ähnlich hohem Niveau ist, die Gesamtkosten maßgeblich beeinflussen und somit ein ausschlaggebendes Argument für oder gegen eine Variante innerhalb eines Standards sind. Der Grund hierfür ist, dass die Wärmepumpe, im Gegensatz zum Öl-Brennwertkessel, bei gleicher Leistung einen im Schnitt dreifach höheren Anschaffungspreis hat und zudem zur Erschließung der Wärmequelle eine sehr kostenintensive Tiefenbohrung samt Erdsonde notwendig ist. Im Gegenzug können, wegen des geringeren

Primärenergieverbrauchs der Wärmepumpe, im Vergleich zum Öl-Brennwertkessel, weitere Maßnahmen zur Primärenergieeinsparung eingespart werden. So kann bei der Variante 2 des Effizienzhauses 70 sowohl auf eine Solaranlage zur Warmwassererzeugung als auch auf eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung verzichtet werden, sodass die Investitionskosten für die Haustechnik, trotz eines um 73834,79 Euro höheren Anschaffungspreises für die Wärmepumpe samt Tiefenbohrung, nur um 24380,39 Euro gegenüber Variante 2 steigen.

Auch bei der Variante 2 des Effizienzhauses 55 sind die Investitionskosten für die Heizanlage wesentlich höher als bei Variante 1, und zwar um 66167,20 Euro. Eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung ist jedoch nicht notwendig, sodass 36000 Euro eingespart werden können und sich die Mehrkosten der Variante 2 gegenüber Variante 1 auf 30167,20 Euro belaufen.

Beim EH-40 zeichnet sich ein ähnliches Bild ab. Hier benötigt die Variante 1 mit Brennwertkessel neben der Solaranlage zur Warmwassererzeugung und der



Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung eine Photovoltaikanlage, um den geforderten Primärenergiewert zu erreichen. Nach §5 der EnEV₂₀₀₉ darf jedoch nur Strom aus erneuerbaren Energien an den Energieverbrauch des Gebäudes angerechnet werden, wenn dieser vom Gebäude selbst genutzt wird. Der Strombedarf des Hauses verhält sich jedoch entgegengesetzt der Stromerzeugung der Photovoltaikanlage, wie in Abbildung 6.2-1 zu erkennen ist,

Abbildung 6.2-1: Anrechnung des Stroms aus der PV-Anlage nach §5 EnEV2009

sodass die Anlage wesentlich größer dimensioniert werden muss, um die

notwendige, anrechenbare Primärenergieeinsparung zu erzielen, wobei die überschüssige Energie in das öffentliche Netz eingespeist werden kann. Die PV-Anlage kostet in diesem Beispiel 16210,13 Euro und ist in der Variante 2 des Effizienzhauses 40 mit Wärmepumpe nicht notwendig, um die Primärenergiegrenzwerte einzuhalten. Durch die Mehrkosten der Heizanlage von

65104,36 Euro sind die Investitionskosten von Variante 2 gegenüber Variante 1 dennoch um 40559,02 Euro größer.

Auch bei den Varianten des Passivhauses, muss bei Variante 2 Euro 30963,03 mehr in die Heizanlage investiert werden. Eine Solaranlage ist auch hier zum Einhalten der Grenzwerte nicht notwendig, sodass sich die Mehrinvestitionen gegenüber Variante 1 auf 13023,83 Euro belaufen. Beide Passivhausvarianten benötigen dennoch eine geringere Investition als die Variante 2 des EH-40.

Insgesamt sinken, bei steigendem Effizienzhausstandard, die Kosten für die Heizungsanlage, da über die geringere Wärmeabgabe der Gebäudehülle und der Lüftung die notwendige Heizleistung sinkt und somit die Heizungsanlage geringer dimensioniert werden kann. Im Gegenzug steigen jedoch die Ausgaben für die Dämmung der Gebäudehülle sowie für die Fenster und für Gebäudetechnik wie Lüftungsanlage und Solaranlage, um die Primärenergiegrenzwerte, bzw. die Heizenergiegrenzwerte beim Passivhaus, einzuhalten.

Der Investitionsaufwand kann jedoch nur zur Unterscheidung der hier dargestellten Varianten, innerhalb eines Standards, dienen. Zur Unterscheidung der Standards untereinander muss der Zusammenhang zwischen dem Investitionsaufwand zu den erwarteten finanziellen Einsparungen sowie zu den Energie- und CO₂-Einsparungen betrachtet werden.

Die Abbildungen 6.2-2 und 6.2-3 stellen für die jeweiligen Hausstandards einer Variante die Steigerung der Investition und die Verringerung der Primärenergie und Endenergie sowie der CO₂-Emissionen dar.

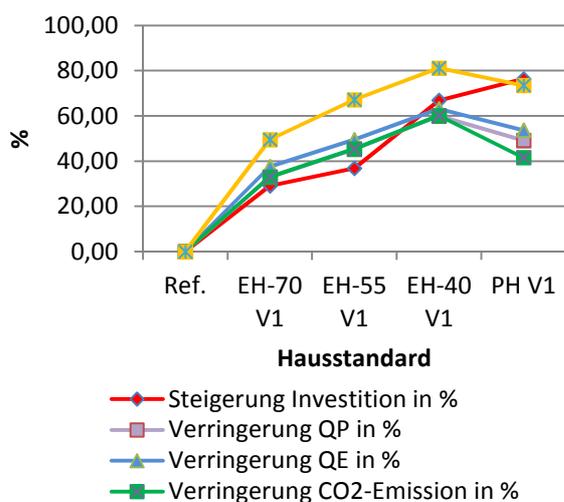


Abbildung 6.2-2: Entwicklung von Investition, Q_P, Q_E, Q_H und CO₂-Emission je Hausstandard der Varianten 1

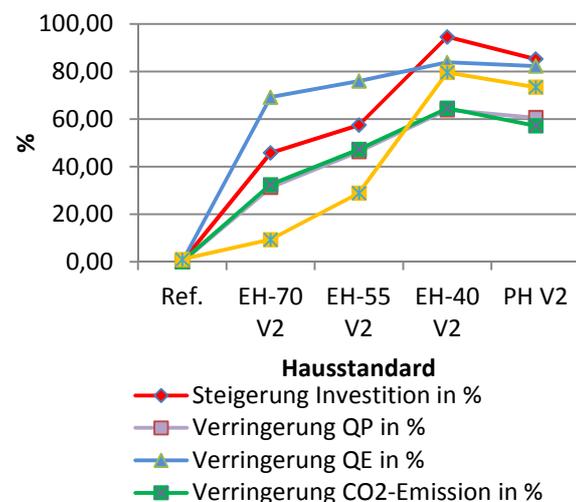


Abbildung 6.2-3: Entwicklung von Investition, Q_P, Q_E, Q_H und CO₂-Emission je Hausstandard der Varianten 2

Die Abbildung 6.2-2 zeigt, dass bei der Variante 1 mit Brennwertkessel die Investitionskostenkurve bis zum EH-70 zunächst stark ansteigt, dann zum EH-55 etwas abflacht, um dann wieder stark über das EH-40 bis hin zum Passivhaus zu steigen. Die Kurven für die Primärenergie-, Endenergie und CO₂-Verringerung haben einen ähnlichen Verlauf. Sie steigen zunächst zum EH-70 hin stark an und flachen dann, unter einer kontinuierlichen Steigung, bis hin zum EH-40 etwas ab. Im Gegensatz zur Investitionskurve steigen die Kurven für die Energie- und CO₂-Verringerung zum Passivhaus nicht weiter an, sondern fallen sogar. In der Abbildung 6.2-3, welche die Variante 2 mit Wärmepumpe darstellt, verhält es sich ähnlich. Auch hier steigt die Investitionskurve zum EH-70 zunächst stark an, flacht zum EH-55 etwas ab, bevor sie wieder sehr stark zum EH-40 hin ansteigt. Im Gegensatz zur Variante 1 steigen die Investitionskosten zum Passivhaus nicht weiter an, sondern sinken sogar etwas. Die Kurven für die Primärenergie- und die CO₂-Verringerung verhalten sich wie bei Variante 1 und wie es durch die Grenzwerte vorgegeben ist. Auffällig sind bei der Variante 2 die Kurven für die Heizenergie und Endenergie. Die Kurve für die Endenergieverringerung steigt sehr stark an, bevor sie etwas abgeflacht weiter steigt. Die Heizenergiekurve dagegen fängt sehr flach an und steigt erst zum EH-40 stark an. Die Endenergieeinsparung ist dabei grundsätzlich höher und die Heizenergieeinsparung wesentlich geringer als bei den Varianten 1. Das Verhalten der Endenergiekurve ist, wie bereits in Kapitel 6.1 gezeigt, durch den geringeren Endenergieverbrauch der Wärmepumpe und das Verhalten der Heizenergiekurve mit der Wärmerückgewinnung durch die Lüftungsanlage zu erklären, welche bei den Varianten 2 erst ab dem EH-40 verwendet wird.

Diese Abbildungen zeigen, dass sich die Energie- und CO₂-Einsparung in etwa im gleichen Maße wie auch die Investition entwickelt. Ausnahmen bilden die beiden Varianten des Effizienzhauses 55. Hier fällt die Investitionssteigerung, bei ähnlichem Anstieg der Energie- und CO₂-Einsparung, im Vergleich zu den anderen Effizienzhausstandards, geringer aus.

Genauer kann man das Verhalten zwischen Energie- und CO₂-Einsparung zur Investition in Tabelle 6.2-3 miteinander vergleichen. Die Tabelle beschreibt hierbei für jede Variante die Verhältnisse zwischen jährlichen Energie- bzw. CO₂-Einsparungen zur Mehrinvestition. Sie sagt somit aus, wie viel kWh Energie bzw. wie viel kg CO₂ jährlich, pro mehr eingesetzten Euro Investition, im Vergleich zum Referenzgebäude, eingespart werden können.

	EH-70 V1	EH-70 V2	EH-55 V1	EH-55 V2	EH-40 V1	EH-40 V2	PH V1	PH V2
Verhältnis jährliche Q _P -Einsparung zur Mehrinvestition in kWh/a/€	0,51	0,31	0,55	0,36	0,40	0,30	0,29	0,32
Verhältnis jährliche Q _E -Einsparung zur Mehrinvestition in kWh/a/€	0,50	0,58	0,52	0,51	0,37	0,34	0,27	0,37
Verhältnis jährliche Q _H -Einsparung zur Mehrinvestition in kWh/a/€	0,47	0,06	0,51	0,14	0,34	0,23	0,27	0,24
Verhältnis jährliche CO ₂ -Einsparung zur Mehrinvestition in kg/a/€	0,12	0,08	0,13	0,09	0,10	0,07	0,06	0,07

Tabelle 6.2-3: Verhältnisse der jährlichen Energie- und CO₂-Einsparungen zur Mehrinvestition

Die grün hinterlegten Werte markieren in der Tabelle die jeweiligen Bestwerte und die rot hinterlegten Werte, die schlechtesten Werte pro Verhältnis. Wie schon in Abbildung 6.6-2 zu erahnen ist, bildet die Variante 1 des EH-55, außer bei der Endenergieeinsparung, die besten Verhältnisse zwischen Energie- und CO₂-Einsparung zur Investition. Dies können die Tabellen 6.2-4 und 6.2-5 ebenfalls bestätigen. In diesen Tabellen sind die jährlichen Energiekosteneinsparungen sowie die einzelnen jährlichen Energieeinsparungen, jeweils durch die jährlichen Kapitalmehrkosten, welche sich aus der Wirtschaftlichkeitsberechnung nach der Annuitätsberechnung ergeben (siehe Kapitel 5.5), dividiert und für alle Varianten dargestellt. In Tabelle 6.2-5 ist hierbei, im Gegensatz zur Tabelle 6.2-4, in den jährlichen Kapitalmehrkosten die KfW-Förderung eingerechnet.

	EH-70 V1	EH-70 V2	EH-55 V1	EH-55 V2	EH-40 V1	EH-40 V2	PH V1	PH V2
Verhältnis jährliche Energiekosteneinsparung zu jährlichen Kapitalmehrkosten [-]	2,83	1,86	2,93	2,01	2,03	1,67	1,51	1,76
Verhältnis jährliche Q _P -Einsparung zu jährlichen Kapitalmehrkosten in kWh/€	8,93	5,40	9,73	6,37	7,09	5,34	5,08	5,61
Verhältnis jährliche Q _E -Einsparung zu jährlichen Kapitalmehrkosten in kWh/€	8,76	10,25	9,12	8,96	6,41	6,01	4,77	6,55
Verhältnis jährliche Q _H -Einsparung zu jährlichen Kapitalmehrkosten in kWh/€	8,33	0,99	8,92	2,45	5,94	4,11	4,70	4,21
Verhältnis jährliche CO ₂ -Einsparung zu jährlichen Kapitalmehrkosten in kg/€	2,17	1,35	2,35	1,57	1,71	1,30	1,04	1,28

Tabelle 6.2-4: Verhältnis von jährlichen Energiekosteneinsparung und jährlichen Energieeinsparungen zu den jährlichen Kapitalmehrkosten ohne KfW-Förderung

	EH-70 V1	EH-70 V2	EH-55 V1	EH-55 V2	EH-40 V1	EH-40 V2	PH V1	PH V2
Verhältnis jährliche Energiekosteneinsparung zu jährlichen Kapitalmehrkosten [-]	3,69	2,23	4,66	2,77	3,22	2,40	2,30	2,58
Verhältnis jährliche Q _P -Einsparung zu jährlichen Kapitalmehrkosten in kWh/€	11,66	6,48	15,48	8,77	11,22	7,66	7,71	8,26
Verhältnis jährliche Q _E -Einsparung zu jährlichen Kapitalmehrkosten in kWh/€	11,43	12,32	14,52	12,35	10,15	8,63	7,23	9,63
Verhältnis jährliche Q _H -Einsparung zu jährlichen Kapitalmehrkosten in kWh/€	10,86	1,19	14,20	3,38	9,40	5,90	7,13	6,19
Verhältnis jährliche CO ₂ -Einsparung zu jährlichen Kapitalmehrkosten in kg/€	2,83	1,62	3,75	2,16	2,71	1,87	1,57	1,88

Tabelle 6.2-5: Verhältnis von jährlichen Energiekosteneinsparung und jährlichen Energieeinsparungen zu den jährlichen Kapitalmehrkosten inklusive KfW-Förderung

Bei Variante 1 des EH-55 liegen somit die jährlichen Energiekosteneinsparungen, ohne KfW-Förderung, um 2,93-mal und mit KfW-Förderung, um 4,66-mal höher als die jährlichen Kapitalmehrkosten. Aus diesen Werten resultieren auch die im Vergleich geringsten Amortisationszeiten von 12,97 Jahren ohne Förderung und 6,83 Jahren mit KfW-Förderung, wie in den Abbildungen 5.5-1 und 5.5-2 zu sehen ist. Außerdem liegt die jährliche Primärenergieeinsparung pro jährlich mehrinvestiertem Euro bei 9,73 kWh/€ bzw. 15,48 kWh/€, die jährliche Endenergieeinsparung pro jährlich mehrinvestiertem Euro bei 9,12 kWh/€ bzw. 14,52 kWh/€, die jährliche Heizenergieeinsparung pro jährlich mehrinvestiertem Euro bei 8,92 kWh/€ bzw. 14,20 kWh/€ und die jährliche CO₂-Einsparung pro jährlich mehrinvestiertem Euro bei 2,35 kg/€ bzw. 3,75 kg/€.

Variante 1 des Passivhauses stellt unter den hier erstellten Varianten die schlechteste dar. Hier liegt die jährliche Energiekosteneinsparung ohne KfW-Förderung nur um 1,51-mal höher, als die jährlichen Kapitalmehrkosten. Die Amortisationszeit der Mehrinvestitionen ohne KfW-Förderung liegt daher bei 48,61 Jahren. Des Weiteren liegt die jährliche Primärenergieeinsparung pro jährlich mehrinvestiertem Euro bei 5,08 kWh/€, die jährliche Endenergieeinsparung pro jährlich mehrinvestiertem Euro bei 4,70 kWh/€, die jährliche Heizenergieeinsparung pro jährlich mehrinvestiertem Euro bei 4,77 kWh/€ und die jährliche CO₂-Einsparung pro jährlich mehrinvestiertem Euro bei 1,04 kg/€. Hierbei ist jedoch zu bedenken, wie schon in Kapitel 4.4 erwähnt, dass dieses Haus nicht speziell als Passivhaus geplant wurde und somit Kosten für ein konventionelles Heizsystem samt Rohrleitungen für die Wohnraumbeheizung entstehen, welche bei einer konsequenten Passivhausplanung wahrscheinlich eingespart werden könnten und somit die Werte der hier erstellten Passivhausvarianten, erheblich verbessern würde. Hinzu kommt weiterhin, dass die Berechnung der Energieverbräuche im PHPP, u.a. durch die detaillierte Aufnahme der Verschattungen, wesentlich genauer erfolgt, als bei den KfW-Effizienzhäusern, sodass die Werte des Passivhauses auch dadurch schlechter erscheinen. Durch eine entsprechende KfW-Förderung verbessern sich die Werte der Variante 1 des Passivhauses deutlich, sodass die jährliche Energiekosteneinsparung um 2,30-mal höher als die jährlichen Kapitalmehrkosten ist und somit auch die Amortisationszeit der Mehrinvestitionen auf 19,29 Jahre sinkt und bei den geförderten Varianten von der Variante 2 des EH-70 als schlechteste Variante abgelöst wird. Bei dieser ist die jährliche Energiekosteneinsparung um 2,23-

mal höher als die jährlichen Kapitalmehrkosten und die Amortisationszeit liegt bei 20,27 Jahren. Neben der Variante 1 des EH-55 erreichen auch die Varianten 1 des EH-70, sowohl ohne Förderung, als auch mit Förderung, gute Werte, sodass hier die Amortisationszeit der Mehrinvestitionen bei 13,67 Jahren ohne Förderung und 9,29 Jahren mit Förderung liegt. Grund hierfür sind die im Vergleich aller Varianten, aber besonders zur Variante 2 des EH-70, geringsten Mehrinvestitionskosten, sodass das Verhältnis von Energiekosteneinsparung zu Kapitalmehrkosten bei 2,83 ohne Förderung und 3,69 mit Förderung liegt, was hinter Variante 1 des EH-55 die zweitbesten Werte darstellen.

Die Variante 2 des EH-55, die Varianten 1 und 2 des EH-40 sowie die Variante 2 des Passivhauses sind dagegen mit Amortisationszeiten von knapp 25 Jahren, bzw. deutlich über 30 Jahren, ohne Förderung, wirtschaftlich nicht zu empfehlen. Durch die entsprechende KfW-Förderung können aber auch hier die Kapitalkosten gesenkt werden, sodass sich das Verhältnis von Energiekosten zu Kapitalkosten verbessert und die Amortisationszeiten auf unter 20 Jahre sinken.

Generell ist zu erkennen, dass die Energie- und CO₂-Einsparung pro investierten Euro bei steigendem Effizienzstandard und ohne KfW-Förderung sinkt. Pro eingesetzten Euro wird also im Durchschnitt weniger Energie und CO₂ eingespart. Grund hierfür ist, dass bei einem bereits energetisch effizienten Haus der Aufwand immer größer wird, um weiter signifikante Einsparungen zu erzielen. Die KfW-Förderung kann diesen Trend etwas abschwächen, sodass sich die Werte der höheren Effizienzstandards erhöhen und sich so die Werte zwischen den einzelnen Effizienzstandards annähern, sodass auch die Amortisationszeiten der Mehrinvestitionen gegenüber dem Referenzgebäude auf ein wirtschaftliches Niveau gesenkt werden können.

7 Fazit

Wer heute ein Haus baut, hat, in Bezug auf die Energieeffizienz des Gebäudes, die Qual der Wahl. Es kann zwischen der Mindestanforderung nach der Energieeinsparverordnung 2009 und den verbesserten Standards der KfW, dem EH-70, dem EH-55 und dem EH-40 sowie dem Passivhaus gewählt werden. Bei der Wahl des Effizienzstandards sollte jedoch bedacht werden, dass Gebäude, welche nach dem EnEV₂₀₀₉-Standard gebaut werden, bei der zu befürchtenden Energieentwicklung, bereits in 15 bis 20 Jahren wieder einen energetischen Sanierungsfall darstellen könnten [4].

Diese Arbeit, bei der am Beispiel eines Neubau-Mehrfamilienhauses die KfW-Effizienzhaus-Standards und der Passivhaus-Standard in zwei verschiedenen Varianten nachgebildet und untersucht wurden, hat gezeigt, dass auch ein Mehrfamilienhaus als Effizienzhaus in verschiedensten Variationen gebaut werden kann und der Mythos von der Unvereinbarkeit zwischen Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit bei Effizienzhausstandards teilweise besteht, jedoch durch die Förderung der KfW ausgeglichen werden kann. Alle betrachteten Varianten können somit wirtschaftlich gebaut werden und sorgen durch die Einsparung von Energie, sowohl für eine Reduzierung der CO₂-Emissionen als auch für eine teilweise deutliche Energiekostensparnis.

Die Variante 1 des KfW Effizienzhauses 55 stellt in diesem Beispiel den besten Kompromiss zwischen Wirtschaftlichkeit und Energie- bzw. CO₂-Einsparung dar und ist daher in diesem Fall als Effizienzstandard zu empfehlen. Jedoch können die Varianten des EH-40 und des Passivhauses durch eine KfW-Förderung ebenfalls wirtschaftlich gebaut werden und sparen effektiv mehr Energie und CO₂ ein, als das EH-55 und sind daher die besseren Varianten für den Umweltschutz.

8 Ausblick

8.1 Die EnEV 2012

Nach 2007 und 2009 steht die Energieeinsparverordnung am Ende des Jahres 2012 wieder vor einer Novellierung. Grund dieser neuerlichen Verschärfung ist zum einen der Beschluss zur Energiewende im September 2010, welche zur Folge hat, dass die Anforderungen an den Energieverbrauch von Gebäuden weiterentwickelt werden müssen [10].

Vor allem aber die Gebäuderichtlinie 2010 der Europäischen Union (Richtlinie 2010/31/EU) macht eine Novellierung der Energieeinsparverordnung notwendig. Diese Richtlinie schreibt den Mitgliedsstaaten u.a. vor, dass ab dem 1. Januar 2021 alle Neubauten als „Niedrigstenergiegebäude“ (nicht mit dem Begriff des „Niedrigenergiehauses“ zu verwechseln) gebaut werden müssen. Das Niedrigstenergiegebäude kann hierbei als „Fast-Nullenergiegebäude“ beschrieben werden, welches eine sehr hohe Gesamtenergieeffizienz aufweist und dessen sehr niedriger Energiebedarf gänzlich von erneuerbaren Energien gedeckt werden soll [17]. Die EnEV 2012 stellt auf dem Weg zum „Niedrigstenergiegebäude“ einen Zwischenschritt dar, sodass in den Jahren 2015, 2018 und 2020 weitere Novellierungen der Energieeinsparverordnung zu erwarten sind [14].

Wie hoch die Verschärfungen in der EnEV 2012 ausfallen, war zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Arbeit noch nicht veröffentlicht. Die energetischen Anforderungen werden jedoch wahrscheinlich um 30 % gegenüber der EnEV 2009 angehoben, wobei jedoch sicher ist, dass die Mindestanforderungen über die geschätzte Lebensdauer der Bauteilkomponenten eine Kosteneffizienz nachweisen müssen, sodass gewährleistet ist, dass die Verschärfungen sozial und marktpolitisch vertretbar sind [14].

8.2 Das Nullenergie- und Plusenergiehaus

Das Passivhaus stellt in der Entwicklung von energieeffizienten Gebäuden nicht das Ende dar. Schon heute werden vereinzelt Null- oder sogar Plusenergiehäuser gebaut.

Als Nullenergiehaus wird hierbei ein Gebäude bezeichnet, welches in der jährlichen Energiebilanz rechnerisch keine externe Energie bezieht. Die gesamte benötigte Energie wird vom Haus selbst erzeugt, wobei in den meisten Fällen eine Photovoltaikanlage zum Einsatz kommt [7].

Ein Plusenergiehaus entspricht in weiten Teilen einem Nullenergiehaus. Der einzige Unterschied zum Nullenergiehaus besteht meistens nur in der Dimensionierung der Photovoltaikanlage. Sie wird so groß dimensioniert, dass der benötigte Strom für Heizung, Warmwasserbereitung und Haushaltsstrom überkompensiert werden kann [14].

Der Energieverbrauch dieser Häuser ist jedoch nur in der jährlichen Bilanz null bzw. positiv, weshalb das Prinzip fast ausschließlich durch die Pufferung von übermäßig erzeugten Strom in den Sommermonaten in das Stromnetz funktioniert, wodurch ein externer Stromanschluss weiterhin notwendig wird [14].

Erreicht werden können das Null- und Plusenergiehaus über zwei Wege. Zum einen über ein Haus mit ausgeglichener bzw. positiver Strombilanz. Hierbei handelt es sich um ein Haus mit nicht definierter Gebäudehülle, einer Wärmepumpenheizung und einer Photovoltaikanlage, welche mindestens den für die Heizung und die Warmwasserbereitung über das Jahr benötigten Strom erzeugt. Die benötigte Strommenge und somit die Größe der Photovoltaikanlage hängt dabei von der Qualität der Gebäudehülle ab. Ein weiterer Weg zum Null- bzw. Plusenergiehaus führt über den Passivhausstandard. Auf Grund der hohen energetischen Anforderungen und des daraus resultierenden geringen Heizwärmebedarfs, benötigt diese Variante, um mindestens eine ausgeglichene Energiebilanz zu erreichen, im Vergleich zur ersten Variante, eine kleinere Photovoltaikanlage, welche durch den zusätzlichen Einsatz von Solarthermieflächen weiter gesenkt werden kann [14].

Die Verbreitung von Null- und Plusenergiehäusern wird durch die Weiterentwicklung der Baumaterialien begünstigt werden. So ist davon auszugehen, dass sich neben der Anlagentechnik, die Fenster mit Dreifachverglasung und Passivhausrahmen als auch die Dämmmaterialien technisch und wirtschaftlich weiterentwickeln werden. Die

Vakuumdämmung ist schon heute marktverfügbar und könnte in Bezug auf die „Wärmedurchlässigkeit“ zukünftig von Dämmschäumen auf Grundlage von Nanotechnologie noch unterboten werden, sodass Passivhauskonstruktionen schon mit 10 cm Dämmdicke möglich werden könnten [4].

Zukünftig ist es sogar denkbar, auch die sogenannte „Graue Energie“ in die Energiebilanz aufzunehmen. Unter der „Grauen Energie“ versteht man hierbei den Energieaufwand für die Herstellung, den Transport, den Bau, den Unterhalt sowie die Entsorgung und Rückführung, der für den Bau des Hauses verwendeten Baustoffe. Häuser könnten somit in Zukunft einen noch größeren Beitrag zu einer ressourcenschonenden und somit umweltschonenden Lebensweise der Menschen leisten, ohne dabei den Lebenskomfort einzuschränken.

9 Zusammenfassung

Die Bundesregierung hat auf Grund des Klimawandels und der weltweit steigenden Nachfrage nach Energie ambitionierte Ziele formuliert. Bis 2050 sollen der Primärenergieverbrauch um 50% gegenüber 2008 gesenkt werden. Neben dem Ausbau der erneuerbaren Energien muss zum Erreichen dieses Zieles die Energieeffizienz gesteigert und somit der Energieverbrauch gesenkt werden. Die größten Einsparpotentiale bietet hierbei der Gebäudebereich. Auf ihn entfallen rund 40% des deutschen Energieverbrauchs und etwa ein Drittel aller CO₂-Emissionen.

Der Gesetzgeber regelt den Energieverbrauch eines Wohngebäudes über die Energieeinsparverordnung, welche letztmalig im Jahr 2009 novelliert wurde. Die EnEV₂₀₀₉ beschränkt hierbei den Primärenergiebedarf von Neubauten. Ermittelt werden die Grenzwerte für den Primärenergiebedarf über ein Referenzgebäudeverfahren mit Einzelbauteilnachweis. Zusätzlich sind in der EnEV₂₀₀₉ Höchstwerte für die Transmissionswärmeverluste formuliert.

Die KfW hat darüber hinaus drei Effizienzhausstandards definiert, welche durch zinsgünstige Kredite und Tilgungszuschüsse weitere Anreize zum Energiesparen liefert. Das EH-70 darf hierfür maximal 70% der Primärenergie verbrauchen, welche das Referenzgebäude nach EnEV₂₀₀₉ verbraucht. Analog dazu ist das EH-55 auf 55% und das EH-40 auf 40% des Primärenergieverbrauchs des Referenzgebäudes beschränkt.

Einen weiteren Effizienzhausstandard stellt das Passivhaus dar. Bei diesem Gebäudestandard werden der Heizwärmeverbrauch, der Primärenergieverbrauch und die Luftdichtheit festgelegt. Die Grenzwerte betragen für den Heizwärmeverbrauch 15 kWh/(m²a), für den Primärenergieverbrauch 120 kWh/(m²a) und für die Luftdichtheit 0,6 h⁻¹ bei einer Luftdichtheitsmessung mit 50 Pa Differenzdruck.

In dieser Arbeit wurden, anhand eines Neubau-Mehrfamilienhauses mit 12 Wohneinheiten, für jeden Effizienzstandard zwei sinnvolle Varianten erstellt und diese untereinander, in Bezug auf ihre Energie- und CO₂-Einsparungen sowie ihrer Wirtschaftlichkeit, verglichen. Die beiden Varianten eines Standards erhalten dabei die gleiche Gebäudehülle und variieren bei der Anlagentechnik. Grundsätzlich beinhaltet hierbei die Variante 1 einen Öl-Brennwertkessel und die Variante 2 eine Sole-Wasser-Wärmepumpe als Wärmeerzeuger.

Auf Grund der steigenden Anforderungen der einzelnen Effizienzhausstandards steigen auch die energetischen Verbesserungen bei der Gebäudehülle und der Anlagentechnik. Es stellt sich jedoch die Frage, ob es sich sowohl energetisch als auch wirtschaftlich lohnt, energetische Verbesserungen, gegenüber dem Mindeststandard nach der EnEV₂₀₀₉, durchzuführen.

Die Auswertung zeigt, dass alle hier erstellten Varianten für eine hohe Energie- und somit auch für eine hohe CO₂-Einsparung sorgen. Jedoch unterscheiden sich diese Einsparungen, je nach Effizienzhausstandard und Variante, teilweise stark. So ist der Endenergieverbrauch bei allen Varianten mit Wärmepumpe als Wärmeerzeuger (Varianten 2), welche Erdwärme als Energiequelle nutzt, und so weniger externe Energie benötigt, weniger als halb so groß, wie der entsprechende Endenergieverbrauch der Varianten mit Öl-Brennwertkessel als Wärmeerzeuger (Varianten 1). Beim Primärenergieverbrauch und der CO₂-Emissionen setzt sich dieser Unterschied jedoch nicht fort. Grund hierfür ist der, im Vergleich zum Heizöl, wesentlich höhere Primärenergiefaktor und der wesentlich höhere CO₂-Emissionsfaktor von Strom. Auch beim Heizenergieverbrauch zeigen sich Unterschiede. Die Varianten EH-70 V2 und EH-55 V2 haben im Vergleich zu den anderen Varianten nur sehr geringe Heizenergieeinsparungen. Hier zeigt sich der Einfluss der Wärmerückgewinnung. Ist, wie im Fall der Varianten EH-70 V2 und EH-55 V2, keine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung notwendig, um die Primärenergiegrenzwerte einzuhalten, steigen die Wärmeverluste durch die notwendige Fensterlüftung stark an.

In diesem Vergleich hat die Variante 2 des EH-40 die größten Energie- und CO₂-Einsparungen.

Ausschlaggebend ist jedoch das Verhältnis von Energie- bzw. CO₂-Einsparung zum Realisierungsaufwand, also den Mehrinvestitionen, um eine Bewertung der Varianten durchführen zu können.

Die Mehrinvestitionen steigen gegenüber dem Referenzgebäude bei steigendem Effizienzhausstandard an, wobei die Investitionen der Varianten 2, innerhalb eines Standards, höher sind als die Investitionen der Varianten 1 und die Variante 2 des EH-40 die höchste Mehrinvestition aufweist. Den größten Einfluss auf die Mehrinvestitionen hat dabei die Haustechnik. Die Wärmepumpe samt Tiefenbohrung und Erdsonde hat, im Vergleich zum Brennwertkessel, einen, im Schnitt, dreifach höheren Anschaffungspreis. Dieser kann jedoch zum Teil wieder ausgeglichen

werde, da bei den Varianten mit Wärmepumpe teilweise Techniken zur Einhaltung der Primärenergiegrenzwerte eingespart werden können.

Das beste Verhältnis zwischen den jährlichen Energiekosteneinsparung und den Kapitalkosten, welche sich aus den Mehrinvestitionen ergeben, sowie zwischen den jährlichen Energieeinsparungen und den Kapitalkosten hat die Variante 1 des EH-55 welche, in diesem Vergleich, die beste Variante darstellt. Die Amortisationszeiten dieser Variante sind entsprechend auch die Geringsten und liegen bei 12,97 Jahren ohne KfW-Förderung und bei 6,83 Jahren mit KfW-Förderung. Neben der Variante 1 des EH-55 ist nur die Variante 1 des EH-70, mit einer Amortisationszeit von 13,67 Jahren, auch ohne Förderung wirtschaftlich. Alle anderen Varianten sind auf eine KfW-Förderung angewiesen um wirtschaftlich zu sein.

Generell ist daher zu erkennen, dass die Energie- und CO₂-Einsparung pro investierten Euro bei steigendem Effizienzstandard und ohne KfW-Förderung sinkt. Pro eingesetzten Euro wird also im Durchschnitt weniger Energie und CO₂ eingespart. Grund hierfür ist, dass bei einem bereits energetisch effizienten Haus der Aufwand immer größer wird, um weiter signifikante Einsparungen zu erzielen. Die KfW-Förderung kann diesen Trend etwas abschwächen, sodass die Amortisationszeiten der Mehrinvestitionen gegenüber dem Referenzgebäude auf ein wirtschaftliches Niveau gesenkt werden können.

10 Quellenverzeichnis

- [1] Baupreislexikon (2012); URL: <http://www.baupreislexikon.de>;
Zugriff: Juni 2012
- [2] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010): Das Energiekonzept der Bundesregierung 2010 und die Energiewende 2011; URL: http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/energiekonzept_bundesregierung.pdf; Zugriff: Juni 2012
- [3] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2012): Zahlen und Fakten Energiedaten Nationale und internationale Entwicklung; URL: <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Energie/Statistik-und-Prognosen/energiedaten.html>;
Zugriff: Juni 2012
- [4] Darup, B. S. (2009): Energieeffiziente Wohngebäude 3. Auflage;
Verlag: Solarpraxis AG
- [5] Energie-Lexikon (2012); URL: <http://www.energie-lexikon.info>;
Zugriff: Juli 2012
- [6] Energie Schweiz (2001): U-Wert-Berechnung und Bauteilkatalog Sanierung. Bundesamt für Energie BFE
- [7] Haas, K.-H. (2009): Der Weg zum Nullenergiehaus; Verlag: C.F. Müller Verlag
- [8] Haus & Grund Niedersachsen; URL: <http://www.haus-und-grund-nds.de/>;
Zugriff: Juli 2012
- [9] Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Jugend, Familie und Gesundheit, Referat Öffentlichkeitsarbeit (1999): Heizenergie im Hochbau Leitfaden für energiebewußte Gebäudeplanung
- [10] Info Portal Energieeinsparung; URL: http://www.bbsr-energieeinsparung.de/cln_030/nn_1024218/EnEVPortal/DE/EnEV/EnEV2012/2012__node.html?__nnn=true; Zugriff: Juli 2012
- [11] Institut für Wärme und Oeltechnik: Heizöl- und Erdgaspreis; URL: <http://www.oelheizung.info/moderner-brennstoff/heizoelpreis/preisentwicklung.html>; Zugriff: Mai 2012
- [12] KfW Bankengruppe: Merkblatt Bauen, Wohnen, Energie sparen; Energieeffizient Bauen; Programmnummer 153

- [13] Passivhaus Dienstleistung GmbH (2012); URL: http://www.passivhaus-info.de/das_passivhaus.php; Zugriff: Juli 2012
- [14] Passivhaus Kompendium 2012; Verlag: Laible Verlagsprojekte
- [15] Rathert, P.: Umsetzung der Novelle der EU-Gebäuderichtlinie in D; URL: <http://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/pdf/veranstaltungen/bau2011/18012011-rathert.pdf>; Zugriff: Juli 2012
- [16] Regenerative Energie; URL: <http://www.alternative-energiequellen.com/>; Zugriff: Juli 2012
- [17] Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung)
- [18] RWE (2004): Bau-Handbuch 13. Ausgabe; VWEW Energieverlag GmbH
- [19] Schindler´s Fenster-Handel; URL: <http://www.fensterhandel.de/>; Zugriff: Juli 2012
- [20] Siegele, D. (2007): Passivhaus Das Bauen der Zukunft; Verlag: Books on Demand GmbH
- [21] Umweltbewusst Heizen; URL: <http://www.umweltbewusst-heizen.de/>; Zugriff: Juni 2012
- [22] Vattenfall (2012); URL: <http://www.vattenfall.de/de/privatkunden-strom-hamburg-waermepumpe-natur.htm>; Zugriff: Juni 2012
- [23] Verordnung über energieeinsparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV) vom 24.Juli 2007; Änderung vom 29.April 2009
- [24] Weyerstrass K., Jaenicke J., Schönplflug K.: Künftige Entwicklung der Energiepreise; URL: http://www.uni-erfurt.de/fileadmin/user-docs/Juniorprofessur_Oekonometrie/Energiepreise.pdf; Zugriff: Mai 2012
- [25] Zentralverband Deutsches Baugewerbe (2010): Geschäftsbericht 2010; URL: [http://www.zdb.de/zdb.nsf/59493E4C41728686C1257832003E805B/\\$File/ZDB%20Gesch%C3%A4ftsbericht%202010.pdf](http://www.zdb.de/zdb.nsf/59493E4C41728686C1257832003E805B/$File/ZDB%20Gesch%C3%A4ftsbericht%202010.pdf); Zugriff: Juni 2012
- [26] Zinsentwicklung (2012); URL: <http://www.zinsentwicklung.de/>; Zugriff: Juni 2012

11 Anhang

Bauteil	Nettopreise	Bruttopreise	Quelle
Dämmschicht (18 cm, WLG 035) Oberste Geschossdecke in €/m ²	22,33	26,57	[1]
Dämmschicht (18 cm, WLG 035) Flachdach über Treppenhaus in €/m ²	20,62	24,54	[1]
Dämmschicht (18 cm, WLG 035) Decke über Tiefgarage in €/m ²	20,62	24,54	[1]
Dämmschicht (12 cm, WLG 035) Außenwand in €/m ²	58,92	70,11	[1]
Dämmschicht (10 cm, WLG 035) Außenwand Perimeter in €/m ²	35,16	41,84	[1]
Dämmschicht (12 cm, WLG 035) Treppenhauswand UG gegen Tiefgarage in €/m ²	58,92	70,11	[1]
Dämmschicht (8 cm, WLG 035) Treppenhauswand UG gegen unbeheizten Raum in €/m ²	58,92	70,11	[1]
Dämmschicht (12 cm, WLG 035) Decke gegen TG in €/m ²	14,72	17,52	[1]
Dämmschicht (10 cm, WLG 035) Sohle Erdreich (Bodenplatte Stirnseite) in €/m ²	36,22	43,10	[1]
Fenster (2S W 1,3) in €/Normfenster ¹	334,81	398,42	[1]
Tür (U=1,8 W/m ² K) in €/St.	1683,61	2003,50	[1]
Heisanlage (Heizöl Brennwertkessel HL=40kW) in €/ST.	5993,74	7132,55	[1]
Erdsonde in €/ST.	/	/	/
Bohrung in €/m	/	/	/
Solaranlage (Flachkollektor: $\eta_0=0,77$; $k_1=3,5$ W/m ² K; $k_2=0,020$ W/m ² K) in €/m ²	224,24	266,85	[1]
Lüftungsanlage in €/St.	2000,00	2380,00	[8]
PV-Anlage	/	/	/
Wärmebrückennachweis	/	/	/

Tabelle 11-1: Bauteilpreise Referenzgebäude

Bauteil	Nettopreise	Bruttopreise	Quelle
Dämmschicht (18 cm, WLG 035) Oberste Geschossdecke in €/m ²	22,33	26,57	[1]
Dämmschicht (18 cm, WLG 035) Flachdach über Treppenhaus in €/m ²	20,62	24,54	[1]
Dämmschicht (18 cm, WLG 035) Decke über Tiefgarage in €/m ²	20,62	24,54	[1]
Dämmschicht (16 cm, WLG 035) Außenwand in €/m ²	64,15	76,34	[1]
Dämmschicht (10 cm, WLG 035) Außenwand Perimeter in €/m ²	35,16	41,84	[1]
Dämmschicht (12 cm, WLG 035) Treppenhauswand UG gegen Tiefgarage in €/m ²	64,15	76,34	[1]
Dämmschicht (10 cm, WLG 035) Treppenhauswand UG gegen unbeheizten Raum in €/m ²	64,15	76,34	[1]
Dämmschicht (14 cm, WLG 035) Decke gegen TG in €/m ²	16,86	20,06	[1]
Dämmschicht (14 cm, WLG 035) Sohle Erdreich (Bodenplatte Stirnseite) in €/m ²	42,32	50,36	[1]
Fenster (2S W 1,1) in €/Normfenster ¹	346,70	412,57	[1]
Tür (U=1,8 W/m ² K) in €/St.	1683,61	2003,50	[1]
Heisanlage (Heizöl Brennwertkessel HL=37kW) in €/ST.	5741,49	6832,37	[1]
Erdsonde in €/ST.	/	/	/
Bohrung in €/m	/	/	/
Solaranlage (Flachkollektor: $\eta_0=0,77$; $k_1=3,5$ W/m ² K; $k_2=0,020$ W/m ² K) in €/m ²	224,24	266,85	[1]
Lüftungsanlage in €/St.	5000,00	5950,00	[8]
PV-Anlage	/	/	/
Wärmebrückennachweis	/	/	/

Tabelle 11-2: Bauteilpreise EH-70 V1

Bauteil	Nettopreise	Bruttopreise	Quelle
Dämmschicht (18 cm, WLG 035) Oberste Geschossdecke in €/m ²	22,33	26,57	[1]
Dämmschicht (18 cm, WLG 035) Flachdach über Treppenhaus in €/m ²	20,62	24,54	[1]
Dämmschicht (18 cm, WLG 035) Decke über Tiefgarage in €/m ²	20,62	24,54	[1]
Dämmschicht (16 cm, WLG 035) Außenwand in €/m ²	64,15	76,34	[1]
Dämmschicht (10 cm, WLG 035) Außenwand Perimeter in €/m ²	35,16	41,84	[1]
Dämmschicht (12 cm, WLG 035) Treppenhauswand UG gegen Tiefgarage in €/m ²	64,15	76,34	[1]
Dämmschicht (10 cm, WLG 035) Treppenhauswand UG gegen unbeheizten Raum in €/m ²	64,15	76,34	[1]
Dämmschicht (14 cm, WLG 035) Decke gegen TG in €/m ²	16,86	20,06	[1]
Dämmschicht (14 cm, WLG 035) Sohle Erdreich (Bodenplatte Stirnseite) in €/m ²	42,32	50,36	[1]
Fenster (2S W 1,1) in €/Normfenster ¹	346,70	412,57	[1]
Tür (U=1,8 W/m ² K) in €/St.	1683,61	2003,50	[1]
Heisanlage (Sohle/Wasser Wärmepumpe HL=37kW) in €/ST.	16679,28	19848,34	[1]
Erdsonde in €/m	35	41,65	[21]
Bohrung in €/m	50,00	59,50	[16]
Solaranlage in €/m ²	/	/	/
Lüftungsanlage in €/St.	2000,00	2380,00	[8]
PV-Anlage	/	/	/
Wärmebrückennachweis	/	/	/

Tabelle 11-3: Bauteilpreise EH-70 V2

Bauteil	Nettopreise	Bruttopreise	Quelle
Dämmschicht (20 cm, WLG 035) Oberste Geschossdecke in €/m ²	24,43	29,07	[1]
Dämmschicht (20 cm, WLG 035) Flachdach über Treppenhaus in €/m ²	22,33	26,57	[1]
Dämmschicht (20 cm, WLG 035) Decke über Tiefgarage in €/m ²	22,33	26,57	[1]
Dämmschicht (20 cm, WLG 035) Außenwand in €/m ²	68,96	82,06	[1]
Dämmschicht (10 cm, WLG 035) Außenwand Perimeter in €/m ²	35,16	41,84	[1]
Dämmschicht (12 cm, WLG 035) Treppenhauswand UG gegen Tiefgarage in €/m ²	68,96	82,06	[1]
Dämmschicht (12 cm, WLG 035) Treppenhauswand UG gegen unbeheizten Raum in €/m ²	68,96	82,06	[1]
Dämmschicht (14 cm, WLG 035) Decke gegen TG in €/m ²	16,86	20,06	[1]
Dämmschicht (14 cm, WLG 035) Sohle Erdreich (Bodenplatte Stirnseite) in €/m ²	42,32	50,36	[1]
Fenster (3S W 0,9) in €/Normfenster ¹	367,06	436,80	[1]
Tür (U=1,8 W/m ² K) in €/St.	1683,61	2003,50	[1]
Heisanlage (Heizöl Brennwertkessel HL=33kW) in €/ST.	5405,16	6432,14	[1]
Erdsonde in €/ST.	/	/	/
Bohrung in €/m	/	/	/
Solaranlage (Flachkollektor: $\eta_0=0,77$; $k_1=3,5$ W/m ² K; $k_2=0,020$ W/m ² K) in €/m ²	224,24	266,85	[1]
Lüftungsanlage in €/St.	5000,00	5950,00	[8]
PV-Anlage	/	/	/
Wärmebrückennachweis	7500,00	8925,00	sumbi Ingenieure

Tabelle 11-4: Bauteilpreise EH-55 V1

Bauteil	Nettopreise	Bruttopreise	Quelle
Dämmschicht (20 cm, WLG 035) Oberste Geschossdecke in €/m ²	24,43	29,07	[1]
Dämmschicht (20 cm, WLG 035) Flachdach über Treppenhaus in €/m ²	22,33	26,57	[1]
Dämmschicht (20 cm, WLG 035) Decke über Tiefgarage in €/m ²	22,33	26,57	[1]
Dämmschicht (20 cm, WLG 035) Außenwand in €/m ²	68,96	82,06	[1]
Dämmschicht (10 cm, WLG 035) Außenwand Perimeter in €/m ²	35,16	41,84	[1]
Dämmschicht (12 cm, WLG 035) Treppenhauswand UG gegen Tiefgarage in €/m ²	68,96	82,06	[1]
Dämmschicht (12 cm, WLG 035) Treppenhauswand UG gegen unbeheizten Raum in €/m ²	68,96	82,06	[1]
Dämmschicht (14 cm, WLG 035) Decke gegen TG in €/m ²	16,86	20,06	[1]
Dämmschicht (14 cm, WLG 035) Sohle Erdreich (Bodenplatte Stirnseite) in €/m ²	42,32	50,36	[1]
Fenster (3S W 0,9) in €/Normfenster ¹	367,06	436,80	[1]
Tür (U=1,8 W/m ² K) in €/St.	1683,61	2003,50	[1]
Heisanlage (Sohle/Wasser Wärmepumpe HL=33kW) in €/ST.	15472,36	18412,11	[1]
Erdsonde in €/m	35	41,65	[21]
Bohrung in €/m	50,00	59,50	[16]
Solaranlage (Flachkollektor: $\eta_0=0,77$; $k_1=3,5$ W/m ² K; $k_2=0,020$ W/m ² K) in €/m ²	224,24	266,85	[1]
Lüftungsanlage in €/St.	2000,00	2380,00	[8]
PV-Anlage	/	/	/
Wärmebrückennachweis	7500,00	8925,00	sumbi Ingenieure

Tabelle 11-5: Bauteilpreise EH-55 V2

Bauteil	Nettopreise	Bruttopreise	Quelle
Dämmschicht (30 cm, WLG 035) Oberste Geschossdecke in €/m ²	48,15	57,30	[1]
Dämmschicht (30 cm, WLG 035) Flachdach über Treppenhaus in €/m ²	32,10	38,20	[1]
Dämmschicht (30 cm, WLG 035) Decke über Tiefgarage in €/m ²	32,10	38,20	[1]
Dämmschicht (30 cm, WLG 035) Außenwand in €/m ²	80,99	96,38	[1]
Dämmschicht (20 cm, WLG 035) Außenwand Perimeter in €/m ²	48,70	57,95	[1]
Dämmschicht (30 cm, WLG 035) Treppenhauswand UG gegen Tiefgarage in €/m ²	80,99	96,38	[1]
Dämmschicht (30 cm, WLG 035) Treppenhauswand UG gegen unbeheizten Raum in €/m ²	80,99	96,38	[1]
Dämmschicht (30 cm, WLG 035) Decke gegen TG in €/m ²	34,02	40,48	[1]
Dämmschicht (30 cm, WLG 035) Sohle Erdreich (Bodenplatte Stirnseite) in €/m ²	63,70	75,80	[1]
Fenster (3S W 0,8) in €/Normfenster ¹	372,31	443,05	[1]
Tür (U=1,8 W/m ² K) in €/St.	1683,61	2003,50	[1]
Heisanlage (Heizöl Brennwertkessel HL=30kW) in €/ST.	5152,91	6131,96	[1]
Erdsonde in €/ST.	/	/	/
Bohrung in €/m	/	/	/
Solaranlage (Flachkollektor: $\eta_0=0,77$; $k_1=3,5$ W/m ² K; $k_2=0,020$ W/m ² K) in €/m ²	224,24	266,85	[1]
Lüftungsanlage in €/St.	5000,00	5950,00	[8]
PV-Anlage	16210,13	19290,05	[1]
Wärmebrückennachweis	7500,00	8925,00	sumbi Ingenieure

Tabelle 11-6: Bauteilpreise EH-40 V1

Bauteil	Nettopreise	Bruttopreise	Quelle
Dämmschicht (30 cm, WLG 035) Oberste Geschossdecke in €/m ²	48,15	57,30	[1]
Dämmschicht (30 cm, WLG 035) Flachdach über Treppenhaus in €/m ²	32,10	38,20	[1]
Dämmschicht (30 cm, WLG 035) Decke über Tiefgarage in €/m ²	32,10	38,20	[1]
Dämmschicht (30 cm, WLG 035) Außenwand in €/m ²	80,99	96,38	[1]
Dämmschicht (20 cm, WLG 035) Außenwand Perimeter in €/m ²	48,70	57,95	[1]
Dämmschicht (22 cm, WLG 035) Treppenhauswand UG gegen Tiefgarage in €/m ²	80,99	96,38	[1]
Dämmschicht (22 cm, WLG 035) Treppenhauswand UG gegen unbeheizten Raum in €/m ²	80,99	96,38	[1]
Dämmschicht (22 cm, WLG 035) Decke gegen TG in €/m ²	25,44	30,27	[1]
Dämmschicht (22 cm, WLG 035) Sohle Erdreich (Bodenplatte Stirnseite) in €/m ²	52,02	61,90	[1]
Fenster (3S W 0,8) in €/Normfenster ¹	372,31	443,05	[1]
Tür (U=1,8 W/m ² K) in €/St.	1683,61	2003,50	[1]
Heisanlage (Sohle/Wasser Wärmepumpe HL=30kW) in €/ST.	14569,41	17337,60	[1]
Erdsonde in €/m	35	41,65	[21]
Bohrung in €/m	50,00	59,50	[16]
Solaranlage (Flachkollektor: $\eta_0=0,77$; $k_1=3,5$ W/m ² K; $k_2=0,020$ W/m ² K) in €/m ²	224,24	266,85	[1]
Lüftungsanlage in €/St.	5000,00	5950,00	[8]
PV-Anlage	/	/	/
Wärmebrückennachweis	7500,00	8925,00	sumbi Ingenieure

Tabelle 11-7: Bauteilpreise EH-40 V2

Bauteil	Nettopreise	Bruttopreise	Quelle
Dämmschicht (40 cm, WLG 035) Oberste Geschossdecke in €/m ²	71,87	85,53	[1]
Dämmschicht (40 cm, WLG 035) Flachdach über Treppenhaus in €/m ²	41,87	49,83	[1]
Dämmschicht (40 cm, WLG 035) Decke über Tiefgarage in €/m ²	42,87	51,02	[1]
Dämmschicht (40 cm, WLG 035) Außenwand in €/m ²	93,02	110,69	[1]
Dämmschicht (40 cm, WLG 035) Außenwand Perimeter in €/m ²	75,78	90,18	[1]
Dämmschicht (40 cm, WLG 035) Treppenhauswand UG gegen Tiefgarage in €/m ²	93,02	110,69	[1]
Dämmschicht (40 cm, WLG 035) Treppenhauswand UG gegen unbeheizten Raum in €/m ²	93,02	110,69	[1]
Dämmschicht (40 cm, WLG 035) Decke gegen TG in €/m ²	43,18	51,38	[1]
Dämmschicht (40 cm, WLG 035) Sohle Erdreich (Bodenplatte Stirnseite) in €/m ²	73,70	87,70	[1]
Fenster (3S W Ug=0,6) in €/Normfenster ¹	391,2	465,53	[19]
Tür (U=0,8 W/m ² K) in €/St.	1941,45	2310,33	[1]
Heisanlage (Heizöl Brennwertkessel HL=15kW) in €/ST.	3891,66	4631,08	[1]
Erdsonde in €/m	/	/	/
Bohrung in €/m	/	/	/
Solaranlage (Flachkollektor: $\eta_0=0,77$; $k_1=3,5$ W/m ² K; $k_2=0,020$ W/m ² K) in €/m ²	224,24	266,85	[1]
Lüftungsanlage in €/St.	5000,00	5950,00	[8]
PV-Anlage	/	/	/
Wärmebrückennachweis	7500,00	8925,00	sumbi Ingenieure

Tabelle 11-8: Bauteilpreise PH V1

Bauteil	Nettopreise	Bruttopreise	Quelle
Dämmschicht (40 cm, WLG 035) Oberste Geschossdecke in €/m ²	71,87	85,53	[1]
Dämmschicht (40 cm, WLG 035) Flachdach über Treppenhaus in €/m ²	41,87	49,83	[1]
Dämmschicht (40 cm, WLG 035) Decke über Tiefgarage in €/m ²	42,87	51,02	[1]
Dämmschicht (40 cm, WLG 035) Außenwand in €/m ²	93,02	110,69	[1]
Dämmschicht (40 cm, WLG 035) Außenwand Perimeter in €/m ²	75,78	90,18	[1]
Dämmschicht (40 cm, WLG 035) Treppenhauswand UG gegen Tiefgarage in €/m ²	93,02	110,69	[1]
Dämmschicht (40 cm, WLG 035) Treppenhauswand UG gegen unbeheizten Raum in €/m ²	93,02	110,69	[1]
Dämmschicht (40 cm, WLG 035) Decke gegen TG in €/m ²	43,18	51,38	[1]
Dämmschicht (40 cm, WLG 035) Sohle Erdreich (Bodenplatte Stirnseite) in €/m ²	73,70	87,70	[1]
Fenster (3S W Ug=0,6) in €/Normfenster ¹	391,2	465,53	[19]
Tür (U=0,8 W/m ² K) in €/St.	1941,45	465,53	[1]
Heisanlage (Sohle/Wasser Wärmepumpe HL=15kW) in €/ST.	10054,69	11965,08	[1]
Erdsonde in €/m	35	41,65	[21]
Bohrung in €/m	50,00	59,50	[16]
Solaranlage	/	/	/
Lüftungsanlage in €/Wohneinheit	5000,00	5950,00	[8]
PV-Anlage	/	/	/
Wärmebrückennachweis in €/WB	150,00	178,50	sumbi Ingenieure

Tabelle 11-9: Bauteilpreise PH V2

Energieberatungsbericht

Gebäude: Klabundeweg
22359 Hamburg

Auftraggeber: Walddorfer Wohnungsbaugenossenschaft e.G.
Volksdorfer Damm 188
22344 Hamburg

Erstellt von: sumbi INGENIEURE
Telemannstrasse 56a
20255 Hamburg
Tel.: 040-411885670
Fax: 040-411885698
E-Mail: info@sumbi.de

Erstellt am: 6. Januar 2012

Allgemeine Angaben zum Gebäude

Objekt:	Klabundeweg 22359 Hamburg
Beschreibung:	
Gebäudetyp:	freistehendes Mehrfamilienhaus
Baujahr:	2010
Wohneinheiten:	12

Beheiztes Volumen V_e : 4190 m³

Das beheizte Volumen wurde gemäß EnEV unter Verwendung von Außenmaßen ermittelt.

Nutzfläche A_n nach EnEV: 1341 m²

Die Bezugsfläche A_N in m² wird aus dem Volumen des Gebäudes mit einem Faktor von 0,32 ermittelt. Dadurch unterscheidet sich die Bezugsfläche im Allgemeinen von der tatsächlichen Wohnfläche.

Lüftung:

Das Gebäude wird mittels einer mechanischen Lüftungsanlage belüftet.

Nutzerverhalten:

Für die Berechnung dieses Berichts wurde das EnEV-Standard-Nutzerverhalten zugrundegelegt:

mittlere Innentemperatur:	19,0 °C,
Luftwechselrate:	0,55 h ⁻¹ ,
interne Wärmegewinne:	39909 kWh pro Jahr,
Warmwasser-Wärmebedarf:	16759 kWh pro Jahr.

Verbrauchsangaben:

Der Berechnung dieses Berichts wurde das EnEV-Standard-Nutzerverhalten und die Standard-Klimabedingungen für Deutschland zugrundegelegt. Daher können aus den Ergebnissen keine Rückschlüsse auf die absolute Höhe des Brennstoffverbrauchs gezogen werden.

Ist-Zustand des Gebäudes

Gebäudehülle

In der folgenden Tabelle finden Sie eine Zusammenstellung der einzelnen Bauteile der Gebäudehülle mit ihren momentanen U-Werten. Zum Vergleich sind die Mindestanforderungen angegeben, die die EnEV bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden stellt. Die angekreuzten Bauteile liegen deutlich über diesen Mindestanforderungen und bieten daher ein Potenzial für energetische Verbesserungen.

Typ	Bauteil	U-Wert in W/m²K	U _{max} EnEV ^{*)} in W/m²K	U Passivhaus in W/m²K
DA	Decke über Tiefgarage	0,19	0,20	0,15-0,10
DA	Flachdach über Treppenhaus	0,19	0,20	0,15-0,10
OG	Oberste Geschossdecke	0,18	0,24	0,15-0,10
TA	Referenzgebäudetür	1,80	2,00	0,15-0,10
WA	Außenwand Nord	0,26	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand Ost	0,26	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand Süd	0,26	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand West	0,26	0,24	0,15-0,10
WA	Treppenhaus UG gegen TG	0,25	0,24	0,15-0,10
WE	Außenwand Nord Perimeter	0,31	0,30	0,15-0,10
WE	Außenwand Ost Perimeter	0,31	0,30	0,15-0,10
WE	Außenwand Süd Perimeter	0,31	0,30	0,15-0,10
WE	Außenwand West Perimeter	0,31	0,30	0,15-0,10
WK	Treppenhaus UG gegen unbeheizt	0,34	0,30	0,15-0,10
FA	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	1,30	1,30	< 0,8
BA	EG Decke gegen TG	0,27	0,24	0,15-0,10
BE	Sohle Erdreich	0,32	0,30	0,15-0,10

*) Als U-Wert (früher k-Wert) wird der Wärmedurchgangskoeffizient eines Bauteils bezeichnet. Bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden muss der von der EnEV vorgegebene maximale U-Wert eingehalten werden. Die angegebenen Maximalwerte gelten für Dämmungen auf der kalten Außenseite. Bei Innendämmung darf ein Wärmedurchgangskoeffizient von 0,35 W/m²K nicht überschritten werden. Ist die Dämmschichtdicke aus technischen Gründen begrenzt, so ist die höchstmögliche Dämmschichtdicke einzubauen. Wird bei vorhandenen Fenstern nur die Verglasung ersetzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert 1,30 W/m²K.

Anlagentechnik

Heizung:

Erzeugung	Zentrale Wärmeerzeugung Brennwert-Kessel - 40 kW, Heizöl EL Aufstellort: außerhalb der therm. Hülle, Keller = Aufstellort Warmwassersp...
Verteilung	Auslegungstemperaturen 55/45°C Dämmung der Leitungen: nach EnEV Standardlängen Verteilleitung - 61,0 m - 0,255 W/mK - innerhalb der thermischen Hülle Strangleitung - 100,6 m - 0,255 W/mK - im Gebäudeinneren Anbindeleitung - 737,4 m - 0,255 W/mK optimierter Betrieb (optimale Heizkurve, hydraul. Abgleich) Umwälzpumpe leistungsgeregelt
Übergabe	freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 1 K
Lüftungsanlage	Belüftete Fläche 1340,74 m² Belüfteter Flächeanteil 100 % Abluftanlage Anlagen-Luftwechselrate 0,40 1/h Volumenbezogene Ventilatorleistung 0,25 W/(m³/h)

Gleichstrom (DC) - Ventilatoren

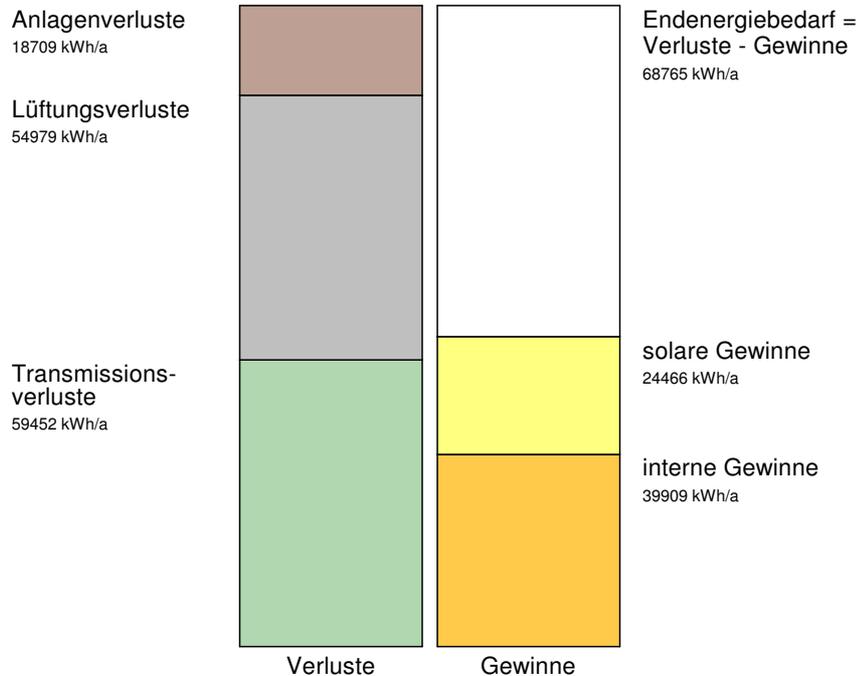
Warmwasser:

Erzeugung	Zentrale Warmwasserbereitung, 2 Wärmeerzeuger Wärmeerzeuger 1 - 37% Deckungsanteil Solaranlage - Sonnen-Energie Flachkollektor - 1 x 28,58 m ² Wärmeerzeuger 2 - 63% Deckungsanteil
Speicherung	Warmwassererzeugung über die Heizungsanlage bivalenter Solarspeicher - 3 x 740 Liter, Dämmung nach EnEV
Verteilung	Verteilung mit Zirkulation Dämmung der Leitungen: nach EnEV Standardlängen Verteilleitung - 52,8 m - 0,200 W/mK - innerhalb der thermischen Hülle Strangleitung - 100,6 m - 0,200 W/mK Stichleitung - 67,0 m - 0,200 W/mK

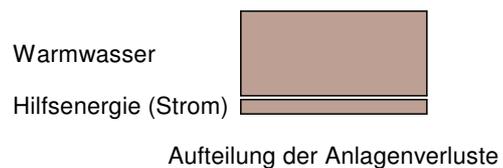
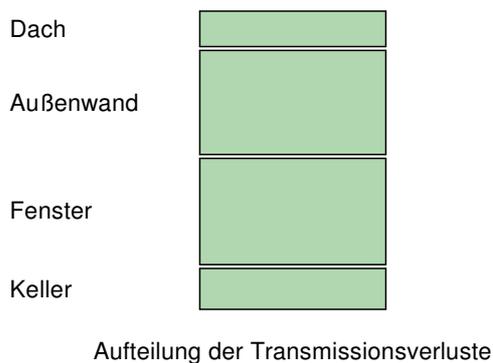
Energiebilanz

Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle und bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie für Heizung und Warmwasserbereitung.

In dem folgenden Diagramm ist die Energiebilanz aus Wärmegewinnen und Wärmeverlusten der Gebäudehülle und der Anlagentechnik dargestellt.



Die Aufteilung der Transmissionsverluste auf die Bauteilgruppen - Dach - Außenwand - Fenster - Keller - und der Anlagenverluste auf die Bereiche - Heizung - Warmwasser - Hilfsenergie (Strom) - können Sie den folgenden Diagrammen entnehmen. Die Energiebilanz gibt Aufschluss darüber, in welchen Bereichen hauptsächlich die Energie verloren geht, bzw. wo zurzeit die größten Einsparpotenziale in Ihrem Gebäude liegen.



Bewertung des Gebäudes

Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m² Nutzfläche - zurzeit beträgt dieser 60 kWh/m²a.

Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 60 kWh/m²a



Gebäudehülle

Heizwärmebedarf

Ist-Zustand: 37 kWh/m²a



Anlagentechnik

Anlagenverluste

Ist-Zustand: 10 kWh/m²a



Umweltwirkung

CO₂-Emission

Ist-Zustand: 14 kg/m²a



Vorschläge für die energetische Modernisierung

Variante 1 : EH70 V1 BW+WR+50%Sol.

Modernisierung der Gebäudehülle

Außenwände: 10cm
12cm
16cm

Dach / oberste Decke: 18cm

Keller: 14cm

U-Wert-Übersicht der einzelnen Bauteile im modernisierten Zustand

Typ	Bauteil	U-Wert in W/m ² K	U _{max} EnEV ^{*)} in W/m ² K	U Passivhaus in W/m ² K
DA	Decke über Tiefgarage - 18cm	0,19	0,20	0,15-0,10
DA	Flachdach über Treppenhaus - 18cm	0,19	0,20	0,15-0,10
OG	Oberste Geschossdecke - 18cm	0,18	0,24	0,15-0,10
TA	Referenzgebäudetür	1,80	2,00	0,15-0,10
WA	Außenwand Nord - 16cm	0,20	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand Ost - 16cm	0,20	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand Süd - 16cm	0,20	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand West - 16cm	0,20	0,24	0,15-0,10
WA	Treppenhaus UG gegen TG - 12cm	0,25	0,24	0,15-0,10
WE	Außenwand Nord Perimeter - 10cm	0,31	0,30	0,15-0,10
WE	Außenwand Ost Perimeter - 10cm	0,31	0,30	0,15-0,10
WE	Außenwand Süd Perimeter - 10cm	0,31	0,30	0,15-0,10
WE	Außenwand West Perimeter - 10cm	0,31	0,30	0,15-0,10
WK	Treppenhaus UG gegen unbeheizt - 10cm	0,29	0,30	0,15-0,10
FA	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	1,10	1,30	< 0,8
BA	EG Decke gegen TG - 14cm	0,23	0,24	0,15-0,10
BE	Sohle Erdreich - 14cm	0,23	0,30	0,15-0,10

*) Als U-Wert (früher k-Wert) wird der Wärmedurchgangskoeffizient eines Bauteils bezeichnet. Bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden muss der von der EnEV vorgegebene maximale U-Wert eingehalten werden. Die angegebenen Maximalwerte gelten für Dämmungen auf der kalten Außenseite. Bei Innendämmung darf ein Wärmedurchgangskoeffizient von 0,35 W/m²K nicht überschritten werden. Ist die Dämmschichtdicke aus technischen Gründen begrenzt, so ist die höchstmögliche Dämmschichtdicke einzubauen. Wird bei vorhandenen Fenstern nur die Verglasung ersetzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert 1,30 W/m²K.

Modernisierung der Anlagentechnik

Heizung:

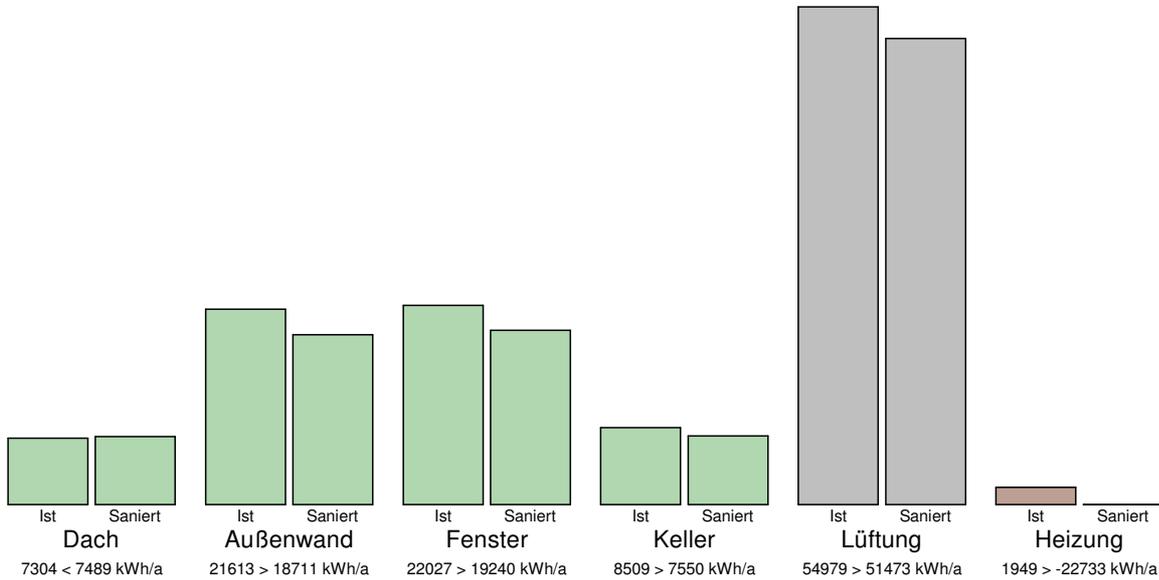
Erzeugung Zentrale Wärmeerzeugung
Brennwert-Kessel - 37 kW, Heizöl EL
Aufstellort: außerhalb der therm. Hülle, Keller = Aufstellort Warmwassersp...

Verteilung Auslegungstemperaturen 55/45°C
Dämmung der Leitungen: nach EnEV
Standardlängen
Verteilleitung - 61,0 m - 0,255 W/mK - innerhalb der thermischen Hülle
Strangleitung - 100,6 m - 0,255 W/mK - im Gebäudeinneren
Anbindeleitung - 737,4 m - 0,255 W/mK
optimierter Betrieb (optimale Heizkurve, hydraul. Abgleich)
Umwälzpumpe leistungsgeregt

Übergabe	freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 1 K
Lüftungsanlage	Belüftete Fläche 1340,74 m ² Belüfteter Flächeanteil 100 % zentrale Lüftungsanlage Anlagen-Luftwechselrate 0,40 1/h Volumenbezogene Ventilatorleistung 0,40 W/(m ³ /h) Gleichstrom (DC) - Ventilatoren mit Abluft/Zuluft-Wärmeübertrager (Wärmerückgewinnung) Wärmebereitstellungsgrad 80 % Gehäusewärmeverluste, Frostbetrieb und Volumenbalance berücksichtigt Frostschutz: elektr. Luftvorwärmung (Frostschutzbetrieb) Übergabe Luftauslässe überwiegend im Innenwandbereich Verteilleitungen innerhalb therm. Hülle, Standardlängen
	Hinweis: Ein positiver Nachweis der Luftdichtheit ist zu erbringen!

Einsparung

Nach Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 39 %. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 68765 kWh/Jahr reduziert sich auf 41908 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 26857 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 6675 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf Ihres Gebäudes auf 39 kWh/m² pro Jahr. Der Primärenergiebedarf berücksichtigt auch die vorgelagerte Prozesskette für die Gewinnung, die Umwandlung und den Transport der eingesetzten Energieträger. Es ergibt sich die folgende Bewertung für das modernisierte Gebäude im Vergleich zum Ist-Zustand.

Gesamtbewertung

Brennstoff-Einsparung: 39 %

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 60 kWh/m²a
Saniert: 39 kWh/m²a



Vorschläge für die energetische Modernisierung

Variante 2 : EH70 V2 WP

Modernisierung der Gebäudehülle

Außenwände: 10cm
12cm
16cm

Dach / oberste Decke: 18cm

Keller: 14cm

U-Wert-Übersicht der einzelnen Bauteile im modernisierten Zustand

Typ	Bauteil	U-Wert in W/m²K	U _{max} EnEV ^{*)} in W/m²K	U Passivhaus in W/m²K
DA	Decke über Tiefgarage - 18cm	0,19	0,20	0,15-0,10
DA	Flachdach über Treppenhaus - 18cm	0,19	0,20	0,15-0,10
OG	Oberste Geschossdecke - 18cm	0,18	0,24	0,15-0,10
TA	Referenzgebäudetür	1,80	2,00	0,15-0,10
WA	Außenwand Nord - 16cm	0,20	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand Ost - 16cm	0,20	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand Süd - 16cm	0,20	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand West - 16cm	0,20	0,24	0,15-0,10
WA	Treppenhaus UG gegen TG - 12cm	0,25	0,24	0,15-0,10
WE	Außenwand Nord Perimeter - 10cm	0,31	0,30	0,15-0,10
WE	Außenwand Ost Perimeter - 10cm	0,31	0,30	0,15-0,10
WE	Außenwand Süd Perimeter - 10cm	0,31	0,30	0,15-0,10
WE	Außenwand West Perimeter - 10cm	0,31	0,30	0,15-0,10
WK	Treppenhaus UG gegen unbeheizt - 10cm	0,29	0,30	0,15-0,10
FA	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	1,10	1,30	< 0,8
BA	EG Decke gegen TG - 14cm	0,23	0,24	0,15-0,10
BE	Sohle Erdreich - 14cm	0,23	0,30	0,15-0,10

*) Als U-Wert (früher k-Wert) wird der Wärmedurchgangskoeffizient eines Bauteils bezeichnet. Bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden muss der von der EnEV vorgegebene maximale U-Wert eingehalten werden. Die angegebenen Maximalwerte gelten für Dämmungen auf der kalten Außenseite. Bei Innendämmung darf ein Wärmedurchgangskoeffizient von 0,35 W/m²K nicht überschritten werden. Ist die Dämmschichtdicke aus technischen Gründen begrenzt, so ist die höchstmögliche Dämmschichtdicke einzubauen. Wird bei vorhandenen Fenstern nur die Verglasung ersetzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert 1,30 W/m²K.

Modernisierung der Anlagentechnik

Heizung:

Erzeugung Zentrale Wärmeerzeugung
Sole-Wasser-Wärmepumpe - Strom

Verteilung Auslegungstemperaturen 55/45 °C
Dämmung der Leitungen: nach EnEV
Standardlängen
Verteilleitung - 61,0 m - 0,255 W/mK - innerhalb der thermischen Hülle
Strangleitung - 100,6 m - 0,255 W/mK - im Gebäudeinneren
Anbindeleitung - 737,4 m - 0,255 W/mK
optimierter Betrieb (optimale Heizkurve, hydraul. Abgleich)

Übergabe Umwälzpumpe leistungsgeregelt
freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich

Lüftungsanlage
Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 1 K
Belüftete Fläche 1340,74 m²
Belüfteter Flächeanteil 100 %
Abluftanlage
Anlagen-Luftwechselrate 0,40 1/h
Volumenbezogene Ventilatorleistung 0,25 W/(m³/h)
Gleichstrom (DC) - Ventilatoren

Warmwasser:

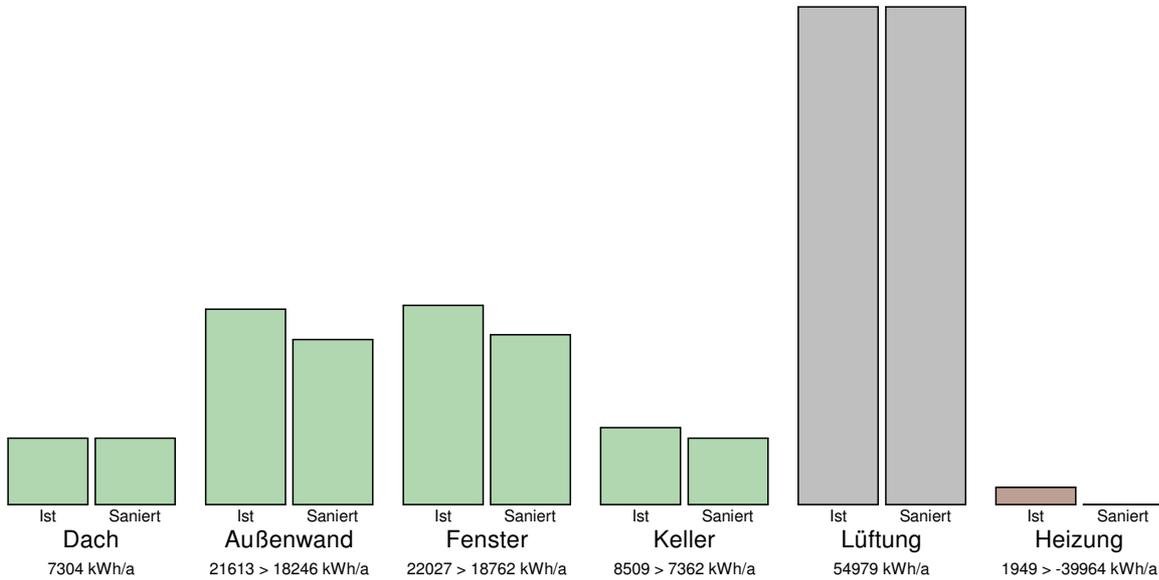
Erzeugung
Zentrale Warmwasserbereitung
Warmwassererzeugung über die Heizungsanlage

Speicherung
Indirekt beheizter Speicher - 930 Liter, Dämmung nach EnEV

Verteilung
Verteilung mit Zirkulation
Dämmung der Leitungen: nach EnEV
Standardlängen
Verteilleitung - 52,8 m - 0,200 W/mK - innerhalb der thermischen Hülle
Strangleitung - 100,6 m - 0,200 W/mK
Stichleitung - 67,0 m - 0,200 W/mK

Einsparung

Nach Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 70 %. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 68765 kWh/Jahr reduziert sich auf 20657 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 48108 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 6564 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf Ihres Gebäudes auf 40 kWh/m² pro Jahr. Der Primärenergiebedarf berücksichtigt auch die vorgelagerte Prozesskette für die Gewinnung, die Umwandlung und den Transport der eingesetzten Energieträger. Es ergibt sich die folgende Bewertung für das modernisierte Gebäude im Vergleich zum Ist-Zustand.

Gesamtbewertung

Brennstoff-Einsparung: 70 %

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 60 kWh/m²a
Saniert: 40 kWh/m²a



Vorschläge für die energetische Modernisierung Variante 3 : EH55 V1 BW+WR+50%Sol.+sol.H

Modernisierung der Gebäudehülle

Außenwände: 10cm
12
12cm
20cm

Dach / oberste Decke: 20cm

Keller: 14cm

U-Wert-Übersicht der einzelnen Bauteile im modernisierten Zustand

Typ	Bauteil	U-Wert in W/m ² K	U _{max} EnEV ^{*)} in W/m ² K	U Passivhaus in W/m ² K
DA	Decke über Tiefgarage - 20cm	0,17	0,20	0,15-0,10
DA	Flachdach über Treppenhaus - 20cm	0,17	0,20	0,15-0,10
OG	Oberste Geschossdecke - 20cm	0,17	0,24	0,15-0,10
TA	Referenzgebäudetür	1,80	2,00	0,15-0,10
WA	Außenwand Nord - 20cm	0,16	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand Ost - 20cm	0,16	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand Süd - 20cm	0,16	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand West - 20cm	0,16	0,24	0,15-0,10
WA	Treppenhaus UG gegen TG - 12	0,25	0,24	0,15-0,10
WE	Außenwand Nord Perimeter - 10cm	0,31	0,30	0,15-0,10
WE	Außenwand Ost Perimeter - 10cm	0,31	0,30	0,15-0,10
WE	Außenwand Süd Perimeter - 10cm	0,31	0,30	0,15-0,10
WE	Außenwand West Perimeter - 10cm	0,31	0,30	0,15-0,10
WK	Treppenhaus UG gegen unbeheizt - 12cm	0,25	0,30	0,15-0,10
FA	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	0,90	1,30	< 0,8
BA	EG Decke gegen TG - 14cm	0,23	0,24	0,15-0,10
BE	Sohle Erdreich - 14cm	0,23	0,30	0,15-0,10

*) Als U-Wert (früher k-Wert) wird der Wärmedurchgangskoeffizient eines Bauteils bezeichnet. Bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden muss der von der EnEV vorgegebene maximale U-Wert eingehalten werden. Die angegebenen Maximalwerte gelten für Dämmungen auf der kalten Außenseite. Bei Innendämmung darf ein Wärmedurchgangskoeffizient von 0,35 W/m²K nicht überschritten werden. Ist die Dämmschichtdicke aus technischen Gründen begrenzt, so ist die höchstmögliche Dämmschichtdicke einzubauen. Wird bei vorhandenen Fenstern nur die Verglasung ersetzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert 1,30 W/m²K.

Modernisierung der Anlagentechnik

Heizung:

Erzeugung Zentrale Wärmeerzeugung, 2 Wärmeerzeuger
Wärmeerzeuger 1 - 90% Deckungsanteil
Brennwert-Kessel - 34 kW, Heizöl EL
Aufstellort: außerhalb der therm. Hülle, Keller = Aufstellort Warmwassersp...
Wärmeerzeuger 2 - 10% Deckungsanteil pauschal
Solare Heizungsunterstützung - Sonnen-Energie

Verteilung Auslegungstemperaturen 55/45°C
Dämmung der Leitungen: nach EnEV
Standardlängen
Verteilleitung - 61,0 m - 0,255 W/mK - innerhalb der thermischen Hülle

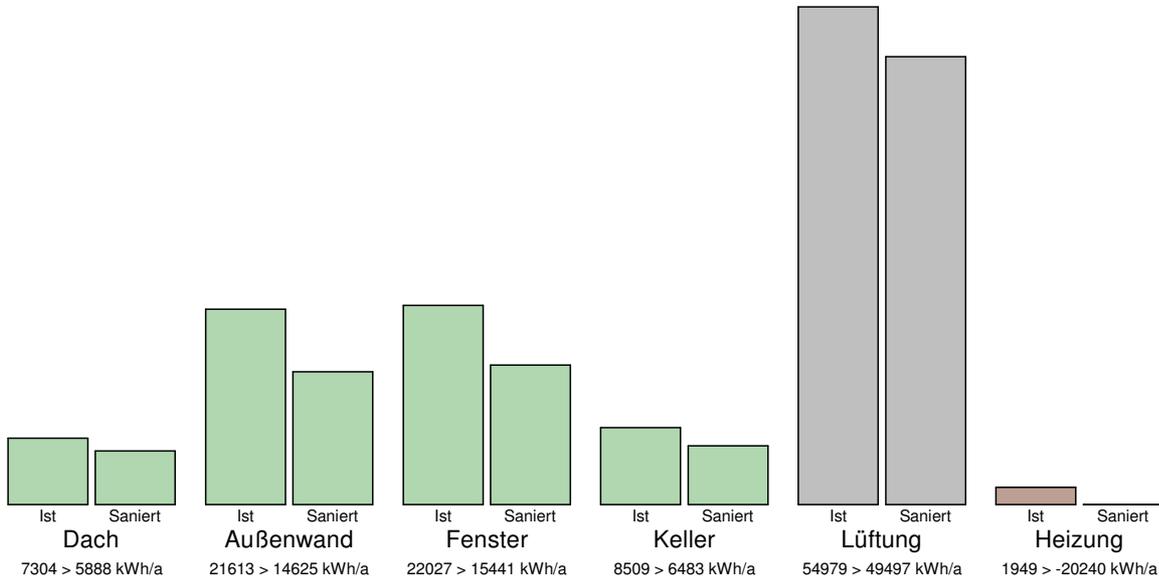
Übergabe
Lüftungsanlage

Strangleitung - 100,6 m - 0,255 W/mK - im Gebäudeinneren
Anbindeleitung - 737,4 m - 0,255 W/mK
optimierter Betrieb (optimale Heizkurve, hydraul. Abgleich)
Umwälzpumpe leistungsgeregelt
freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich
Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 1 K
Belüftete Fläche 1340,74 m²
Belüfteter Flächeanteil 100 %
zentrale Lüftungsanlage
Anlagen-Luftwechselrate 0,40 1/h
Volumenbezogene Ventilatorleistung 0,38 W/(m³/h)
Gleichstrom (DC) - Ventilatoren
mit Abluft/Zuluft-Wärmeübertrager (Wärmerückgewinnung)
Wärmebereitstellungsgrad 70 %
Gehäusewärmeverluste, Frostbetrieb und Volumenbalance berücksichtigt
Frostschutz: elektr. Luftvorwärmung (Frostschutzbetrieb)
Übergabe Luftauslässe überwiegend im Innenwandbereich
Verteilleitungen innerhalb therm. Hülle, Standardlängen

Hinweis: Ein positiver Nachweis der Luftdichtheit ist zu erbringen!

Einsparung

Nach Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 51 %. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 68765 kWh/Jahr reduziert sich auf 33889 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 34876 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 9018 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf Ihres Gebäudes auf 32 kWh/m² pro Jahr. Der Primärenergiebedarf berücksichtigt auch die vorgelagerte Prozesskette für die Gewinnung, die Umwandlung und den Transport der eingesetzten Energieträger. Es ergibt sich die folgende Bewertung für das modernisierte Gebäude im Vergleich zum Ist-Zustand.

Gesamtbewertung

Brennstoff-Einsparung: 51 %

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 60 kWh/m²a
Saniert: 32 kWh/m²a



Vorschläge für die energetische Modernisierung

Variante 4 : EH55 V2 WP+50%Sol.

Modernisierung der Gebäudehülle

Außenwände: 10cm
12cm
20cm

Dach / oberste Decke: 20cm

Keller: 14cm

U-Wert-Übersicht der einzelnen Bauteile im modernisierten Zustand

Typ	Bauteil	U-Wert in W/m²K	U _{max} EnEV ^{*)} in W/m²K	U Passivhaus in W/m²K
DA	Decke über Tiefgarage - 20cm	0,17	0,20	0,15-0,10
DA	Flachdach über Treppenhaus - 20cm	0,17	0,20	0,15-0,10
OG	Oberste Geschossdecke - 20cm	0,17	0,24	0,15-0,10
TA	Referenzgebäudetür	1,80	2,00	0,15-0,10
WA	Außenwand Nord - 20cm	0,16	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand Ost - 20cm	0,16	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand Süd - 20cm	0,16	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand West - 20cm	0,16	0,24	0,15-0,10
WA	Treppenhaus UG gegen TG - 12cm	0,25	0,24	0,15-0,10
WE	Außenwand Nord Perimeter - 10cm	0,31	0,30	0,15-0,10
WE	Außenwand Ost Perimeter - 10cm	0,31	0,30	0,15-0,10
WE	Außenwand Süd Perimeter - 10cm	0,31	0,30	0,15-0,10
WE	Außenwand West Perimeter - 10cm	0,31	0,30	0,15-0,10
WK	Treppenhaus UG gegen unbeheizt - 12cm	0,25	0,30	0,15-0,10
FA	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	0,90	1,30	< 0,8
BA	EG Decke gegen TG - 14cm	0,23	0,24	0,15-0,10
BE	Sohle Erdreich - 14cm	0,23	0,30	0,15-0,10

*) Als U-Wert (früher k-Wert) wird der Wärmedurchgangskoeffizient eines Bauteils bezeichnet. Bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden muss der von der EnEV vorgegebene maximale U-Wert eingehalten werden. Die angegebenen Maximalwerte gelten für Dämmungen auf der kalten Außenseite. Bei Innendämmung darf ein Wärmedurchgangskoeffizient von 0,35 W/m²K nicht überschritten werden. Ist die Dämmschichtdicke aus technischen Gründen begrenzt, so ist die höchstmögliche Dämmschichtdicke einzubauen. Wird bei vorhandenen Fenstern nur die Verglasung ersetzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert 1,30 W/m²K.

Modernisierung der Anlagentechnik

Heizung:

Erzeugung Zentrale Wärmeerzeugung
Sole-Wasser-Wärmepumpe - Strom

Verteilung Auslegungstemperaturen 55/45 °C
Dämmung der Leitungen: nach EnEV
Standardlängen
Verteilleitung - 61,0 m - 0,255 W/mK - innerhalb der thermischen Hülle
Strangleitung - 100,6 m - 0,255 W/mK - im Gebäudeinneren
Anbindeleitung - 737,4 m - 0,255 W/mK
optimierter Betrieb (optimale Heizkurve, hydraul. Abgleich)

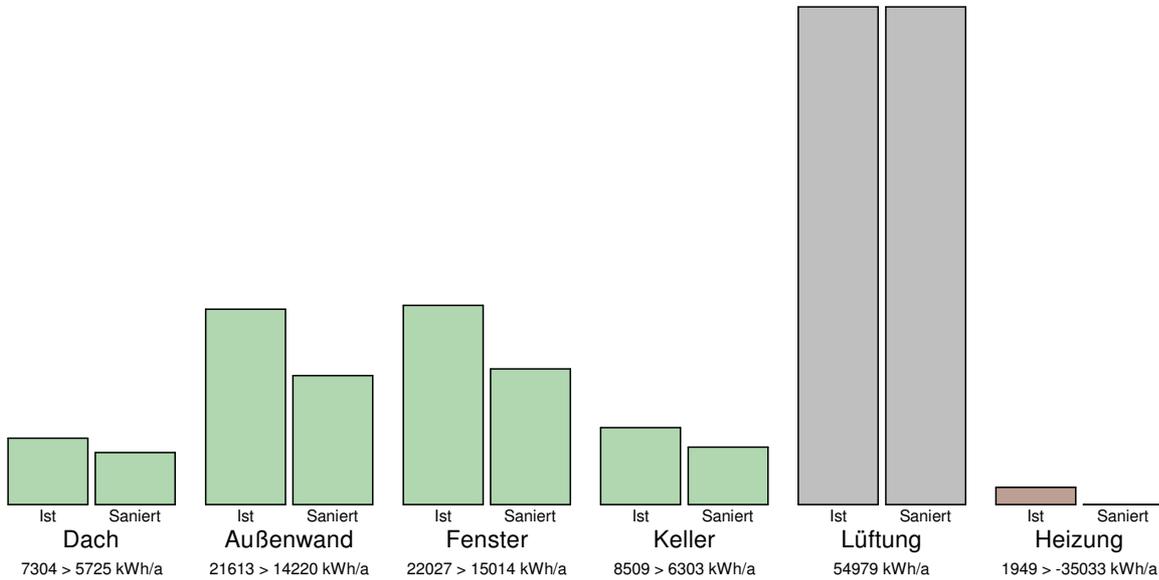
Übergabe Umwälzpumpe leistungsgeregelt
freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich

Lüftungsanlage

Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 1 K
Belüftete Fläche 1340,74 m²
Belüfteter Flächeanteil 100 %
Abluftanlage
Anlagen-Luftwechselrate 0,40 1/h
Volumenbezogene Ventilatorleistung 0,40 W/(m³/h)
Gleichstrom (DC) - Ventilatoren

Einsparung

Nach Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 77 %. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 68765 kWh/Jahr reduziert sich auf 16131 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 52634 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 9356 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf Ihres Gebäudes auf 31 kWh/m² pro Jahr. Der Primärenergiebedarf berücksichtigt auch die vorgelagerte Prozesskette für die Gewinnung, die Umwandlung und den Transport der eingesetzten Energieträger. Es ergibt sich die folgende Bewertung für das modernisierte Gebäude im Vergleich zum Ist-Zustand.

Gesamtbewertung

Brennstoff-Einsparung: 77 %

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 60 kWh/m²a
 Saniert: 31 kWh/m²a



Vorschläge für die energetische Modernisierung

Variante 5 : EH40 V1 BW+WR+50%Sol.+sol.H+PV

Modernisierung der Gebäudehülle

Außenwände: 20cm
30cm

Dach / oberste Decke: 30cm

Keller: 30cm

U-Wert-Übersicht der einzelnen Bauteile im modernisierten Zustand

Typ	Bauteil	U-Wert in W/m ² K	U _{max} EnEV ^{*)} in W/m ² K	U Passivhaus in W/m ² K
DA	Decke über Tiefgarage - 30cm	0,11	0,20	0,15-0,10
DA	Flachdach über Treppenhaus - 30cm	0,11	0,20	0,15-0,10
OG	Oberste Geschossdecke - 30cm	0,11	0,24	0,15-0,10
TA	Referenzgebäudetür	1,80	2,00	0,15-0,10
WA	Außenwand Nord - 30cm	0,11	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand Ost - 30cm	0,11	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand Süd - 30cm	0,11	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand West - 30cm	0,11	0,24	0,15-0,10
WA	Treppenhaus UG gegen TG - 30cm	0,11	0,24	0,15-0,10
WE	Außenwand Nord Perimeter - 20cm	0,16	0,30	0,15-0,10
WE	Außenwand Ost Perimeter - 20cm	0,16	0,30	0,15-0,10
WE	Außenwand Süd Perimeter - 20cm	0,16	0,30	0,15-0,10
WE	Außenwand West Perimeter - 20cm	0,16	0,30	0,15-0,10
WK	Treppenhaus UG gegen unbeheizt - 30cm	0,11	0,30	0,15-0,10
FA	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	0,80	1,30	< 0,8
BA	EG Decke gegen TG - 30cm	0,11	0,24	0,15-0,10
BE	Sohle Erdreich - 30cm	0,11	0,30	0,15-0,10

*) Als U-Wert (früher k-Wert) wird der Wärmedurchgangskoeffizient eines Bauteils bezeichnet. Bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden muss der von der EnEV vorgegebene maximale U-Wert eingehalten werden. Die angegebenen Maximalwerte gelten für Dämmungen auf der kalten Außenseite. Bei Innendämmung darf ein Wärmedurchgangskoeffizient von 0,35 W/m²K nicht überschritten werden. Ist die Dämmschichtdicke aus technischen Gründen begrenzt, so ist die höchstmögliche Dämmschichtdicke einzubauen. Wird bei vorhandenen Fenstern nur die Verglasung ersetzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert 1,30 W/m²K.

Modernisierung der Anlagentechnik

Heizung:

Erzeugung Zentrale Wärmeerzeugung, 2 Wärmeerzeuger
Wärmeerzeuger 1 - 90% Deckungsanteil
Brennwert-Kessel - 29 kW, Heizöl EL
Aufstellort: außerhalb der therm. Hülle, Keller = Aufstellort Warmwassersp...
Wärmeerzeuger 2 - 10% Deckungsanteil pauschal

Verteilung Solare Heizungsunterstützung - Sonnen-Energie
Auslegungstemperaturen 55/45 °C
Dämmung der Leitungen: nach EnEV
Standardlängen
Verteilleitung - 61,0 m - 0,255 W/mK - innerhalb der thermischen Hülle
Strangleitung - 100,6 m - 0,255 W/mK - im Gebäudeinneren
Anbindeleitung - 737,4 m - 0,255 W/mK

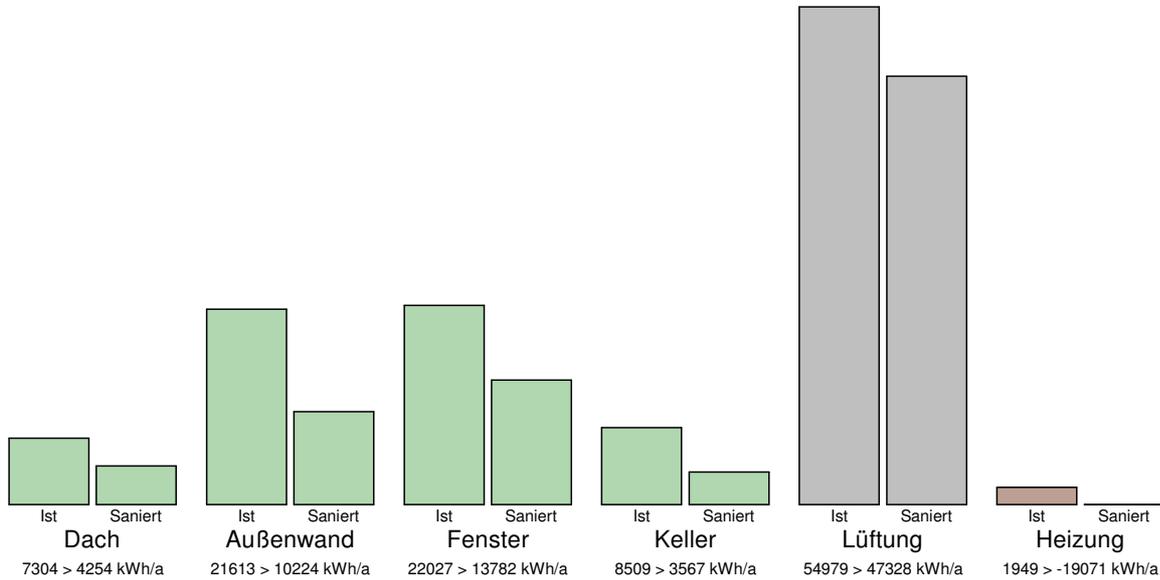
Übergabe
Lüftungsanlage

optimierter Betrieb (optimale Heizkurve, hydraul. Abgleich)
Umwälzpumpe leistungsgeregelt
freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich
Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 1 K
Belüftete Fläche 1340,74 m²
Belüfteter Flächeanteil 100 %
zentrale Lüftungsanlage
Anlagen-Luftwechselrate 0,40 1/h
Volumenbezogene Ventilatorleistung 0,40 W/(m³/h)
Gleichstrom (DC) - Ventilatoren
mit Abluft/Zuluft-Wärmeübertrager (Wärmerückgewinnung)
Wärmebereitstellungsgrad 80 %
Gehäusewärmeverluste, Frostbetrieb und Volumenbalance berücksichtigt
Frostschutz: elektr. Luftvorwärmung (Frostschutzbetrieb)
Übergabe Luftauslässe überwiegend im Innenwandbereich
Verteilleitungen innerhalb therm. Hülle, Standardlängen

Hinweis: Ein positiver Nachweis der Luftdichtheit ist zu erbringen!

Einsparung

Nach Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 64 %. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 68765 kWh/Jahr reduziert sich auf 24710 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 44055 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 11780 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf Ihres Gebäudes auf 23 kWh/m² pro Jahr. Der Primärenergiebedarf berücksichtigt auch die vorgelagerte Prozesskette für die Gewinnung, die Umwandlung und den Transport der eingesetzten Energieträger. Es ergibt sich die folgende Bewertung für das modernisierte Gebäude im Vergleich zum Ist-Zustand.

Gesamtbewertung

Brennstoff-Einsparung: 64 %

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 60 kWh/m²a
Saniert: 23 kWh/m²a



Vorschläge für die energetische Modernisierung

Variante 6 : EH40 V2 WP+WR+50%Sol.

Modernisierung der Gebäudehülle

Außenwände: 20cm
22cm
30cm

Dach / oberste Decke: 30cm

Keller: 22cm

U-Wert-Übersicht der einzelnen Bauteile im modernisierten Zustand

Typ	Bauteil	U-Wert in W/m²K	U _{max} EnEV ^{*)} in W/m²K	U Passivhaus in W/m²K
DA	Decke über Tiefgarage - 30cm	0,11	0,20	0,15-0,10
DA	Flachdach über Treppenhaus - 30cm	0,11	0,20	0,15-0,10
OG	Oberste Geschossdecke - 30cm	0,11	0,24	0,15-0,10
TA	Referenzgebäudetür	1,80	2,00	0,15-0,10
WA	Außenwand Nord - 30cm	0,11	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand Ost - 30cm	0,11	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand Süd - 30cm	0,11	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand West - 30cm	0,11	0,24	0,15-0,10
WA	Treppenhaus UG gegen TG - 22cm	0,15	0,24	0,15-0,10
WE	Außenwand Nord Perimeter - 20cm	0,16	0,30	0,15-0,10
WE	Außenwand Ost Perimeter - 20cm	0,16	0,30	0,15-0,10
WE	Außenwand Süd Perimeter - 20cm	0,16	0,30	0,15-0,10
WE	Außenwand West Perimeter - 20cm	0,16	0,30	0,15-0,10
WK	Treppenhaus UG gegen unbeheizt - 22cm	0,14	0,30	0,15-0,10
FA	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	0,80	1,30	< 0,8
BA	EG Decke gegen TG - 22cm	0,15	0,24	0,15-0,10
BE	Sohle Erdreich - 22cm	0,15	0,30	0,15-0,10

*) Als U-Wert (früher k-Wert) wird der Wärmedurchgangskoeffizient eines Bauteils bezeichnet. Bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden muss der von der EnEV vorgegebene maximale U-Wert eingehalten werden. Die angegebenen Maximalwerte gelten für Dämmungen auf der kalten Außenseite. Bei Innendämmung darf ein Wärmedurchgangskoeffizient von 0,35 W/m²K nicht überschritten werden. Ist die Dämmschichtdicke aus technischen Gründen begrenzt, so ist die höchstmögliche Dämmschichtdicke einzubauen. Wird bei vorhandenen Fenstern nur die Verglasung ersetzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert 1,30 W/m²K.

Modernisierung der Anlagentechnik

Heizung:

Erzeugung Zentrale Wärmeerzeugung
Sole-Wasser-Wärmepumpe - Strom

Verteilung Auslegungstemperaturen 55/45 °C
Dämmung der Leitungen: nach EnEV
Standardlängen
Verteilleitung - 61,0 m - 0,255 W/mK - innerhalb der thermischen Hülle
Strangleitung - 100,6 m - 0,255 W/mK - im Gebäudeinneren
Anbindeleitung - 737,4 m - 0,255 W/mK
optimierter Betrieb (optimale Heizkurve, hydraul. Abgleich)

Übergabe Umwälzpumpe leistungsgeregelt
freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich

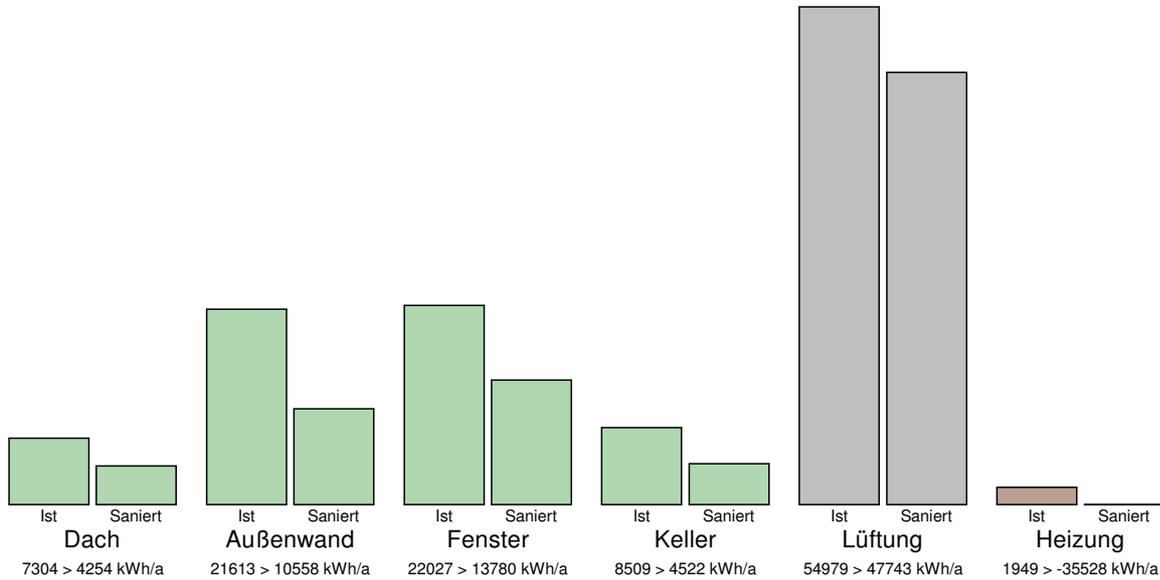
Lüftungsanlage

Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 1 K
Belüftete Fläche 1340,74 m²
Belüfteter Flächeanteil 100 %
zentrale Lüftungsanlage
Anlagen-Luftwechselrate 0,40 1/h
Volumenbezogene Ventilatorleistung 0,40 W/(m³/h)
Gleichstrom (DC) - Ventilatoren
mit Abluft/Zuluft-Wärmeübertrager (Wärmerückgewinnung)
Wärmebereitstellungsgrad 80 %
Gehäusewärmeverluste, Frostbetrieb und Volumenbalance berücksichtigt
Frostschutz: elektr. Luftvorwärmung (Frostschutzbetrieb)
Übergabe Luftauslässe überwiegend im Innenwandbereich
Verteilleitungen innerhalb therm. Hülle, Standardlängen

Hinweis: Ein positiver Nachweis der Luftdichtheit ist zu erbringen!

Einsparung

Nach Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 84 %. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 68765 kWh/Jahr reduziert sich auf 10842 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 57923 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 12619 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf Ihres Gebäudes auf 21 kWh/m² pro Jahr. Der Primärenergiebedarf berücksichtigt auch die vorgelagerte Prozesskette für die Gewinnung, die Umwandlung und den Transport der eingesetzten Energieträger. Es ergibt sich die folgende Bewertung für das modernisierte Gebäude im Vergleich zum Ist-Zustand.

Gesamtbewertung

Brennstoff-Einsparung: 84 %

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 60 kWh/m²a
Saniert: 21 kWh/m²a



Vorschläge für die energetische Modernisierung Variante 7 : PH2

Modernisierung der Gebäudehülle

Außenwände: 40cm

Dach / oberste Decke: 30cm

Keller: 40cm

U-Wert-Übersicht der einzelnen Bauteile im modernisierten Zustand

Typ	Bauteil	U-Wert in W/m²K	U _{max} EnEV ^{*)} in W/m²K	U Passivhaus in W/m²K
DA	Decke über Tiefgarage - 30cm	0,11	0,20	0,15-0,10
DA	Flachdach über Treppenhaus - 30cm	0,11	0,20	0,15-0,10
OG	Oberste Geschossdecke - 30cm	0,11	0,24	0,15-0,10
TA	Referenzgebäudetür	1,80	2,00	0,15-0,10
WA	Außenwand Nord - 40cm	0,08	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand Ost - 40cm	0,08	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand Süd - 40cm	0,08	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand West - 40cm	0,08	0,24	0,15-0,10
WA	Treppenhaus UG gegen TG - 40cm	0,08	0,24	0,15-0,10
WE	Außenwand Nord Perimeter - 40cm	0,08	0,30	0,15-0,10
WE	Außenwand Ost Perimeter - 40cm	0,08	0,30	0,15-0,10
WE	Außenwand Süd Perimeter - 40cm	0,08	0,30	0,15-0,10
WE	Außenwand West Perimeter - 40cm	0,08	0,30	0,15-0,10
WK	Treppenhaus UG gegen unbeheizt - 40cm	0,08	0,30	0,15-0,10
FA	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	0,80	1,30	< 0,8
BA	EG Decke gegen TG - 40cm	0,09	0,24	0,15-0,10
BE	Sohle Erdreich - 40cm	0,09	0,30	0,15-0,10

*) Als U-Wert (früher k-Wert) wird der Wärmedurchgangskoeffizient eines Bauteils bezeichnet. Bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden muss der von der EnEV vorgegebene maximale U-Wert eingehalten werden. Die angegebenen Maximalwerte gelten für Dämmungen auf der kalten Außenseite. Bei Innendämmung darf ein Wärmedurchgangskoeffizient von 0,35 W/m²K nicht überschritten werden. Ist die Dämmschichtdicke aus technischen Gründen begrenzt, so ist die höchstmögliche Dämmschichtdicke einzubauen. Wird bei vorhandenen Fenstern nur die Verglasung ersetzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert 1,30 W/m²K.

Modernisierung der Anlagentechnik

Heizung:

Erzeugung
Lüftungsanlage

Beheizung ausschließlich über Lüftungsanlage
 Belüftete Fläche 1340,74 m²
 Belüfteter Flächeanteil 100 %
 zentrale Lüftungsanlage
 Anlagen-Luftwechselrate 0,40 1/h
 Volumenbezogene Ventilatorleistung 0,40 W/(m³/h)
 Gleichstrom (DC) - Ventilatoren
 mit Abluft/Zuluft-Wärmeübertrager (Wärmerückgewinnung)
 Wärmebereitstellungsgrad 80 %
 Gehäusewärmeverluste, Frostbetrieb und Volumenbalance berücksichtigt
 Frostschutz: frostfreie Ansaugung über Erdwärmetauscher
 mit Heizregister
 Übergabe Luftauslässe überwiegend im Innenwandbereich

Verteilleitungen innerhalb therm. Hülle, Standardlängen

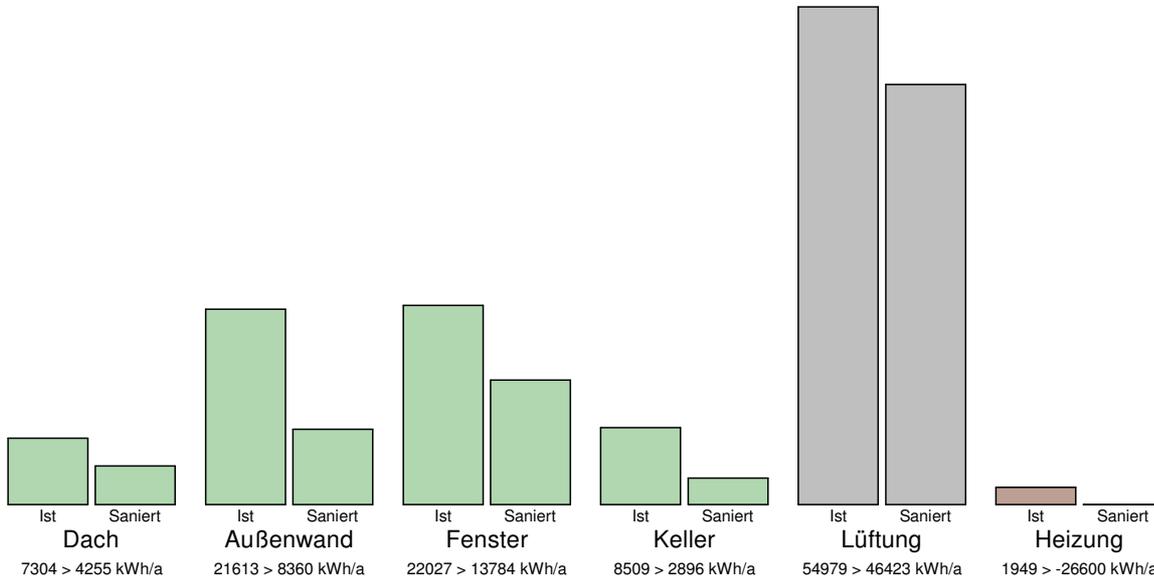
Hinweis: Ein positiver Nachweis der Luftdichtheit ist zu erbringen!

Warmwasser:

Erzeugung	Zentrale Warmwasserbereitung, 2 Wärmeerzeuger Wärmeerzeuger 1 - 50% Deckungsanteil Solaranlage - Sonnen-Energie Flachkollektor - 2 x 30,00 m ² Wärmeerzeuger 2 - 50% Deckungsanteil
Speicherung	Sole-Wasser-Wärmepumpe - Strom bivalenter Solarspeicher - 3 x 740 Liter, Dämmung nach EnEV
Verteilung	Verteilung mit Zirkulation Dämmung der Leitungen: nach EnEV Standardlängen Verteilleitung - 52,8 m - 0,200 W/mK - innerhalb der thermischen Hülle Strangleitung - 100,6 m - 0,200 W/mK Stichleitung - 67,0 m - 0,200 W/mK

Einsparung

Nach Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 76 %. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 68765 kWh/Jahr reduziert sich auf 16187 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 52578 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 9321 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf Ihres Gebäudes auf 31 kWh/m² pro Jahr. Der Primärenergiebedarf berücksichtigt auch die vorgelagerte Prozesskette für die Gewinnung, die Umwandlung und den Transport der eingesetzten Energieträger. Es ergibt sich die folgende Bewertung für das modernisierte Gebäude im Vergleich zum Ist-Zustand.

Gesamtbewertung

Brennstoff-Einsparung: 76 %

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 60 kWh/m²a
Saniert: 31 kWh/m²a



Zusammenfassung der Ergebnisse

Primärenergiebedarf

Primärenergiebedarf Q_p :	kWh/a	Einsparung	
Ist-Zustand	79989		
Var.1 - EH70 V1 BW+WR+50%Sol.	52452	27537	34,4%
Var.2 - EH70 V2 WP	53707	26282	32,9%
Var.3 - EH55 V1 BW+WR+50%Sol.+sol.H	42733	37256	46,6%
Var.4 - EH55 V2 WP+50%Sol.	41940	38048	47,6%
Var.5 - EH40 V1 BW+WR+50%Sol.+sol.H+PV	31268	48721	60,9%
Var.6 - EH40 V2 WP+WR+50%Sol.	28190	51799	64,8%
Var.7 - PH2	42086	37902	47,4%

Primärenergiebedarf q_p pro m ² :	kWh/m ² a	Einsparung	
Ist-Zustand	60		
Var.1 - EH70 V1 BW+WR+50%Sol.	39	21	34,4%
Var.2 - EH70 V2 WP	40	20	32,9%
Var.3 - EH55 V1 BW+WR+50%Sol.+sol.H	32	28	46,6%
Var.4 - EH55 V2 WP+50%Sol.	31	28	47,6%
Var.5 - EH40 V1 BW+WR+50%Sol.+sol.H+PV	23	36	60,9%
Var.6 - EH40 V2 WP+WR+50%Sol.	21	39	64,8%
Var.7 - PH2	31	28	47,4%

Endenergiebedarf

Endenergiebedarf Q_E :	kWh/a	Einsparung	
Ist-Zustand	68765		
Var.1 - EH70 V1 BW+WR+50%Sol.	41908	26857	39,1%
Var.2 - EH70 V2 WP	20657	48108	70,0%
Var.3 - EH55 V1 BW+WR+50%Sol.+sol.H	33889	34876	50,7%
Var.4 - EH55 V2 WP+50%Sol.	16131	52634	76,5%
Var.5 - EH40 V1 BW+WR+50%Sol.+sol.H+PV	14710	44055	64,1%
Var.6 - EH40 V2 WP+WR+50%Sol.	10842	57923	84,2%
Var.7 - PH2	16187	52578	76,5%

Endenergiebedarf q_E pro m ² :	kWh/m ² a	Einsparung	
Ist-Zustand	51		
Var.1 - EH70 V1 BW+WR+50%Sol.	31	20	39,1%
Var.2 - EH70 V2 WP	15	36	70,0%
Var.3 - EH55 V1 BW+WR+50%Sol.+sol.H	25	26	50,7%
Var.4 - EH55 V2 WP+50%Sol.	12	39	76,5%
Var.5 - EH40 V1 BW+WR+50%Sol.+sol.H+PV	18	33	64,1%
Var.6 - EH40 V2 WP+WR+50%Sol.	8	43	84,2%
Var.7 - PH2	12	39	76,5%

Heizwärmebedarf

Heizwärmebedarf $Q_{h,i}$:	kWh/a		Einsparung
Ist-Zustand	50056		
Var.1 - EH70 V1 BW+WR+50%Sol.	47882		2175 4,3%
Var.2 - EH70 V2 WP	43861		6195 12,4%
Var.3 - EH55 V1 BW+WR+50%Sol.+sol.H	37370		12687 25,3%
Var.4 - EH55 V2 WP+50%Sol.	34405		15652 31,3%
Var.5 - EH40 V1 BW+WR+50%Sol.+sol.H+PV	28432		21624 43,2%
Var.6 - EH40 V2 WP+WR+50%Sol.	29611		20446 40,8%
Var.7 - PH2	26028		24028 48,0%

Heizwärmebedarf $q_{h,i}$ pro m ² :	kWh/m ² a		Einsparung
Ist-Zustand	37		
Var.1 - EH70 V1 BW+WR+50%Sol.	36		2 4,3%
Var.2 - EH70 V2 WP	33		5 12,4%
Var.3 - EH55 V1 BW+WR+50%Sol.+sol.H	28		9 25,3%
Var.4 - EH55 V2 WP+50%Sol.	26		12 31,3%
Var.5 - EH40 V1 BW+WR+50%Sol.+sol.H+PV	21		16 43,2%
Var.6 - EH40 V2 WP+WR+50%Sol.	22		15 40,8%
Var.7 - PH2	19		18 48,0%

Anlagentechnische Verluste

Anlagentechnische Verluste Q_i :	kWh/a		Einsparung
Ist-Zustand	1949		
Var.1 - EH70 V1 BW+WR+50%Sol.	-22733		24683 1266,2%
Var.2 - EH70 V2 WP	-39964		41913 2150,1%
Var.3 - EH55 V1 BW+WR+50%Sol.+sol.H	-20240		22189 1138,3%
Var.4 - EH55 V2 WP+50%Sol.	-35033		36982 1897,2%
Var.5 - EH40 V1 BW+WR+50%Sol.+sol.H+PV	-19071		21021 1078,3%
Var.6 - EH40 V2 WP+WR+50%Sol.	-35528		37477 1922,6%
Var.7 - PH2	-26600		28550 1464,6%

Anlagentechnische Verluste q_i pro m ² :	kWh/m ² a		Einsparung
Ist-Zustand	1		
Var.1 - EH70 V1 BW+WR+50%Sol.	-17		18 1266,2%
Var.2 - EH70 V2 WP	-30		31 2150,1%
Var.3 - EH55 V1 BW+WR+50%Sol.+sol.H	-15		17 1138,3%
Var.4 - EH55 V2 WP+50%Sol.	-26		28 1897,2%
Var.5 - EH40 V1 BW+WR+50%Sol.+sol.H+PV	-14		16 1078,3%
Var.6 - EH40 V2 WP+WR+50%Sol.	-26		28 1922,6%
Var.7 - PH2	-20		21 1464,6%

Anlagenaufwandszahl

Anlagenaufwandszahl e_p:

Ist-Zustand	1,20	
Var.1 - EH70 V1 BW+WR+50%Sol.	0,81	
Var.2 - EH70 V2 WP	0,89	
Var.3 - EH55 V1 BW+WR+50%Sol.+sol.H	0,79	
Var.4 - EH55 V2 WP+50%Sol.	0,82	
Var.5 - EH40 V1 BW+WR+50%Sol.+sol.H+PV	0,69	
Var.6 - EH40 V2 WP+WR+50%Sol.	0,61	
Var.7 - PH2	0,98	

Schadstoff-Emissionen

CO₂-Emissionen

CO ₂ -Emissionen:	kg/a		Einsparung
Ist-Zustand	19309		
Var.1 - EH70 V1 BW+WR+50%Sol.	12634		6675 34,6%
Var.2 - EH70 V2 WP	12745		6564 34,0%
Var.3 - EH55 V1 BW+WR+50%Sol.+sol.H	10291		9018 46,7%
Var.4 - EH55 V2 WP+50%Sol.	9953		9356 48,5%
Var.5 - EH40 V1 BW+WR+50%Sol.+sol.H+PV	7529		11780 61,0%
Var.6 - EH40 V2 WP+WR+50%Sol.	6690		12619 65,4%
Var.7 - PH2	9987		9321 48,3%

CO ₂ -Emissionen pro m ² :	kg/m ² a		Einsparung
Ist-Zustand	14		
Var.1 - EH70 V1 BW+WR+50%Sol.	9		5 34,6%
Var.2 - EH70 V2 WP	10		5 34,0%
Var.3 - EH55 V1 BW+WR+50%Sol.+sol.H	8		7 46,7%
Var.4 - EH55 V2 WP+50%Sol.	7		7 48,5%
Var.5 - EH40 V1 BW+WR+50%Sol.+sol.H+PV	6		9 61,0%
Var.6 - EH40 V2 WP+WR+50%Sol.	5		9 65,4%
Var.7 - PH2	7		7 48,3%

NO_x-Emissionen

NO _x -Emissionen:	kg/a		Einsparung
Ist-Zustand	16,6		
Var.1 - EH70 V1 BW+WR+50%Sol.	11,0		5,6 33,8%
Var.2 - EH70 V2 WP	12,0		4,6 27,6%
Var.3 - EH55 V1 BW+WR+50%Sol.+sol.H	9,0		7,7 46,0%
Var.4 - EH55 V2 WP+50%Sol.	9,4		7,2 43,5%
Var.5 - EH40 V1 BW+WR+50%Sol.+sol.H+PV	6,6		10,1 60,5%
Var.6 - EH40 V2 WP+WR+50%Sol.	6,3		10,3 62,0%
Var.7 - PH2	9,4		7,2 43,3%

Kosten

Brennstoffkosten

Brennstoffkosten:	EUR/a		Einsparung
Ist-Zustand	4506		
Var.1 - EH70 V1 BW+WR+50%Sol.	3072		1434 31,8%
Var.2 - EH70 V2 WP	4016		490 10,9%
Var.3 - EH55 V1 BW+WR+50%Sol.+sol.H	2512		1994 44,2%
Var.4 - EH55 V2 WP+50%Sol.	3147		1359 30,2%
Var.5 - EH40 V1 BW+WR+50%Sol.+sol.H+PV1841	1841		2665 59,1%
Var.6 - EH40 V2 WP+WR+50%Sol.	2132		2375 52,7%
Var.7 - PH2	3158		1348 29,9%

(Brennstoffdaten siehe Anhang)

Anhang - Brennstoffdaten

	Einheit	Heizwert H _i kWh/Einheit	Brennwert H _s kWh/Einheit	Verhältnis H _s /H _i *
Heizöl EL	L	10,08	10,68	1,06
Strom	kWh	1,00		

* Bitte beachten: In der EnEV-Berechnung für den Wohnungsbau nach DIN 4108-6 / DIN 4701-10 sind die Endenergiewerte auf den Heizwert bezogen - in der Berechnung nach DIN 18599 hingegen auf den Brennwert. Standardwerte für das Verhältnis H_s/H_i aus DIN 18599-1 Anhang B.

	Arbeitspreis Cent/kWh	Arbeitspreis Cent/Einheit	Grundpreis Euro/Jahr	Lagerver- zinsung**
Heizöl EL	5,92	59,7		2,5%
Strom	19,20	19,2	50	

** aufgrund der notwendigen Brennstofflagerung liegt zwischen dem Einkauf und dem Verbrauch ein Zeitraum, in dem die Zinsverluste durch die Vorfinanzierung mit dem obigen Zinssatz berücksichtigt werden.

	Primär- energie- faktor	CO ₂ - Emissionen g/kWh	SO ₂ - Emissionen g/kWh	NO _x - Emissionen g/kWh
Heizöl EL	1,1	266	0,455	0,227
Strom	2,6	617	1,111	0,583

Energieberatung nach DIN 4108-6 und DIN 4701-10

- für Gebäude mit normalen Innentemperaturen -

Objekt Klabundeweg MFH
 EH70 V1 BW+WR+50%Sol.

 Klabundeweg
 22359 Hamburg

Auftraggeber Walddorfer Wohnungsbaugenossenschaft e.G.

 Volksdorfer Damm 188
 22344 Hamburg

Aussteller

 sumbi INGENIEURE

 Telemannstrasse 56a
 20255 Hamburg

 Telefon : 040-411885670
 Telefax : 040-411885698
 e-mail : info@sumbi.de

(Datum)

(Unterschrift)

1. Allgemeine Projektdaten

Projekt : Klabundeweg MFH
Klabundeweg
22359 Hamburg

EH70 V1 BW+WR+50%Sol.

Gebäudetyp : Wohngebäude
Innentemperatur : normale Innentemperatur
Anzahl Vollgeschosse : 3
Anzahl Wohneinheiten : 12

2. Berechnungsgrundlagen

Berechnungsverfahren : Jahres-Heizwärmebedarf des Gebäudes mittels Monatsbilanzierung
Jahres-Primärenergiebedarf mittels ausführlichem Berechnungsverfahren

Rechenprogramm : - Energieberater PLUS - Hamburger Energiepass 7.1.0 - Hottgenroth Softwar...

Folgende Normen und Verordnungen wurden im Rechenprogramm berücksichtigt:

**Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden
(Energieeinsparverordnung – EnEV) vom 29. April 2009**

DIN EN 832 : 2003-06	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Berechnung des Heizenergiebedarfs - Wohngebäude
DIN V 4108-6 : 2003-06	Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden Teil 6 : Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs
DIN V 4701-10/A1 : 2006-12	Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen Teil 10 : Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung
DIN EN ISO 13370 : 1998-12	Wärmeübertragung über das Erdreich - Berechnungsverfahren
DIN EN ISO 6946 : 2003-10	Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren
DIN EN ISO 10077-1 : 2006-12	Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten - Teil 1 : Vereinfachtes Verfahren
DIN V 4701-12 : 2004-02	Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen im Bestand - Teil 12: Wärmeerzeuger und Trinkwassererwärmung
DIN EN ISO 13789 : 1999-10	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Spezifischer Transmissionswärmeverlustkoeffizient - Berechnungsverfahren
DIN V 4108-2 : 2003-07	Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
DIN 4108-3 : 2001-07	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung
DIN V 4108-4 : 2004-07	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte
DIN 4108-5 : 1981-08	Wärmeschutz im Hochbau - Berechnungsverfahren
DIN V 4108 Bbl 2 : 2006-03	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Wärmebrücken - Planungs- und Ausführungsbeispiele
DIN EN 12524 : 2000-07	Baustoffe und -produkte - Wärme- und feuchteschutztechnische Eigenschaften - Tabellierte Bemessungswerte

Angaben zum Energiebedarfsausweis nach EnEV

3.1 Objektbeschreibung

Objekt

Gebäude / -teil
 Straße, Haus-Nr.
 PLZ, Ort
 Nutzungsart Wohngebäude

 Baujahr Jahr der baul. Änderung

Geometrische Angaben

Wärmeübertragende Umfassungsfläche A m²
 beheiztes Gebäudevolumen V_e m³
 Verhältnis A/V_e m⁻¹
 Bei Wohngebäuden:
 Gebäudenutzfläche A_N m²
 Wohnfläche (Angabe freiwillig) m²

Beheizung und Warmwasserbereitung

Art der Beheizung ---
 Art der Warmwasserbereitung ---
 Art der Nutzung erneuerbarer Energien Anteil am Heizwärmebedarf %

3.2 Energiebedarf

Jahres-Primärenergiebedarf

Zulässiger Höchstwert

58,47 kWh/m²



Berechneter Wert

39,12 kWh/m²

Endenergiebedarf nach eingesetzten Energieträgern

	Energieträger 1	Energieträger 2	Energieträger 3
	Heizöl EL	Hilfsenergie (Strom)	<input type="text"/>
Jahres-Endenergiebedarf (absolut)	<input type="text" value="37672"/> kWh	<input type="text" value="4236"/> kWh	<input type="text"/> kWh
Jahres-Endenergiebedarf bezogen auf			
die Gebäudenutzfläche A _N (für Wohngebäude)	<input type="text" value="28,10"/> kWh/m ²	<input type="text" value="3,16"/> kWh/m ²	<input type="text"/> kWh/m ²
die Wohnfläche (für Wohngebäude, die Angabe ist freigestellt)	<input type="text" value="-"/> kWh/m ²	<input type="text" value="-"/> kWh/m ²	<input type="text"/> kWh/m ²
das beheizte Gebäudevolumen (für Nicht-Wohngebäude)	<input type="text" value="8,99"/> kWh/m ³	<input type="text" value="1,01"/> kWh/m ³	<input type="text"/> kWh/m ³

Hinweis

Die angegebenen Werte des Jahres-Primärenergiebedarfs und des Endenergiebedarfs sind vornehmlich für die überschlägig vergleichende Beurteilung von Gebäuden und Gebäudeentwürfen vorgesehen. Sie wurden auf der Grundlage von Planungsunterlagen ermittelt. Sie erlauben nur bedingt Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch, weil der Berechnung dieser Werte auch normierte Randbedingungen etwa hinsichtlich des Klimas, der Heizdauer, der Innentemperatur, des Luftwechsels, der solaren und internen Wärmegevinne und des Warmwasserbedarfs zugrunde liegen. Die normierten Randbedingungen sind für die Anlagentechnik in DIN V 4701-10 : 2003-08 Nr. 5 und im Übrigen in DIN V 4108-6 : 2003-06 Anhang D festgelegt. Die Angaben beziehen sich auf Gebäude und sind nur bedingt auf einzelne Wohnungen oder Gebäudeteile übertragbar.

3.3 Weitere energiebezogene Merkmale

Transmissionswärmeverlust

Zulässiger Höchstwert

0,50 W/(m²K)



Berechneter Wert

0,33 W/(m²K)

Anlagentechnik

Anlagenaufwandszahl e_p

0,81

Berechnungsblätter sind beigelegt

Die Wärmeabgabe der Wärme- und Warmwasserverteilungsleitungen wurde nach Anlage 5 EnEV begrenzt.

Berücksichtigung von Wärmebrücken

- pauschal mit 0,10 W/(m²K)
- pauschal mit 0,05 W/(m²K) bei Verwendung von Planungsbeispielen nach DIN 4108 : 2004-01 Beibl. 2
- pauschal mit 0,15 W/(m²K) bei überwiegender Innendämmung
- mit differenziertem Nachweis
 - Berechnungen sind beigelegt

Sommerlicher Wärmeschutz

- Nachweis nicht erforderlich
- Nachweis der Begrenzung des Sonneneintragskennwerts wurde geführt
 - Berechnungen sind beigelegt
- das Nichtwohngebäude ist mit Anlagen nach Anlage 2 Nr. 4 EnEV ausgestattet. Die innere Kühllast wird minimiert.

Dichtheit und Lüftung

- ohne Nachweis
- mit Nachweis nach Anlage 4 Nr. 2 EnEV
 - Messprotokoll ist beigelegt

Mindestluftwechsel erfolgt durch

- Fensterlüftung
- mechanische Lüftung
-

Einzelnachweise, Ausnahmen und Befreiungen

Einzelnachweis nach EnEV wurde geführt für

Nachweise sind beigelegt

eine Ausnahme nach EnEV wurde zugelassen. Sie betrifft

Bescheide sind beigelegt

eine Befreiung nach EnEV wurde erteilt. Sie umfasst

Verantwortlich für die Angaben

Name, Funktion / Firma, Anschrift

ggf. Stempel / Firmenzeichen

sumbi INGENIEURE

Telemannstrasse 56a
20255 Hamburg

Datum, Unterschrift

ggf. Unterschrift Entwurfsverfasser

4. Gebäudegeometrie

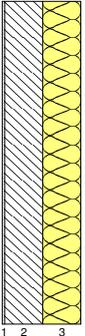
4.1 Gebäudegeometrie - Flächen

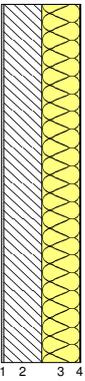
Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Berechnung	Fläche brutto m ²	Fläche netto m ²	Flächen- anteil %
1	Oberste Geschossdecke	0,0°		421,50	421,50	22,5
2	Flachdach über Treppenhaus	N 0,0°		14,00	14,00	0,7
3	Decke über Tiefgarage	N 0,0°		6,40	6,40	0,3
4	Außenwand Nord	N 90,0°		139,70	120,10	6,4
5	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/...	N 90,0°		-	19,60	1,0
6	Außenwand Nord Perimeter	N 90,0°		3,10	3,10	0,2
7	Außenwand Süd	S 90,0°		139,70	105,60	5,6
8	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/...	S 90,0°		-	34,10	1,8
9	Außenwand Süd Perimeter	S 90,0°		3,10	3,10	0,2
10	Außenwand Ost	O 90,0°		289,70	220,00	11,7
11	Referenzgebäudetür	N 90,0°		-	4,20	0,2
12	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/...	O 90,0°		-	65,50	3,5
13	Außenwand Ost Perimeter	O 90,0°		6,40	6,40	0,3
14	Außenwand West	W 90,0°		284,90	207,70	11,1
15	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/...	W 90,0°		-	77,20	4,1
16	Außenwand West Perimeter	W 90,0°		6,40	6,40	0,3
17	Treppenhaus UG gegen TG	W 90,0°		80,30	78,20	4,2
18	Referenzgebäudetür	W 90,0°		-	2,10	0,1
19	Treppenhaus UG gegen unbeheizt	W 90,0°		35,60	29,20	1,6
20	Referenzgebäudetür	W 90,0°		-	6,40	0,3
21	EG Decke gegen TG	0,0°		327,80	327,80	17,5
22	Sohle Erdreich	0,0°		114,10	114,10	6,1

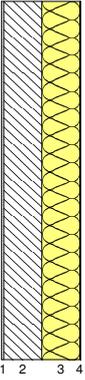
4.2 Gebäudegeometrie - Zusammenfassung

Gebäudehüllfläche :	1872,70 m²
Gebäudevolumen :	4189,80 m³
Beheiztes Luftvolumen :	3351,84 m³
Gebäudenutzfläche :	1340,74 m²
A/V_e-Verhältnis :	0,45 1/m

5. U - Wert - Ermittlung - sanierte Bauteile

Bauteil:		Oberste Geschossdecke				Fläche : 421,50 m²	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand	
			cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W	
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)	1,00	0,700	1400,0	0,01	
	2	Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 2.1.5)	18,00	2,300	2300,0	0,08	
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 20 kg/m³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.2)	18,00	0,035	20,0	5,14	
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 0,90			R_λ = 5,24	
	Bauteilfläche	spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,10	
	421,50 m²	22,5 %	431,6 kg/m²	77,55 W/K	14,7 %	R _{se} = 0,10	
				10cm-Regel : 25875 Wh/K	3cm-Regel : 7025 Wh/K	U - Wert 0,18 W/m²K	

Bauteil:		Flachdach über Treppenhaus				Fläche / Ausrichtung : 14,00 m² N	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand	
			cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W	
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)	1,00	0,700	1400,0	0,01	
	2	Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 2.1.5)	18,00	2,300	2300,0	0,08	
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 20 kg/m³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.2)	18,00	0,035	20,0	5,14	
4	Kunststoff-Dachbahn ECB (DIN 16729 - 2,0) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 7.3.4)	0,30	0,200	700,0	0,02		
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 5,25	
	Bauteilfläche	spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,10	
	14,00 m²	0,7 %	433,7 kg/m²	2,60 W/K	0,5 %	R _{se} = 0,04	
				10cm-Regel : 859 Wh/K	3cm-Regel : 233 Wh/K	U - Wert 0,19 W/m²K	

Bauteil:		Decke über Tiefgarage				Fläche / Ausrichtung : 6,40 m² N	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand	
			cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W	
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)	1,00	0,700	1400,0	0,01	
	2	Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 2.1.5)	18,00	2,300	2300,0	0,08	
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 20 kg/m³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.2)	18,00	0,035	20,0	5,14	
4	Glasvlies-Bitumendachbahn (DIN 52143) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 7.3.3)	0,30	0,170	1200,0	0,02		
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 5,25	
	Bauteilfläche	spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,10	
	6,40 m²	0,3 %	435,2 kg/m²	1,19 W/K	0,2 %	R _{se} = 0,04	
				10cm-Regel : 393 Wh/K	3cm-Regel : 107 Wh/K	U - Wert 0,19 W/m²K	

5. U - Wert - Ermittlung - sanierte Bauteile (Fortsetzung)

Bauteil:		Außenwand Nord				Fläche / Ausrichtung :		120,10 m ² N	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
			cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W			
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)	1,00	0,700	1400,0	0,01			
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)	17,50	0,790	1600,0	0,22			
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)	16,00	0,035	15,0	4,57			
	4	Kunstharzputz (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.8)	1,00	0,700	1100,0	0,01			
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 4,82			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13	U - Wert 0,20 W/m²K		
120,10 m ²		6,4 %	307,4 kg/m ²	24,06 W/K	4,6 %	R _{se} = 0,04			
				10cm-Regel :	5271 Wh/K				
				3cm-Regel :	1535 Wh/K				

Bauteil:		Außenwand Nord Perimeter				Fläche / Ausrichtung :		3,10 m ² N	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
			cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W			
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)	1,00	0,700	1400,0	0,01			
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)	17,50	0,790	1600,0	0,22			
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)	10,00	0,035	15,0	2,86			
	Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 3,09		
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13	U - Wert 0,31 W/m²K		
3,10 m ²		0,2 %	295,5 kg/m ²	0,96 W/K	0,2 %	R _{se} = 0,00			
				10cm-Regel :	136 Wh/K				
				3cm-Regel :	40 Wh/K				

Bauteil:		Außenwand Süd				Fläche / Ausrichtung :		105,60 m ² S	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
			cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W			
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)	1,00	0,700	1400,0	0,01			
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)	17,50	0,790	1600,0	0,22			
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)	16,00	0,035	15,0	4,57			
	4	Kunstharzputz (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.8)	1,00	0,700	1100,0	0,01			
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 4,82			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13	U - Wert 0,20 W/m²K		
105,60 m ²		5,6 %	307,4 kg/m ²	21,16 W/K	4,0 %	R _{se} = 0,04			
				10cm-Regel :	4635 Wh/K				
				3cm-Regel :	1349 Wh/K				

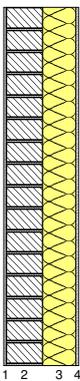
5. U - Wert - Ermittlung - sanierte Bauteile (Fortsetzung)

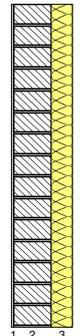
Bauteil:		Außenwand Süd Perimeter				Fläche / Ausrichtung :		3,10 m ² S	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
		cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W				
1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01				
2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)</small>	17,50	0,790	1600,0	0,22				
3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)</small>	10,00	0,035	15,0	2,86				
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!		R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 3,09				
Bauteilfläche	spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13				
3,10 m ²	0,2 %	295,5 kg/m ²	0,96 W/K	0,2 %	R _{se} = 0,00				
		10cm-Regel :		136 Wh/K	U - Wert 0,31 W/m²K				
		3cm-Regel :		40 Wh/K					

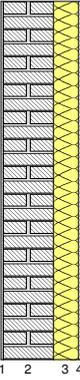
Bauteil:		Außenwand Ost				Fläche / Ausrichtung :		220,00 m ² O	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
		cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W				
1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01				
2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)</small>	17,50	0,790	1600,0	0,22				
3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)</small>	16,00	0,035	15,0	4,57				
4	Kunstharzputz <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.8)</small>	1,00	0,700	1100,0	0,01				
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!		R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 4,82				
Bauteilfläche	spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13				
220,00 m ²	11,7 %	307,4 kg/m ²	44,07 W/K	8,3 %	R _{se} = 0,04				
		10cm-Regel :		9656 Wh/K	U - Wert 0,20 W/m²K				
		3cm-Regel :		2811 Wh/K					

Bauteil:		Außenwand Ost Perimeter				Fläche / Ausrichtung :		6,40 m ² O	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
		cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W				
1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01				
2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)</small>	17,50	0,790	1600,0	0,22				
3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)</small>	10,00	0,035	15,0	2,86				
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!		R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 3,09				
Bauteilfläche	spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13				
6,40 m ²	0,3 %	295,5 kg/m ²	1,99 W/K	0,4 %	R _{se} = 0,00				
		10cm-Regel :		281 Wh/K	U - Wert 0,31 W/m²K				
		3cm-Regel :		82 Wh/K					

5. U - Wert - Ermittlung - sanierte Bauteile (Fortsetzung)

Bauteil:		Außenwand West				Fläche / Ausrichtung :		207,70 m ² W	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
			cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W			
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)	1,00	0,700	1400,0	0,01			
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)	17,50	0,790	1600,0	0,22			
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)	16,00	0,035	15,0	4,57			
4	Kunstharzputz (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.8)	1,00	0,700	1100,0	0,01				
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 4,82			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13	R _{se} = 0,04		
207,70 m ²	11,1 %	307,4 kg/m ²	41,61 W/K	7,9 %	10cm-Regel : 9116 Wh/K	U - Wert			
					3cm-Regel : 2654 Wh/K	0,20 W/m²K			

Bauteil:		Außenwand West Perimeter				Fläche / Ausrichtung :		6,40 m ² W	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
			cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W			
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)	1,00	0,700	1400,0	0,01			
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)	17,50	0,790	1600,0	0,22			
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)	10,00	0,035	15,0	2,86			
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 3,09			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13	R _{se} = 0,00		
6,40 m ²	0,3 %	295,5 kg/m ²	1,99 W/K	0,4 %	10cm-Regel : 281 Wh/K	U - Wert			
					3cm-Regel : 82 Wh/K	0,31 W/m²K			

Bauteil:		Treppenhaus UG gegen TG				Fläche / Ausrichtung :		78,20 m ² W	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
			cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W			
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)	1,00	0,700	1400,0	0,01			
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)	24,00	0,790	1600,0	0,30			
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)	12,00	0,035	15,0	3,43			
4	Gipskartonplatten (DIN 18180) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 3.5.1)	1,50	0,250	900,0	0,06				
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 3,81			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13	R _{se} = 0,04		
78,20 m ²	4,2 %	413,3 kg/m ²	19,66 W/K	3,7 %	10cm-Regel : 3432 Wh/K	U - Wert			
					3cm-Regel : 999 Wh/K	0,25 W/m²K			

5. U - Wert - Ermittlung - sanierte Bauteile (Fortsetzung)

Bauteil:		Treppenhaus UG gegen unbeheizt				Fläche / Ausrichtung :		29,20 m²	W
	Nr.	Baustoff				Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand
						cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>				1,00	0,700	1400,0	0,01
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)</small>				24,00	0,790	1600,0	0,30
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)</small>				10,00	0,035	15,0	2,86
	4	Gipskartonplatten (DIN 18180) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 3.5.1)</small>				1,50	0,250	900,0	0,06
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!						R_{A,zul.} = 0,25		R_A = 3,24	
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust		wirksame Wärmespeicherfähigkeit				R _{si} = 0,13
29,20 m²	1,6 %	413,0 kg/m²	8,35 W/K 1,6 %		10cm-Regel : 1282 Wh/K 3cm-Regel : 373 Wh/K				R _{se} = 0,13
									U - Wert 0,29 W/m²K

Bauteil:		EG Decke gegen TG				Fläche :		327,80 m²	
	Nr.	Baustoff				Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand
						cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W
	1	Zement-Estrich <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.4.1)</small>				6,00	1,400	2000,0	0,04
	2	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 20 kg/m³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.2)</small>				14,00	0,035	20,0	4,00
	3	Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 2.1.5)</small>				18,00	2,300	2300,0	0,08
	Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!						R_{A,zul.} = 1,20		R_A = 4,12
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust		wirksame Wärmespeicherfähigkeit				R _{si} = 0,17
327,80 m²	17,5 %	536,8 kg/m²	75,68 W/K 14,3 %		10cm-Regel : 10927 Wh/K 3cm-Regel : 5463 Wh/K				R _{se} = 0,04
									U - Wert 0,23 W/m²K

Bauteil:		Sohle Erdreich				Fläche :		114,10 m²	
	Nr.	Baustoff				Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand
						cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W
	1	Zement-Estrich <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.4.1)</small>				6,00	1,400	2000,0	0,04
	2	Polystyrol PS -Extruderschaum (WLG 035) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.2.1.2)</small>				14,00	0,035	25,0	4,00
	3	Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 2.1.5)</small>				15,00	2,300	2300,0	0,07
	Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!						R_{A,zul.} = 0,90		R_A = 4,11
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust		wirksame Wärmespeicherfähigkeit				R _{si} = 0,17
114,10 m²	6,1 %	468,5 kg/m²	26,67 W/K 5,0 %		10cm-Regel : 3803 Wh/K 3cm-Regel : 1902 Wh/K				R _{se} = 0,00
									U - Wert 0,23 W/m²K

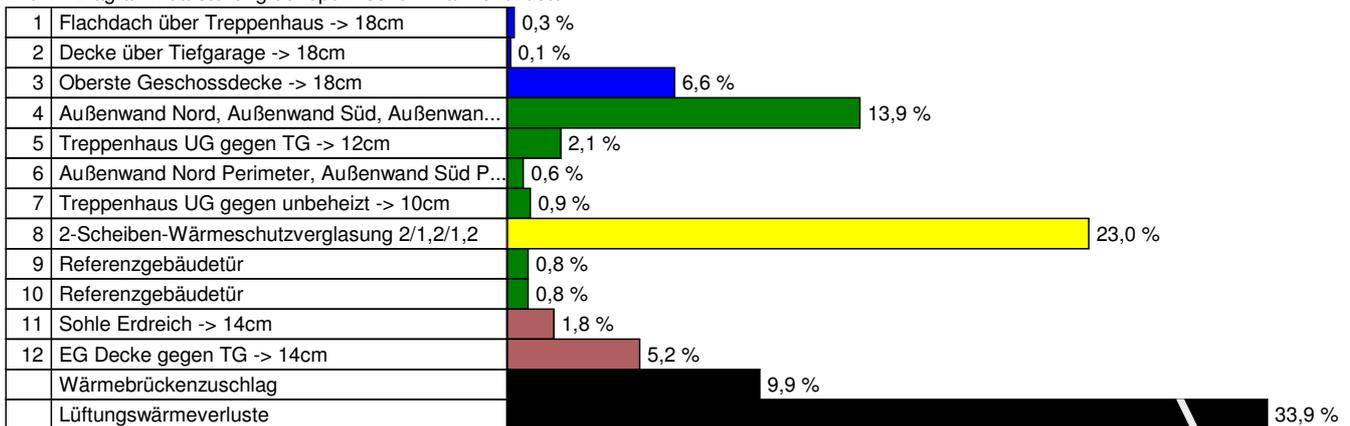
6. Jahres-Heizwärmebedarfsberechnung

6.1 spezifische Transmissionswärmeverluste der Heizperiode

Nr.	Bauteil	Orientierung Neigung	Fläche A m ²	U _i -Wert W/(m ² K)	Faktor F _x	F _x * U * A	
						W/K	%
1	Flachdach über Treppenhaus -> 18cm	N 0,0°	14,00	0,186	1,00	2,60	0,3
2	Decke über Tiefgarage -> 18cm	N 0,0°	6,40	0,185	1,00	1,19	0,1
3	Oberste Geschossdecke -> 18cm	0,0°	421,50	0,184	0,80	62,04	6,6
4	Außenwand Nord -> 16cm	N 90,0°	120,10	0,200	1,00	24,06	2,6
5	Außenwand Süd -> 16cm	S 90,0°	105,60	0,200	1,00	21,16	2,2
6	Außenwand Ost -> 16cm	O 90,0°	220,00	0,200	1,00	44,07	4,7
7	Außenwand West -> 16cm	W 90,0°	207,70	0,200	1,00	41,61	4,4
8	Treppenhaus UG gegen TG -> 12cm	W 90,0°	78,20	0,251	1,00	19,66	2,1
9	Außenwand Nord Perimeter -> 10cm	N 90,0°	3,10	0,310	1,00	0,96	0,1
10	Außenwand Süd Perimeter -> 10cm	S 90,0°	3,10	0,310	1,00	0,96	0,1
11	Außenwand Ost Perimeter -> 10cm	O 90,0°	6,40	0,310	1,00	1,99	0,2
12	Außenwand West Perimeter -> 10cm	W 90,0°	6,40	0,310	1,00	1,99	0,2
13	Treppenhaus UG gegen unbeheizt -> 10cm	W 90,0°	29,20	0,286	1,00	8,35	0,9
14	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	N 90,0°	19,60	1,100	1,00	21,56	2,3
15	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	S 90,0°	34,10	1,100	1,00	37,51	4,0
16	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	O 90,0°	65,50	1,100	1,00	72,05	7,7
17	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	W 90,0°	77,20	1,100	1,00	84,92	9,0
18	Referenzgebäudetür	N 90,0°	4,20	1,800	1,00	7,56	0,8
19	Referenzgebäudetür	W 90,0°	2,10	1,800	0,50	1,89	0,2
20	Referenzgebäudetür	W 90,0°	6,40	1,800	0,50	5,76	0,6
21	Sohle Erdreich -> 14cm	0,0°	114,10	0,234	0,65	17,34	1,8
22	EG Decke gegen TG -> 14cm	0,0°	327,80	0,231	0,65	49,20	5,2
ΣA =			1872,70	Σ(F_x * U * A) =		528,42	

Wärmebrückenzuschlag ΔU	ΔU_{WB} = 0,05 W/(m²K)	ΔU_{WB} * A =	93,64 W/K 9,9 %
--------------------------------	--	------------------------------	------------------------

Bild 1 : Diagrammdarstellung der spezifischen Wärmeverluste



6.2 Lüftungsverluste

Lüftungswärmeverluste	n = 0,28 h⁻¹	319,10 W/K	33,9 %
------------------------------	--------------------------------	-------------------	---------------

6.3 Daten transparenter Bauteile

Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Fläche brutto m ²	Faktor Rahmen- anteil	Faktor Ver- schattung	Faktor Sonnen- schutz	Faktor Nichtsenk- rechter Strahlungs- einfall	Gesamt- energie- durchlass- grad	effektive Kollektor- fläche m ²
1	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	N 90,0°	19,60	0,70	1,00	1,00	0,9	0,60	7,41
2	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	S 90,0°	34,10	0,70	1,00	1,00	0,9	0,60	12,89
3	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	O 90,0°	65,50	0,70	0,90	1,00	0,9	0,60	22,28
4	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	W 90,0°	77,20	0,70	0,90	1,00	0,9	0,60	26,26

6.4 Monatsbilanzierung

Wärmeverluste in kWh/Monat												
Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Transmissionswärmeverluste												
Transmissionsverluste	7981	6534	5858	3614	2398	1256	393	275	1750	3892	5441	6959
Wärmebrückenverluste	1414	1158	1038	640	425	222	70	49	310	690	964	1233
Summe	9395	7692	6896	4255	2823	1478	463	324	2060	4582	6405	8192
Lüftungswärmeverluste												
Lüftungsverluste	4819	3946	3537	2183	1448	758	237	166	1057	2350	3285	4202
reduzierte Wärmeverluste durch Nachtabschaltung, -senkung												
reduzierte Wärmeverluste	-283	-226	-196	-120	-80	-42	-13	-9	-58	-129	-181	-238
Gesamtwärmeverluste												
Gesamtwärmeverluste	13931	11411	10238	6318	4192	2195	687	481	3059	6803	9509	12156

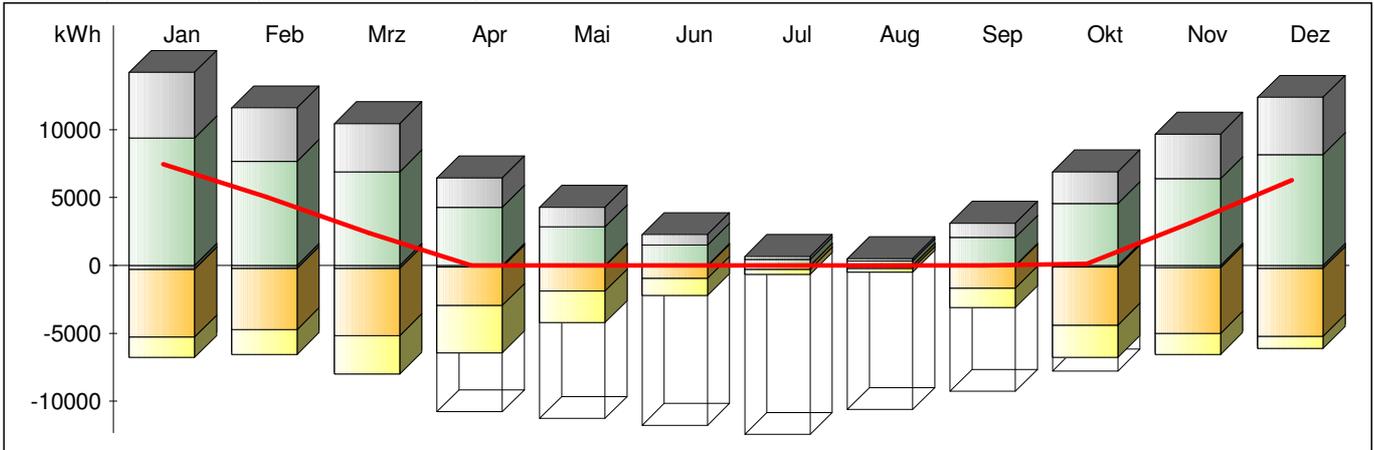
Wärmegewinne in kWh/Monat												
Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Interne Wärmegewinne												
Interne Wärmegewinne	4988	4505	4988	4827	4988	4827	4988	4988	4827	4988	4827	4988
Solare Wärmegewinne												
Fenster N 90°	77	115	187	341	446	528	551	386	256	182	96	55
Fenster S 90°	537	528	767	1271	1141	1206	1295	1074	1067	777	501	316
Fenster O 90°	414	554	879	2005	2172	2407	2586	1907	1444	846	449	249
Fenster W 90°	488	653	1036	2364	2560	2836	3048	2247	1702	997	529	293
Solare Wärmegewinne	1517	1850	2869	5982	6319	6978	7480	5614	4469	2801	1576	913
Gesamtwärmegewinne in kWh/Monat												
Gesamtwärmegewinne	6505	6355	7856	10809	11307	11804	12468	10601	9296	7788	6403	5901

6.4 Monatsbilanzierung (Fortsetzung)

Heizwärmebedarf in kWh/Monat												
Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Ausnutzungsgrad Gewinne	1,000	1,000	0,995	0,584	0,371	0,186	0,055	0,045	0,329	0,857	0,999	1,000
Heizwärmebedarf	7427	5057	2417	1	0	0	0	0	0	130	3112	6255
Heizgrenztemperatur in °C und Heiztage												
Heizgrenztemperatur	10,29	9,58	8,49	4,05	3,87	2,67	2,31	4,81	6,14	8,58	10,15	11,10
Mittl. Außentemperatur:	-1,30	0,60	4,10	9,50	12,90	15,70	18,00	18,30	14,40	9,10	4,70	1,30
Heiztage	31,0	28,0	28,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,3	30,0	31,0

6.5 Monatsbilanzierung - Zusammenfassung

Bild 2 : Diagrammdarstellung der Monatsbilanzierung



Ergebnisse des Monatsbilanzverfahrens

Jahres-Heizwärmebedarf = 24.398 kWh/a

**flächenbezogener
Jahres-Heizwärmebedarf = 18,20 kWh/(m²a)**

**volumenbezogener
Jahres-Heizwärmebedarf = 5,82 kWh/(m³a)**

Zahl der Heiztage = 162,1 d/a

Heizgradtagzahl = 2.683 Kd/a

- Heizwärmebedarf
- Lüftungswärmeverluste
- Transmissionswärmeverluste
- Reduzierung der Wärmeverluste (Heizungsunterbrechung, etc.)
- nutzbare interne Wärmegewinne
- nutzbare solare Wärmegewinne
- nicht nutzbare Wärmegewinne

7. Anlagenbewertung nach DIN 4701-10

7.1 Anlagenbeschreibung

Heizung:

Erzeugung	Zentrale Wärmeerzeugung Brennwert-Kessel - 37 kW, Heizöl EL Aufstellort: außerhalb der therm. Hülle, Keller = Aufstellort Warmwasserspeicher
Verteilung	Auslegungstemperaturen 55/45 °C Dämmung der Leitungen: nach EnEV Standardlängen Verteilleitung - 61,0 m - 0,255 W/mK - innerhalb der thermischen Hülle Strangleitung - 100,6 m - 0,255 W/mK - im Gebäudeinneren Anbindeleitung - 737,4 m - 0,255 W/mK optimierter Betrieb (optimale Heizkurve, hydraul. Abgleich) Umwälzpumpe leistungsgeregelt
Übergabe	freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 1 K
Lüftungsanlage	Belüftete Fläche 1340,74 m ² Belüfteter Flächeanteil 100 % zentrale Lüftungsanlage Anlagen-Luftwechselrate 0,40 1/h Volumenbezogene Ventilatorleistung 0,40 W/(m ³ /h) Gleichstrom (DC) - Ventilatoren mit Abluft/Zuluft-Wärmeübertrager (Wärmerückgewinnung) Wärmebereitstellungsgrad 80 % Gehäusewärmeverluste, Frostbetrieb und Volumenbalance berücksichtigt Frostschutz: elektr. Luftvorwärmung (Frostschutzbetrieb) Übergabe Luftauslässe überwiegend im Innenwandbereich Verteilleitungen innerhalb therm. Hülle, Standardlängen Hinweis: Ein positiver Nachweis der Luftdichtheit ist zu erbringen!

Warmwasser:

Erzeugung	Zentrale Warmwasserbereitung, 2 Wärmeerzeuger Wärmeerzeuger 1 - 50% Deckungsanteil Solaranlage - Sonnen-Energie Flachkollektor - 2 x 30,00 m ² Wärmeerzeuger 2 - 50% Deckungsanteil Warmwassererzeugung über die Heizungsanlage
Speicherung	bivalenter Solarspeicher - 3 x 740 Liter, Dämmung nach EnEV
Verteilung	Verteilung mit Zirkulation Dämmung der Leitungen: nach EnEV Standardlängen Verteilleitung - 52,8 m - 0,200 W/mK - innerhalb der thermischen Hülle Strangleitung - 100,6 m - 0,200 W/mK

7.1 Anlagenbeschreibung (Fortsetzung)

Stichleitung - 67,0 m - 0,200 W/mK

7.2 Ergebnisse

Gebäude/ -teil: Mehrfamilienhaus

Straße, Hausnummer: Klabundeweg

PLZ, Ort: 22359 Hamburg

Eingaben:

$A_N =$	1340,7	m ²
---------	--------	----------------

$t_{HP} =$	185	Tage
------------	-----	------

	TRINKWASSER- ERWÄRMUNG	HEIZUNG	LÜFTUNG
absoluter Bedarf	$Q_{tw} =$ 16759 kWh/a	$Q_h =$ 47882 kWh/a	
bezogener Bedarf	$q_{tw} =$ 12,50 kWh/m ² a	$q_h =$ 35,71 kWh/m ² a	

Ergebnisse:

Deckung von q_h	$q_{h,TW} =$ 2,64 kWh/m ² a	$q_{h,H} =$ 15,56 kWh/m ² a	$q_{h,L} =$ 17,52 kWh/m ² a
Σ WÄRME	$Q_{TW,E} =$ 14086 kWh/a	$Q_{H,E} =$ 23586 kWh/a	$Q_{L,E} =$ 0 kWh/a
Σ HILFS-ENERGIE	505 kWh/a	693 kWh/a	3038 kWh/a
Σ PRIMÄR-ENERGIE	$Q_{TW,P} =$ 16807 kWh/a	$Q_{H,P} =$ 27748 kWh/a	$Q_{L,P} =$ 7898 kWh/a

ENDENERGIE

$Q_E =$	37672	kWh/a
---------	-------	-------

 Σ WÄRME

	4236	kWh/a
--	------	-------

 Σ HILFSENERGIE

PRIMÄRENERGIE

$Q_p =$	52452	kWh/a
---------	-------	-------

 Σ PRIMÄRENERGIE

$q_p =$	39,12	kWh/m ² a
---------	-------	----------------------

ANLAGEN-
AUFWANDSZAHL

$e_p =$	0,81	[-]
---------	------	-----

ENDENERGIE

nach eingesetzten Energieträgern

$Q_{E,1} =$	37672	kWh/a
-------------	-------	-------

 Σ Heizöl EL

7.3 Detailbeschreibung

Berechnungsverfahren:

Die Berechnung des Primärenergiebedarfs q_p und der Anlagenaufwandszahl e_p erfolgt nach dem Berechnungsverfahren der DIN 4701-10 : 2003-08. Soweit nicht anders angegeben werden hierbei die von der DIN 4701-10 vorgegebenen Standardwerte für die Berechnungsparameter verwendet. Diese werden nach Abschnitt 5 unter den dort angegebenen Randbedingungen berechnet.

Nutzfläche des Gebäudes : 1340,7 m²

Heizung und Lüftung:

Das Gebäude enthält **einen** Heizungsbereich

Heizungs-Bereich Nr. 1 :

Nutzfläche : 1340,7 m²

Bereich **mit** Lüftungsanlage

Der Bereich enthält **einen** Zentralheizungs-Verteilstrang

Zentralheizungs-Verteilstrang Nr. 1

max. Vor-/Rücklauftemperatur : 55 / 45 °C

Innenverteilung (Strangleitungen an den Innenwänden)

Verteil-Leitungen innerhalb der thermischen Hülle

leistungsgeregelte Umwälzpumpe

Übergabe-Komponente : freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich

Regelung : Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 1 K

Der Bereich enthält **keinen** dezentralen Wärmeerzeuger

Zentralheizungs-Gruppe des Bereiches:

Die Gruppe enthält **keinen** Pufferspeicher.

Wärmeerzeuger Nr. 1 :

Wärmeerzeuger-Typ : Brennwert-Kessel

Brennstoff : Heizöl EL

Aufstellort : außerhalb der therm. Hülle, Keller

Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :

* Kessel-Nennwärmeleistung : 37,0 kW

* Es wurde der Standardwert "Brennwertkessel verbessert" für den 30%-Wirkungsgrad verwendet !

* Eingesetzte Kessel müssen daher mindestens einen 30%-Wirkungsgrad von 99,6 % erreichen !

Lüftungsanlage des Bereiches:

Der belüftete Flächenanteil des Bereichs beträgt 100,0 % der Bereichsfläche

Art : zentrale Lüftungsanlage

belüftete Nutzfläche : 1340,7 m²

Luftauslässe überwiegend im Innenwandbereich

mit Einzelraumregelung

Verteilleitungen innerhalb therm. Hülle, Standardlängen

Gleichstrom-Ventilatoren (DC)

Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :

* volumenbezogene Ventilatorleistung : 0,40 W/(m³/h) (incl. Regelung)

Die Lüftungsanlage enthält einen Abluft-/Zuluft-Wärmeübertrager.

Wärmeübertrager:

Wärmebereitstellungsgrad : 80,0 %

Frostschutz: elektr. Luftvorwärmung (Frostschutzbetrieb)

Trinkwarmwasser :

Das Gebäude enthält **einen** Trinkwasserbereich

Trinkwasser-Bereich Nr. 1 :

Nutzfläche : 1340,7 m²

Die Versorgung des Bereiches erfolgt zentral

Übergabe in aneinander grenzende Räume mit gemeinsamer Installationswand.

zentraler Trinkwasser-Strang :

Lage der Verteilleitungen : innerhalb der thermischen Hülle

mit Zirkulation

Übergabe in angrenzende Räume mit gemeinsamer Installationswand

Verteilleitungen innerhalb der thermischen Hülle.

7.3 Detailbeschreibung (Fortsetzung)

Warmwasser-Bereiter :

Art : bivalenter Solarspeicher

Aufstellort : außerhalb der therm. Hülle, Keller

Die Beheizung der Speicher erfolgt durch eine Solaranlage und ...

... einen Spitzenlast-Wärmeerzeuger.

Wärmeerzeuger Nr. 1 (Solaranlage, ganzjährig) :

Wärmeerzeuger-Typ : Solaranlage

Es werden 2 gleiche Wärmeerzeuger des Typs parallel betrieben!

Kollektortyp : Flachkollektor

Ausrichtung : -45 °

Neigung : 27 °

Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :

* Kollektor-Fläche : 30,0 m²

Wärmeerzeuger Nr. 2 (Spitzenlast, ganzjährig) :

Wärmeerzeuger-Typ : Brennwert-Kessel

Brennstoff : Heizöl EL

Aufstellort : außerhalb der therm. Hülle, Keller

Kombibetrieb (Warmwasser + Heizung)

Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :

* Kessel-Nennwärmeleistung : 37,0 kW

* Es wurde der Standardwert "Brennwertkessel verbessert" für den 100%-Wirkungsgrad verwendet !

* Eingesetzte Kessel müssen daher mindestens einen 100%-Wirkungsgrad von 95,8 % erreichen !

7.4 Ergebnisse Heizung

**Bereich 1 - zentral -
Heiz-Strang:**

WÄRME (WE)				
	Rechnungsvorschrift/Quelle	Dimension		
q_h	Heizwärmebedarf	kWh/m ² a		35,71
q_{h,TW}	aus Berechnungsblatt Trinkwasser	kWh/m ² a	-	2,64
q_{h,L}	aus Berechnungsblatt Lüftung	kWh/m ² a		17,52
q_{c,e}	Verluste Übergabe	kWh/m ² a	+	1,10
q_d	Verluste Verteilung	kWh/m ² a		1,28
q_s	Verluste Speicherung	kWh/m ² a		-
Σ	(q _h - q _{h,TW} - q _{h,L} + q _{c,e} + q _d + q _s)	kWh/m ² a		17,94

Erzeuger 1	Erzeuger 2	Erzeuger 3
---------------	---------------	---------------

α_g	Wärmeerzeuger-Deckungsanteil	-	100,00 %
e_g	Wärmeerzeuger-Aufwandszahl	-	0,98

q_E	Σq × (e _{g,i} × α _{g,i})	kWh/m ² a	17,59
f_p	Primärenergiefaktor	-	1,10
q_p	Σq _{E,i} × f _{p,i}	kWh/m ² a	19,35

Q_h	47882	kWh/a	Wärmebedarf
A_N	1340,7	m ²	Fläche
q_h	35,71	kWh/m ² a	Q _h / A _N

17,59 kWh/m²a Endenergie

19,35 kWh/m²a Primärenergie

HILFSENERGIE (HE)				
	Rechnungsvorschrift / Quelle	Dimension		
q_{ce,HE}	Hilfsenergie Übergabe	kWh/m ² a	+	-
q_{d,HE}	Hilfsenergie Verteilung	kWh/m ² a		0,38
q_{s,HE}	Hilfsenergie Speicherung	kWh/m ² a		-

Erzeuger 1	Erzeuger 2	Erzeuger 3
---------------	---------------	---------------

α_g	Wärmeerzeuger-Deckungsanteil	-	100,00 %
q_{g,HE}	Hilfsenergie Erzeugung	kWh/m ² a	0,14
α × q_{g,HE}		kWh/m ² a	0,14

Σq_{HE,E}	(q _{ce,HE} + q _{d,HE} + q _{s,HE} + Σαq _{g,HE})	kWh/m ² a	0,52
f_p	Primärenergiefaktor	-	2,60
q_{HE,p}	Σq _{HE,E} × f _p	kWh/m ² a	1,34

0,52 kWh/m²a Endenergie

1,34 kWh/m²a Primärenergie

Q_{H,E} Σq_E × A_N
 Σq_{HE,E} × A_N

Q_{H,P} (Σq_p + Σq_{HE,p}) × A_N

WÄRME	23586	kWh/a
HILFS-ENERGIE	693	kWh/a
	27748	kWh/a

ENDENERGIE

PRIMÄRENERGIE

7.5 Ergebnisse Lüftung

Lüftungs-Strang: **Heizungs-Bereich 1 zentrale Lüftungsanlage**

$A_N = 1340,7$	m^2	aus DIN V 4108-6
$F_{GT} = 64,4$	KKh/a	Tabelle 5.2 oder DIN 4108-6
$n_A = 0,40$	$1/h$	
$f_g =$	$[-]$	Tabelle 5.2 - 3

WÄRME (WE)										
Rechenvorschrift / Quelle	Dimension	Erzeuger WRG mit WÜT	Erzeugung							
			Erzeuger L/L-WP	Erzeuger Heizregister						
$q_{L,g}$	kWh/m²a	17,52	+	-	+	-	-	-	-	17,52
$e_{L,g}$	kWh/m²a	-		-		-				
						$q_{L,d}$	$q_{L,ce}$	$q_{h,n}$	$q_{h,L}$	
						kWh/m²a	kWh/m²a	kWh/m²a	kWh/m²a	
$Q_{L,g,E}$	$q_{L,g,i} \times e_{L,g,i}$	kWh/m²a		-	+	-				- kWh/m² Endenergie
f_p	Tabelle C.4-1	-		-		-				
$Q_{L,P}$	$q_{L,g,E,i} \times f_{P,i}$	kWh/m²a		-	+	-				- kWh/m² Primärenergie

HILFSENERGIE (HE)										
Rechenvorschrift / Quelle	Dimension	Erzeuger WRG mit WÜT	Erzeugung							
			Erzeuger L/L - WP	Erzeuger Heizregister						
$q_{L,g,HE}$	kWh/m²a	0,49	+	-	+	-				
$q_{L,ce,HE}$	kWh/m²a					-				
$q_{L,d,HE}$	kWh/m²a					1,78				
$q_{L,HE,E}$	$\sum q_{L,g,HE,i} + q_{L,ce,HE} + q_{L,d,HE}$	kWh/m²a				2,27				2,27 kWh/m² Endenergie
f_p	Tabelle C.4-1	-				2,60				
$q_{L,HE,P}$	$\sum q_{L,HE,E} \times f_p$	kWh/m²a				5,89				5,89 kWh/m² Primärenergie

$Q_{L,E} \quad \sum q_{L,E} \times A_N$ WÄRME 0 kWh/a ENDENERGIE

$\sum q_{L,HE,E} \times A_N$ HILFSENERGIE 3038 kWh/a

$Q_{L,P} \quad (\sum q_{L,P} + \sum q_{L,HE,P}) \times A_N$ PRIMÄRENERGIE 7898 kWh/a

7.6 Ergebnisse Trinkwassererwärmung

Bereich 1 - zentral -
TW-Strang:

WÄRME (WE)					
Rechenvorschrift/Quelle		Dimension			
q_{TW}	Trinkwasser-Wärmebedarf	kWh/m ² a	+	12,50	
$q_{TW,ce}$	Verluste Übergabe	kWh/m ² a		-	
$q_{TW,d}$	Verluste Verteilung	kWh/m ² a		5,87	
$q_{TW,s}$	Verluste Speicherung	kWh/m ² a		1,03	
Σ	$(q_{TW} + q_{TW,ce} + q_{TW,d} + q_{TW,s})$	kWh/m ² a		19,41	
			Erzeuger	Erzeuger	Erzeuger
			1	2	3
$\alpha_{TW,g}$	Wärmeerzeuger-Deckungsanteil	-	50,04 %	49,96 %	
$e_{TW,g}$	Wärmeerzeuger-Aufwandszahl	-	-	1,08	
$q_{TW,E}$	$\Sigma q_{TW} \times (e_{TW,g,i} \times \alpha_{TW,g,i})$	kWh/m ² a	-	10,51	
$f_{PE,i}$	Primärenergiefaktor	-	-	1,10	
$q_{TW,P}$	$\Sigma q_{TW,E,i} \times f_{p,i}$	kWh/m ² a	-	11,56	

Q_{TW}	16759 kWh/a	Wärmebedarf
A_N	1340,7 m ²	Fläche
q_{TW}	12,50 kWh/m ² a	Q_{TW} / A_N

Heizwärmegutschriften

$q_{h,TW,d}$	2,64 kWh/m ² a	Verteilung
$q_{h,TW,s}$	- kWh/m ² a	Speicherung
$q_{h,TW}$	2,64 kWh/m ² a	$\Sigma q_{h,TW,d} + q_{h,TW,s}$

10,51 kWh/m²a Endenergie

11,56 kWh/m²a Primärenergie

HILFSENERGIE (HE)					
(Strom) Rechenvorschrift / Quelle		Dimension			
$q_{TW,ce,HE}$	Hilfsenergie Übergabe	kWh/m ² a	+	-	
$q_{TW,d,HE}$	Hilfsenergie Verteilung	kWh/m ² a		0,19	
$q_{TW,s,HE}$	Hilfsenergie Speicherung	kWh/m ² a		0,02	
			Erzeuger	Erzeuger	Erzeuger
			1	2	3
$\alpha_{TW,g}$	Wärmeerzeuger-Deckungsanteil	-	50,04 %	49,96 %	
$q_{TW,g,HE}$	Hilfsenergie Erzeugung	kWh/m ² a	0,25	0,09	
$\alpha \times q_{g,HE}$		kWh/m ² a	0,13	0,04	
$\Sigma q_{TW,HE,E}$	$(q_{TW,ce,HE} + q_{TW,s,HE} + q_{TW,d,HE} + \Sigma \alpha q_{g,HE})$	kWh/m ² a	0,38		
f_p	Primärenergiefaktor	-	2,60		
$q_{TW,HE,P}$	$\Sigma q_{TW,HE,E} \times f_p$	kWh/m ² a	0,98		

0,38 kWh/m²a Endenergie

0,98 kWh/m²a Primärenergie

$Q_{TW,E}$	$\Sigma q_{TW,E} \times A_N$	WÄRME	14086 kWh/a	ENDENERGIE
	$\Sigma q_{TW,HE,E} \times A_N$	HILFS-ENERGIE	505 kWh/a	
$Q_{TW,P}$	$(\Sigma q_{TW,P} + \Sigma q_{TW,HE,P}) \times A_N$		16807 kWh/a	PRIMÄRENERGIE

Energieberatung nach DIN 4108-6 und DIN 4701-10

- für Gebäude mit normalen Innentemperaturen -

Objekt Klabundeweg MFH
 EH70 V2 WP

 Klabundeweg
 22359 Hamburg

Auftraggeber Walddorfer Wohnungsbaugenossenschaft e.G.

 Volksdorfer Damm 188
 22344 Hamburg

Aussteller

 sumbi INGENIEURE

 Telemannstrasse 56a
 20255 Hamburg

 Telefon : 040-411885670
 Telefax : 040-411885698
 e-mail : info@sumbi.de

(Datum)

(Unterschrift)

1. Allgemeine Projektdaten

Projekt : Klabundeweg MFH
Klabundeweg
22359 Hamburg

EH70 V2 WP

Gebäudetyp : Wohngebäude
Innentemperatur : normale Innentemperatur
Anzahl Vollgeschosse : 3
Anzahl Wohneinheiten : 12

2. Berechnungsgrundlagen

Berechnungsverfahren : Jahres-Heizwärmebedarf des Gebäudes mittels Monatsbilanzierung
Jahres-Primärenergiebedarf mittels ausführlichem Berechnungsverfahren

Rechenprogramm : - Energieberater PLUS - Hamburger Energiepass 7.1.0 - Hottgenroth Softwar...

Folgende Normen und Verordnungen wurden im Rechenprogramm berücksichtigt:

Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV) vom 29. April 2009

DIN EN 832 : 2003-06	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Berechnung des Heizenergiebedarfs - Wohngebäude
DIN V 4108-6 : 2003-06	Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden Teil 6 : Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs
DIN V 4701-10/A1 : 2006-12	Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen Teil 10 : Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung
DIN EN ISO 13370 : 1998-12	Wärmeübertragung über das Erdreich - Berechnungsverfahren
DIN EN ISO 6946 : 2003-10	Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren
DIN EN ISO 10077-1 : 2006-12	Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten - Teil 1 : Vereinfachtes Verfahren
DIN V 4701-12 : 2004-02	Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen im Bestand - Teil 12: Wärmeerzeuger und Trinkwassererwärmung
DIN EN ISO 13789 : 1999-10	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Spezifischer Transmissionswärmeverlustkoeffizient - Berechnungsverfahren
DIN V 4108-2 : 2003-07	Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
DIN 4108-3 : 2001-07	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung
DIN V 4108-4 : 2004-07	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte
DIN 4108-5 : 1981-08	Wärmeschutz im Hochbau - Berechnungsverfahren
DIN V 4108 Bbl 2 : 2006-03	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Wärmebrücken - Planungs- und Ausführungsbeispiele
DIN EN 12524 : 2000-07	Baustoffe und -produkte - Wärme- und feuchteschutztechnische Eigenschaften - Tabellierte Bemessungswerte

Angaben zum Energiebedarfsausweis nach EnEV

3.1 Objektbeschreibung

Objekt

Gebäude / -teil
 Straße, Haus-Nr.
 PLZ, Ort
 Nutzungsart Wohngebäude

 Baujahr Jahr der baul. Änderung

Geometrische Angaben

Wärmeübertragende Umfassungsfläche A m²
 beheiztes Gebäudevolumen V_e m³
 Verhältnis A/V_e m⁻¹
 Bei Wohngebäuden:
 Gebäudenutzfläche A_N m²
 Wohnfläche (Angabe freiwillig) m²

Beheizung und Warmwasserbereitung

Art der Beheizung ---

Art der Warmwasserbereitung ---

Art der Nutzung erneuerbarer Energien Anteil am Heizwärmebedarf %

3.2 Energiebedarf

Jahres-Primärenergiebedarf

Zulässiger Höchstwert



Berechneter Wert

Endenergiebedarf nach eingesetzten Energieträgern

	Energieträger 1	Energieträger 2	Energieträger 3
	<input type="text" value="Strom-Mix"/>	<input type="text" value="Hilfsenergie (Strom)"/>	<input type="text"/>
Jahres-Endenergiebedarf (absolut)	<input type="text" value="16794"/> kWh	<input type="text" value="3863"/> kWh	<input type="text"/> kWh
Jahres-Endenergiebedarf bezogen auf			
die Gebäudenutzfläche A _N (für Wohngebäude)	<input type="text" value="12,53"/> kWh/m ²	<input type="text" value="2,88"/> kWh/m ²	<input type="text"/> kWh/m ²
die Wohnfläche (für Wohngebäude, die Angabe ist freigestellt)	<input type="text" value="-"/> kWh/m ²	<input type="text" value="-"/> kWh/m ²	<input type="text"/> kWh/m ²
das beheizte Gebäudevolumen (für Nicht-Wohngebäude)	<input type="text" value="4,01"/> kWh/m ³	<input type="text" value="0,92"/> kWh/m ³	<input type="text"/> kWh/m ³

Hinweis

Die angegebenen Werte des Jahres-Primärenergiebedarfs und des Endenergiebedarfs sind vornehmlich für die überschlägig vergleichende Beurteilung von Gebäuden und Gebäudeentwürfen vorgesehen. Sie wurden auf der Grundlage von Planungsunterlagen ermittelt. Sie erlauben nur bedingt Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch, weil der Berechnung dieser Werte auch normierte Randbedingungen etwa hinsichtlich des Klimas, der Heizdauer, der Innentemperatur, des Luftwechsels, der solaren und internen Wärmegevinne und des Warmwasserbedarfs zugrunde liegen. Die normierten Randbedingungen sind für die Anlagentechnik in DIN V 4701-10 : 2003-08 Nr. 5 und im Übrigen in DIN V 4108-6 : 2003-06 Anhang D festgelegt. Die Angaben beziehen sich auf Gebäude und sind nur bedingt auf einzelne Wohnungen oder Gebäudeteile übertragbar.

3.3 Weitere energiebezogene Merkmale

Transmissionswärmeverlust

Zulässiger Höchstwert

0,50 W/(m²K)



Berechneter Wert

0,33 W/(m²K)

Anlagentechnik

Anlagenaufwandszahl e_p

0,89

Berechnungsblätter sind beigelegt

Die Wärmeabgabe der Wärme- und Warmwasserverteilungsleitungen wurde nach Anlage 5 EnEV begrenzt.

Berücksichtigung von Wärmebrücken

- pauschal mit 0,10 W/(m²K)
- pauschal mit 0,05 W/(m²K) bei Verwendung von Planungsbeispielen nach DIN 4108 : 2004-01 Beibl. 2
- pauschal mit 0,15 W/(m²K) bei überwiegender Innendämmung
- mit differenziertem Nachweis
 - Berechnungen sind beigelegt

Sommerlicher Wärmeschutz

- Nachweis nicht erforderlich
- Nachweis der Begrenzung des Sonneneintragskennwerts wurde geführt
 - Berechnungen sind beigelegt
- das Nichtwohngebäude ist mit Anlagen nach Anlage 2 Nr. 4 EnEV ausgestattet. Die innere Kühllast wird minimiert.

Dichtheit und Lüftung

- ohne Nachweis
- mit Nachweis nach Anlage 4 Nr. 2 EnEV
 - Messprotokoll ist beigelegt

Mindestluftwechsel erfolgt durch

- Fensterlüftung
- mechanische Lüftung
-

Einzelnachweise, Ausnahmen und Befreiungen

Einzelnachweis nach EnEV wurde geführt für

Nachweise sind beigelegt

eine Ausnahme nach EnEV wurde zugelassen. Sie betrifft

Bescheide sind beigelegt

eine Befreiung nach EnEV wurde erteilt. Sie umfasst

Verantwortlich für die Angaben

Name, Funktion / Firma, Anschrift

ggf. Stempel / Firmenzeichen

sumbi INGENIEURE

Telemannstrasse 56a
20255 Hamburg

Datum, Unterschrift

ggf. Unterschrift Entwurfsverfasser

4. Gebäudegeometrie

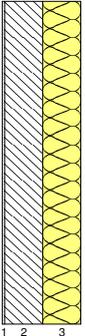
4.1 Gebäudegeometrie - Flächen

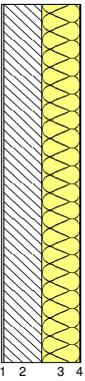
Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Berechnung	Fläche brutto m ²	Fläche netto m ²	Flächen- anteil %
1	Oberste Geschossdecke	0,0°		421,50	421,50	22,5
2	Flachdach über Treppenhaus	N 0,0°		14,00	14,00	0,7
3	Decke über Tiefgarage	N 0,0°		6,40	6,40	0,3
4	Außenwand Nord	N 90,0°		139,70	120,10	6,4
5	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/...	N 90,0°		-	19,60	1,0
6	Außenwand Nord Perimeter	N 90,0°		3,10	3,10	0,2
7	Außenwand Süd	S 90,0°		139,70	105,60	5,6
8	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/...	S 90,0°		-	34,10	1,8
9	Außenwand Süd Perimeter	S 90,0°		3,10	3,10	0,2
10	Außenwand Ost	O 90,0°		289,70	220,00	11,7
11	Referenzgebäudetür	N 90,0°		-	4,20	0,2
12	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/...	O 90,0°		-	65,50	3,5
13	Außenwand Ost Perimeter	O 90,0°		6,40	6,40	0,3
14	Außenwand West	W 90,0°		284,90	207,70	11,1
15	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/...	W 90,0°		-	77,20	4,1
16	Außenwand West Perimeter	W 90,0°		6,40	6,40	0,3
17	Treppenhaus UG gegen TG	W 90,0°		80,30	78,20	4,2
18	Referenzgebäudetür	W 90,0°		-	2,10	0,1
19	Treppenhaus UG gegen unbeheizt	W 90,0°		35,60	29,20	1,6
20	Referenzgebäudetür	W 90,0°		-	6,40	0,3
21	EG Decke gegen TG	0,0°		327,80	327,80	17,5
22	Sohle Erdreich	0,0°		114,10	114,10	6,1

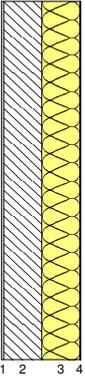
4.2 Gebäudegeometrie - Zusammenfassung

Gebäudehüllfläche :	1872,70 m²
Gebäudevolumen :	4189,80 m³
Beheiztes Luftvolumen :	3351,84 m³
Gebäudenutzfläche :	1340,74 m²
A/V_e-Verhältnis :	0,45 1/m

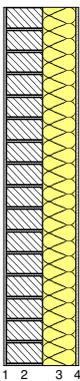
5. U - Wert - Ermittlung - sanierte Bauteile

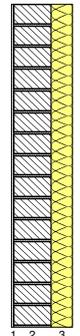
Bauteil:		Oberste Geschossdecke				Fläche : 421,50 m²	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand	
			cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W	
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)	1,00	0,700	1400,0	0,01	
	2	Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 2.1.5)	18,00	2,300	2300,0	0,08	
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 20 kg/m³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.2)	18,00	0,035	20,0	5,14	
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 0,90			R_λ = 5,24	
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,10	
421,50 m²		22,5 %	431,6 kg/m²	77,55 W/K	14,7 %	R _{se} = 0,10	
				10cm-Regel : 25875 Wh/K		U - Wert	
				3cm-Regel : 7025 Wh/K		0,18 W/m²K	

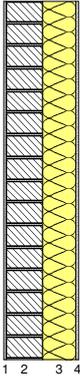
Bauteil:		Flachdach über Treppenhaus				Fläche / Ausrichtung : 14,00 m² N	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand	
			cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W	
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)	1,00	0,700	1400,0	0,01	
	2	Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 2.1.5)	18,00	2,300	2300,0	0,08	
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 20 kg/m³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.2)	18,00	0,035	20,0	5,14	
4	Kunststoff-Dachbahn ECB (DIN 16729 - 2,0) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 7.3.4)	0,30	0,200	700,0	0,02		
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 5,25	
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,10	
14,00 m²		0,7 %	433,7 kg/m²	2,60 W/K	0,5 %	R _{se} = 0,04	
				10cm-Regel : 859 Wh/K		U - Wert	
				3cm-Regel : 233 Wh/K		0,19 W/m²K	

Bauteil:		Decke über Tiefgarage				Fläche / Ausrichtung : 6,40 m² N	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand	
			cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W	
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)	1,00	0,700	1400,0	0,01	
	2	Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 2.1.5)	18,00	2,300	2300,0	0,08	
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 20 kg/m³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.2)	18,00	0,035	20,0	5,14	
4	Glasvlies-Bitumendachbahn (DIN 52143) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 7.3.3)	0,30	0,170	1200,0	0,02		
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 5,25	
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,10	
6,40 m²		0,3 %	435,2 kg/m²	1,19 W/K	0,2 %	R _{se} = 0,04	
				10cm-Regel : 393 Wh/K		U - Wert	
				3cm-Regel : 107 Wh/K		0,19 W/m²K	

5. U - Wert - Ermittlung - sanierte Bauteile (Fortsetzung)

Bauteil:		Außenwand Nord				Fläche / Ausrichtung :		120,10 m ² N	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
			cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W			
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)	1,00	0,700	1400,0	0,01			
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)	17,50	0,790	1600,0	0,22			
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)	16,00	0,035	15,0	4,57			
	4	Kunstharzputz (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.8)	1,00	0,700	1100,0	0,01			
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 4,82			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13		R _{se} = 0,04	
120,10 m ²		6,4 %	307,4 kg/m ²	24,06 W/K	4,6 %	10cm-Regel :	5271 Wh/K	U - Wert	
						3cm-Regel :	1535 Wh/K	0,20 W/m²K	

Bauteil:		Außenwand Nord Perimeter				Fläche / Ausrichtung :		3,10 m ² N	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
			cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W			
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)	1,00	0,700	1400,0	0,01			
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)	17,50	0,790	1600,0	0,22			
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)	10,00	0,035	15,0	2,86			
	Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 3,09		
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13		R _{se} = 0,00	
3,10 m ²		0,2 %	295,5 kg/m ²	0,96 W/K	0,2 %	10cm-Regel :	136 Wh/K	U - Wert	
						3cm-Regel :	40 Wh/K	0,31 W/m²K	

Bauteil:		Außenwand Süd				Fläche / Ausrichtung :		105,60 m ² S	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
			cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W			
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)	1,00	0,700	1400,0	0,01			
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)	17,50	0,790	1600,0	0,22			
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)	16,00	0,035	15,0	4,57			
	4	Kunstharzputz (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.8)	1,00	0,700	1100,0	0,01			
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 4,82			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13		R _{se} = 0,04	
105,60 m ²		5,6 %	307,4 kg/m ²	21,16 W/K	4,0 %	10cm-Regel :	4635 Wh/K	U - Wert	
						3cm-Regel :	1349 Wh/K	0,20 W/m²K	

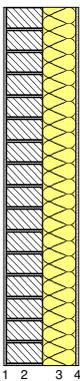
5. U - Wert - Ermittlung - sanierte Bauteile (Fortsetzung)

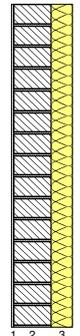
Bauteil:		Außenwand Süd Perimeter				Fläche / Ausrichtung :		3,10 m ² S	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
		cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W				
1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01				
2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)</small>	17,50	0,790	1600,0	0,22				
3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)</small>	10,00	0,035	15,0	2,86				
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 3,09			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13			
3,10 m ²		0,2 %	295,5 kg/m ²	0,96 W/K	0,2 %	R _{se} = 0,00			
				10cm-Regel :	136 Wh/K	U - Wert			
				3cm-Regel :	40 Wh/K	0,31 W/m²K			

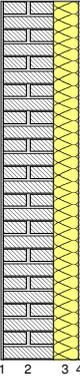
Bauteil:		Außenwand Ost				Fläche / Ausrichtung :		220,00 m ² O	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
		cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W				
1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01				
2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)</small>	17,50	0,790	1600,0	0,22				
3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)</small>	16,00	0,035	15,0	4,57				
4	Kunstharzputz <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.8)</small>	1,00	0,700	1100,0	0,01				
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 4,82			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13			
220,00 m ²		11,7 %	307,4 kg/m ²	44,07 W/K	8,3 %	R _{se} = 0,04			
				10cm-Regel :	9656 Wh/K	U - Wert			
				3cm-Regel :	2811 Wh/K	0,20 W/m²K			

Bauteil:		Außenwand Ost Perimeter				Fläche / Ausrichtung :		6,40 m ² O	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
		cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W				
1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01				
2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)</small>	17,50	0,790	1600,0	0,22				
3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)</small>	10,00	0,035	15,0	2,86				
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 3,09			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13			
6,40 m ²		0,3 %	295,5 kg/m ²	1,99 W/K	0,4 %	R _{se} = 0,00			
				10cm-Regel :	281 Wh/K	U - Wert			
				3cm-Regel :	82 Wh/K	0,31 W/m²K			

5. U - Wert - Ermittlung - sanierte Bauteile (Fortsetzung)

Bauteil:		Außenwand West				Fläche / Ausrichtung :		207,70 m² W	
	Nr.	Baustoff			Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand	
					cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W	
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)			1,00	0,700	1400,0	0,01	
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)			17,50	0,790	1600,0	0,22	
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)			16,00	0,035	15,0	4,57	
	4	Kunstharzputz (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.8)			1,00	0,700	1100,0	0,01	
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!					R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 4,82	
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust		wirksame Wärmespeicherfähigkeit			R _{si} = 0,13	U - Wert 0,20 W/m²K
207,70 m²		11,1 %	307,4 kg/m² 41,61 W/K 7,9 %		10cm-Regel : 9116 Wh/K 3cm-Regel : 2654 Wh/K			R _{se} = 0,04	

Bauteil:		Außenwand West Perimeter				Fläche / Ausrichtung :		6,40 m² W	
	Nr.	Baustoff			Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand	
					cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W	
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)			1,00	0,700	1400,0	0,01	
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)			17,50	0,790	1600,0	0,22	
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)			10,00	0,035	15,0	2,86	
	Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!					R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 3,09
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust		wirksame Wärmespeicherfähigkeit			R _{si} = 0,13	U - Wert 0,31 W/m²K
6,40 m²		0,3 %	295,5 kg/m² 1,99 W/K 0,4 %		10cm-Regel : 281 Wh/K 3cm-Regel : 82 Wh/K			R _{se} = 0,00	

Bauteil:		Treppenhaus UG gegen TG				Fläche / Ausrichtung :		78,20 m² W	
	Nr.	Baustoff			Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand	
					cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W	
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)			1,00	0,700	1400,0	0,01	
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)			24,00	0,790	1600,0	0,30	
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)			12,00	0,035	15,0	3,43	
	4	Gipskartonplatten (DIN 18180) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 3.5.1)			1,50	0,250	900,0	0,06	
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!					R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 3,81	
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust		wirksame Wärmespeicherfähigkeit			R _{si} = 0,13	U - Wert 0,25 W/m²K
78,20 m²		4,2 %	413,3 kg/m² 19,66 W/K 3,7 %		10cm-Regel : 3432 Wh/K 3cm-Regel : 999 Wh/K			R _{se} = 0,04	

5. U - Wert - Ermittlung - sanierte Bauteile (Fortsetzung)

Bauteil:		Treppenhaus UG gegen unbeheizt				Fläche / Ausrichtung :		29,20 m ²	W
	Nr.	Baustoff				Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand
						cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)				1,00	0,700	1400,0	0,01
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)				24,00	0,790	1600,0	0,30
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)				10,00	0,035	15,0	2,86
	4	Gipskartonplatten (DIN 18180) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 3.5.1)				1,50	0,250	900,0	0,06
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!						R_{A,zul.} = 0,25		R_A = 3,24	
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust		wirksame Wärmespeicherfähigkeit				R _{si} = 0,13
29,20 m ²	1,6 %	413,0 kg/m ²	8,35 W/K		10cm-Regel : 1282 Wh/K 3cm-Regel : 373 Wh/K				R _{se} = 0,13
									U - Wert 0,29 W/m²K

Bauteil:		EG Decke gegen TG				Fläche :		327,80 m ²	
	Nr.	Baustoff				Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand
						cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W
	1	Zement-Estrich (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.4.1)				6,00	1,400	2000,0	0,04
	2	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 20 kg/m ³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.2)				14,00	0,035	20,0	4,00
	3	Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 2.1.5)				18,00	2,300	2300,0	0,08
	Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!						R_{A,zul.} = 1,20		R_A = 4,12
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust		wirksame Wärmespeicherfähigkeit				R _{si} = 0,17
327,80 m ²	17,5 %	536,8 kg/m ²	75,68 W/K		10cm-Regel : 10927 Wh/K 3cm-Regel : 5463 Wh/K				R _{se} = 0,04
									U - Wert 0,23 W/m²K

Bauteil:		Sohle Erdreich				Fläche :		114,10 m ²	
	Nr.	Baustoff				Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand
						cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W
	1	Zement-Estrich (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.4.1)				6,00	1,400	2000,0	0,04
	2	Polystyrol PS -Extruderschaum (WLG 035) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.2.1.2)				14,00	0,035	25,0	4,00
	3	Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 2.1.5)				15,00	2,300	2300,0	0,07
	Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!						R_{A,zul.} = 0,90		R_A = 4,11
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust		wirksame Wärmespeicherfähigkeit				R _{si} = 0,17
114,10 m ²	6,1 %	468,5 kg/m ²	26,67 W/K		10cm-Regel : 3803 Wh/K 3cm-Regel : 1902 Wh/K				R _{se} = 0,00
									U - Wert 0,23 W/m²K

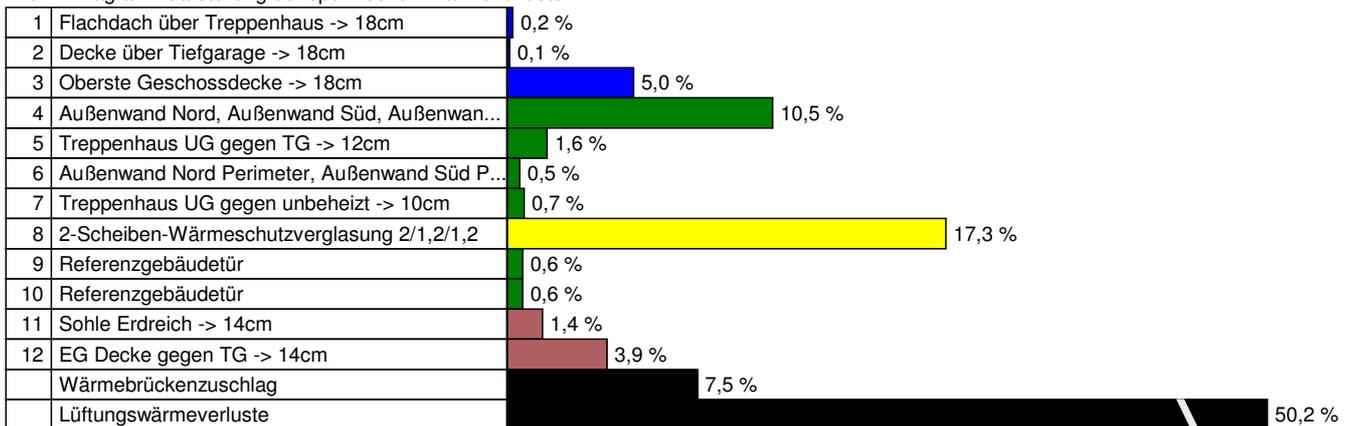
6. Jahres-Heizwärmebedarfsberechnung

6.1 spezifische Transmissionswärmeverluste der Heizperiode

Nr.	Bauteil	Orientierung Neigung	Fläche A m ²	U _i -Wert W/(m ² K)	Faktor F _x	F _x * U * A	
						W/K	%
1	Flachdach über Treppenhaus -> 18cm	N 0,0°	14,00	0,186	1,00	2,60	0,2
2	Decke über Tiefgarage -> 18cm	N 0,0°	6,40	0,185	1,00	1,19	0,1
3	Oberste Geschossdecke -> 18cm	0,0°	421,50	0,184	0,80	62,04	5,0
4	Außenwand Nord -> 16cm	N 90,0°	120,10	0,200	1,00	24,06	1,9
5	Außenwand Süd -> 16cm	S 90,0°	105,60	0,200	1,00	21,16	1,7
6	Außenwand Ost -> 16cm	O 90,0°	220,00	0,200	1,00	44,07	3,5
7	Außenwand West -> 16cm	W 90,0°	207,70	0,200	1,00	41,61	3,3
8	Treppenhaus UG gegen TG -> 12cm	W 90,0°	78,20	0,251	1,00	19,66	1,6
9	Außenwand Nord Perimeter -> 10cm	N 90,0°	3,10	0,310	1,00	0,96	0,1
10	Außenwand Süd Perimeter -> 10cm	S 90,0°	3,10	0,310	1,00	0,96	0,1
11	Außenwand Ost Perimeter -> 10cm	O 90,0°	6,40	0,310	1,00	1,99	0,2
12	Außenwand West Perimeter -> 10cm	W 90,0°	6,40	0,310	1,00	1,99	0,2
13	Treppenhaus UG gegen unbeheizt -> 10cm	W 90,0°	29,20	0,286	1,00	8,35	0,7
14	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	N 90,0°	19,60	1,100	1,00	21,56	1,7
15	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	S 90,0°	34,10	1,100	1,00	37,51	3,0
16	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	O 90,0°	65,50	1,100	1,00	72,05	5,8
17	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	W 90,0°	77,20	1,100	1,00	84,92	6,8
18	Referenzgebäudetür	N 90,0°	4,20	1,800	1,00	7,56	0,6
19	Referenzgebäudetür	W 90,0°	2,10	1,800	0,50	1,89	0,2
20	Referenzgebäudetür	W 90,0°	6,40	1,800	0,50	5,76	0,5
21	Sohle Erdreich -> 14cm	0,0°	114,10	0,234	0,65	17,34	1,4
22	EG Decke gegen TG -> 14cm	0,0°	327,80	0,231	0,65	49,20	3,9
ΣA =			1872,70	Σ(F_x * U * A) =		528,42	

Wärmebrückenzuschlag ΔU	$\Delta U_{WB} =$ 0,05 W/(m²K)	$\Delta U_{WB} * A =$	93,64 W/K 7,5 %
--------------------------------	--	-----------------------	------------------------

Bild 1 : Diagrammdarstellung der spezifischen Wärmeverluste



6.2 Lüftungsverluste

Lüftungswärmeverluste	$n =$ 0,55 h⁻¹	626,79 W/K	50,2 %
------------------------------	----------------------------------	-------------------	---------------

6.3 Daten transparenter Bauteile

Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Fläche brutto m ²	Faktor Rahmen- anteil	Faktor Ver- schattung	Faktor Sonnen- schutz	Faktor Nichtsenk- rechter Strahlungs- einfall	Gesamt- energie- durchlass- grad	effektive Kollektor- fläche m ²
1	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	N 90,0°	19,60	0,70	1,00	1,00	0,9	0,60	7,41
2	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	S 90,0°	34,10	0,70	1,00	1,00	0,9	0,60	12,89
3	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	O 90,0°	65,50	0,70	0,90	1,00	0,9	0,60	22,28
4	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	W 90,0°	77,20	0,70	0,90	1,00	0,9	0,60	26,26

6.4 Monatsbilanzierung

Wärmeverluste in kWh/Monat												
Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Transmissionswärmeverluste												
Transmissionsverluste	7981	6534	5858	3614	2398	1256	393	275	1750	3892	5441	6959
Wärmebrückenverluste	1414	1158	1038	640	425	222	70	49	310	690	964	1233
Summe	9395	7692	6896	4255	2823	1478	463	324	2060	4582	6405	8192
Lüftungswärmeverluste												
Lüftungsverluste	9467	7750	6948	4287	2845	1489	466	326	2076	4617	6453	8254
reduzierte Wärmeverluste durch Nachtabschaltung, -senkung												
reduzierte Wärmeverluste	-553	-429	-355	-207	-138	-72	-23	-16	-100	-223	-326	-448
Gesamtwärmeverluste												
Gesamtwärmeverluste	18309	15013	13489	8335	5530	2895	907	635	4036	8975	12532	15997

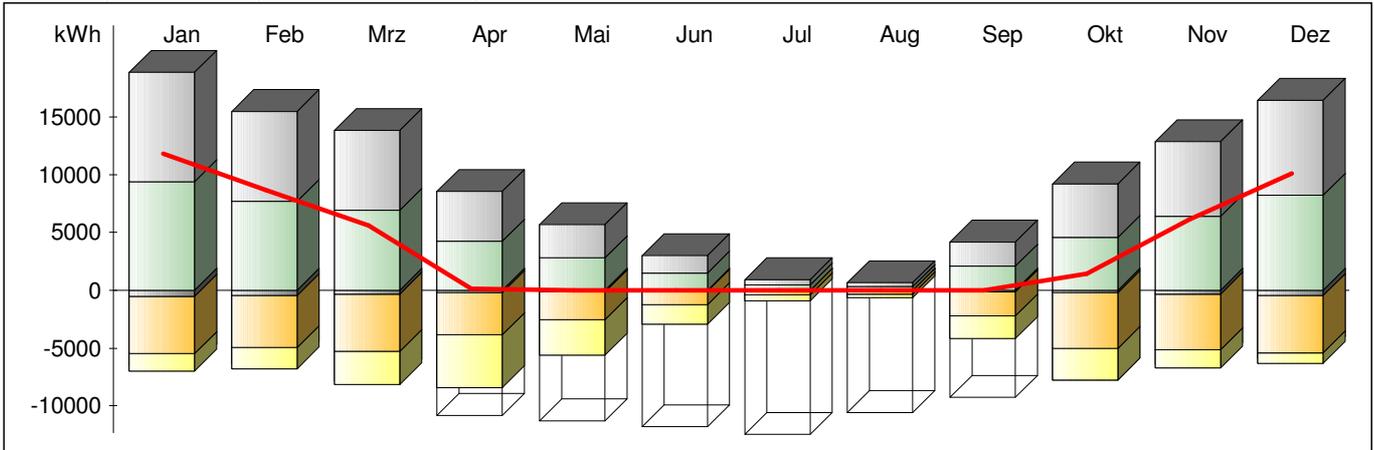
Wärmegewinne in kWh/Monat												
Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Interne Wärmegewinne												
Interne Wärmegewinne	4988	4505	4988	4827	4988	4827	4988	4988	4827	4988	4827	4988
Solare Wärmegewinne												
Fenster N 90°	77	115	187	341	446	528	551	386	256	182	96	55
Fenster S 90°	537	528	767	1271	1141	1206	1295	1074	1067	777	501	316
Fenster O 90°	414	554	879	2005	2172	2407	2586	1907	1444	846	449	249
Fenster W 90°	488	653	1036	2364	2560	2836	3048	2247	1702	997	529	293
Solare Wärmegewinne	1517	1850	2869	5982	6319	6978	7480	5614	4469	2801	1576	913
Gesamtwärmegewinne in kWh/Monat												
Gesamtwärmegewinne	6505	6355	7856	10809	11307	11804	12468	10601	9296	7788	6403	5901

6.4 Monatsbilanzierung (Fortsetzung)

Heizwärmebedarf in kWh/Monat												
Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Ausnutzungsgrad Gewinne	1,000	1,000	0,999	0,762	0,489	0,245	0,073	0,060	0,434	0,969	1,000	1,000
Heizwärmebedarf	11804	8658	5640	100	1	0	0	0	0	1430	6131	10097
Heizgrenztemperatur in °C und Heiztage												
Heizgrenztemperatur	12,56	12,03	11,22	7,94	7,81	6,92	6,66	8,50	9,49	11,29	12,45	13,16
Mittl. Außentemperatur:	-1,30	0,60	4,10	9,50	12,90	15,70	18,00	18,30	14,40	9,10	4,70	1,30
Heiztage	31,0	28,0	31,0	9,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,3	30,0	31,0

6.5 Monatsbilanzierung - Zusammenfassung

Bild 2 : Diagrammdarstellung der Monatsbilanzierung



Ergebnisse des Monatsbilanzverfahrens

Jahres-Heizwärmebedarf = 43.861 kWh/a

**flächenbezogener
Jahres-Heizwärmebedarf = 32,71 kWh/(m²a)**

**volumenbezogener
Jahres-Heizwärmebedarf = 10,47 kWh/(m³a)**

Zahl der Heiztage = 184,7 d/a

Heizgradtagzahl = 2.914 Kd/a

- Heizwärmebedarf
- Lüftungswärmeverluste
- Transmissionswärmeverluste
- Reduzierung der Wärmeverluste (Heizungsunterbrechung, etc.)
- nutzbare interne Wärmegewinne
- nutzbare solare Wärmegewinne
- nicht nutzbare Wärmegewinne

7. Anlagenbewertung nach DIN 4701-10

7.1 Anlagenbeschreibung

Heizung:

Erzeugung	Zentrale Wärmeerzeugung Sole-Wasser-Wärmepumpe - Strom
Verteilung	Auslegungstemperaturen 55/45 °C Dämmung der Leitungen: nach EnEV Standardlängen Verteilleitung - 61,0 m - 0,255 W/mK - innerhalb der thermischen Hülle Strangleitung - 100,6 m - 0,255 W/mK - im Gebäudeinneren Anbindeleitung - 737,4 m - 0,255 W/mK optimierter Betrieb (optimale Heizkurve, hydraul. Abgleich) Umwälzpumpe leistungsgeregelt
Übergabe	freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 1 K
Lüftungsanlage	Belüftete Fläche 1340,74 m ² Belüfteter Flächeanteil 100 % Abluftanlage Anlagen-Luftwechselrate 0,40 1/h Volumenbezogene Ventilatorleistung 0,25 W/(m ³ /h) Gleichstrom (DC) - Ventilatoren

Warmwasser:

Erzeugung	Zentrale Warmwasserbereitung Warmwassererzeugung über die Heizungsanlage
Speicherung	Indirekt beheizter Speicher - 930 Liter, Dämmung nach EnEV
Verteilung	Verteilung mit Zirkulation Dämmung der Leitungen: nach EnEV Standardlängen Verteilleitung - 52,8 m - 0,200 W/mK - innerhalb der thermischen Hülle Strangleitung - 100,6 m - 0,200 W/mK Stichleitung - 67,0 m - 0,200 W/mK

7.2 Ergebnisse

Gebäude/ -teil: **Mehrfamilienhaus**Straße, Hausnummer: **Klabundeweg**PLZ, Ort: **22359 Hamburg**

Eingaben:

$A_N = 1340,7 \text{ m}^2$

$t_{HP} = 185 \text{ Tage}$

	TRINKWASSER- ERWÄRMUNG	HEIZUNG	LÜFTUNG
absoluter Bedarf	$Q_{tw} = 16759 \text{ kWh/a}$	$Q_h = 43861 \text{ kWh/a}$	
bezogener Bedarf	$q_{tw} = 12,50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$q_h = 32,71 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	

Ergebnisse:

Deckung von q_h	$q_{h,TW} = 2,64 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$q_{h,H} = 30,07 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$q_{h,L} = 0,00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
-------------------	---	---	--

Σ WÄRME	$Q_{TW,E} = 6257 \text{ kWh/a}$	$Q_{H,E} = 10537 \text{ kWh/a}$	$Q_{L,E} = 0 \text{ kWh/a}$
Σ HILFS- ENERGIE	612 kWh/a	1762 kWh/a	1488 kWh/a
Σ PRIMÄR- ENERGIE	$Q_{TW,P} = 17859 \text{ kWh/a}$	$Q_{H,P} = 31979 \text{ kWh/a}$	$Q_{L,P} = 3869 \text{ kWh/a}$

ENDENERGIE

$Q_E = 16794 \text{ kWh/a}$

 Σ WÄRME

3863 kWh/a

 Σ HILFSENERGIE

PRIMÄRENERGIE

$Q_p = 53707 \text{ kWh/a}$

 Σ PRIMÄRENERGIE

$q_p = 40,06 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

ANLAGEN-
AUFWANDSZAHL

$e_p = 0,89 \text{ [-]}$

ENDENERGIE

nach eingesetzten Energieträgern

$Q_{E,1} = 16794 \text{ kWh/a}$

 Σ Strom-Mix

7.3 Detailbeschreibung

Berechnungsverfahren:

Die Berechnung des Primärenergiebedarfs q_p und der Anlagenaufwandszahl e_p erfolgt nach dem Berechnungsverfahren der DIN 4701-10 : 2003-08. Soweit nicht anders angegeben werden hierbei die von der DIN 4701-10 vorgegebenen Standardwerte für die Berechnungsparameter verwendet. Diese werden nach Abschnitt 5 unter den dort angegebenen Randbedingungen berechnet.

Nutzfläche des Gebäudes : 1340,7 m²

Heizung und Lüftung:

Das Gebäude enthält **einen** Heizungsbereich

Heizungs-Bereich Nr. 1 :

Nutzfläche : 1340,7 m²

Bereich **mit** Lüftungsanlage

Der Bereich enthält **einen** Zentralheizungs-Verteilstrang

Zentralheizungs-Verteilstrang Nr. 1

max. Vor-/Rücklauftemperatur : 55 / 45 °C

Innenverteilung (Strangleitungen an den Innenwänden)

Verteil-Leitungen innerhalb der thermischen Hülle

leistungsgeregelte Umwälzpumpe

Übergabe-Komponente : freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich

Regelung : Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 1 K

Der Bereich enthält **keinen** dezentralen Wärmeerzeuger

Zentralheizungs-Gruppe des Bereiches:

Die Gruppe enthält **keinen** Pufferspeicher.

Wärmeerzeuger Nr. 1 :

Wärmeerzeuger-Typ : Sole-Wasser-Wärmepumpe

Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :

* Arbeitszahl bei B0/W35 : 4,50 -

Lüftungsanlage des Bereiches:

Der belüftete Flächenanteil des Bereichs beträgt 100,0 % der Bereichsfläche

Art : Abluftanlage

belüftete Nutzfläche : 1340,7 m²

Gleichstrom-Ventilatoren (DC)

Trinkwarmwasser :

Das Gebäude enthält **einen** Trinkwasserbereich

Trinkwasser-Bereich Nr. 1 :

Nutzfläche : 1340,7 m²

Die Versorgung des Bereiches erfolgt zentral

Übergabe in aneinander grenzende Räume mit gemeinsamer Installationswand.

zentraler Trinkwasser-Strang :

Lage der Verteilleitungen : innerhalb der thermischen Hülle

mit Zirkulation

Übergabe in angrenzende Räume mit gemeinsamer Installationswand

Verteilleitungen innerhalb der thermischen Hülle.

Warmwasser-Bereiter :

Art : indirekt beheizter Speicher

Aufstellort : außerhalb der therm. Hülle, Keller

Die Beheizung des Speichers erfolgt durch **einen** Wärmeerzeuger (monovalent)

Wärmeerzeuger Nr. 1 (monovalent) :

Wärmeerzeuger-Typ : Sole-Wasser-Wärmepumpe

Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :

* Arbeitszahl bei B0/W35 : 4,50 -

7.4 Ergebnisse Heizung

Bereich 1 - zentral - Heiz-Strang:

WÄRME (WE)				
	Rechenvorschrift/Quelle	Dimension		
q_h	Heizwärmebedarf	kWh/m²a		32,71
q_{h,TW}	aus Berechnungsblatt Trinkwasser	kWh/m²a	-	2,64
q_{h,L}	aus Berechnungsblatt Lüftung	kWh/m²a		-
q_{c,e}	Verluste Übergabe	kWh/m²a		1,10
q_d	Verluste Verteilung	kWh/m²a	+	1,28
q_s	Verluste Speicherung	kWh/m²a		-
Σ	(q _h - q _{h,TW} - q _{h,L} + q _{c,e} + q _d + q _s)	kWh/m²a		32,45

	Erzeuger	Erzeuger	Erzeuger
	1	2	3

α_g	Wärmeerzeuger-Deckungsanteil	-	100,00 %
e_g	Wärmeerzeuger-Aufwandszahl	-	0,24

q_E	Σq × (e _{g,i} × α _{g,i})	kWh/m²a	7,86
f_p	Primärenergiefaktor	-	2,60
q_p	Σq _{E,i} × f _{p,i}	kWh/m²a	20,43

Q_h	43861	kWh/a	Wärmebedarf
A_N	1340,7	m²	Fläche
q_h	32,71	kWh/m²a	Q _h / A _N

7,86	kWh/m²a	Endenergie
-------------	---------	------------

20,43	kWh/m²a	Primärenergie
--------------	---------	---------------

HILFSENERGIE (HE)				
	Rechenvorschrift / Quelle	Dimension		
q_{ce,HE}	Hilfsenergie Übergabe	kWh/m²a	+	-
q_{d,HE}	Hilfsenergie Verteilung	kWh/m²a		0,38
q_{s,HE}	Hilfsenergie Speicherung	kWh/m²a		-

	Erzeuger	Erzeuger	Erzeuger
	1	2	3

α_g	Wärmeerzeuger-Deckungsanteil	-	100,00 %
q_{g,HE}	Hilfsenergie Erzeugung	kWh/m²a	0,93
α × q_{g,HE}		kWh/m²a	0,93

Σq_{HE,E}	(q _{ce,HE} + q _{d,HE} + q _{s,HE} + Σαq _{g,HE})	kWh/m²a	1,31
f_p	Primärenergiefaktor	-	2,60
q_{HE,P}	Σq _{HE,E} × f _p	kWh/m²a	3,42

1,31	kWh/m²a	Endenergie
-------------	---------	------------

3,42	kWh/m²a	Primärenergie
-------------	---------	---------------

Q_{H,E} Σq_E × A_N
 Σq_{HE,E} × A_N
Q_{H,P} (Σq_P + Σq_{HE,P}) × A_N

WÄRME	10537	kWh/a
HILFS-ENERGIE	1762	kWh/a
	31979	kWh/a

ENDENERGIE

PRIMÄRENERGIE

7.5 Ergebnisse Lüftung

Lüftungs-Strang: **Heizungs-Bereich 1 Abluftanlage**

$A_N = 1340,7$	m^2	aus DIN V 4108-6
$F_{GT} = 69,9$	KKh/a	Tabelle 5.2 oder DIN 4108-6
$n_A = 0,40$	$1/h$	
$f_g =$	$[-]$	Tabelle 5.2 - 3

WÄRME (WE)									
Rechenvorschrift / Quelle	Dimension	Erzeugung							
		Erzeuger WRG mit WÜT		Erzeuger L/L-WP	Erzeuger Heizregister				
$q_{L,g}$	kWh/m ² a	-	+	-	+	-	-	-	-
$e_{L,g}$	kWh/m ² a	-		-		-			
						$q_{L,d}$	$q_{L,ce}$	$q_{h,n}$	$q_{h,L}$
						kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a
$Q_{L,g,E}$	$q_{L,g,i} \times e_{L,g,i}$	kWh/m ² a		-	+	-	- kWh/m ² Endenergie		
f_p	Tabelle C.4-1	-		-		-			
$Q_{L,P}$	$q_{L,g,E,i} \times f_{P,i}$	kWh/m ² a		-	+	-	- kWh/m ² Primärenergie		

HILFSENERGIE (HE)									
Rechenvorschrift / Quelle	Dimension	Erzeugung							
		Erzeuger WRG mit WÜT		Erzeuger L/L - WP	Erzeuger Heizregister				
$q_{L,g,HE}$	kWh/m ² a	-	+	-	+	-			
$q_{L,ce,HE}$	kWh/m ² a			-		-			
$q_{L,d,HE}$	kWh/m ² a			-		-			
						1,11			
$q_{L,HE,E}$	$\sum q_{L,g,HE,i} + q_{L,ce,HE} + q_{L,d,HE}$	kWh/m ² a		-		-	1,11 kWh/m ² Endenergie		
f_p	Tabelle C.4-1	-		-		-	2,60		
$q_{L,HE,P}$	$\sum q_{L,HE,E} \times f_p$	kWh/m ² a		-		-	2,89		
						2,89			2,89 kWh/m ² Primärenergie

$Q_{L,E} \quad \sum q_{L,E} \times A_N$ WÄRME **0 kWh/a** ENDENERGIE
 $\sum q_{L,HE,E} \times A_N$ HILFSENERGIE **1488 kWh/a**

$Q_{L,P} \quad (\sum q_{L,P} + \sum q_{L,HE,P}) \times A_N$ **3869 kWh/a** PRIMÄRENERGIE

7.6 Ergebnisse Trinkwassererwärmung

Bereich 1 - zentral -
TW-Strang:

WÄRME (WE)			
	Rechenvorschrift/Quelle	Dimension	
q_{TW}	Trinkwasser-Wärmebedarf	kWh/m ² a	12,50
$q_{TW,ce}$	Verluste Übergabe	kWh/m ² a	-
$q_{TW,d}$	Verluste Verteilung	kWh/m ² a	5,87
$q_{TW,s}$	Verluste Speicherung	kWh/m ² a	0,90
Σ	$(q_{TW} + q_{TW,ce} + q_{TW,d} + q_{TW,s})$	kWh/m ² a	19,27
			Erzeuger 1 2 3
$\alpha_{TW,g}$	Wärmeerzeuger-Deckungsanteil	-	100,00 %
$e_{TW,g}$	Wärmeerzeuger-Aufwandszahl	-	0,24
$q_{TW,E}$	$\Sigma q_{TW} \times (e_{TW,g,i} \times \alpha_{TW,g,i})$	kWh/m ² a	4,67
$f_{PE,i}$	Primärenergiefaktor	-	2,60
$q_{TW,P}$	$\Sigma q_{TW,E,i} \times f_{p,i}$	kWh/m ² a	12,13

Q_{TW}	16759 kWh/a	Wärmebedarf
A_N	1340,7 m ²	Fläche
q_{TW}	12,50 kWh/m ² a	Q_{TW} / A_N

Heizwärmegutschriften

$q_{h,TW,d}$	2,64 kWh/m ² a	Verteilung
$q_{h,TW,s}$	- kWh/m ² a	Speicherung
$q_{h,TW}$	2,64 kWh/m ² a	$\Sigma q_{h,TW,d} + q_{h,TW,s}$

4,67 kWh/m²a Endenergie

12,13 kWh/m²a Primärenergie

HILFSENERGIE (HE)			
(Strom)	Rechenvorschrift / Quelle	Dimension	
$q_{TW,ce,HE}$	Hilfsenergie Übergabe	kWh/m ² a	-
$q_{TW,d,HE}$	Hilfsenergie Verteilung	kWh/m ² a	0,19
$q_{TW,s,HE}$	Hilfsenergie Speicherung	kWh/m ² a	0,03
			Erzeuger 1 2 3
$\alpha_{TW,g}$	Wärmeerzeuger-Deckungsanteil	-	100,00 %
$q_{TW,g,HE}$	Hilfsenergie Erzeugung	kWh/m ² a	0,23
$\alpha \times q_{g,HE}$		kWh/m ² a	0,23
$\Sigma q_{TW,HE,E}$	$(q_{TW,ce,HE} + q_{TW,s,HE} + q_{TW,d,HE} + \alpha \times q_{g,HE})$	kWh/m ² a	0,46
f_p	Primärenergiefaktor	-	2,60
$q_{TW,HE,P}$	$\Sigma q_{TW,HE,E} \times f_p$	kWh/m ² a	1,19

0,46 kWh/m²a Endenergie

1,19 kWh/m²a Primärenergie

$Q_{TW,E} = \Sigma q_{TW,E} \times A_N$
 $Q_{TW,P} = (\Sigma q_{TW,P} + \Sigma q_{TW,HE,P}) \times A_N$

WÄRME	6257 kWh/a
HILFS-ENERGIE	612 kWh/a
	17859 kWh/a

ENDENERGIE

PRIMÄRENERGIE

Energieberatung nach DIN 4108-6 und DIN 4701-10

- für Gebäude mit normalen Innentemperaturen -

Objekt Klabundeweg MFH
 EH55 V1 BW+WR+50%Sol.+sol.H

 Klabundeweg
 22359 Hamburg

Auftraggeber Walddorfer Wohnungsbaugenossenschaft e.G.

 Volksdorfer Damm 188
 22344 Hamburg

Aussteller

 sumbi INGENIEURE

 Telemannstrasse 56a
 20255 Hamburg

 Telefon : 040-411885670
 Telefax : 040-411885698
 e-mail : info@sumbi.de

(Datum)

(Unterschrift)

1. Allgemeine Projektdaten

Projekt : Klabundeweg MFH
 Klabundeweg
 22359 Hamburg

EH55 V1 BW+WR+50%Sol.+sol.H

Gebäudetyp : Wohngebäude
 Innentemperatur : normale Innentemperatur
 Anzahl Vollgeschosse : 3
 Anzahl Wohneinheiten : 12

2. Berechnungsgrundlagen

Berechnungsverfahren : Jahres-Heizwärmebedarf des Gebäudes mittels Monatsbilanzierung
 Jahres-Primärenergiebedarf mittels ausführlichem Berechnungsverfahren

Rechenprogramm : - Energieberater PLUS - Hamburger Energiepass 7.1.0 - Hottgenroth Softwar...

Folgende Normen und Verordnungen wurden im Rechenprogramm berücksichtigt:

**Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden
 (Energieeinsparverordnung – EnEV) vom 29. April 2009**

DIN EN 832 : 2003-06	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Berechnung des Heizenergiebedarfs - Wohngebäude
DIN V 4108-6 : 2003-06	Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden Teil 6 : Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs
DIN V 4701-10/A1 : 2006-12	Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen Teil 10 : Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung
DIN EN ISO 13370 : 1998-12	Wärmeübertragung über das Erdreich - Berechnungsverfahren
DIN EN ISO 6946 : 2003-10	Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren
DIN EN ISO 10077-1 : 2006-12	Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten - Teil 1 : Vereinfachtes Verfahren
DIN V 4701-12 : 2004-02	Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen im Bestand - Teil 12: Wärmeerzeuger und Trinkwassererwärmung
DIN EN ISO 13789 : 1999-10	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Spezifischer Transmissionswärmeverlustkoeffizient - Berechnungsverfahren
DIN V 4108-2 : 2003-07	Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
DIN 4108-3 : 2001-07	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung
DIN V 4108-4 : 2004-07	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte
DIN 4108-5 : 1981-08	Wärmeschutz im Hochbau - Berechnungsverfahren
DIN V 4108 Bbl 2 : 2006-03	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Wärmebrücken - Planungs- und Ausführungsbeispiele
DIN EN 12524 : 2000-07	Baustoffe und -produkte - Wärme- und feuchteschutztechnische Eigenschaften - Tabellierte Bemessungswerte

Angaben zum Energiebedarfsausweis nach EnEV

3.1 Objektbeschreibung

Objekt

Gebäude / -teil
 Straße, Haus-Nr.
 PLZ, Ort
 Nutzungsart Wohngebäude

 Baujahr Jahr der baul. Änderung

Geometrische Angaben

Wärmeübertragende Umfassungsfläche A m²
 beheiztes Gebäudevolumen V_e m³
 Verhältnis A/V_e m⁻¹
 Bei Wohngebäuden:
 Gebäudenutzfläche A_N m²
 Wohnfläche (Angabe freiwillig) m²

Beheizung und Warmwasserbereitung

Art der Beheizung ---
 Art der Warmwasserbereitung ---
 Art der Nutzung erneuerbarer Energien Anteil am Heizwärmebedarf %

3.2 Energiebedarf

Jahres-Primärenergiebedarf

Zulässiger Höchstwert	↔	Berechneter Wert
58,47 kWh/m²		31,87 kWh/m²

Endenergiebedarf nach eingesetzten Energieträgern

	Energieträger 1	Energieträger 2	Energieträger 3
	Heizöl EL	Hilfsenergie (Strom)	
Jahres-Endenergiebedarf (absolut)	<input type="text" value="30253"/> kWh	<input type="text" value="3636"/> kWh	<input type="text"/> kWh
Jahres-Endenergiebedarf bezogen auf			
die Gebäudenutzfläche A _N (für Wohngebäude)	<input type="text" value="22,56"/> kWh/m ²	<input type="text" value="2,71"/> kWh/m ²	<input type="text"/> kWh/m ²
die Wohnfläche (für Wohngebäude, die Angabe ist freigestellt)	<input type="text" value="-"/> kWh/m ²	<input type="text" value="-"/> kWh/m ²	<input type="text"/> kWh/m ²
das beheizte Gebäudevolumen (für Nicht-Wohngebäude)	<input type="text" value="7,22"/> kWh/m ³	<input type="text" value="0,87"/> kWh/m ³	<input type="text"/> kWh/m ³

Hinweis

Die angegebenen Werte des Jahres-Primärenergiebedarfs und des Endenergiebedarfs sind vornehmlich für die überschlägig vergleichende Beurteilung von Gebäuden und Gebäudeentwürfen vorgesehen. Sie wurden auf der Grundlage von Planungsunterlagen ermittelt. Sie erlauben nur bedingt Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch, weil der Berechnung dieser Werte auch normierte Randbedingungen etwa hinsichtlich des Klimas, der Heizdauer, der Innentemperatur, des Luftwechsels, der solaren und internen Wärmegevinne und des Warmwasserbedarfs zugrunde liegen. Die normierten Randbedingungen sind für die Anlagentechnik in DIN V 4701-10 : 2003-08 Nr. 5 und im Übrigen in DIN V 4108-6 : 2003-06 Anhang D festgelegt. Die Angaben beziehen sich auf Gebäude und sind nur bedingt auf einzelne Wohnungen oder Gebäudeteile übertragbar.

3.3 Weitere energiebezogene Merkmale

Transmissionswärmeverlust

Zulässiger Höchstwert

0,50 W/(m²K)



Berechneter Wert

0,27 W/(m²K)

Anlagentechnik

Anlagenaufwandszahl e_p 0,79

Berechnungsblätter sind beigelegt

Die Wärmeabgabe der Wärme- und Warmwasserverteilungsleitungen wurde nach Anlage 5 EnEV begrenzt.

Berücksichtigung von Wärmebrücken

- pauschal mit 0,10 W/(m²K)
- pauschal mit 0,05 W/(m²K) bei Verwendung von Planungsbeispielen nach DIN 4108 : 2004-01 Beibl. 2
- pauschal mit 0,15 W/(m²K) bei überwiegender Innendämmung
- mit differenziertem Nachweis
 - Berechnungen sind beigelegt

Sommerlicher Wärmeschutz

- Nachweis nicht erforderlich
- Nachweis der Begrenzung des Sonneneintragskennwerts wurde geführt
 - Berechnungen sind beigelegt
- das Nichtwohngebäude ist mit Anlagen nach Anlage 2 Nr. 4 EnEV ausgestattet. Die innere Kühllast wird minimiert.

Dichtheit und Lüftung

- ohne Nachweis
- mit Nachweis nach Anlage 4 Nr. 2 EnEV
 - Messprotokoll ist beigelegt

Mindestluftwechsel erfolgt durch

- Fensterlüftung
- mechanische Lüftung
-

Einzelnachweise, Ausnahmen und Befreiungen

Einzelnachweis nach EnEV wurde geführt für

Nachweise sind beigelegt

eine Ausnahme nach EnEV wurde zugelassen. Sie betrifft

Bescheide sind beigelegt

eine Befreiung nach EnEV wurde erteilt. Sie umfasst

Verantwortlich für die Angaben

Name, Funktion / Firma, Anschrift

ggf. Stempel / Firmenzeichen

sumbi INGENIEURE

Telemannstrasse 56a
20255 Hamburg

Datum, Unterschrift

ggf. Unterschrift Entwurfsverfasser

4. Gebäudegeometrie

4.1 Gebäudegeometrie - Flächen

Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Berechnung	Fläche brutto m ²	Fläche netto m ²	Flächen- anteil %
1	Oberste Geschossdecke	0,0°		421,50	421,50	22,5
2	Flachdach über Treppenhaus	N 0,0°		14,00	14,00	0,7
3	Decke über Tiefgarage	N 0,0°		6,40	6,40	0,3
4	Außenwand Nord	N 90,0°		139,70	120,10	6,4
5	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/...	N 90,0°		-	19,60	1,0
6	Außenwand Nord Perimeter	N 90,0°		3,10	3,10	0,2
7	Außenwand Süd	S 90,0°		139,70	105,60	5,6
8	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/...	S 90,0°		-	34,10	1,8
9	Außenwand Süd Perimeter	S 90,0°		3,10	3,10	0,2
10	Außenwand Ost	O 90,0°		289,70	220,00	11,7
11	Referenzgebäudetür	N 90,0°		-	4,20	0,2
12	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/...	O 90,0°		-	65,50	3,5
13	Außenwand Ost Perimeter	O 90,0°		6,40	6,40	0,3
14	Außenwand West	W 90,0°		284,90	207,70	11,1
15	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/...	W 90,0°		-	77,20	4,1
16	Außenwand West Perimeter	W 90,0°		6,40	6,40	0,3
17	Treppenhaus UG gegen TG	W 90,0°		80,30	78,20	4,2
18	Referenzgebäudetür	W 90,0°		-	2,10	0,1
19	Treppenhaus UG gegen unbeheizt	W 90,0°		35,60	29,20	1,6
20	Referenzgebäudetür	W 90,0°		-	6,40	0,3
21	EG Decke gegen TG	0,0°		327,80	327,80	17,5
22	Sohle Erdreich	0,0°		114,10	114,10	6,1

4.2 Gebäudegeometrie - Zusammenfassung

Gebäudehüllfläche :	1872,70 m²
Gebäudevolumen :	4189,80 m³
Beheiztes Luftvolumen :	3351,84 m³
Gebäudenutzfläche :	1340,74 m²
A/V_e-Verhältnis :	0,45 1/m

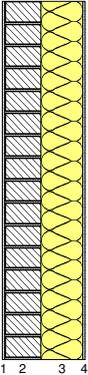
5. U - Wert - Ermittlung - sanierte Bauteile

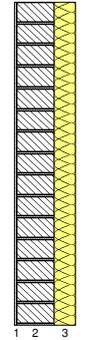
Bauteil:		Oberste Geschossdecke				Fläche : 421,50 m²		
	Nr.	Baustoff			Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand
					cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)			1,00	0,700	1400,0	0,01
	2	Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 2.1.5)			18,00	2,300	2300,0	0,08
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 20 kg/m³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.2)			20,00	0,035	20,0	5,71
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!					R_{λ,zul.} = 0,90		R_λ = 5,81	
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,10		
421,50 m²		22,5 %	432,0 kg/m²	70,17 W/K	15,3 %	R _{se} = 0,10		
				10cm-Regel : 25875 Wh/K		U - Wert		
				3cm-Regel : 7025 Wh/K		0,17 W/m²K		

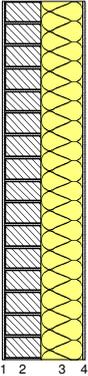
Bauteil:		Flachdach über Treppenhaus				Fläche / Ausrichtung : 14,00 m² N		
	Nr.	Baustoff			Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand
					cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)			1,00	0,700	1400,0	0,01
	2	Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 2.1.5)			18,00	2,300	2300,0	0,08
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 20 kg/m³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.2)			20,00	0,035	20,0	5,71
4	Kunststoff-Dachbahn ECB (DIN 16729 - 2,0) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 7.3.4)			0,30	0,200	700,0	0,02	
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!					R_{λ,zul.} = 1,20		R_λ = 5,82	
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,10		
14,00 m²		0,7 %	434,1 kg/m²	2,35 W/K	0,5 %	R _{se} = 0,04		
				10cm-Regel : 859 Wh/K		U - Wert		
				3cm-Regel : 233 Wh/K		0,17 W/m²K		

Bauteil:		Decke über Tiefgarage				Fläche / Ausrichtung : 6,40 m² N		
	Nr.	Baustoff			Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand
					cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)			1,00	0,700	1400,0	0,01
	2	Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 2.1.5)			18,00	2,300	2300,0	0,08
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 20 kg/m³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.2)			20,00	0,035	20,0	5,71
4	Glasvlies-Bitumendachbahn (DIN 52143) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 7.3.3)			0,30	0,170	1200,0	0,02	
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!					R_{λ,zul.} = 1,20		R_λ = 5,82	
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,10		
6,40 m²		0,3 %	435,6 kg/m²	1,07 W/K	0,2 %	R _{se} = 0,04		
				10cm-Regel : 393 Wh/K		U - Wert		
				3cm-Regel : 107 Wh/K		0,17 W/m²K		

5. U - Wert - Ermittlung - sanierte Bauteile (Fortsetzung)

Bauteil:		Außenwand Nord				Fläche / Ausrichtung :		120,10 m ² N	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
			cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W			
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01			
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)</small>	17,50	0,790	1600,0	0,22			
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)</small>	20,00	0,035	15,0	5,71			
4	Kunstharzputz <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.8)</small>	1,00	0,700	1100,0	0,01				
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 5,96			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13	R _{se} = 0,04		
120,10 m ²	6,4 %	308,0 kg/m ²	19,58 W/K	4,3 %	10cm-Regel : 5271 Wh/K 3cm-Regel : 1535 Wh/K	U - Wert 0,16 W/m²K			

Bauteil:		Außenwand Nord Perimeter				Fläche / Ausrichtung :		3,10 m ² N	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
			cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W			
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01			
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)</small>	17,50	0,790	1600,0	0,22			
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)</small>	10,00	0,035	15,0	2,86			
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 3,09			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13	R _{se} = 0,00		
3,10 m ²	0,2 %	295,5 kg/m ²	0,96 W/K	0,2 %	10cm-Regel : 136 Wh/K 3cm-Regel : 40 Wh/K	U - Wert 0,31 W/m²K			

Bauteil:		Außenwand Süd				Fläche / Ausrichtung :		105,60 m ² S	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
			cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W			
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01			
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)</small>	17,50	0,790	1600,0	0,22			
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)</small>	20,00	0,035	15,0	5,71			
4	Kunstharzputz <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.8)</small>	1,00	0,700	1100,0	0,01				
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 5,96			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13	R _{se} = 0,04		
105,60 m ²	5,6 %	308,0 kg/m ²	17,21 W/K	3,8 %	10cm-Regel : 4635 Wh/K 3cm-Regel : 1349 Wh/K	U - Wert 0,16 W/m²K			

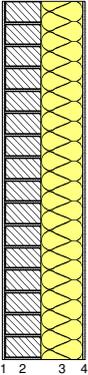
5. U - Wert - Ermittlung - sanierte Bauteile (Fortsetzung)

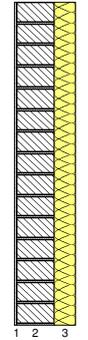
Bauteil:		Außenwand Süd Perimeter				Fläche / Ausrichtung :		3,10 m ² S	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
		cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W				
1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01				
2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)</small>	17,50	0,790	1600,0	0,22				
3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)</small>	10,00	0,035	15,0	2,86				
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 3,09			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13			
3,10 m ²		0,2 %	295,5 kg/m ²	0,96 W/K	0,2 %	R _{se} = 0,00			
				10cm-Regel :	136 Wh/K	U - Wert			
				3cm-Regel :	40 Wh/K	0,31 W/m²K			

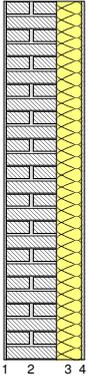
Bauteil:		Außenwand Ost				Fläche / Ausrichtung :		220,00 m ² O	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
		cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W				
1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01				
2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)</small>	17,50	0,790	1600,0	0,22				
3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)</small>	20,00	0,035	15,0	5,71				
4	Kunstharzputz <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.8)</small>	1,00	0,700	1100,0	0,01				
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 5,96			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13			
220,00 m ²		11,7 %	308,0 kg/m ²	35,86 W/K	7,8 %	R _{se} = 0,04			
				10cm-Regel :	9656 Wh/K	U - Wert			
				3cm-Regel :	2811 Wh/K	0,16 W/m²K			

Bauteil:		Außenwand Ost Perimeter				Fläche / Ausrichtung :		6,40 m ² O	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
		cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W				
1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01				
2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)</small>	17,50	0,790	1600,0	0,22				
3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)</small>	10,00	0,035	15,0	2,86				
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 3,09			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13			
6,40 m ²		0,3 %	295,5 kg/m ²	1,99 W/K	0,4 %	R _{se} = 0,00			
				10cm-Regel :	281 Wh/K	U - Wert			
				3cm-Regel :	82 Wh/K	0,31 W/m²K			

5. U - Wert - Ermittlung - sanierte Bauteile (Fortsetzung)

Bauteil:		Außenwand West				Fläche / Ausrichtung :		207,70 m² W	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
			cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W			
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)	1,00	0,700	1400,0	0,01			
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)	17,50	0,790	1600,0	0,22			
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)	20,00	0,035	15,0	5,71			
4	Kunstharzputz (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.8)	1,00	0,700	1100,0	0,01				
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 5,96			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13	U - Wert		
207,70 m²		11,1 %	308,0 kg/m²	33,86 W/K	7,4 %	R _{se} = 0,04			
				10cm-Regel :	9116 Wh/K	0,16 W/m²K			
				3cm-Regel :	2654 Wh/K				

Bauteil:		Außenwand West Perimeter				Fläche / Ausrichtung :		6,40 m² W	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
			cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W			
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)	1,00	0,700	1400,0	0,01			
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)	17,50	0,790	1600,0	0,22			
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)	10,00	0,035	15,0	2,86			
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 3,09			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13	U - Wert		
6,40 m²		0,3 %	295,5 kg/m²	1,99 W/K	0,4 %	R _{se} = 0,00			
				10cm-Regel :	281 Wh/K	0,31 W/m²K			
				3cm-Regel :	82 Wh/K				

Bauteil:		Treppenhaus UG gegen TG				Fläche / Ausrichtung :		78,20 m² W	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
			cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W			
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)	1,00	0,700	1400,0	0,01			
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)	24,00	0,790	1600,0	0,30			
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)	12,00	0,035	15,0	3,43			
4	Gipskartonplatten (DIN 18180) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 3.5.1)	1,50	0,250	900,0	0,06				
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 3,81			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13	U - Wert		
78,20 m²		4,2 %	413,3 kg/m²	19,66 W/K	4,3 %	R _{se} = 0,04			
				10cm-Regel :	3432 Wh/K	0,25 W/m²K			
				3cm-Regel :	999 Wh/K				

5. U - Wert - Ermittlung - sanierte Bauteile (Fortsetzung)

Bauteil:		Treppenhaus UG gegen unbeheizt				Fläche / Ausrichtung :		29,20 m²	W
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
			cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W			
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)	1,00	0,700	1400,0	0,01			
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)	24,00	0,790	1600,0	0,30			
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)	12,00	0,035	15,0	3,43			
	4	Gipskartonplatten (DIN 18180) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 3.5.1)	1,50	0,250	900,0	0,06			
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{A,zul.} = 0,25			R_A = 3,81			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13			
29,20 m²	1,6 %	413,3 kg/m²	7,18 W/K	1,6 %	10cm-Regel : 1282 Wh/K 3cm-Regel : 373 Wh/K	R _{se} = 0,13	U - Wert 0,25 W/m²K		

Bauteil:		EG Decke gegen TG				Fläche :		327,80 m²
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand		
			cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W		
	1	Zement-Estrich (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.4.1)	6,00	1,400	2000,0	0,04		
	2	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 20 kg/m³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.2)	14,00	0,035	20,0	4,00		
	3	Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 2.1.5)	18,00	2,300	2300,0	0,08		
	Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{A,zul.} = 1,20			R_A = 4,12	
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,17		
327,80 m²	17,5 %	536,8 kg/m²	75,68 W/K	16,5 %	10cm-Regel : 10927 Wh/K 3cm-Regel : 5463 Wh/K	R _{se} = 0,04	U - Wert 0,23 W/m²K	

Bauteil:		Sohle Erdreich				Fläche :		114,10 m²
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand		
			cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W		
	1	Zement-Estrich (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.4.1)	6,00	1,400	2000,0	0,04		
	2	Polystyrol PS -Extruderschaum (WLG 035) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.2.1.2)	14,00	0,035	25,0	4,00		
	3	Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 2.1.5)	15,00	2,300	2300,0	0,07		
	Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{A,zul.} = 0,90			R_A = 4,11	
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,17		
114,10 m²	6,1 %	468,5 kg/m²	26,67 W/K	5,8 %	10cm-Regel : 3803 Wh/K 3cm-Regel : 1902 Wh/K	R _{se} = 0,00	U - Wert 0,23 W/m²K	

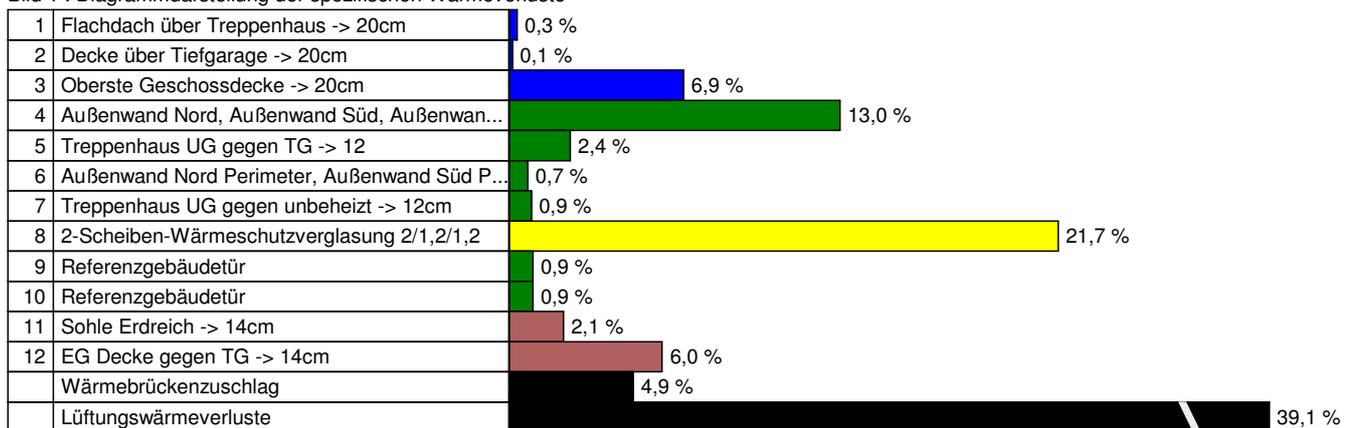
6. Jahres-Heizwärmebedarfsberechnung

6.1 spezifische Transmissionswärmeverluste der Heizperiode

Nr.	Bauteil	Orientierung Neigung	Fläche A m ²	U _i -Wert W/(m ² K)	Faktor F _x	F _x * U * A	
						W/K	%
1	Flachdach über Treppenhaus -> 20cm	N 0,0°	14,00	0,168	1,00	2,35	0,3
2	Decke über Tiefgarage -> 20cm	N 0,0°	6,40	0,168	1,00	1,07	0,1
3	Oberste Geschossdecke -> 20cm	0,0°	421,50	0,166	0,80	56,14	6,9
4	Außenwand Nord -> 20cm	N 90,0°	120,10	0,163	1,00	19,58	2,4
5	Außenwand Süd -> 20cm	S 90,0°	105,60	0,163	1,00	17,21	2,1
6	Außenwand Ost -> 20cm	O 90,0°	220,00	0,163	1,00	35,86	4,4
7	Außenwand West -> 20cm	W 90,0°	207,70	0,163	1,00	33,86	4,1
8	Treppenhaus UG gegen TG -> 12	W 90,0°	78,20	0,251	1,00	19,66	2,4
9	Außenwand Nord Perimeter -> 10cm	N 90,0°	3,10	0,310	1,00	0,96	0,1
10	Außenwand Süd Perimeter -> 10cm	S 90,0°	3,10	0,310	1,00	0,96	0,1
11	Außenwand Ost Perimeter -> 10cm	O 90,0°	6,40	0,310	1,00	1,99	0,2
12	Außenwand West Perimeter -> 10cm	W 90,0°	6,40	0,310	1,00	1,99	0,2
13	Treppenhaus UG gegen unbeheizt -> 12cm	W 90,0°	29,20	0,246	1,00	7,18	0,9
14	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	N 90,0°	19,60	0,900	1,00	17,64	2,2
15	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	S 90,0°	34,10	0,900	1,00	30,69	3,8
16	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	O 90,0°	65,50	0,900	1,00	58,95	7,2
17	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	W 90,0°	77,20	0,900	1,00	69,48	8,5
18	Referenzgebäudetür	N 90,0°	4,20	1,800	1,00	7,56	0,9
19	Referenzgebäudetür	W 90,0°	2,10	1,800	0,50	1,89	0,2
20	Referenzgebäudetür	W 90,0°	6,40	1,800	0,50	5,76	0,7
21	Sohle Erdreich -> 14cm	0,0°	114,10	0,234	0,65	17,34	2,1
22	EG Decke gegen TG -> 14cm	0,0°	327,80	0,231	0,65	49,20	6,0
			ΣA =	1872,70	Σ(F_x * U * A) =		457,31

Nr.	Wärmebrücke	Anzahl n	Länge l m	Ψ W/(mK)	Faktor F _x	F _x * Ψ * l * n	
						W/K	%
1		1	1,000	40,000	1	40,000	4,89
gesamter Wärmebrückenzuschlag						Σ(F_x * Ψ * l * n) =	40,000
							4,90

Bild 1 : Diagrammdarstellung der spezifischen Wärmeverluste



6.2 Lüftungsverluste

Lüftungswärmeverluste	n = 0,28 h⁻¹	319,10 W/K	39,1 %
------------------------------	--------------------------------	-------------------	---------------

6.3 Daten transparenter Bauteile

Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Fläche brutto m ²	Faktor Rahmen- anteil	Faktor Ver- schattung	Faktor Sonnen- schutz	Faktor Nichtsen- rechter Strahlungs- einfall	Gesamt- energie- durchlass- grad	effektive Kollektor- fläche m ²
1	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	N 90,0°	19,60	0,70	1,00	1,00	0,9	0,68	8,40
2	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	S 90,0°	34,10	0,70	1,00	1,00	0,9	0,68	14,61
3	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	O 90,0°	65,50	0,70	0,90	1,00	0,9	0,68	25,25
4	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	W 90,0°	77,20	0,70	0,90	1,00	0,9	0,68	29,77

6.4 Monatsbilanzierung

Wärmeverluste in kWh/Monat												
Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Transmissionswärmeverluste												
Transmissionsverluste	6907	5655	5070	3128	2075	1087	340	238	1515	3368	4708	6022
Wärmebrückenverluste	604	495	443	274	182	95	30	21	132	295	412	527
Summe	7511	6149	5513	3402	2257	1182	370	259	1647	3663	5120	6549
Lüftungswärmeverluste												
Lüftungsverluste	4819	3946	3537	2183	1448	758	237	166	1057	2350	3285	4202
reduzierte Wärmeverluste durch Nachtabstaltung, -senkung												
reduzierte Wärmeverluste	-212	-169	-147	-91	-60	-31	-10	-7	-44	-98	-137	-179
Gesamtwärmeverluste												
Gesamtwärmeverluste	12118	9925	8903	5494	3645	1908	598	418	2660	5916	8269	10572

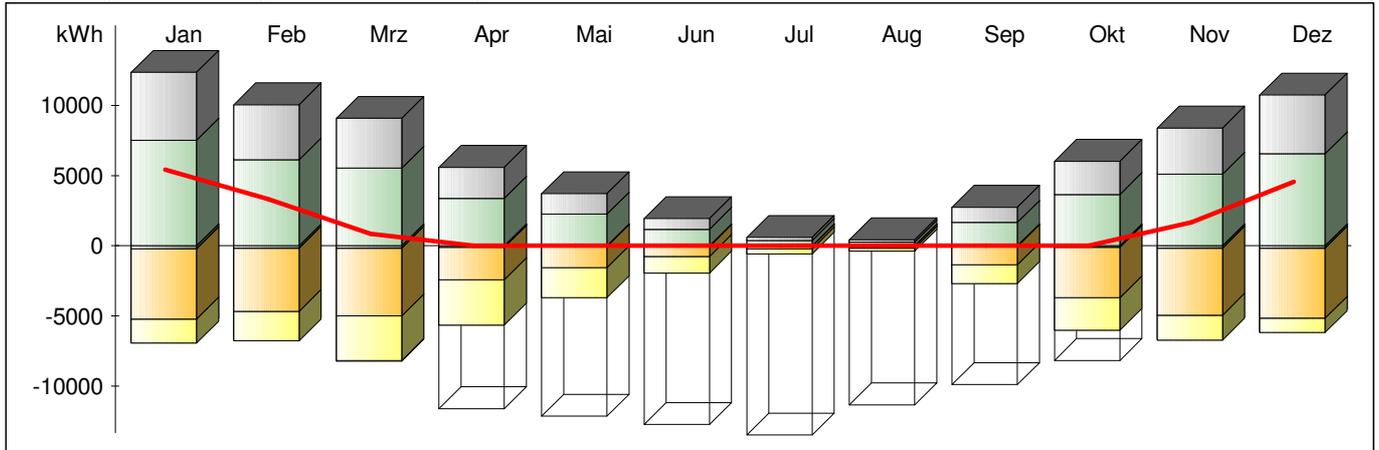
Wärmegewinne in kWh/Monat												
Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Interne Wärmegewinne												
Interne Wärmegewinne	4988	4505	4988	4827	4988	4827	4988	4988	4827	4988	4827	4988
Solare Wärmegewinne												
Fenster N 90°	87	130	212	387	506	599	625	437	290	206	109	62
Fenster S 90°	609	599	869	1441	1293	1367	1467	1217	1210	880	568	359
Fenster O 90°	470	628	996	2273	2461	2727	2931	2161	1636	958	509	282
Fenster W 90°	554	740	1174	2679	2901	3215	3455	2547	1929	1129	600	332
Solare Wärmegewinne	1719	2097	3251	6780	7162	7908	8478	6362	5065	3174	1786	1035
Gesamtwärmegewinne in kWh/Monat												
Gesamtwärmegewinne	6707	6601	8239	11606	12149	12735	13465	11350	9892	8162	6613	6023

6.4 Monatsbilanzierung (Fortsetzung)

Heizwärmebedarf in kWh/Monat												
Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Ausnutzungsgrad Gewinne	1,000	1,000	0,974	0,473	0,300	0,150	0,044	0,037	0,269	0,724	0,995	1,000
Heizwärmebedarf	5411	3326	882	0	0	0	0	0	0	7	1686	4550
Heizgrenztemperatur in °C und Heiztage												
Heizgrenztemperatur	8,57	7,63	6,19	0,35	0,11	-1,46	-1,94	1,35	3,11	6,31	8,37	9,63
Mittl. Außentemperatur:	-1,30	0,60	4,10	9,50	12,90	15,70	18,00	18,30	14,40	9,10	4,70	1,30
Heiztage	31,0	28,0	20,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	30,0	31,0

6.5 Monatsbilanzierung - Zusammenfassung

Bild 2 : Diagrammdarstellung der Monatsbilanzierung



Ergebnisse des Monatsbilanzverfahrens

Jahres-Heizwärmebedarf = 15.862 kWh/a

**flächenbezogener
Jahres-Heizwärmebedarf = 11,83 kWh/(m²a)**

**volumenbezogener
Jahres-Heizwärmebedarf = 3,79 kWh/(m³a)**

Zahl der Heiztage = 143,4 d/a

Heizgradtagzahl = 2.457 Kd/a

- Heizwärmebedarf
- Lüftungswärmeverluste
- Transmissionswärmeverluste
- Reduzierung der Wärmeverluste (Heizungsunterbrechung, etc.)
- nutzbare interne Wärmegewinne
- nutzbare solare Wärmegewinne
- nicht nutzbare Wärmegewinne

7. Anlagenbewertung nach DIN 4701-10

7.1 Anlagenbeschreibung

Heizung:

Erzeugung	Zentrale Wärmeerzeugung, 2 Wärmeerzeuger Wärmeerzeuger 1 - 90% Deckungsanteil Brennwert-Kessel - 34 kW, Heizöl EL Aufstellort: außerhalb der therm. Hülle, Keller = Aufstellort Warmwasserspeicher Wärmeerzeuger 2 - 10% Deckungsanteil pauschal Solare Heizungsunterstützung - Sonnen-Energie
Verteilung	Auslegungstemperaturen 55/45 °C Dämmung der Leitungen: nach EnEV Standardlängen Verteilleitung - 61,0 m - 0,255 W/mK - innerhalb der thermischen Hülle Strangleitung - 100,6 m - 0,255 W/mK - im Gebäudeinneren Anbindeleitung - 737,4 m - 0,255 W/mK optimierter Betrieb (optimale Heizkurve, hydraul. Abgleich) Umwälzpumpe leistungsgeregelt
Übergabe	freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 1 K
Lüftungsanlage	Belüftete Fläche 1340,74 m ² Belüfteter Flächeanteil 100 % zentrale Lüftungsanlage Anlagen-Luftwechselrate 0,40 1/h Volumenbezogene Ventilatorleistung 0,38 W/(m ³ /h) Gleichstrom (DC) - Ventilatoren mit Abluft/Zuluft-Wärmeübertrager (Wärmerückgewinnung) Wärmebereitstellungsgrad 70 % Gehäusewärmeverluste, Frostbetrieb und Volumenbalance berücksichtigt Frostschutz: elektr. Luftvorwärmung (Frostschutzbetrieb) Übergabe Luftauslässe überwiegend im Innenwandbereich Verteilleitungen innerhalb therm. Hülle, Standardlängen Hinweis: Ein positiver Nachweis der Luftdichtheit ist zu erbringen!

Warmwasser:

Erzeugung	Zentrale Warmwasserbereitung, 2 Wärmeerzeuger Wärmeerzeuger 1 - 50% Deckungsanteil Solaranlage - Sonnen-Energie Flachkollektor - 2 x 30,00 m ² Wärmeerzeuger 2 - 50% Deckungsanteil Warmwassererzeugung über die Heizungsanlage
Speicherung	bivalenter Solarspeicher - 3 x 740 Liter, Dämmung nach EnEV
Verteilung	Verteilung mit Zirkulation Dämmung der Leitungen: nach EnEV

7.1 Anlagenbeschreibung (Fortsetzung)

Standardlängen

Verteilleitung - 52,8 m - 0,200 W/mK - innerhalb der thermischen Hülle

Strangleitung - 100,6 m - 0,200 W/mK

Stichleitung - 67,0 m - 0,200 W/mK

7.2 Ergebnisse

Gebäude/ -teil: Mehrfamilienhaus

Straße, Hausnummer: Klabundeweg

PLZ, Ort: 22359 Hamburg

Eingaben: $A_N = 1340,7 \text{ m}^2$ $t_{HP} = 185 \text{ Tage}$

	TRINKWASSER- ERWÄRMUNG	HEIZUNG	LÜFTUNG
absoluter Bedarf	$Q_{tw} = 16759 \text{ kWh/a}$	$Q_h = 37370 \text{ kWh/a}$	
bezogener Bedarf	$q_{tw} = 12,50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$q_h = 27,87 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	

Ergebnisse:

Deckung von q_h	$q_{h,TW} = 2,64 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$q_{h,H} = 11,20 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$q_{h,L} = 14,04 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Σ WÄRME	$Q_{TW,E} = 14058 \text{ kWh/a}$	$Q_{H,E} = 16195 \text{ kWh/a}$	$Q_{L,E} = 0 \text{ kWh/a}$
Σ HILFS-ENERGIE	512 kWh/a	627 kWh/a	2497 kWh/a
Σ PRIMÄR-ENERGIE	$Q_{TW,P} = 16795 \text{ kWh/a}$	$Q_{H,P} = 19445 \text{ kWh/a}$	$Q_{L,P} = 6493 \text{ kWh/a}$

ENDENERGIE	$Q_E = 30253 \text{ kWh/a}$	Σ WÄRME
	3636 kWh/a	Σ HILFSENERGIE
PRIMÄRENERGIE	$Q_p = 42733 \text{ kWh/a}$	Σ PRIMÄRENERGIE
	$q_p = 31,87 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	
ANLAGEN-AUFWANDSZAHL	$e_p = 0,79 \text{ [-]}$	
ENDENERGIE	nach eingesetzten Energieträgern	
	$Q_{E,1} = 30253 \text{ kWh/a}$	Σ Heizöl EL

7.3 Detailbeschreibung

Berechnungsverfahren:

Die Berechnung des Primärenergiebedarfs q_p und der Anlagenaufwandszahl e_p erfolgt nach dem Berechnungsverfahren der DIN 4701-10 : 2003-08. Soweit nicht anders angegeben werden hierbei die von der DIN 4701-10 vorgegebenen Standardwerte für die Berechnungsparameter verwendet. Diese werden nach Abschnitt 5 unter den dort angegebenen Randbedingungen berechnet.

Nutzfläche des Gebäudes : 1340,7 m²

Heizung und Lüftung:

Das Gebäude enthält **einen** Heizungsbereich

Heizungs-Bereich Nr. 1 :

Nutzfläche : 1340,7 m²

Bereich **mit** Lüftungsanlage

Der Bereich enthält **einen** Zentralheizungs-Verteilstrang

Zentralheizungs-Verteilstrang Nr. 1

max. Vor-/Rücklauftemperatur : 55 / 45 °C

Innenverteilung (Strangleitungen an den Innenwänden)

Verteil-Leitungen innerhalb der thermischen Hülle

leistungsgeregelte Umwälzpumpe

Übergabe-Komponente : freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich

Regelung : Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 1 K

Der Bereich enthält **keinen** dezentralen Wärmeerzeuger

Zentralheizungs-Gruppe des Bereiches:

Die Gruppe enthält **keinen** Pufferspeicher.

Die Gruppe enthält eine Solaranlage zur solaren Heizungsunterstützung.

Wärmeerzeuger Nr. 1 :

Wärmeerzeuger-Typ : Brennwert-Kessel

Brennstoff : Heizöl EL

Aufstellort : außerhalb der therm. Hülle, Keller

Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :

* Kessel-Nennwärmeleistung : 34,0 kW

* Es wurde der Standardwert "Brennwertkessel verbessert" für den 30%-Wirkungsgrad verwendet !

* Eingesetzte Kessel müssen daher mindestens einen 30%-Wirkungsgrad von 99,6 % erreichen !

Lüftungsanlage des Bereiches:

Der belüftete Flächenanteil des Bereichs beträgt 100,0 % der Bereichsfläche

Art : zentrale Lüftungsanlage

belüftete Nutzfläche : 1340,7 m²

Luftauslässe überwiegend im Innenwandbereich

mit Einzelraumregelung

Verteilleitungen innerhalb therm. Hülle, Standardlängen

Gleichstrom-Ventilatoren (DC)

Die Lüftungsanlage enthält einen Abluft-/Zuluft-Wärmeübertrager.

Wärmeübertrager:

Wärmebereitstellungsgrad : 70,0 %

Frostschutz: elektr. Luftvorwärmung (Frostschutzbetrieb)

Trinkwarmwasser :

Das Gebäude enthält **einen** Trinkwasserbereich

Trinkwasser-Bereich Nr. 1 :

Nutzfläche : 1340,7 m²

Die Versorgung des Bereiches erfolgt zentral

Übergabe in aneinander grenzende Räume mit gemeinsamer Installationswand.

zentraler Trinkwasser-Strang :

Lage der Verteilleitungen : innerhalb der thermischen Hülle

mit Zirkulation

Übergabe in angrenzende Räume mit gemeinsamer Installationswand

Verteilleitungen innerhalb der thermischen Hülle.

7.3 Detailbeschreibung (Fortsetzung)

Warmwasser-Bereiter :

Art : bivalenter Solarspeicher

Aufstellort : außerhalb der therm. Hülle, Keller

Die Beheizung der Speicher erfolgt durch eine Solaranlage und ...

... einen Spitzenlast-Wärmeerzeuger.

Wärmeerzeuger Nr. 1 (Solaranlage, ganzjährig) :

Wärmeerzeuger-Typ : Solaranlage

Es werden 2 gleiche Wärmeerzeuger des Typs parallel betrieben!

Kollektortyp : Flachkollektor

Ausrichtung : -45 °

Neigung : 27 °

Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :

* Kollektor-Fläche : 30,0 m²

Wärmeerzeuger Nr. 2 (Spitzenlast, ganzjährig) :

Wärmeerzeuger-Typ : Brennwert-Kessel

Brennstoff : Heizöl EL

Aufstellort : außerhalb der therm. Hülle, Keller

Kombibetrieb (Warmwasser + Heizung)

Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :

* Kessel-Nennwärmeleistung : 34,0 kW

* Es wurde der Standardwert "Brennwertkessel verbessert" für den 100%-Wirkungsgrad verwendet !

* Eingesetzte Kessel müssen daher mindestens einen 100%-Wirkungsgrad von 95,8 % erreichen !

7.4 Ergebnisse Heizung

Bereich 1 - zentral - Heiz-Strang:

WÄRME (WE)					
	Rechnervorschrift/Quelle	Dimension			
q_h	Heizwärmebedarf	kWh/m ² a			27,87
q_{h,TW}	aus Berechnungsblatt Trinkwasser	kWh/m ² a	-		2,64
q_{h,L}	aus Berechnungsblatt Lüftung	kWh/m ² a			14,04
q_{c,e}	Verluste Übergabe	kWh/m ² a			1,10
q_d	Verluste Verteilung	kWh/m ² a	+		1,28
q_s	Verluste Speicherung	kWh/m ² a			-
Σ	(q _h - q _{h,TW} - q _{h,L} + q _{c,e} + q _d + q _s)	kWh/m ² a				13,57

	Erzeuger	Erzeuger	Erzeuger
	1	2	3

α_g	Wärmeerzeuger-Deckungsanteil	-	90,00 %	10,00 %	
e_g	Wärmeerzeuger-Aufwandszahl	-	0,99	-	

q_E	Σq × (e _{g,i} × α _{g,i})	kWh/m ² a	12,08	-	
f_p	Primärenergiefaktor	-	1,10	-	
q_p	Σq _{E,i} × f _{p,i}	kWh/m ² a	13,29	-	

Q_h	37370	kWh/a	Wärmebedarf
A_N	1340,7	m ²	Fläche
q_h	27,87	kWh/m ² a	Q _h / A _N

12,08	kWh/m ² a	Endenergie
--------------	----------------------	------------

13,29	kWh/m ² a	Primärenergie
--------------	----------------------	---------------

HILFSENERGIE (HE)					
	Rechnervorschrift / Quelle	Dimension			
q_{ce,HE}	Hilfsenergie Übergabe	kWh/m ² a	+		-
q_{d,HE}	Hilfsenergie Verteilung	kWh/m ² a			0,38
q_{s,HE}	Hilfsenergie Speicherung	kWh/m ² a			-

	Erzeuger	Erzeuger	Erzeuger
	1	2	3

α_g	Wärmeerzeuger-Deckungsanteil	-	90,00 %	10,00 %	
q_{g,HE}	Hilfsenergie Erzeugung	kWh/m ² a	0,10	-	
α × q_{g,HE}		kWh/m ² a	0,09	-	

Σq_{HE,E}	(q _{ce,HE} + q _{d,HE} + q _{s,HE} + Σαq _{g,HE})	kWh/m ² a		0,47	
f_p	Primärenergiefaktor	-		2,60	
q_{HE,p}	Σq _{HE,E} × f _p	kWh/m ² a		1,22	

0,47	kWh/m ² a	Endenergie
-------------	----------------------	------------

1,22	kWh/m ² a	Primärenergie
-------------	----------------------	---------------

Q_{H,E} Σq_E × A_N
 Σq_{HE,E} × A_N
Q_{H,P} (Σq_p + Σq_{HE,p}) × A_N

WÄRME	16195	kWh/a
HILFS-ENERGIE	627	kWh/a
	19445	kWh/a

ENDENERGIE

PRIMÄRENERGIE

7.5 Ergebnisse Lüftung

Lüftungs-Strang: **Heizungs-Bereich 1 zentrale Lüftungsanlage**

$A_N =$	1340,7	m²	aus DIN V 4108-6
$F_{GT} =$	59,0	KKh/a	Tabelle 5.2 oder DIN 4108-6
$n_A =$	0,40	1/h	
$f_g =$		[-]	Tabelle 5.2 - 3

WÄRME (WE)									
Rechenvorschrift / Quelle	Dimension	Erzeuger WRG mit WÜT	Erzeugung						
			Erzeuger L/L-WP	Erzeuger Heizregister					
$q_{L,g}$	kWh/m ² a	14,04	+	-	+	-	-	-	14,04
$e_{L,g}$	kWh/m ² a	-		-		-			
						$q_{L,d}$	$q_{L,ce}$	$q_{h,n}$	$q_{h,L}$
						kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a
$Q_{L,g,E}$	$q_{L,g,i} \times e_{L,g,i}$	kWh/m ² a		-	+	-	- kWh/m ² Endenergie		
f_p	Tabelle C.4-1	-		-		-			
$Q_{L,P}$	$q_{L,g,E,i} \times f_{P,i}$	kWh/m ² a		-	+	-	- kWh/m ² Primärenergie		

HILFSENERGIE (HE)									
Rechenvorschrift / Quelle	Dimension	Erzeuger WRG mit WÜT	Erzeugung						
			Erzeuger L/L - WP	Erzeuger Heizregister					
$q_{L,g,HE}$	kWh/m ² a	0,18	+	-	+	-			
$q_{L,ce,HE}$	kWh/m ² a					-			
$q_{L,d,HE}$	kWh/m ² a					1,69			
$q_{L,HE,E}$	$\sum q_{L,g,HE,i} + q_{L,ce,HE} + q_{L,d,HE}$	kWh/m ² a				1,86	1,86 kWh/m² Endenergie		
f_p	Tabelle C.4-1	-				2,60			
$q_{L,HE,P}$	$\sum q_{L,HE,E} \times f_p$	kWh/m ² a				4,84	4,84 kWh/m² Primärenergie		

$Q_{L,E} \quad \sum q_{L,E} \times A_N$ WÄRME **0 kWh/a** ENDENERGIE

$\sum q_{L,HE,E} \times A_N$ HILFSENERGIE **2497 kWh/a**

$Q_{L,P} \quad (\sum q_{L,P} + \sum q_{L,HE,P}) \times A_N$ **6493 kWh/a** PRIMÄRENERGIE

7.6 Ergebnisse Trinkwassererwärmung

Bereich 1 - zentral -
TW-Strang:

WÄRME (WE)					
Rechnervorschrift/Quelle		Dimension			
q_{TW}	Trinkwasser-Wärmebedarf	kWh/m ² a	+	12,50	
$q_{TW,ce}$	Verluste Übergabe	kWh/m ² a		-	
$q_{TW,d}$	Verluste Verteilung	kWh/m ² a		5,87	
$q_{TW,s}$	Verluste Speicherung	kWh/m ² a		1,03	
Σ	($q_{TW} + q_{TW,ce} + q_{TW,d} + q_{TW,s}$)	kWh/m ² a		19,41	
			Erzeuger	Erzeuger	Erzeuger
			1	2	3
$\alpha_{TW,g}$	Wärmeerzeuger-Deckungsanteil	-	50,04 %	49,96 %	
$e_{TW,g}$	Wärmeerzeuger-Aufwandszahl	-	-	1,08	
$q_{TW,E}$	$\Sigma q_{TW} \times (e_{TW,g,i} \times \alpha_{TW,g,i})$	kWh/m ² a	-	10,49	
$f_{PE,i}$	Primärenergiefaktor	-	-	1,10	
$q_{TW,P}$	$\Sigma q_{TW,E,i} \times f_{p,i}$	kWh/m ² a	-	11,53	

Q_{TW}	16759 kWh/a	Wärmebedarf
A_N	1340,7 m ²	Fläche
q_{TW}	12,50 kWh/m ² a	Q_{TW} / A_N

Heizwärmegutschriften

$q_{h,TW,d}$	2,64 kWh/m ² a	Verteilung
$q_{h,TW,s}$	- kWh/m ² a	Speicherung
$q_{h,TW}$	2,64 kWh/m ² a	$\Sigma q_{h,TW,d} + q_{h,TW,s}$

10,49 kWh/m²a Endenergie

11,53 kWh/m²a Primärenergie

HILFSENERGIE (HE)					
(Strom) Rechnervorschrift / Quelle		Dimension			
$q_{TW,ce,HE}$	Hilfsenergie Übergabe	kWh/m ² a	+	-	
$q_{TW,d,HE}$	Hilfsenergie Verteilung	kWh/m ² a		0,19	
$q_{TW,s,HE}$	Hilfsenergie Speicherung	kWh/m ² a		0,02	
			Erzeuger	Erzeuger	Erzeuger
			1	2	3
$\alpha_{TW,g}$	Wärmeerzeuger-Deckungsanteil	-	50,04 %	49,96 %	
$q_{TW,g,HE}$	Hilfsenergie Erzeugung	kWh/m ² a	0,25	0,10	
$\alpha \times q_{g,HE}$		kWh/m ² a	0,13	0,05	
$\Sigma q_{TW,HE,E}$	($q_{TW,ce,HE} + q_{TW,s,HE} + q_{TW,d,HE} + \Sigma \alpha q_{g,HE}$)	kWh/m ² a	0,38		
f_p	Primärenergiefaktor	-	2,60		
$q_{TW,HE,P}$	$\Sigma q_{TW,HE,E} \times f_p$	kWh/m ² a	0,99		

0,38 kWh/m²a Endenergie

0,99 kWh/m²a Primärenergie

$Q_{TW,E}$	$\Sigma q_{TW,E} \times A_N$	WÄRME	14058 kWh/a	ENDENERGIE
	$\Sigma q_{TW,HE,E} \times A_N$	HILFS-ENERGIE	512 kWh/a	
$Q_{TW,P}$	($\Sigma q_{TW,P} + \Sigma q_{TW,HE,P}$) $\times A_N$		16795 kWh/a	PRIMÄRENERGIE

Energieberatung nach DIN 4108-6 und DIN 4701-10

- für Gebäude mit normalen Innentemperaturen -

Objekt Klabundeweg MFH
 EH55 V2 WP+50%Sol.

 Klabundeweg
 22359 Hamburg

Auftraggeber Walddorfer Wohnungsbaugenossenschaft e.G.

 Volksdorfer Damm 188
 22344 Hamburg

Aussteller

 sumbi INGENIEURE

 Telemannstrasse 56a
 20255 Hamburg

 Telefon : 040-411885670
 Telefax : 040-411885698
 e-mail : info@sumbi.de

(Datum)

(Unterschrift)

1. Allgemeine Projektdaten

Projekt : Klabundeweg MFH
Klabundeweg
22359 Hamburg

EH55 V2 WP+50%Sol.

Gebäudetyp : Wohngebäude
Innentemperatur : normale Innentemperatur
Anzahl Vollgeschosse : 3
Anzahl Wohneinheiten : 12

2. Berechnungsgrundlagen

Berechnungsverfahren : Jahres-Heizwärmebedarf des Gebäudes mittels Monatsbilanzierung
Jahres-Primärenergiebedarf mittels ausführlichem Berechnungsverfahren

Rechenprogramm : - Energieberater PLUS - Hamburger Energiepass 7.1.0 - Hottgenroth Softwar...

Folgende Normen und Verordnungen wurden im Rechenprogramm berücksichtigt:

**Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden
(Energieeinsparverordnung – EnEV) vom 29. April 2009**

DIN EN 832 : 2003-06	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Berechnung des Heizenergiebedarfs - Wohngebäude
DIN V 4108-6 : 2003-06	Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden Teil 6 : Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs
DIN V 4701-10/A1 : 2006-12	Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen Teil 10 : Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung
DIN EN ISO 13370 : 1998-12	Wärmeübertragung über das Erdreich - Berechnungsverfahren
DIN EN ISO 6946 : 2003-10	Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren
DIN EN ISO 10077-1 : 2006-12	Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten - Teil 1 : Vereinfachtes Verfahren
DIN V 4701-12 : 2004-02	Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen im Bestand - Teil 12: Wärmeerzeuger und Trinkwassererwärmung
DIN EN ISO 13789 : 1999-10	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Spezifischer Transmissionswärmeverlustkoeffizient - Berechnungsverfahren
DIN V 4108-2 : 2003-07	Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
DIN 4108-3 : 2001-07	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung
DIN V 4108-4 : 2004-07	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte
DIN 4108-5 : 1981-08	Wärmeschutz im Hochbau - Berechnungsverfahren
DIN V 4108 Bbl 2 : 2006-03	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Wärmebrücken - Planungs- und Ausführungsbeispiele
DIN EN 12524 : 2000-07	Baustoffe und -produkte - Wärme- und feuchteschutztechnische Eigenschaften - Tabellierte Bemessungswerte

Angaben zum Energiebedarfsausweis nach EnEV

3.1 Objektbeschreibung

Objekt

Gebäude / -teil
 Straße, Haus-Nr.
 PLZ, Ort
 Nutzungsart Wohngebäude

 Baujahr Jahr der baul. Änderung

Geometrische Angaben

Wärmeübertragende Umfassungsfläche A m²
 beheiztes Gebäudevolumen V_e m³
 Verhältnis A/V_e m⁻¹
 Bei Wohngebäuden:
 Gebäudenutzfläche A_N m²
 Wohnfläche (Angabe freiwillig) m²

Beheizung und Warmwasserbereitung

Art der Beheizung ---
 Art der Warmwasserbereitung ---
 Art der Nutzung erneuerbarer Energien Anteil am Heizwärmebedarf %

3.2 Energiebedarf

Jahres-Primärenergiebedarf

Zulässiger Höchstwert

58,47 kWh/m²



Berechneter Wert

31,28 kWh/m²

Endenergiebedarf nach eingesetzten Energieträgern

	Energieträger 1	Energieträger 2	Energieträger 3
	Strom-Mix	Hilfsenergie (Strom)	
Jahres-Endenergiebedarf (absolut)	<input type="text" value="11395"/> kWh	<input type="text" value="4736"/> kWh	<input type="text"/> kWh
Jahres-Endenergiebedarf bezogen auf			
die Gebäudenutzfläche A _N (für Wohngebäude)	<input type="text" value="8,50"/> kWh/m ²	<input type="text" value="3,53"/> kWh/m ²	<input type="text"/> kWh/m ²
die Wohnfläche (für Wohngebäude, die Angabe ist freigestellt)	<input type="text" value="-"/> kWh/m ²	<input type="text" value="-"/> kWh/m ²	<input type="text"/> kWh/m ²
das beheizte Gebäudevolumen (für Nicht-Wohngebäude)	<input type="text" value="2,72"/> kWh/m ³	<input type="text" value="1,13"/> kWh/m ³	<input type="text"/> kWh/m ³

Hinweis

Die angegebenen Werte des Jahres-Primärenergiebedarfs und des Endenergiebedarfs sind vornehmlich für die überschlägig vergleichende Beurteilung von Gebäuden und Gebäudeentwürfen vorgesehen. Sie wurden auf der Grundlage von Planungsunterlagen ermittelt. Sie erlauben nur bedingt Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch, weil der Berechnung dieser Werte auch normierte Randbedingungen etwa hinsichtlich des Klimas, der Heizdauer, der Innentemperatur, des Luftwechsels, der solaren und internen Wärmegevinne und des Warmwasserbedarfs zugrunde liegen. Die normierten Randbedingungen sind für die Anlagentechnik in DIN V 4701-10 : 2003-08 Nr. 5 und im Übrigen in DIN V 4108-6 : 2003-06 Anhang D festgelegt. Die Angaben beziehen sich auf Gebäude und sind nur bedingt auf einzelne Wohnungen oder Gebäudeteile übertragbar.

3.3 Weitere energiebezogene Merkmale

Transmissionswärmeverlust

Zulässiger Höchstwert

0,50 W/(m²K)



Berechneter Wert

0,27 W/(m²K)

Anlagentechnik

Anlagenaufwandszahl e_p

0,82

Berechnungsblätter sind beigelegt

Die Wärmeabgabe der Wärme- und Warmwasserverteilungsleitungen wurde nach Anlage 5 EnEV begrenzt.

Berücksichtigung von Wärmebrücken

- pauschal mit 0,10 W/(m²K)
- pauschal mit 0,05 W/(m²K) bei Verwendung von Planungsbeispielen nach DIN 4108 : 2004-01 Beibl. 2
- pauschal mit 0,15 W/(m²K) bei überwiegender Innendämmung
- mit differenziertem Nachweis
 - Berechnungen sind beigelegt

Sommerlicher Wärmeschutz

- Nachweis nicht erforderlich
- Nachweis der Begrenzung des Sonneneintragskennwerts wurde geführt
 - Berechnungen sind beigelegt
- das Nichtwohngebäude ist mit Anlagen nach Anlage 2 Nr. 4 EnEV ausgestattet. Die innere Kühllast wird minimiert.

Dichtheit und Lüftung

- ohne Nachweis
- mit Nachweis nach Anlage 4 Nr. 2 EnEV
 - Messprotokoll ist beigelegt

Mindestluftwechsel erfolgt durch

- Fensterlüftung
- mechanische Lüftung
-

Einzelnachweise, Ausnahmen und Befreiungen

Einzelnachweis nach EnEV wurde geführt für

Nachweise sind beigelegt

eine Ausnahme nach EnEV wurde zugelassen. Sie betrifft

Bescheide sind beigelegt

eine Befreiung nach EnEV wurde erteilt. Sie umfasst

Verantwortlich für die Angaben

Name, Funktion / Firma, Anschrift

ggf. Stempel / Firmenzeichen

sumbi INGENIEURE

Telemannstrasse 56a
20255 Hamburg

Datum, Unterschrift

ggf. Unterschrift Entwurfsverfasser

4. Gebäudegeometrie

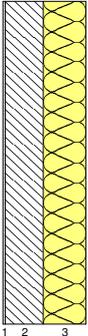
4.1 Gebäudegeometrie - Flächen

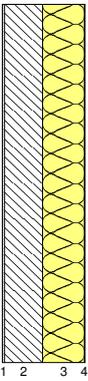
Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Berechnung	Fläche brutto m ²	Fläche netto m ²	Flächen- anteil %
1	Oberste Geschossdecke	0,0°		421,50	421,50	22,5
2	Flachdach über Treppenhaus	N 0,0°		14,00	14,00	0,7
3	Decke über Tiefgarage	N 0,0°		6,40	6,40	0,3
4	Außenwand Nord	N 90,0°		139,70	120,10	6,4
5	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/...	N 90,0°		-	19,60	1,0
6	Außenwand Nord Perimeter	N 90,0°		3,10	3,10	0,2
7	Außenwand Süd	S 90,0°		139,70	105,60	5,6
8	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/...	S 90,0°		-	34,10	1,8
9	Außenwand Süd Perimeter	S 90,0°		3,10	3,10	0,2
10	Außenwand Ost	O 90,0°		289,70	220,00	11,7
11	Referenzgebäudetür	N 90,0°		-	4,20	0,2
12	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/...	O 90,0°		-	65,50	3,5
13	Außenwand Ost Perimeter	O 90,0°		6,40	6,40	0,3
14	Außenwand West	W 90,0°		284,90	207,70	11,1
15	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/...	W 90,0°		-	77,20	4,1
16	Außenwand West Perimeter	W 90,0°		6,40	6,40	0,3
17	Treppenhaus UG gegen TG	W 90,0°		80,30	78,20	4,2
18	Referenzgebäudetür	W 90,0°		-	2,10	0,1
19	Treppenhaus UG gegen unbeheizt	W 90,0°		35,60	29,20	1,6
20	Referenzgebäudetür	W 90,0°		-	6,40	0,3
21	EG Decke gegen TG	0,0°		327,80	327,80	17,5
22	Sohle Erdreich	0,0°		114,10	114,10	6,1

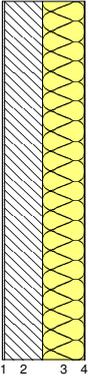
4.2 Gebäudegeometrie - Zusammenfassung

Gebäudehüllfläche :	1872,70 m²
Gebäudevolumen :	4189,80 m³
Beheiztes Luftvolumen :	3351,84 m³
Gebäudenutzfläche :	1340,74 m²
A/V_e-Verhältnis :	0,45 1/m

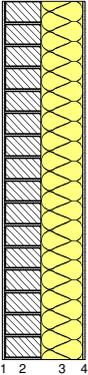
5. U - Wert - Ermittlung - sanierte Bauteile

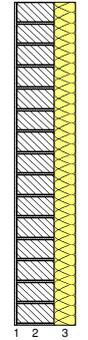
Bauteil:		Oberste Geschossdecke				Fläche : 421,50 m²	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand	
			cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W	
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)	1,00	0,700	1400,0	0,01	
	2	Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 2.1.5)	18,00	2,300	2300,0	0,08	
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 20 kg/m³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.2)	20,00	0,035	20,0	5,71	
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 0,90			R_λ = 5,81	
	Bauteilfläche	spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,10	
	421,50 m²	22,5 %	432,0 kg/m²	70,17 W/K	15,3 %	R _{se} = 0,10	
				10cm-Regel : 25875 Wh/K	3cm-Regel : 7025 Wh/K	U - Wert 0,17 W/m²K	

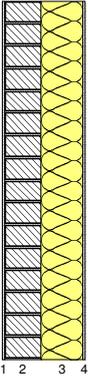
Bauteil:		Flachdach über Treppenhaus				Fläche / Ausrichtung : 14,00 m² N	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand	
			cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W	
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)	1,00	0,700	1400,0	0,01	
	2	Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 2.1.5)	18,00	2,300	2300,0	0,08	
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 20 kg/m³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.2)	20,00	0,035	20,0	5,71	
4	Kunststoff-Dachbahn ECB (DIN 16729 - 2,0) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 7.3.4)	0,30	0,200	700,0	0,02		
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 5,82	
	Bauteilfläche	spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,10	
	14,00 m²	0,7 %	434,1 kg/m²	2,35 W/K	0,5 %	R _{se} = 0,04	
				10cm-Regel : 859 Wh/K	3cm-Regel : 233 Wh/K	U - Wert 0,17 W/m²K	

Bauteil:		Decke über Tiefgarage				Fläche / Ausrichtung : 6,40 m² N	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand	
			cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W	
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)	1,00	0,700	1400,0	0,01	
	2	Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 2.1.5)	18,00	2,300	2300,0	0,08	
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 20 kg/m³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.2)	20,00	0,035	20,0	5,71	
4	Glasvlies-Bitumendachbahn (DIN 52143) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 7.3.3)	0,30	0,170	1200,0	0,02		
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 5,82	
	Bauteilfläche	spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,10	
	6,40 m²	0,3 %	435,6 kg/m²	1,07 W/K	0,2 %	R _{se} = 0,04	
				10cm-Regel : 393 Wh/K	3cm-Regel : 107 Wh/K	U - Wert 0,17 W/m²K	

5. U - Wert - Ermittlung - sanierte Bauteile (Fortsetzung)

Bauteil:		Außenwand Nord				Fläche / Ausrichtung :		120,10 m ² N	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
			cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W			
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)	1,00	0,700	1400,0	0,01			
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)	17,50	0,790	1600,0	0,22			
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)	20,00	0,035	15,0	5,71			
	4	Kunstharzputz (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.8)	1,00	0,700	1100,0	0,01			
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 5,96			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13		R _{se} = 0,04	
120,10 m ²		6,4 %	308,0 kg/m ²	19,58 W/K	4,3 %	10cm-Regel : 5271 Wh/K		U - Wert	
						3cm-Regel : 1535 Wh/K		0,16 W/m²K	

Bauteil:		Außenwand Nord Perimeter				Fläche / Ausrichtung :		3,10 m ² N	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
			cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W			
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)	1,00	0,700	1400,0	0,01			
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)	17,50	0,790	1600,0	0,22			
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)	10,00	0,035	15,0	2,86			
	Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 3,09		
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13		R _{se} = 0,00	
3,10 m ²		0,2 %	295,5 kg/m ²	0,96 W/K	0,2 %	10cm-Regel : 136 Wh/K		U - Wert	
						3cm-Regel : 40 Wh/K		0,31 W/m²K	

Bauteil:		Außenwand Süd				Fläche / Ausrichtung :		105,60 m ² S	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
			cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W			
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)	1,00	0,700	1400,0	0,01			
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)	17,50	0,790	1600,0	0,22			
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)	20,00	0,035	15,0	5,71			
	4	Kunstharzputz (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.8)	1,00	0,700	1100,0	0,01			
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 5,96			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13		R _{se} = 0,04	
105,60 m ²		5,6 %	308,0 kg/m ²	17,21 W/K	3,8 %	10cm-Regel : 4635 Wh/K		U - Wert	
						3cm-Regel : 1349 Wh/K		0,16 W/m²K	

5. U - Wert - Ermittlung - sanierte Bauteile (Fortsetzung)

Bauteil:		Außenwand Süd Perimeter				Fläche / Ausrichtung :		3,10 m ² S	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
		cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W				
1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01				
2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)</small>	17,50	0,790	1600,0	0,22				
3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)</small>	10,00	0,035	15,0	2,86				
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 3,09			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13			
3,10 m ²	0,2 %	295,5 kg/m ²	0,96 W/K	0,2 %	10cm-Regel : 136 Wh/K 3cm-Regel : 40 Wh/K	R _{se} = 0,00			
						U - Wert 0,31 W/m²K			

Bauteil:		Außenwand Ost				Fläche / Ausrichtung :		220,00 m ² O	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
		cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W				
1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01				
2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)</small>	17,50	0,790	1600,0	0,22				
3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)</small>	20,00	0,035	15,0	5,71				
4	Kunstharzputz <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.8)</small>	1,00	0,700	1100,0	0,01				
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 5,96			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13			
220,00 m ²	11,7 %	308,0 kg/m ²	35,86 W/K	7,8 %	10cm-Regel : 9656 Wh/K 3cm-Regel : 2811 Wh/K	R _{se} = 0,04			
						U - Wert 0,16 W/m²K			

Bauteil:		Außenwand Ost Perimeter				Fläche / Ausrichtung :		6,40 m ² O	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
		cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W				
1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01				
2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)</small>	17,50	0,790	1600,0	0,22				
3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)</small>	10,00	0,035	15,0	2,86				
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 3,09			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13			
6,40 m ²	0,3 %	295,5 kg/m ²	1,99 W/K	0,4 %	10cm-Regel : 281 Wh/K 3cm-Regel : 82 Wh/K	R _{se} = 0,00			
						U - Wert 0,31 W/m²K			

5. U - Wert - Ermittlung - sanierte Bauteile (Fortsetzung)

Bauteil:		Außenwand West				Fläche / Ausrichtung :		207,70 m² W	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
		cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W				
1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01				
2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)</small>	17,50	0,790	1600,0	0,22				
3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)</small>	20,00	0,035	15,0	5,71				
4	Kunstharzputz <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.8)</small>	1,00	0,700	1100,0	0,01				
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 5,96			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13			
207,70 m²	11,1 %	308,0 kg/m²	33,86 W/K	7,4 %	10cm-Regel : 9116 Wh/K 3cm-Regel : 2654 Wh/K	R _{se} = 0,04	U - Wert 0,16 W/m²K		

Bauteil:		Außenwand West Perimeter				Fläche / Ausrichtung :		6,40 m² W	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
		cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W				
1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01				
2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)</small>	17,50	0,790	1600,0	0,22				
3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)</small>	10,00	0,035	15,0	2,86				
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 3,09			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13			
6,40 m²	0,3 %	295,5 kg/m²	1,99 W/K	0,4 %	10cm-Regel : 281 Wh/K 3cm-Regel : 82 Wh/K	R _{se} = 0,00	U - Wert 0,31 W/m²K		

Bauteil:		Treppenhaus UG gegen TG				Fläche / Ausrichtung :		78,20 m² W	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
		cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W				
1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01				
2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)</small>	24,00	0,790	1600,0	0,30				
3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)</small>	12,00	0,035	15,0	3,43				
4	Gipskartonplatten (DIN 18180) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 3.5.1)</small>	1,50	0,250	900,0	0,06				
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 3,81			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13			
78,20 m²	4,2 %	413,3 kg/m²	19,66 W/K	4,3 %	10cm-Regel : 3432 Wh/K 3cm-Regel : 999 Wh/K	R _{se} = 0,04	U - Wert 0,25 W/m²K		

5. U - Wert - Ermittlung - sanierte Bauteile (Fortsetzung)

Bauteil:		Treppenhaus UG gegen unbeheizt				Fläche / Ausrichtung :		29,20 m ²	W
	Nr.	Baustoff			Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand	
					cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W	
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)			1,00	0,700	1400,0	0,01	
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)			24,00	0,790	1600,0	0,30	
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)			12,00	0,035	15,0	3,43	
	4	Gipskartonplatten (DIN 18180) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 3.5.1)			1,50	0,250	900,0	0,06	
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!					R_{A,zul.} = 0,25			R_A = 3,81	
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust		wirksame Wärmespeicherfähigkeit			R _{si} = 0,13	U - Wert 0,25 W/m²K
29,20 m ²		1,6 %	413,3 kg/m ²		10cm-Regel : 1282 Wh/K 3cm-Regel : 373 Wh/K			R _{se} = 0,13	

Bauteil:		EG Decke gegen TG				Fläche :		327,80 m ²	
	Nr.	Baustoff			Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand	
					cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W	
	1	Zement-Estrich (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.4.1)			6,00	1,400	2000,0	0,04	
	2	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 20 kg/m ³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.2)			14,00	0,035	20,0	4,00	
	3	Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 2.1.5)			18,00	2,300	2300,0	0,08	
	Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!					R_{A,zul.} = 1,20			R_A = 4,12
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust		wirksame Wärmespeicherfähigkeit			R _{si} = 0,17	U - Wert 0,23 W/m²K
327,80 m ²		17,5 %	536,8 kg/m ²		10cm-Regel : 10927 Wh/K 3cm-Regel : 5463 Wh/K			R _{se} = 0,04	

Bauteil:		Sohle Erdreich				Fläche :		114,10 m ²	
	Nr.	Baustoff			Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand	
					cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W	
	1	Zement-Estrich (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.4.1)			6,00	1,400	2000,0	0,04	
	2	Polystyrol PS -Extruderschaum (WLG 035) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.2.1.2)			14,00	0,035	25,0	4,00	
	3	Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 2.1.5)			15,00	2,300	2300,0	0,07	
	Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!					R_{A,zul.} = 0,90			R_A = 4,11
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust		wirksame Wärmespeicherfähigkeit			R _{si} = 0,17	U - Wert 0,23 W/m²K
114,10 m ²		6,1 %	468,5 kg/m ²		10cm-Regel : 3803 Wh/K 3cm-Regel : 1902 Wh/K			R _{se} = 0,00	

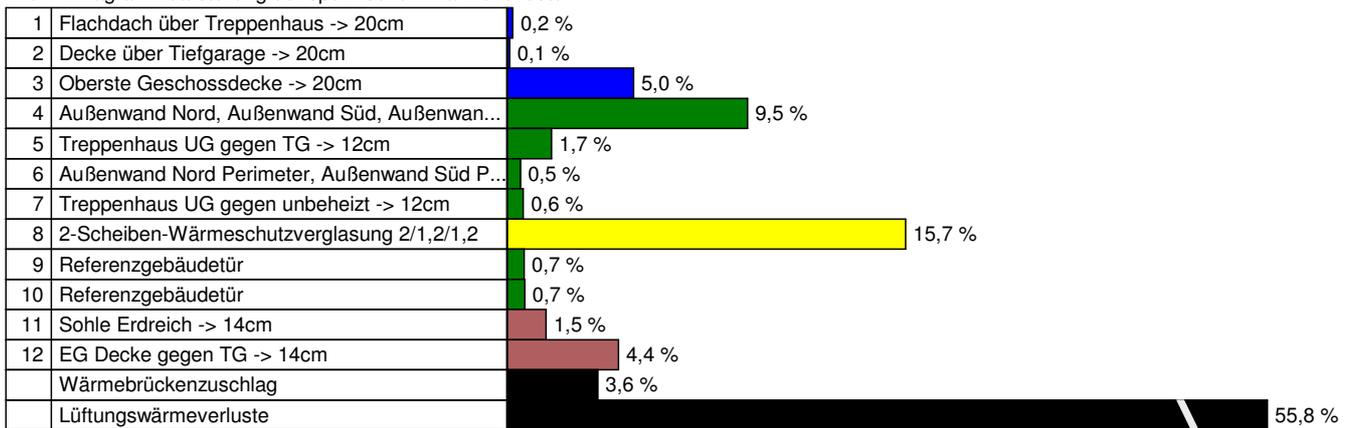
6. Jahres-Heizwärmebedarfsberechnung

6.1 spezifische Transmissionswärmeverluste der Heizperiode

Nr.	Bauteil	Orientierung Neigung	Fläche A m ²	U _i -Wert W/(m ² K)	Faktor F _x	F _x * U * A	
						W/K	%
1	Flachdach über Treppenhaus -> 20cm	N 0,0°	14,00	0,168	1,00	2,35	0,2
2	Decke über Tiefgarage -> 20cm	N 0,0°	6,40	0,168	1,00	1,07	0,1
3	Oberste Geschossdecke -> 20cm	0,0°	421,50	0,166	0,80	56,14	5,0
4	Außenwand Nord -> 20cm	N 90,0°	120,10	0,163	1,00	19,58	1,7
5	Außenwand Süd -> 20cm	S 90,0°	105,60	0,163	1,00	17,21	1,5
6	Außenwand Ost -> 20cm	O 90,0°	220,00	0,163	1,00	35,86	3,2
7	Außenwand West -> 20cm	W 90,0°	207,70	0,163	1,00	33,86	3,0
8	Treppenhaus UG gegen TG -> 12cm	W 90,0°	78,20	0,251	1,00	19,66	1,7
9	Außenwand Nord Perimeter -> 10cm	N 90,0°	3,10	0,310	1,00	0,96	0,1
10	Außenwand Süd Perimeter -> 10cm	S 90,0°	3,10	0,310	1,00	0,96	0,1
11	Außenwand Ost Perimeter -> 10cm	O 90,0°	6,40	0,310	1,00	1,99	0,2
12	Außenwand West Perimeter -> 10cm	W 90,0°	6,40	0,310	1,00	1,99	0,2
13	Treppenhaus UG gegen unbeheizt -> 12cm	W 90,0°	29,20	0,246	1,00	7,18	0,6
14	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	N 90,0°	19,60	0,900	1,00	17,64	1,6
15	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	S 90,0°	34,10	0,900	1,00	30,69	2,7
16	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	O 90,0°	65,50	0,900	1,00	58,95	5,2
17	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	W 90,0°	77,20	0,900	1,00	69,48	6,2
18	Referenzgebäudetür	N 90,0°	4,20	1,800	1,00	7,56	0,7
19	Referenzgebäudetür	W 90,0°	2,10	1,800	0,50	1,89	0,2
20	Referenzgebäudetür	W 90,0°	6,40	1,800	0,50	5,76	0,5
21	Sohle Erdreich -> 14cm	0,0°	114,10	0,234	0,65	17,34	1,5
22	EG Decke gegen TG -> 14cm	0,0°	327,80	0,231	0,65	49,20	4,4
ΣA =			1872,70	Σ(F_x * U * A) =		457,31	

Nr.	Wärmebrücke	Anzahl n	Länge l m	Ψ W/(mK)	Faktor F _x	F _x * Ψ * l * n		
						W/K	%	
1		1	1,000	40,000	1	40,000	3,55	
gesamter Wärmebrückenzuschlag						Σ(F_x * Ψ * l * n) =	40,000	3,56

Bild 1 : Diagrammdarstellung der spezifischen Wärmeverluste



6.2 Lüftungsverluste

Lüftungswärmeverluste	$n = 0,55 \text{ h}^{-1}$	626,79 W/K	55,8 %
------------------------------	---------------------------	-------------------	--------

6.3 Daten transparenter Bauteile

Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Fläche brutto m ²	Faktor Rahmen- anteil	Faktor Ver- schattung	Faktor Sonnen- schutz	Faktor Nichtsen- rechter Strahlungs- einfall	Gesamt- energie- durchlass- grad	effektive Kollektor- fläche m ²
1	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	N 90,0°	19,60	0,70	1,00	1,00	0,9	0,68	8,40
2	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	S 90,0°	34,10	0,70	1,00	1,00	0,9	0,68	14,61
3	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	O 90,0°	65,50	0,70	0,90	1,00	0,9	0,68	25,25
4	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	W 90,0°	77,20	0,70	0,90	1,00	0,9	0,68	29,77

6.4 Monatsbilanzierung

Wärmeverluste in kWh/Monat												
Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Transmissionswärmeverluste												
Transmissionsverluste	6907	5655	5070	3128	2075	1087	340	238	1515	3368	4708	6022
Wärmebrückenverluste	604	495	443	274	182	95	30	21	132	295	412	527
Summe	7511	6149	5513	3402	2257	1182	370	259	1647	3663	5120	6549
Lüftungswärmeverluste												
Lüftungsverluste	9467	7750	6948	4287	2845	1489	466	326	2076	4617	6453	8254
reduzierte Wärmeverluste durch Nachtabstaltung, -senkung												
reduzierte Wärmeverluste	-453	-351	-290	-169	-112	-59	-18	-13	-82	-182	-266	-367
Gesamtwärmeverluste												
Gesamtwärmeverluste	16525	13549	12172	7520	4990	2612	818	573	3641	8098	11308	14436

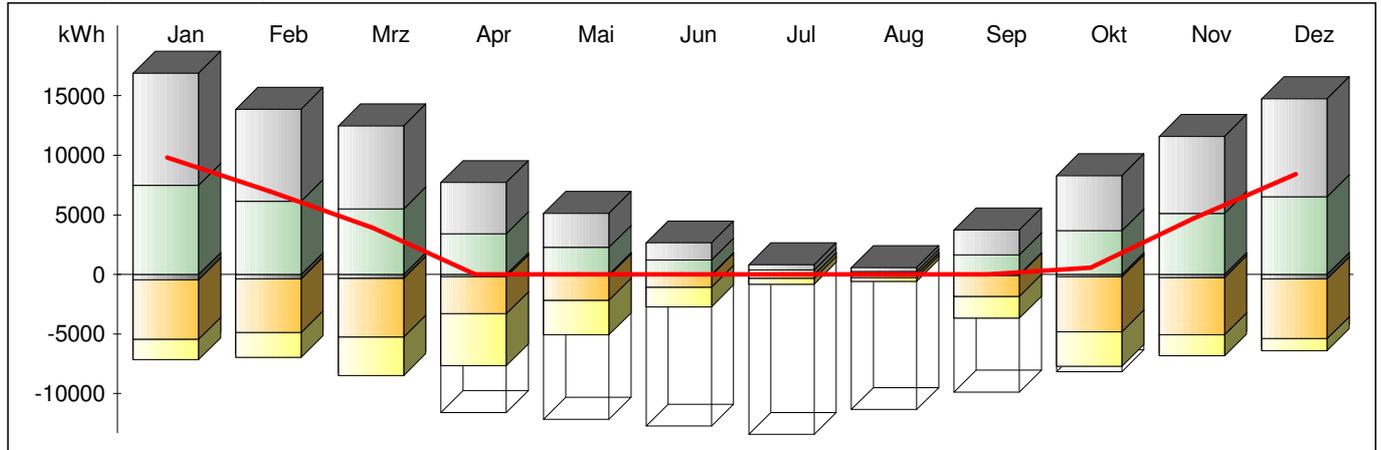
Wärmegewinne in kWh/Monat												
Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Interne Wärmegewinne												
Interne Wärmegewinne	4988	4505	4988	4827	4988	4827	4988	4988	4827	4988	4827	4988
Solare Wärmegewinne												
Fenster N 90°	87	130	212	387	506	599	625	437	290	206	109	62
Fenster S 90°	609	599	869	1441	1293	1367	1467	1217	1210	880	568	359
Fenster O 90°	470	628	996	2273	2461	2727	2931	2161	1636	958	509	282
Fenster W 90°	554	740	1174	2679	2901	3215	3455	2547	1929	1129	600	332
Solare Wärmegewinne	1719	2097	3251	6780	7162	7908	8478	6362	5065	3174	1786	1035
Gesamtwärmegewinne in kWh/Monat												
Gesamtwärmegewinne	6707	6601	8239	11606	12149	12735	13465	11350	9892	8162	6613	6023

6.4 Monatsbilanzierung (Fortsetzung)

Heizwärmebedarf in kWh/Monat												
Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Ausnutzungsgrad Gewinne	1,000	1,000	0,998	0,647	0,411	0,205	0,061	0,050	0,368	0,923	1,000	1,000
Heizwärmebedarf	9818	6947	3952	11	0	0	0	0	0	564	4698	8414
Heizgrenztemperatur in °C und Heiztage												
Heizgrenztemperatur	11,57	10,90	9,87	5,71	5,54	4,42	4,08	6,42	7,67	9,96	11,43	12,33
Mittl. Außentemperatur:	-1,30	0,60	4,10	9,50	12,90	15,70	18,00	18,30	14,40	9,10	4,70	1,30
Heiztage	31,0	28,0	31,0	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,4	30,0	31,0

6.5 Monatsbilanzierung - Zusammenfassung

Bild 2 : Diagrammdarstellung der Monatsbilanzierung



Ergebnisse des Monatsbilanzverfahrens

Jahres-Heizwärmebedarf = 34.405 kWh/a

**flächenbezogener
Jahres-Heizwärmebedarf = 25,66 kWh/(m²a)**

**volumenbezogener
Jahres-Heizwärmebedarf = 8,21 kWh/(m³a)**

Zahl der Heiztage = 172,1 d/a

Heizgradtagzahl = 2.792 Kd/a

- Heizwärmebedarf
- Lüftungswärmeverluste
- Transmissionswärmeverluste
- Reduzierung der Wärmeverluste (Heizungsunterbrechung, etc.)
- nutzbare interne Wärmegewinne
- nutzbare solare Wärmegewinne
- nicht nutzbare Wärmegewinne

7. Anlagenbewertung nach DIN 4701-10

7.1 Anlagenbeschreibung

Heizung:

Erzeugung	Zentrale Wärmeerzeugung Sole-Wasser-Wärmepumpe - Strom
Verteilung	Auslegungstemperaturen 55/45 °C Dämmung der Leitungen: nach EnEV Standardlängen Verteilleitung - 61,0 m - 0,255 W/mK - innerhalb der thermischen Hülle Strangleitung - 100,6 m - 0,255 W/mK - im Gebäudeinneren Anbindeleitung - 737,4 m - 0,255 W/mK optimierter Betrieb (optimale Heizkurve, hydraul. Abgleich) Umwälzpumpe leistungsgeregelt
Übergabe	freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 1 K
Lüftungsanlage	Belüftete Fläche 1340,74 m ² Belüfteter Flächeanteil 100 % Abluftanlage Anlagen-Luftwechselrate 0,40 1/h Volumenbezogene Ventilatorleistung 0,40 W/(m ³ /h) Gleichstrom (DC) - Ventilatoren

Warmwasser:

Erzeugung	Zentrale Warmwasserbereitung, 2 Wärmeerzeuger Wärmeerzeuger 1 - 50% Deckungsanteil Solaranlage - Sonnen-Energie Flachkollektor - 2 x 30,00 m ² Wärmeerzeuger 2 - 50% Deckungsanteil Warmwassererzeugung über die Heizungsanlage
Speicherung	bivalenter Solarspeicher - 3 x 740 Liter, Dämmung nach EnEV
Verteilung	Verteilung mit Zirkulation Dämmung der Leitungen: nach EnEV Standardlängen Verteilleitung - 52,8 m - 0,200 W/mK - innerhalb der thermischen Hülle Strangleitung - 100,6 m - 0,200 W/mK Stichleitung - 67,0 m - 0,200 W/mK

7.2 Ergebnisse

Gebäude/ -teil: **Mehrfamilienhaus**Straße, Hausnummer: **Klabundeweg**PLZ, Ort: **22359 Hamburg**

Eingaben:

$A_N = 1340,7 \text{ m}^2$

$t_{HP} = 185 \text{ Tage}$

	TRINKWASSER- ERWÄRMUNG	HEIZUNG	LÜFTUNG
absoluter Bedarf	$Q_{tw} = 16759 \text{ kWh/a}$	$Q_h = 34405 \text{ kWh/a}$	
bezogener Bedarf	$q_{tw} = 12,50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$q_h = 25,66 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	

Ergebnisse:

Deckung von q_h	$q_{h,TW} = 2,64 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$q_{h,H} = 23,02 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$q_{h,L} = 0,00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
-------------------	---	---	--

Σ WÄRME	$Q_{TW,E} = 3148 \text{ kWh/a}$	$Q_{H,E} = 8247 \text{ kWh/a}$	$Q_{L,E} = 0 \text{ kWh/a}$
Σ HILFS-ENERGIE	592 kWh/a	1762 kWh/a	2381 kWh/a
Σ PRIMÄR-ENERGIE	$Q_{TW,P} = 9725 \text{ kWh/a}$	$Q_{H,P} = 26025 \text{ kWh/a}$	$Q_{L,P} = 6191 \text{ kWh/a}$

ENDENERGIE

$Q_E = 11395 \text{ kWh/a}$

 Σ WÄRME

4736 kWh/a

 Σ HILFSENERGIE

PRIMÄRENERGIE

$Q_p = 41940 \text{ kWh/a}$

 Σ PRIMÄRENERGIE

$q_p = 31,28 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

ANLAGEN-AUFWANDSZAHL

$e_p = 0,82 \text{ [-]}$

ENDENERGIE

nach eingesetzten Energieträgern

$Q_{E,1} = 11395 \text{ kWh/a}$

 Σ Strom-Mix

7.3 Detailbeschreibung

Berechnungsverfahren:

Die Berechnung des Primärenergiebedarfs q_p und der Anlagenaufwandszahl e_p erfolgt nach dem Berechnungsverfahren der DIN 4701-10 : 2003-08. Soweit nicht anders angegeben werden hierbei die von der DIN 4701-10 vorgegebenen Standardwerte für die Berechnungsparameter verwendet. Diese werden nach Abschnitt 5 unter den dort angegebenen Randbedingungen berechnet.

Nutzfläche des Gebäudes : 1340,7 m²

Heizung und Lüftung:

Das Gebäude enthält **einen** Heizungsbereich

Heizungs-Bereich Nr. 1 :

Nutzfläche : 1340,7 m²

Bereich **mit** Lüftungsanlage

Der Bereich enthält **einen** Zentralheizungs-Verteilstrang

Zentralheizungs-Verteilstrang Nr. 1

max. Vor-/Rücklauftemperatur : 55 / 45 °C

Innenverteilung (Strangleitungen an den Innenwänden)

Verteil-Leitungen innerhalb der thermischen Hülle

leistungsgeregelte Umwälzpumpe

Übergabe-Komponente : freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich

Regelung : Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 1 K

Der Bereich enthält **keinen** dezentralen Wärmeerzeuger

Zentralheizungs-Gruppe des Bereiches:

Die Gruppe enthält **keinen** Pufferspeicher.

Wärmeerzeuger Nr. 1 :

Wärmeerzeuger-Typ : Sole-Wasser-Wärmepumpe

Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :

* Arbeitszahl bei B0/W35 : 4,50 -

Lüftungsanlage des Bereiches:

Der belüftete Flächenanteil des Bereichs beträgt 100,0 % der Bereichsfläche

Art : Abluftanlage

belüftete Nutzfläche : 1340,7 m²

Gleichstrom-Ventilatoren (DC)

Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :

* volumenbezogene Ventilatorleistung : 0,40 W/(m³/h) (incl. Regelung)

Trinkwarmwasser :

Das Gebäude enthält **einen** Trinkwasserbereich

Trinkwasser-Bereich Nr. 1 :

Nutzfläche : 1340,7 m²

Die Versorgung des Bereiches erfolgt zentral

Übergabe in aneinander grenzende Räume mit gemeinsamer Installationswand.

zentraler Trinkwasser-Strang :

Lage der Verteilleitungen : innerhalb der thermischen Hülle

mit Zirkulation

Übergabe in angrenzende Räume mit gemeinsamer Installationswand

Verteilleitungen innerhalb der thermischen Hülle.

Warmwasser-Bereiter :

Art : bivalenter Solarspeicher

Aufstellort : außerhalb der therm. Hülle, Keller

Die Beheizung der Speicher erfolgt durch eine Solaranlage und ...

... einen Spitzenlast-Wärmeerzeuger.

Wärmeerzeuger Nr. 1 (Solaranlage, ganzjährig) :

Wärmeerzeuger-Typ : Solaranlage

Es werden 2 gleiche Wärmeerzeuger des Typs parallel betrieben!

Kollektortyp : Flachkollektor

Ausrichtung : -45 °

Neigung : 27 °

Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :

* Kollektor-Fläche : 30,0 m²

7.3 Detailbeschreibung (Fortsetzung)

Wärmeerzeuger Nr. 2 (Spitzenlast, ganzjährig) :

Wärmeerzeuger-Typ : Sole-Wasser-Wärmepumpe

Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :

* Arbeitszahl bei B0/W35 : 4,50 -

7.4 Ergebnisse Heizung

Bereich 1 - zentral - Heiz-Strang:

WÄRME (WE)				
	Rechenvorschrift/Quelle	Dimension		
q_h	Heizwärmebedarf	kWh/m ² a		25,66
$q_{h,TW}$	aus Berechnungsblatt Trinkwasser	kWh/m ² a	-	2,64
$q_{h,L}$	aus Berechnungsblatt Lüftung	kWh/m ² a		-
$q_{c,e}$	Verluste Übergabe	kWh/m ² a		1,10
q_d	Verluste Verteilung	kWh/m ² a	+	1,28
q_s	Verluste Speicherung	kWh/m ² a		-
Σ	$(q_h - q_{h,TW} - q_{h,L} + q_{c,e} + q_d + q_s)$	kWh/m ² a			25,40

	Erzeuger	
	1	2
	3	

α_g	Wärmeerzeuger-Deckungsanteil	-	100,00 %
e_g	Wärmeerzeuger-Aufwandszahl	-	0,24

q_E	$\Sigma q \times (e_{g,i} \times \alpha_{g,i})$	kWh/m ² a	6,15
f_p	Primärenergiefaktor	-	2,60
q_p	$\Sigma q_{E,i} \times f_{p,i}$	kWh/m ² a	15,99

Q_h	34405	kWh/a	Wärmebedarf
A_N	1340,7	m ²	Fläche
q_h	25,66	kWh/m ² a	Q_h / A_N

6,15 kWh/m²a Endenergie

15,99 kWh/m²a Primärenergie

HILFSENERGIE (HE)				
	Rechenvorschrift / Quelle	Dimension		
$q_{ce,HE}$	Hilfsenergie Übergabe	kWh/m ² a	+	-
$q_{d,HE}$	Hilfsenergie Verteilung	kWh/m ² a		0,38
$q_{s,HE}$	Hilfsenergie Speicherung	kWh/m ² a		-

	Erzeuger	
	1	2
	3	

α_g	Wärmeerzeuger-Deckungsanteil	-	100,00 %
$q_{g,HE}$	Hilfsenergie Erzeugung	kWh/m ² a	0,93
$\alpha \times q_{g,HE}$		kWh/m ² a	0,93

$\Sigma q_{HE,E}$	$(q_{ce,HE} + q_{d,HE} + q_{s,HE} + \Sigma \alpha q_{g,HE})$	kWh/m ² a	1,31
f_p	Primärenergiefaktor	-	2,60
$q_{HE,P}$	$\Sigma q_{HE,E} \times f_p$	kWh/m ² a	3,42

1,31 kWh/m²a Endenergie

3,42 kWh/m²a Primärenergie

$Q_{H,E} = \Sigma q_E \times A_N$
 $\Sigma q_{HE,E} \times A_N$
 $Q_{H,P} = (\Sigma q_P + \Sigma q_{HE,P}) \times A_N$

WÄRME	8247	kWh/a
HILFS-ENERGIE	1762	kWh/a
	26025	kWh/a

ENDENERGIE

PRIMÄRENERGIE

7.5 Ergebnisse Lüftung

Lüftungs-Strang: **Heizungs-Bereich 1 Abluftanlage**

$A_N = 1340,7$	m^2	aus DIN V 4108-6
$F_{GT} = 67,0$	KKh/a	Tabelle 5.2 oder DIN 4108-6
$n_A = 0,40$	$1/h$	
$f_g =$	$[-]$	Tabelle 5.2 - 3

WÄRME (WE)									
Rechenvorschrift / Quelle		Dimension	Erzeugung						
			Erzeuger WRG mit WÜT	Erzeugung L/L-WP	Erzeuger Heizregister				
$q_{L,g}$		kWh/m ² a	-	+	-	+	-	-	-
$e_{L,g}$		kWh/m ² a	-		-		-		
						$q_{L,d}$	$q_{L,ce}$	$q_{h,n}$	$q_{h,L}$
						kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a
$Q_{L,g,E}$	$q_{L,g,i} \times e_{L,g,i}$	kWh/m ² a			-	+	-	- kWh/m ² Endenergie	
f_p	Tabelle C.4-1	-			-		-		
$Q_{L,P}$	$q_{L,g,E,i} \times f_{P,i}$	kWh/m ² a			-	+	-	- kWh/m ² Primärenergie	

HILFSENERGIE (HE)									
Rechenvorschrift / Quelle		Dimension	Erzeugung						
			Erzeuger WRG mit WÜT	Erzeugung L/L - WP	Erzeuger Heizregister				
$q_{L,g,HE}$		kWh/m ² a	-	+	-	+	-		
$q_{L,ce,HE}$		kWh/m ² a			-		-		
$q_{L,d,HE}$		kWh/m ² a			1,78				
$q_{L,HE,E}$	$\sum q_{L,g,HE,i} + q_{L,ce,HE} + q_{L,d,HE}$	kWh/m ² a			1,78			1,78 kWh/m ² Endenergie	
f_p	Tabelle C.4-1	-			2,60				
$q_{L,HE,P}$	$\sum q_{L,HE,E} \times f_p$	kWh/m ² a			4,62			4,62 kWh/m ² Primärenergie	

$Q_{L,E}$ $\sum q_{L,E} \times A_N$ WÄRME 0 kWh/a ENDENERGIE
 $\sum q_{L,HE,E} \times A_N$ HILFSENERGIE 2381 kWh/a

$Q_{L,P}$ $(\sum q_{L,P} + \sum q_{L,HE,P}) \times A_N$ PRIMÄRENERGIE 6191 kWh/a

7.6 Ergebnisse Trinkwassererwärmung

Bereich 1 - zentral -
TW-Strang:

WÄRME (WE)					
Rechenvorschrift/Quelle		Dimension			
q_{TW}	Trinkwasser-Wärmebedarf	kWh/m ² a	+	12,50	
$q_{TW,ce}$	Verluste Übergabe	kWh/m ² a		-	
$q_{TW,d}$	Verluste Verteilung	kWh/m ² a		5,87	
$q_{TW,s}$	Verluste Speicherung	kWh/m ² a		1,03	
Σ	$(q_{TW} + q_{TW,ce} + q_{TW,d} + q_{TW,s})$	kWh/m ² a		19,41	
			Erzeuger	Erzeuger	Erzeuger
			1	2	3
$\alpha_{TW,g}$	Wärmeerzeuger-Deckungsanteil	-	50,04 %	49,96 %	
$e_{TW,g}$	Wärmeerzeuger-Aufwandszahl	-	-	0,24	
$q_{TW,E}$	$\Sigma q_{TW} \times (e_{TW,g,i} \times \alpha_{TW,g,i})$	kWh/m ² a	-	2,35	
$f_{PE,i}$	Primärenergiefaktor	-	-	2,60	
$q_{TW,P}$	$\Sigma q_{TW,E,i} \times f_{p,i}$	kWh/m ² a	-	6,11	

Q_{TW}	16759 kWh/a	Wärmebedarf
A_N	1340,7 m ²	Fläche
q_{TW}	12,50 kWh/m ² a	Q_{TW} / A_N

Heizwärmegutschriften

$q_{h,TW,d}$	2,64 kWh/m ² a	Verteilung
$q_{h,TW,s}$	- kWh/m ² a	Speicherung
$q_{h,TW}$	2,64 kWh/m ² a	$\Sigma q_{h,TW,d} + q_{h,TW,s}$

2,35 kWh/m²a Endenergie

6,11 kWh/m²a Primärenergie

HILFSENERGIE (HE)					
(Strom) Rechenvorschrift / Quelle		Dimension			
$q_{TW,ce,HE}$	Hilfsenergie Übergabe	kWh/m ² a	+	-	
$q_{TW,d,HE}$	Hilfsenergie Verteilung	kWh/m ² a		0,19	
$q_{TW,s,HE}$	Hilfsenergie Speicherung	kWh/m ² a		0,01	
			Erzeuger	Erzeuger	Erzeuger
			1	2	3
$\alpha_{TW,g}$	Wärmeerzeuger-Deckungsanteil	-	50,04 %	49,96 %	
$q_{TW,g,HE}$	Hilfsenergie Erzeugung	kWh/m ² a	0,25	0,23	
$\alpha \times q_{g,HE}$		kWh/m ² a	0,13	0,12	
$\Sigma q_{TW,HE,E}$	$(q_{TW,ce,HE} + q_{TW,s,HE} + q_{TW,d,HE} + \Sigma \alpha q_{g,HE})$	kWh/m ² a	0,44		
f_p	Primärenergiefaktor	-	2,60		
$q_{TW,HE,P}$	$\Sigma q_{TW,HE,E} \times f_p$	kWh/m ² a	1,15		

0,44 kWh/m²a Endenergie

1,15 kWh/m²a Primärenergie

$Q_{TW,E}$	$\Sigma q_{TW,E} \times A_N$	WÄRME	3148 kWh/a
	$\Sigma q_{TW,HE,E} \times A_N$	HILFS-ENERGIE	592 kWh/a
$Q_{TW,P}$	$(\Sigma q_{TW,P} + \Sigma q_{TW,HE,P}) \times A_N$		9725 kWh/a

ENDENERGIE

PRIMÄRENERGIE

Energieberatung nach DIN 4108-6 und DIN 4701-10

- für Gebäude mit normalen Innentemperaturen -

Objekt Klabundeweg MFH
 EH40 V1 BW+WR+50%Sol.+sol.H+PV

 Klabundeweg
 22359 Hamburg

Auftraggeber Walddorfer Wohnungsbaugenossenschaft e.G.

 Volksdorfer Damm 188
 22344 Hamburg

Aussteller

 sumbi INGENIEURE

 Telemannstrasse 56a
 20255 Hamburg

 Telefon : 040-411885670
 Telefax : 040-411885698
 e-mail : info@sumbi.de

(Datum)

(Unterschrift)

1. Allgemeine Projektdaten

Projekt : Klabundeweg MFH
 Klabundeweg
 22359 Hamburg

EH40 V1 BW+WR+50%Sol.+sol.H+PV

Gebäudetyp : Wohngebäude
 Innentemperatur : normale Innentemperatur
 Anzahl Vollgeschosse : 3
 Anzahl Wohneinheiten : 12

2. Berechnungsgrundlagen

Berechnungsverfahren : Jahres-Heizwärmebedarf des Gebäudes mittels Monatsbilanzierung
 Jahres-Primärenergiebedarf mittels ausführlichem Berechnungsverfahren

Rechenprogramm : - Energieberater PLUS - Hamburger Energiepass 7.1.0 - Hottgenroth Softwar...

Folgende Normen und Verordnungen wurden im Rechenprogramm berücksichtigt:

**Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden
 (Energieeinsparverordnung – EnEV) vom 29. April 2009**

DIN EN 832 : 2003-06	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Berechnung des Heizenergiebedarfs - Wohngebäude
DIN V 4108-6 : 2003-06	Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden Teil 6 : Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs
DIN V 4701-10/A1 : 2006-12	Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen Teil 10 : Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung
DIN EN ISO 13370 : 1998-12	Wärmeübertragung über das Erdreich - Berechnungsverfahren
DIN EN ISO 6946 : 2003-10	Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren
DIN EN ISO 10077-1 : 2006-12	Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten - Teil 1 : Vereinfachtes Verfahren
DIN V 4701-12 : 2004-02	Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen im Bestand - Teil 12: Wärmeerzeuger und Trinkwassererwärmung
DIN EN ISO 13789 : 1999-10	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Spezifischer Transmissionswärmeverlustkoeffizient - Berechnungsverfahren
DIN V 4108-2 : 2003-07	Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
DIN 4108-3 : 2001-07	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung
DIN V 4108-4 : 2004-07	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte
DIN 4108-5 : 1981-08	Wärmeschutz im Hochbau - Berechnungsverfahren
DIN V 4108 Bbl 2 : 2006-03	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Wärmebrücken - Planungs- und Ausführungsbeispiele
DIN EN 12524 : 2000-07	Baustoffe und -produkte - Wärme- und feuchteschutztechnische Eigenschaften - Tabellierte Bemessungswerte

Angaben zum Energiebedarfsausweis nach EnEV

3.1 Objektbeschreibung

Objekt

Gebäude / -teil
 Straße, Haus-Nr.
 PLZ, Ort
 Nutzungsart Wohngebäude

 Baujahr Jahr der baul. Änderung

Geometrische Angaben

Wärmeübertragende Umfassungsfläche A m²
 beheiztes Gebäudevolumen V_e m³
 Verhältnis A/V_e m⁻¹
 Bei Wohngebäuden:
 Gebäudenutzfläche A_N m²
 Wohnfläche (Angabe freiwillig) m²

Beheizung und Warmwasserbereitung

Art der Beheizung
 Art der Warmwasserbereitung
 Art der Nutzung erneuerbarer Energien Anteil am Heizwärmebedarf %

3.2 Energiebedarf

Jahres-Primärenergiebedarf

Zulässiger Höchstwert

58,47 kWh/m²



Berechneter Wert

23,32 kWh/m²

Endenergiebedarf nach eingesetzten Energieträgern

	Energieträger 1	Energieträger 2	Energieträger 3
	Heizöl EL	Hilfsenergie (Strom)	Abzug Strom EnEV § 5
Jahres-Endenergiebedarf (absolut)	<input type="text" value="21985"/> kWh	<input type="text" value="4135"/> kWh	<input type="text" value="1411"/> kWh
Jahres-Endenergiebedarf bezogen auf			
die Gebäudenutzfläche A _N (für Wohngebäude)	<input type="text" value="16,40"/> kWh/m ²	<input type="text" value="3,08"/> kWh/m ²	<input type="text" value="1,05"/> kWh/m ²
die Wohnfläche (für Wohngebäude, die Angabe ist freigestellt)	<input type="text" value="-"/> kWh/m ²	<input type="text" value="-"/> kWh/m ²	<input type="text" value=""/> kWh/m ²
das beheizte Gebäudevolumen (für Nicht-Wohngebäude)	<input type="text" value="5,25"/> kWh/m ³	<input type="text" value="0,99"/> kWh/m ³	<input type="text" value="0,34"/> kWh/m ³

Hinweis

Die angegebenen Werte des Jahres-Primärenergiebedarfs und des Endenergiebedarfs sind vornehmlich für die überschlägig vergleichende Beurteilung von Gebäuden und Gebäudeentwürfen vorgesehen. Sie wurden auf der Grundlage von Planungsunterlagen ermittelt. Sie erlauben nur bedingt Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch, weil der Berechnung dieser Werte auch normierte Randbedingungen etwa hinsichtlich des Klimas, der Heizdauer, der Innentemperatur, des Luftwechsels, der solaren und internen Wärmegevinne und des Warmwasserbedarfs zugrunde liegen. Die normierten Randbedingungen sind für die Anlagentechnik in DIN V 4701-10 : 2003-08 Nr. 5 und im Übrigen in DIN V 4108-6 : 2003-06 Anhang D festgelegt. Die Angaben beziehen sich auf Gebäude und sind nur bedingt auf einzelne Wohnungen oder Gebäudeteile übertragbar.

3.3 Weitere energiebezogene Merkmale

Transmissionswärmeverlust

Zulässiger Höchstwert

0,50 W/(m²K)



Berechneter Wert

0,20 W/(m²K)

Anlagentechnik

Anlagenaufwandszahl e_p

0,77

Berechnungsblätter sind beigelegt

Die Wärmeabgabe der Wärme- und Warmwasserverteilungsleitungen wurde nach Anlage 5 EnEV begrenzt.

Berücksichtigung von Wärmebrücken

- pauschal mit 0,10 W/(m²K)
- pauschal mit 0,05 W/(m²K) bei Verwendung von Planungsbeispielen nach DIN 4108 : 2004-01 Beibl. 2
- pauschal mit 0,15 W/(m²K) bei überwiegender Innendämmung
- mit differenziertem Nachweis
 - Berechnungen sind beigelegt

Sommerlicher Wärmeschutz

- Nachweis nicht erforderlich
- Nachweis der Begrenzung des Sonneneintragskennwerts wurde geführt
 - Berechnungen sind beigelegt
- das Nichtwohngebäude ist mit Anlagen nach Anlage 2 Nr. 4 EnEV ausgestattet. Die innere Kühllast wird minimiert.

Dichtheit und Lüftung

- ohne Nachweis
- mit Nachweis nach Anlage 4 Nr. 2 EnEV
 - Messprotokoll ist beigelegt

Mindestluftwechsel erfolgt durch

- Fensterlüftung
- mechanische Lüftung
-

Einzelnachweise, Ausnahmen und Befreiungen

Einzelnachweis nach EnEV wurde geführt für

Nachweise sind beigelegt

eine Ausnahme nach EnEV wurde zugelassen. Sie betrifft

Bescheide sind beigelegt

eine Befreiung nach EnEV wurde erteilt. Sie umfasst

Verantwortlich für die Angaben

Name, Funktion / Firma, Anschrift

ggf. Stempel / Firmenzeichen

sumbi INGENIEURE

Telemannstrasse 56a
20255 Hamburg

Datum, Unterschrift

ggf. Unterschrift Entwurfsverfasser

4. Gebäudegeometrie

4.1 Gebäudegeometrie - Flächen

Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Berechnung	Fläche brutto m ²	Fläche netto m ²	Flächen- anteil %
1	Oberste Geschossdecke	0,0°		421,50	421,50	22,5
2	Flachdach über Treppenhaus	N 0,0°		14,00	14,00	0,7
3	Decke über Tiefgarage	N 0,0°		6,40	6,40	0,3
4	Außenwand Nord	N 90,0°		139,70	120,10	6,4
5	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/...	N 90,0°		-	19,60	1,0
6	Außenwand Nord Perimeter	N 90,0°		3,10	3,10	0,2
7	Außenwand Süd	S 90,0°		139,70	105,60	5,6
8	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/...	S 90,0°		-	34,10	1,8
9	Außenwand Süd Perimeter	S 90,0°		3,10	3,10	0,2
10	Außenwand Ost	O 90,0°		289,70	220,00	11,7
11	Referenzgebäudetür	N 90,0°		-	4,20	0,2
12	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/...	O 90,0°		-	65,50	3,5
13	Außenwand Ost Perimeter	O 90,0°		6,40	6,40	0,3
14	Außenwand West	W 90,0°		284,90	207,70	11,1
15	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/...	W 90,0°		-	77,20	4,1
16	Außenwand West Perimeter	W 90,0°		6,40	6,40	0,3
17	Treppenhaus UG gegen TG	W 90,0°		80,30	78,20	4,2
18	Referenzgebäudetür	W 90,0°		-	2,10	0,1
19	Treppenhaus UG gegen unbeheizt	W 90,0°		35,60	29,20	1,6
20	Referenzgebäudetür	W 90,0°		-	6,40	0,3
21	EG Decke gegen TG	0,0°		327,80	327,80	17,5
22	Sohle Erdreich	0,0°		114,10	114,10	6,1

4.2 Gebäudegeometrie - Zusammenfassung

Gebäudehüllfläche :	1872,70 m²
Gebäudevolumen :	4189,80 m³
Beheiztes Luftvolumen :	3351,84 m³
Gebäudenutzfläche :	1340,74 m²
A/V_e-Verhältnis :	0,45 1/m

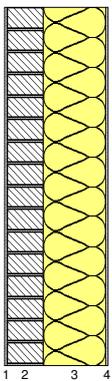
5. U - Wert - Ermittlung - sanierte Bauteile

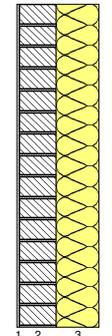
Bauteil:		Oberste Geschossdecke				Fläche : 421,50 m²	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand	
			cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W	
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01	
	2	Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 2.1.5)</small>	18,00	2,300	2300,0	0,08	
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 20 kg/m³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.2)</small>	30,00	0,035	20,0	8,57	
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 0,90			R_λ = 8,66	
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,10	
421,50 m²		22,5 %	434,0 kg/m²	47,55 W/K	14,3 %	R _{se} = 0,10	
				10cm-Regel :	25875 Wh/K	U - Wert 0,11 W/m²K	
				3cm-Regel :	7025 Wh/K		

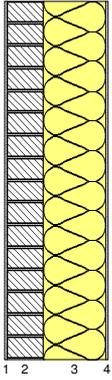
Bauteil:		Flachdach über Treppenhaus				Fläche / Ausrichtung : 14,00 m² N	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand	
			cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W	
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01	
	2	Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 2.1.5)</small>	18,00	2,300	2300,0	0,08	
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 20 kg/m³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.2)</small>	30,00	0,035	20,0	8,57	
4	Kunststoff-Dachbahn ECB (DIN 16729 - 2,0) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 7.3.4)</small>	0,30	0,200	700,0	0,02		
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 8,68	
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,10	
14,00 m²		0,7 %	436,1 kg/m²	1,59 W/K	0,5 %	R _{se} = 0,04	
				10cm-Regel :	859 Wh/K	U - Wert 0,11 W/m²K	
				3cm-Regel :	233 Wh/K		

Bauteil:		Decke über Tiefgarage				Fläche / Ausrichtung : 6,40 m² N	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand	
			cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W	
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01	
	2	Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 2.1.5)</small>	18,00	2,300	2300,0	0,08	
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 20 kg/m³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.2)</small>	30,00	0,035	20,0	8,57	
4	Glasvlies-Bitumendachbahn (DIN 52143) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 7.3.3)</small>	0,30	0,170	1200,0	0,02		
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 8,68	
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,10	
6,40 m²		0,3 %	437,6 kg/m²	0,73 W/K	0,2 %	R _{se} = 0,04	
				10cm-Regel :	393 Wh/K	U - Wert 0,11 W/m²K	
				3cm-Regel :	107 Wh/K		

5. U - Wert - Ermittlung - sanierte Bauteile (Fortsetzung)

Bauteil:		Außenwand Nord				Fläche / Ausrichtung :		120,10 m ² N	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
			cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W			
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01			
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)</small>	17,50	0,790	1600,0	0,22			
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)</small>	30,00	0,035	15,0	8,57			
	4	Kunstharzputz <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.8)</small>	1,00	0,700	1100,0	0,01			
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 8,82			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13		U - Wert	
120,10 m ²		6,4 %	309,5 kg/m ²	13,36 W/K	4,0 %	R _{se} = 0,04			
				10cm-Regel :	5271 Wh/K	0,11 W/m²K			
				3cm-Regel :	1535 Wh/K				

Bauteil:		Außenwand Nord Perimeter				Fläche / Ausrichtung :		3,10 m ² N	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
			cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W			
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01			
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)</small>	17,50	0,790	1600,0	0,22			
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)</small>	20,00	0,035	15,0	5,71			
	Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 5,95		
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13		U - Wert	
3,10 m ²		0,2 %	297,0 kg/m ²	0,51 W/K	0,2 %	R _{se} = 0,00			
				10cm-Regel :	136 Wh/K	0,16 W/m²K			
				3cm-Regel :	40 Wh/K				

Bauteil:		Außenwand Süd				Fläche / Ausrichtung :		105,60 m ² S	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
			cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W			
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01			
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)</small>	17,50	0,790	1600,0	0,22			
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)</small>	30,00	0,035	15,0	8,57			
	4	Kunstharzputz <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.8)</small>	1,00	0,700	1100,0	0,01			
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 8,82			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13		U - Wert	
105,60 m ²		5,6 %	309,5 kg/m ²	11,74 W/K	3,5 %	R _{se} = 0,04			
				10cm-Regel :	4635 Wh/K	0,11 W/m²K			
				3cm-Regel :	1349 Wh/K				

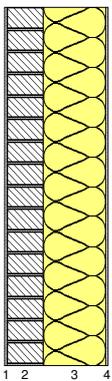
5. U - Wert - Ermittlung - sanierte Bauteile (Fortsetzung)

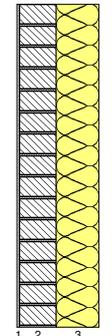
Bauteil:		Außenwand Süd Perimeter				Fläche / Ausrichtung :		3,10 m ² S	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
			cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W			
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01			
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)</small>	17,50	0,790	1600,0	0,22			
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)</small>	20,00	0,035	15,0	5,71			
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 5,95			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust		wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13		
3,10 m ²		0,2 %	297,0 kg/m ²		10cm-Regel : 136 Wh/K 3cm-Regel : 40 Wh/K		R _{se} = 0,00		
							U - Wert 0,16 W/m²K		

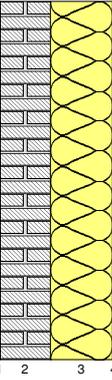
Bauteil:		Außenwand Ost				Fläche / Ausrichtung :		220,00 m ² O	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
			cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W			
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01			
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)</small>	17,50	0,790	1600,0	0,22			
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)</small>	30,00	0,035	15,0	8,57			
4	Kunstharzputz <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.8)</small>	1,00	0,700	1100,0	0,01				
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 8,82			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust		wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13		
220,00 m ²		11,7 %	309,5 kg/m ²		10cm-Regel : 9656 Wh/K 3cm-Regel : 2811 Wh/K		R _{se} = 0,04		
							U - Wert 0,11 W/m²K		

Bauteil:		Außenwand Ost Perimeter				Fläche / Ausrichtung :		6,40 m ² O	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
			cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W			
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01			
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)</small>	17,50	0,790	1600,0	0,22			
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)</small>	20,00	0,035	15,0	5,71			
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 5,95			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust		wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13		
6,40 m ²		0,3 %	297,0 kg/m ²		10cm-Regel : 281 Wh/K 3cm-Regel : 82 Wh/K		R _{se} = 0,00		
							U - Wert 0,16 W/m²K		

5. U - Wert - Ermittlung - sanierte Bauteile (Fortsetzung)

Bauteil:		Außenwand West				Fläche / Ausrichtung :		207,70 m² W	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
			cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W			
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01			
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)</small>	17,50	0,790	1600,0	0,22			
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)</small>	30,00	0,035	15,0	8,57			
4	Kunstharzputz <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.8)</small>	1,00	0,700	1100,0	0,01				
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 8,82			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13	R _{se} = 0,04		
207,70 m²	11,1 %	309,5 kg/m²	23,10 W/K	6,9 %	10cm-Regel : 9116 Wh/K 3cm-Regel : 2654 Wh/K	U - Wert 0,11 W/m²K			

Bauteil:		Außenwand West Perimeter				Fläche / Ausrichtung :		6,40 m² W	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
			cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W			
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01			
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)</small>	17,50	0,790	1600,0	0,22			
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)</small>	20,00	0,035	15,0	5,71			
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 5,95			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13	R _{se} = 0,00		
6,40 m²	0,3 %	297,0 kg/m²	1,05 W/K	0,3 %	10cm-Regel : 281 Wh/K 3cm-Regel : 82 Wh/K	U - Wert 0,16 W/m²K			

Bauteil:		Treppenhaus UG gegen TG				Fläche / Ausrichtung :		78,20 m² W	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
			cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W			
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01			
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)</small>	24,00	0,790	1600,0	0,30			
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)</small>	30,00	0,035	15,0	8,57			
4	Gipskartonplatten (DIN 18180) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 3.5.1)</small>	1,50	0,250	900,0	0,06				
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 8,95			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13	R _{se} = 0,04		
78,20 m²	4,2 %	416,0 kg/m²	8,58 W/K	2,6 %	10cm-Regel : 3432 Wh/K 3cm-Regel : 999 Wh/K	U - Wert 0,11 W/m²K			

5. U - Wert - Ermittlung - sanierte Bauteile (Fortsetzung)

Bauteil:		Treppenhaus UG gegen unbeheizt				Fläche / Ausrichtung :		29,20 m²	W
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
			cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W			
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)	1,00	0,700	1400,0	0,01			
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)	24,00	0,790	1600,0	0,30			
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)	30,00	0,035	15,0	8,57			
	4	Gipskartonplatten (DIN 18180) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 3.5.1)	1,50	0,250	900,0	0,06			
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{A,zul.} = 0,25			R_A = 8,95			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13			
29,20 m²	1,6 %	416,0 kg/m²	3,17 W/K	1,0 %	10cm-Regel : 1282 Wh/K 3cm-Regel : 373 Wh/K	R _{se} = 0,13	U - Wert 0,11 W/m²K		

Bauteil:		EG Decke gegen TG				Fläche :		327,80 m²
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand		
			cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W		
	1	Zement-Estrich (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.4.1)	6,00	1,400	2000,0	0,04		
	2	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 20 kg/m³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.2)	30,00	0,035	20,0	8,57		
	3	Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 2.1.5)	18,00	2,300	2300,0	0,08		
	Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{A,zul.} = 1,20			R_A = 8,69	
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,17		
327,80 m²	17,5 %	540,0 kg/m²	36,82 W/K	11,1 %	10cm-Regel : 10927 Wh/K 3cm-Regel : 5463 Wh/K	R _{se} = 0,04	U - Wert 0,11 W/m²K	

Bauteil:		Sohle Erdreich				Fläche :		114,10 m²
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand		
			cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W		
	1	Zement-Estrich (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.4.1)	6,00	1,400	2000,0	0,04		
	2	Polystyrol PS -Extruderschaum (WLG 035) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.2.1.2)	30,00	0,035	25,0	8,57		
	3	Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 2.1.5)	15,00	2,300	2300,0	0,07		
	Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{A,zul.} = 0,90			R_A = 8,68	
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,17		
114,10 m²	6,1 %	472,5 kg/m²	12,89 W/K	3,9 %	10cm-Regel : 3803 Wh/K 3cm-Regel : 1902 Wh/K	R _{se} = 0,00	U - Wert 0,11 W/m²K	

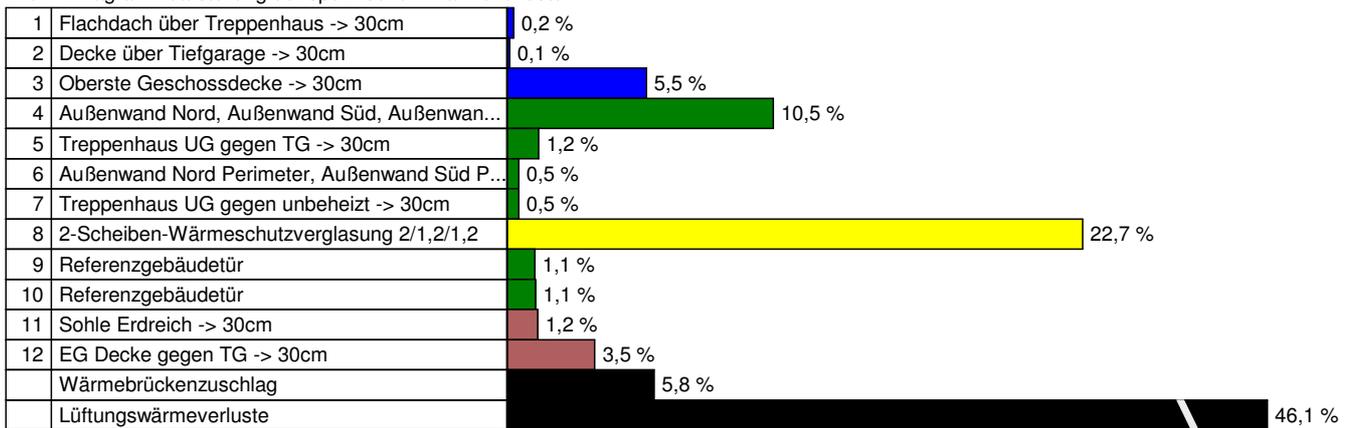
6. Jahres-Heizwärmebedarfsberechnung

6.1 spezifische Transmissionswärmeverluste der Heizperiode

Nr.	Bauteil	Orientierung Neigung	Fläche A m²	U _i -Wert W/(m²K)	Faktor F _x	F _x * U * A	
						W/K	%
1	Flachdach über Treppenhaus -> 30cm	N 0,0°	14,00	0,113	1,00	1,59	0,2
2	Decke über Tiefgarage -> 30cm	N 0,0°	6,40	0,113	1,00	0,73	0,1
3	Oberste Geschossdecke -> 30cm	0,0°	421,50	0,113	0,80	38,04	5,5
4	Außenwand Nord -> 30cm	N 90,0°	120,10	0,111	1,00	13,36	1,9
5	Außenwand Süd -> 30cm	S 90,0°	105,60	0,111	1,00	11,74	1,7
6	Außenwand Ost -> 30cm	O 90,0°	220,00	0,111	1,00	24,47	3,5
7	Außenwand West -> 30cm	W 90,0°	207,70	0,111	1,00	23,10	3,3
8	Treppenhaus UG gegen TG -> 30cm	W 90,0°	78,20	0,110	1,00	8,58	1,2
9	Außenwand Nord Perimeter -> 20cm	N 90,0°	3,10	0,164	1,00	0,51	0,1
10	Außenwand Süd Perimeter -> 20cm	S 90,0°	3,10	0,164	1,00	0,51	0,1
11	Außenwand Ost Perimeter -> 20cm	O 90,0°	6,40	0,164	1,00	1,05	0,2
12	Außenwand West Perimeter -> 20cm	W 90,0°	6,40	0,164	1,00	1,05	0,2
13	Treppenhaus UG gegen unbeheizt -> 30cm	W 90,0°	29,20	0,109	1,00	3,17	0,5
14	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	N 90,0°	19,60	0,800	1,00	15,68	2,3
15	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	S 90,0°	34,10	0,800	1,00	27,28	3,9
16	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	O 90,0°	65,50	0,800	1,00	52,40	7,6
17	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	W 90,0°	77,20	0,800	1,00	61,76	8,9
18	Referenzgebäudetür	N 90,0°	4,20	1,800	1,00	7,56	1,1
19	Referenzgebäudetür	W 90,0°	2,10	1,800	0,50	1,89	0,3
20	Referenzgebäudetür	W 90,0°	6,40	1,800	0,50	5,76	0,8
21	Sohle Erdreich -> 30cm	0,0°	114,10	0,113	0,65	8,38	1,2
22	EG Decke gegen TG -> 30cm	0,0°	327,80	0,112	0,65	23,93	3,5
			ΣA =			Σ(F_x * U * A) =	332,54

Nr.	Wärmebrücke	Anzahl n	Länge l m	Ψ W/(mK)	Faktor F _x	F _x * Ψ * l * n	
						W/K	%
1		1	1,000	40,000	1	40,000	5,78
gesamter Wärmebrückenzuschlag						Σ(F_x * Ψ * l * n) =	40,000

Bild 1 : Diagrammdarstellung der spezifischen Wärmeverluste



6.2 Lüftungsverluste

Lüftungswärmeverluste	$n = 0,28 \text{ h}^{-1}$	319,10 W/K	46,1 %
------------------------------	---------------------------	-------------------	--------

6.3 Daten transparenter Bauteile

Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Fläche brutto m ²	Faktor Rahmen- anteil	Faktor Ver- schattung	Faktor Sonnen- schutz	Faktor Nichtsen- rechter Strahlungs- einfall	Gesamt- energie- durchlass- grad	effektive Kollektor- fläche m ²
1	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	N 90,0°	19,60	0,70	1,00	1,00	0,9	0,68	8,40
2	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	S 90,0°	34,10	0,70	1,00	1,00	0,9	0,68	14,61
3	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	O 90,0°	65,50	0,70	0,90	1,00	0,9	0,68	25,25
4	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	W 90,0°	77,20	0,70	0,90	1,00	0,9	0,68	29,77

6.4 Monatsbilanzierung

Wärmeverluste in kWh/Monat												
Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Transmissionswärmeverluste												
Transmissionsverluste	5022	4112	3686	2275	1509	790	247	173	1101	2449	3424	4379
Wärmebrückenverluste	604	495	443	274	182	95	30	21	132	295	412	527
Summe	5627	4606	4130	2548	1691	885	277	194	1234	2744	3836	4906
Lüftungswärmeverluste												
Lüftungsverluste	4819	3946	3537	2183	1448	758	237	166	1057	2350	3285	4202
reduzierte Wärmeverluste durch Nachtabstaltung, -senkung												
reduzierte Wärmeverluste	-151	-121	-106	-65	-43	-23	-7	-5	-32	-70	-98	-128
Gesamtwärmeverluste												
Gesamtwärmeverluste	10295	8431	7561	4666	3096	1621	507	355	2259	5024	7023	8980

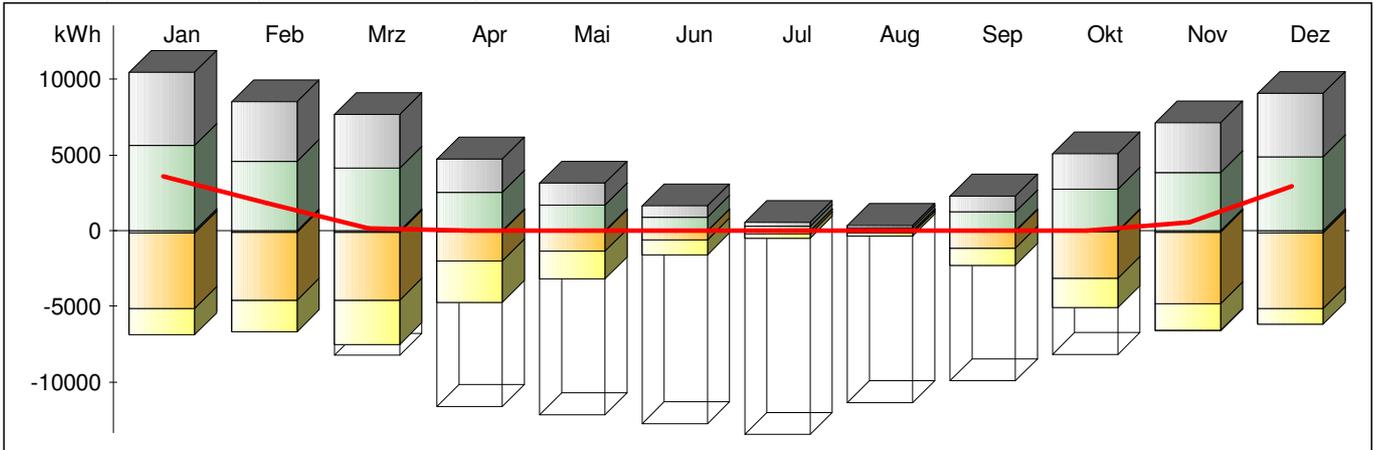
Wärmegewinne in kWh/Monat												
Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Interne Wärmegewinne												
Interne Wärmegewinne	4988	4505	4988	4827	4988	4827	4988	4988	4827	4988	4827	4988
Solare Wärmegewinne												
Fenster N 90°	87	130	212	387	506	599	625	437	290	206	109	62
Fenster S 90°	609	599	869	1441	1293	1367	1467	1217	1210	880	568	359
Fenster O 90°	470	628	996	2273	2461	2727	2931	2161	1636	958	509	282
Fenster W 90°	554	740	1174	2679	2901	3215	3455	2547	1929	1129	600	332
Solare Wärmegewinne	1719	2097	3251	6780	7162	7908	8478	6362	5065	3174	1786	1035
Gesamtwärmegewinne in kWh/Monat												
Gesamtwärmegewinne	6707	6601	8239	11606	12149	12735	13465	11350	9892	8162	6613	6023

6.4 Monatsbilanzierung (Fortsetzung)

Heizwärmebedarf in kWh/Monat												
Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Ausnutzungsgrad Gewinne	1,000	0,998	0,901	0,402	0,255	0,127	0,038	0,031	0,228	0,616	0,975	1,000
Heizwärmebedarf	3588	1840	135	0	0	0	0	0	0	0	573	2958
Heizgrenztemperatur in °C und Heiztage												
Heizgrenztemperatur	6,59	5,48	3,75	-3,19	-3,48	-5,35	-5,92	-2,00	0,09	3,90	6,36	7,85
Mittl. Außentemperatur:	-1,30	0,60	4,10	9,50	12,90	15,70	18,00	18,30	14,40	9,10	4,70	1,30
Heiztage	31,0	28,0	13,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,5	31,0

6.5 Monatsbilanzierung - Zusammenfassung

Bild 2 : Diagrammdarstellung der Monatsbilanzierung



Ergebnisse des Monatsbilanzverfahrens

Jahres-Heizwärmebedarf = 9.094 kWh/a

**flächenbezogener
Jahres-Heizwärmebedarf = 6,78 kWh/(m²a)**

**volumenbezogener
Jahres-Heizwärmebedarf = 2,17 kWh/(m³a)**

Zahl der Heiztage = 125,6 d/a

Heizgradtagzahl = 2.210 Kd/a

- Heizwärmebedarf
- Lüftungswärmeverluste
- Transmissionswärmeverluste
- Reduzierung der Wärmeverluste (Heizungsunterbrechung, etc.)
- nutzbare interne Wärmegewinne
- nutzbare solare Wärmegewinne
- nicht nutzbare Wärmegewinne

7. Anlagenbewertung nach DIN 4701-10

7.1 Anlagenbeschreibung

Heizung:

Erzeugung	Zentrale Wärmeerzeugung, 2 Wärmeerzeuger Wärmeerzeuger 1 - 90% Deckungsanteil Brennwert-Kessel - 29 kW, Heizöl EL Aufstellort: außerhalb der therm. Hülle, Keller = Aufstellort Warmwasserspeicher Wärmeerzeuger 2 - 10% Deckungsanteil pauschal Solare Heizungsunterstützung - Sonnen-Energie
Verteilung	Auslegungstemperaturen 55/45 °C Dämmung der Leitungen: nach EnEV Standardlängen Verteilleitung - 61,0 m - 0,255 W/mK - innerhalb der thermischen Hülle Strangleitung - 100,6 m - 0,255 W/mK - im Gebäudeinneren Anbindeleitung - 737,4 m - 0,255 W/mK optimierter Betrieb (optimale Heizkurve, hydraul. Abgleich) Umwälzpumpe leistungsgeregelt
Übergabe	freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 1 K
Lüftungsanlage	Belüftete Fläche 1340,74 m ² Belüfteter Flächeanteil 100 % zentrale Lüftungsanlage Anlagen-Luftwechselrate 0,40 1/h Volumenbezogene Ventilatorleistung 0,40 W/(m ³ /h) Gleichstrom (DC) - Ventilatoren mit Abluft/Zuluft-Wärmeübertrager (Wärmerückgewinnung) Wärmebereitstellungsgrad 80 % Gehäusewärmeverluste, Frostbetrieb und Volumenbalance berücksichtigt Frostschutz: elektr. Luftvorwärmung (Frostschutzbetrieb) Übergabe Luftauslässe überwiegend im Innenwandbereich Verteilleitungen innerhalb therm. Hülle, Standardlängen Hinweis: Ein positiver Nachweis der Luftdichtheit ist zu erbringen!

Warmwasser:

Erzeugung	Zentrale Warmwasserbereitung, 2 Wärmeerzeuger Wärmeerzeuger 1 - 50% Deckungsanteil Solaranlage - Sonnen-Energie Flachkollektor - 2 x 30,00 m ² Wärmeerzeuger 2 - 50% Deckungsanteil Warmwassererzeugung über die Heizungsanlage
Speicherung	bivalenter Solarspeicher - 3 x 740 Liter, Dämmung nach EnEV
Verteilung	Verteilung mit Zirkulation Dämmung der Leitungen: nach EnEV

7.1 Anlagenbeschreibung (Fortsetzung)

Standardlängen

Verteilleitung - 52,8 m - 0,200 W/mK - innerhalb der thermischen Hülle

Strangleitung - 100,6 m - 0,200 W/mK

Stichleitung - 67,0 m - 0,200 W/mK

7.2 Ergebnisse

Gebäude/ -teil: Mehrfamilienhaus

Straße, Hausnummer: Klabundeweg

PLZ, Ort: 22359 Hamburg

Eingaben: $A_N = 1340,7 \text{ m}^2$ $t_{HP} = 185 \text{ Tage}$

	TRINKWASSER- ERWÄRMUNG	HEIZUNG	LÜFTUNG
absoluter Bedarf	$Q_{tw} = 16759 \text{ kWh/a}$	$Q_h = 28432 \text{ kWh/a}$	
bezogener Bedarf	$q_{tw} = 12,50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$q_h = 21,21 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	

Ergebnisse:

Deckung von q_h	$q_{h,TW} = 2,64 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$q_{h,H} = 4,14 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$q_{h,L} = 14,42 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Σ WÄRME	$Q_{TW,E} = 14010 \text{ kWh/a}$	$Q_{H,E} = 7975 \text{ kWh/a}$	$Q_{L,E} = 0 \text{ kWh/a}$
Σ HILFS- ENERGIE	527 kWh/a	571 kWh/a	3038 kWh/a
Σ PRIMÄR- ENERGIE	$Q_{TW,P} = 16780 \text{ kWh/a}$	$Q_{H,P} = 10257 \text{ kWh/a}$	$Q_{L,P} = 7898 \text{ kWh/a}$

ENDENERGIE	$Q_E = 21985 \text{ kWh/a}$	Σ WÄRME
	4135 kWh/a	Σ HILFSENERGIE
PRIMÄRENERGIE	$Q_P = 34935 \text{ kWh/a}$	Σ PRIMÄRENERGIE
	$q_P = 26,06 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	
ANLAGEN- AUFWANDSZAHL	$e_P = 0,77 \text{ [-]}$	
ENDENERGIE	nach eingesetzten Energieträgern	
	$Q_{E,1} = 21985 \text{ kWh/a}$	Σ Heizöl EL

7.3 Detailbeschreibung

Berechnungsverfahren:

Die Berechnung des Primärenergiebedarfs q_p und der Anlagenaufwandszahl e_p erfolgt nach dem Berechnungsverfahren der DIN 4701-10 : 2003-08. Soweit nicht anders angegeben werden hierbei die von der DIN 4701-10 vorgegebenen Standardwerte für die Berechnungsparameter verwendet. Diese werden nach Abschnitt 5 unter den dort angegebenen Randbedingungen berechnet.

Nutzfläche des Gebäudes : 1340,7 m²

Heizung und Lüftung:

Das Gebäude enthält **einen** Heizungsbereich

Heizungs-Bereich Nr. 1 :

Nutzfläche : 1340,7 m²

Bereich **mit** Lüftungsanlage

Der Bereich enthält **einen** Zentralheizungs-Verteilstrang

Zentralheizungs-Verteilstrang Nr. 1

max. Vor-/Rücklauftemperatur : 55 / 45 °C

Innenverteilung (Strangleitungen an den Innenwänden)

Verteil-Leitungen innerhalb der thermischen Hülle

leistungsgeregelte Umwälzpumpe

Übergabe-Komponente : freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich

Regelung : Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 1 K

Der Bereich enthält **keinen** dezentralen Wärmeerzeuger

Zentralheizungs-Gruppe des Bereiches:

Die Gruppe enthält **keinen** Pufferspeicher.

Die Gruppe enthält eine Solaranlage zur solaren Heizungsunterstützung.

Wärmeerzeuger Nr. 1 :

Wärmeerzeuger-Typ : Brennwert-Kessel

Brennstoff : Heizöl EL

Aufstellort : außerhalb der therm. Hülle, Keller

Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :

* Kessel-Nennwärmeleistung : 29,0 kW

* Es wurde der Standardwert "Brennwertkessel verbessert" für den 30%-Wirkungsgrad verwendet !

* Eingesetzte Kessel müssen daher mindestens einen 30%-Wirkungsgrad von 99,5 % erreichen !

Lüftungsanlage des Bereiches:

Der belüftete Flächenanteil des Bereichs beträgt 100,0 % der Bereichsfläche

Art : zentrale Lüftungsanlage

belüftete Nutzfläche : 1340,7 m²

Luftauslässe überwiegend im Innenwandbereich

mit Einzelraumregelung

Verteilleitungen innerhalb therm. Hülle, Standardlängen

Gleichstrom-Ventilatoren (DC)

Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :

* volumenbezogene Ventilatorleistung : 0,40 W/(m³/h) (incl. Regelung)

Die Lüftungsanlage enthält einen Abluft-/Zuluft-Wärmeübertrager.

Wärmeübertrager:

Wärmebereitstellungsgrad : 80,0 %

Frostschutz: elektr. Luftvorwärmung (Frostschutzbetrieb)

Trinkwarmwasser :

Das Gebäude enthält **einen** Trinkwasserbereich

Trinkwasser-Bereich Nr. 1 :

Nutzfläche : 1340,7 m²

Die Versorgung des Bereiches erfolgt zentral

Übergabe in aneinander grenzende Räume mit gemeinsamer Installationswand.

zentraler Trinkwasser-Strang :

Lage der Verteilleitungen : innerhalb der thermischen Hülle

mit Zirkulation

Übergabe in angrenzende Räume mit gemeinsamer Installationswand

Verteilleitungen innerhalb der thermischen Hülle.

7.3 Detailbeschreibung (Fortsetzung)

Warmwasser-Bereiter :

Art : bivalenter Solarspeicher

Aufstellort : außerhalb der therm. Hülle, Keller

Die Beheizung der Speicher erfolgt durch eine Solaranlage und ...

... einen Spitzenlast-Wärmeerzeuger.

Wärmeerzeuger Nr. 1 (Solaranlage, ganzjährig) :

Wärmeerzeuger-Typ : Solaranlage

Es werden 2 gleiche Wärmeerzeuger des Typs parallel betrieben!

Kollektortyp : Flachkollektor

Ausrichtung : -45 °

Neigung : 27 °

Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :

* Kollektor-Fläche : 30,0 m²

Wärmeerzeuger Nr. 2 (Spitzenlast, ganzjährig) :

Wärmeerzeuger-Typ : Brennwert-Kessel

Brennstoff : Heizöl EL

Aufstellort : außerhalb der therm. Hülle, Keller

Kombibetrieb (Warmwasser + Heizung)

Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :

* Kessel-Nennwärmeleistung : 29,0 kW

* Es wurde der Standardwert "Brennwertkessel verbessert" für den 100%-Wirkungsgrad verwendet !

* Eingesetzte Kessel müssen daher mindestens einen 100%-Wirkungsgrad von 95,8 % erreichen !

7.4 Ergebnisse Heizung

Bereich 1 - zentral - Heiz-Strang:

WÄRME (WE)					
	Rechenvorschrift/Quelle	Dimension			
q_h	Heizwärmebedarf	kWh/m ² a			21,21
q_{h,TW}	aus Berechnungsblatt Trinkwasser	kWh/m ² a	-		2,64
q_{h,L}	aus Berechnungsblatt Lüftung	kWh/m ² a			14,42
q_{c,e}	Verluste Übergabe	kWh/m ² a			1,10
q_d	Verluste Verteilung	kWh/m ² a	+		1,28
q_s	Verluste Speicherung	kWh/m ² a			-
Σ	(q _h - q _{h,TW} - q _{h,L} + q _{c,e} + q _d + q _s)	kWh/m ² a				6,52

	Erzeuger	Erzeuger	Erzeuger
	1	2	3

α_g	Wärmeerzeuger-Deckungsanteil	-	90,00 %	10,00 %	
e_g	Wärmeerzeuger-Aufwandszahl	-	1,01	-	

q_E	Σq × (e _{g,i} × α _{g,i})	kWh/m ² a	5,95	-	
f_p	Primärenergiefaktor	-	1,10	-	
q_p	Σq _{E,i} × f _{p,i}	kWh/m ² a	6,54	-	

Q_h	28432	kWh/a	Wärmebedarf
A_N	1340,7	m ²	Fläche
q_h	21,21	kWh/m ² a	Q _h / A _N

5,95	kWh/m ² a	Endenergie
-------------	----------------------	------------

6,54	kWh/m ² a	Primärenergie
-------------	----------------------	---------------

HILFSENERGIE (HE)					
(Strom)	Rechenvorschrift / Quelle	Dimension			
q_{ce,HE}	Hilfsenergie Übergabe	kWh/m ² a	+		-
q_{d,HE}	Hilfsenergie Verteilung	kWh/m ² a			0,38
q_{s,HE}	Hilfsenergie Speicherung	kWh/m ² a			-

	Erzeuger	Erzeuger	Erzeuger
	1	2	3

α_g	Wärmeerzeuger-Deckungsanteil	-	90,00 %	10,00 %	
q_{g,HE}	Hilfsenergie Erzeugung	kWh/m ² a	0,05	-	
α × q_{g,HE}		kWh/m ² a	0,05	-	

Σq_{HE,E}	(q _{ce,HE} + q _{d,HE} + q _{s,HE} + Σαq _{g,HE})	kWh/m ² a		0,43	
f_p	Primärenergiefaktor	-		2,60	
q_{HE,p}	Σq _{HE,E} × f _p	kWh/m ² a		1,11	

0,43	kWh/m ² a	Endenergie
-------------	----------------------	------------

1,11	kWh/m ² a	Primärenergie
-------------	----------------------	---------------

Q_{H,E} Σq_E × A_N
 Σq_{HE,E} × A_N

Q_{H,P} (Σq_p + Σq_{HE,p}) × A_N

WÄRME	7975	kWh/a
HILFS-ENERGIE	571	kWh/a
	10257	kWh/a

ENDENERGIE

PRIMÄRENERGIE

7.5 Ergebnisse Lüftung

Lüftungs-Strang: **Heizungs-Bereich 1 zentrale Lüftungsanlage**

$A_N = 1340,7$	m^2	aus DIN V 4108-6
$F_{GT} = 53,0$	KKh/a	Tabelle 5.2 oder DIN 4108-6
$n_A = 0,40$	$1/h$	
$f_g =$	$[-]$	Tabelle 5.2 - 3

WÄRME (WE)									
Rechenvorschrift / Quelle		Dimension	Erzeuger WRG mit WÜT	Erzeugung Erzeuger L/L-WP	Erzeuger Heizregister				
$q_{L,g}$		kWh/m ² a	14,42	+	-	-	-	-	14,42
$e_{L,g}$		kWh/m ² a	-		-				
						$q_{L,d}$	$q_{L,ce}$	$q_{h,n}$	$q_{h,L}$
						kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a
$Q_{L,g,E}$	$q_{L,g,i} \times e_{L,g,i}$	kWh/m ² a		-	+	-	- kWh/m ² Endenergie		
f_p	Tabelle C.4-1	-		-		-			
$Q_{L,P}$	$q_{L,g,E,i} \times f_{P,i}$	kWh/m ² a		-	+	-	- kWh/m ² Primärenergie		

HILFSENERGIE (HE)									
Rechenvorschrift / Quelle		Dimension	Erzeuger WRG mit WÜT	Erzeugung Erzeuger L/L - WP	Erzeuger Heizregister				
$q_{L,g,HE}$		kWh/m ² a	0,49	+	-	+	-		
$q_{L,ce,HE}$		kWh/m ² a					-		
$q_{L,d,HE}$		kWh/m ² a					1,78		
$q_{L,HE,E}$	$\sum q_{L,g,HE,i} + q_{L,ce,HE} + q_{L,d,HE}$	kWh/m ² a					2,27		2,27 kWh/m² Endenergie
f_p	Tabelle C.4-1	-					2,60		
$q_{L,HE,P}$	$\sum q_{L,HE,E} \times f_p$	kWh/m ² a					5,89		5,89 kWh/m² Primärenergie

$Q_{L,E} \quad \sum q_{L,E} \times A_N$ WÄRME **0 kWh/a** ENDENERGIE
 $\sum q_{L,HE,E} \times A_N$ HILFSENERGIE **3038 kWh/a**

$Q_{L,P} \quad (\sum q_{L,P} + \sum q_{L,HE,P}) \times A_N$ **7898 kWh/a** PRIMÄRENERGIE

7.6 Ergebnisse Trinkwassererwärmung

Bereich 1 - zentral -
TW-Strang:

WÄRME (WE)		Rechenvorschrift/Quelle	Dimension			
q_{TW}	Trinkwasser-Wärmebedarf		kWh/m ² a	+	12,50	
$q_{TW,ce}$	Verluste Übergabe		kWh/m ² a		-	
$q_{TW,d}$	Verluste Verteilung		kWh/m ² a		5,87	
$q_{TW,s}$	Verluste Speicherung		kWh/m ² a		1,03	
Σ	$(q_{TW} + q_{TW,ce} + q_{TW,d} + q_{TW,s})$		kWh/m ² a		19,41	
				Erzeuger	Erzeuger	Erzeuger
				1	2	3
$\alpha_{TW,g}$	Wärmeerzeuger-Deckungsanteil	-		50,04 %	49,96 %	
$e_{TW,g}$	Wärmeerzeuger-Aufwandszahl	-		-	1,08	
$q_{TW,E}$	$\Sigma q_{TW} \times (e_{TW,g,i} \times \alpha_{TW,g,i})$		kWh/m ² a	-	10,45	
$f_{PE,i}$	Primärenergiefaktor	-		-	1,10	
$q_{TW,P}$	$\Sigma q_{TW,E,i} \times f_{p,i}$		kWh/m ² a	-	11,49	

Q_{TW}	16759 kWh/a	Wärmebedarf
A_N	1340,7 m ²	Fläche
q_{TW}	12,50 kWh/m ² a	Q_{TW} / A_N

Heizwärmegutschriften

$q_{h,TW,d}$	2,64 kWh/m ² a	Verteilung
$q_{h,TW,s}$	- kWh/m ² a	Speicherung
$q_{h,TW}$	2,64 kWh/m ² a	$\Sigma q_{h,TW,d} + q_{h,TW,s}$

10,45 kWh/m²a Endenergie

11,49 kWh/m²a Primärenergie

HILFSENERGIE (HE)		Rechenvorschrift / Quelle	Dimension			
$q_{TW,ce,HE}$	Hilfsenergie Übergabe		kWh/m ² a	+	-	
$q_{TW,d,HE}$	Hilfsenergie Verteilung		kWh/m ² a		0,19	
$q_{TW,s,HE}$	Hilfsenergie Speicherung		kWh/m ² a		0,02	
				Erzeuger	Erzeuger	Erzeuger
				1	2	3
$\alpha_{TW,g}$	Wärmeerzeuger-Deckungsanteil	-		50,04 %	49,96 %	
$q_{TW,g,HE}$	Hilfsenergie Erzeugung		kWh/m ² a	0,25	0,11	
$\alpha \times q_{g,HE}$			kWh/m ² a	0,13	0,06	
$\Sigma q_{TW,HE,E}$	$(q_{TW,ce,HE} + q_{TW,s,HE} + q_{TW,d,HE} + \Sigma \alpha q_{g,HE})$		kWh/m ² a	↓		
f_p	Primärenergiefaktor	-		0,39	2,60	
$q_{TW,HE,P}$	$\Sigma q_{TW,HE,E} \times f_p$		kWh/m ² a	1,02		

0,39 kWh/m²a Endenergie

1,02 kWh/m²a Primärenergie

$Q_{TW,E} = \Sigma q_{TW,E} \times A_N$
 $\Sigma q_{TW,HE,E} \times A_N$

WÄRME	14010 kWh/a
HILFS-ENERGIE	527 kWh/a

ENDENERGIE

$Q_{TW,P} = (\Sigma q_{TW,P} + \Sigma q_{TW,HE,P}) \times A_N$

16780 kWh/a

PRIMÄRENERGIE

Energieberatung nach DIN 4108-6 und DIN 4701-10

- für Gebäude mit normalen Innentemperaturen -

Objekt Klabundeweg MFH
 EH40 V2 WP+WR+50%Sol.

 Klabundeweg
 22359 Hamburg

Auftraggeber Walddorfer Wohnungsbaugenossenschaft e.G.

 Volksdorfer Damm 188
 22344 Hamburg

Aussteller

 sumbi INGENIEURE

 Telemannstrasse 56a
 20255 Hamburg

 Telefon : 040-411885670
 Telefax : 040-411885698
 e-mail : info@sumbi.de

(Datum)

(Unterschrift)

1. Allgemeine Projektdaten

Projekt : Klabundeweg MFH
Klabundeweg
22359 Hamburg

EH40 V2 WP+WR+50%Sol.

Gebäudetyp : Wohngebäude
Innentemperatur : normale Innentemperatur
Anzahl Vollgeschosse : 3
Anzahl Wohneinheiten : 12

2. Berechnungsgrundlagen

Berechnungsverfahren : Jahres-Heizwärmebedarf des Gebäudes mittels Monatsbilanzierung
Jahres-Primärenergiebedarf mittels ausführlichem Berechnungsverfahren

Rechenprogramm : - Energieberater PLUS - Hamburger Energiepass 7.1.0 - Hottgenroth Softwar...

Folgende Normen und Verordnungen wurden im Rechenprogramm berücksichtigt:

**Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden
(Energieeinsparverordnung – EnEV) vom 29. April 2009**

DIN EN 832 : 2003-06	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Berechnung des Heizenergiebedarfs - Wohngebäude
DIN V 4108-6 : 2003-06	Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden Teil 6 : Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs
DIN V 4701-10/A1 : 2006-12	Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen Teil 10 : Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung
DIN EN ISO 13370 : 1998-12	Wärmeübertragung über das Erdreich - Berechnungsverfahren
DIN EN ISO 6946 : 2003-10	Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren
DIN EN ISO 10077-1 : 2006-12	Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten - Teil 1 : Vereinfachtes Verfahren
DIN V 4701-12 : 2004-02	Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen im Bestand - Teil 12: Wärmeerzeuger und Trinkwassererwärmung
DIN EN ISO 13789 : 1999-10	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Spezifischer Transmissionswärmeverlustkoeffizient - Berechnungsverfahren
DIN V 4108-2 : 2003-07	Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
DIN 4108-3 : 2001-07	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung
DIN V 4108-4 : 2004-07	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte
DIN 4108-5 : 1981-08	Wärmeschutz im Hochbau - Berechnungsverfahren
DIN V 4108 Bbl 2 : 2006-03	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Wärmebrücken - Planungs- und Ausführungsbeispiele
DIN EN 12524 : 2000-07	Baustoffe und -produkte - Wärme- und feuchteschutztechnische Eigenschaften - Tabellierte Bemessungswerte

Angaben zum Energiebedarfsausweis nach EnEV

3.1 Objektbeschreibung

Objekt

Gebäude / -teil
 Straße, Haus-Nr.
 PLZ, Ort
 Nutzungsart Wohngebäude

 Baujahr Jahr der baul. Änderung

Geometrische Angaben

Wärmeübertragende Umfassungsfläche A m²
 beheiztes Gebäudevolumen V_e m³
 Verhältnis A/V_e m⁻¹
 Bei Wohngebäuden:
 Gebäudenutzfläche A_N m²
 Wohnfläche (Angabe freiwillig) m²

Beheizung und Warmwasserbereitung

Art der Beheizung ---
 Art der Warmwasserbereitung ---
 Art der Nutzung erneuerbarer Energien Anteil am Heizwärmebedarf %

3.2 Energiebedarf

Jahres-Primärenergiebedarf

Zulässiger Höchstwert	Berechneter Wert
<input type="text" value="58,47 kWh/m<sup>2</sup>"/>	<input type="text" value="21,03 kWh/m<sup>2</sup>"/>

↔

Endenergiebedarf nach eingesetzten Energieträgern

	Energieträger 1	Energieträger 2	Energieträger 3
	Strom-Mix	Hilfsenergie (Strom)	
Jahres-Endenergiebedarf (absolut)	<input type="text" value="5450"/> kWh	<input type="text" value="5392"/> kWh	<input type="text"/> kWh
Jahres-Endenergiebedarf bezogen auf			
die Gebäudenutzfläche A _N (für Wohngebäude)	<input type="text" value="4,07"/> kWh/m ²	<input type="text" value="4,02"/> kWh/m ²	<input type="text"/> kWh/m ²
die Wohnfläche (für Wohngebäude, die Angabe ist freigestellt)	<input type="text" value="-"/> kWh/m ²	<input type="text" value="-"/> kWh/m ²	<input type="text"/> kWh/m ²
das beheizte Gebäudevolumen (für Nicht-Wohngebäude)	<input type="text" value="1,30"/> kWh/m ³	<input type="text" value="1,29"/> kWh/m ³	<input type="text"/> kWh/m ³

Hinweis

Die angegebenen Werte des Jahres-Primärenergiebedarfs und des Endenergiebedarfs sind vornehmlich für die überschlägig vergleichende Beurteilung von Gebäuden und Gebäudeentwürfen vorgesehen. Sie wurden auf der Grundlage von Planungsunterlagen ermittelt. Sie erlauben nur bedingt Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch, weil der Berechnung dieser Werte auch normierte Randbedingungen etwa hinsichtlich des Klimas, der Heizdauer, der Innentemperatur, des Luftwechsels, der solaren und internen Wärmegevinne und des Warmwasserbedarfs zugrunde liegen. Die normierten Randbedingungen sind für die Anlagentechnik in DIN V 4701-10 : 2003-08 Nr. 5 und im Übrigen in DIN V 4108-6 : 2003-06 Anhang D festgelegt. Die Angaben beziehen sich auf Gebäude und sind nur bedingt auf einzelne Wohnungen oder Gebäudeteile übertragbar.

3.3 Weitere energiebezogene Merkmale

Transmissionswärmeverlust

Zulässiger Höchstwert

0,50 W/(m²K)



Berechneter Wert

0,21 W/(m²K)

Anlagentechnik

Anlagenaufwandszahl e_p

0,61

Berechnungsblätter sind beigelegt

Die Wärmeabgabe der Wärme- und Warmwasserverteilungsleitungen wurde nach Anlage 5 EnEV begrenzt.

Berücksichtigung von Wärmebrücken

- pauschal mit 0,10 W/(m²K)
- pauschal mit 0,05 W/(m²K) bei Verwendung von Planungsbeispielen nach DIN 4108 : 2004-01 Beibl. 2
- pauschal mit 0,15 W/(m²K) bei überwiegender Innendämmung
- mit differenziertem Nachweis
 - Berechnungen sind beigelegt

Sommerlicher Wärmeschutz

- Nachweis nicht erforderlich
- Nachweis der Begrenzung des Sonneneintragskennwerts wurde geführt
 - Berechnungen sind beigelegt
- das Nichtwohngebäude ist mit Anlagen nach Anlage 2 Nr. 4 EnEV ausgestattet. Die innere Kühllast wird minimiert.

Dichtheit und Lüftung

- ohne Nachweis
- mit Nachweis nach Anlage 4 Nr. 2 EnEV
 - Messprotokoll ist beigelegt

Mindestluftwechsel erfolgt durch

- Fensterlüftung
- mechanische Lüftung
-

Einzelnachweise, Ausnahmen und Befreiungen

Einzelnachweis nach EnEV wurde geführt für

Nachweise sind beigelegt

eine Ausnahme nach EnEV wurde zugelassen. Sie betrifft

Bescheide sind beigelegt

eine Befreiung nach EnEV wurde erteilt. Sie umfasst

Verantwortlich für die Angaben

Name, Funktion / Firma, Anschrift

ggf. Stempel / Firmenzeichen

sumbi INGENIEURE

Telemannstrasse 56a
20255 Hamburg

Datum, Unterschrift

ggf. Unterschrift Entwurfsverfasser

4. Gebäudegeometrie

4.1 Gebäudegeometrie - Flächen

Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Berechnung	Fläche brutto	Fläche netto	Flächen- anteil
				m ²	m ²	%
1	Oberste Geschossdecke	0,0°		421,50	421,50	22,5
2	Flachdach über Treppenhaus	N 0,0°		14,00	14,00	0,7
3	Decke über Tiefgarage	N 0,0°		6,40	6,40	0,3
4	Außenwand Nord	N 90,0°		139,70	120,10	6,4
5	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/...	N 90,0°		-	19,60	1,0
6	Außenwand Nord Perimeter	N 90,0°		3,10	3,10	0,2
7	Außenwand Süd	S 90,0°		139,70	105,60	5,6
8	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/...	S 90,0°		-	34,10	1,8
9	Außenwand Süd Perimeter	S 90,0°		3,10	3,10	0,2
10	Außenwand Ost	O 90,0°		289,70	220,00	11,7
11	Referenzgebäudetür	N 90,0°		-	4,20	0,2
12	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/...	O 90,0°		-	65,50	3,5
13	Außenwand Ost Perimeter	O 90,0°		6,40	6,40	0,3
14	Außenwand West	W 90,0°		284,90	207,70	11,1
15	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/...	W 90,0°		-	77,20	4,1
16	Außenwand West Perimeter	W 90,0°		6,40	6,40	0,3
17	Treppenhaus UG gegen TG	W 90,0°		80,30	78,20	4,2
18	Referenzgebäudetür	W 90,0°		-	2,10	0,1
19	Treppenhaus UG gegen unbeheizt	W 90,0°		35,60	29,20	1,6
20	Referenzgebäudetür	W 90,0°		-	6,40	0,3
21	EG Decke gegen TG	0,0°		327,80	327,80	17,5
22	Sohle Erdreich	0,0°		114,10	114,10	6,1

4.2 Gebäudegeometrie - Zusammenfassung

Gebäudehüllfläche :	1872,70 m²
Gebäudevolumen :	4189,80 m³
Beheiztes Luftvolumen :	3351,84 m³
Gebäudenutzfläche :	1340,74 m²
A/V_e-Verhältnis :	0,45 1/m

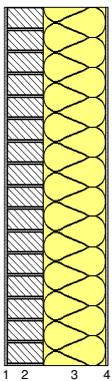
5. U - Wert - Ermittlung - sanierte Bauteile

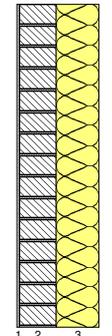
Bauteil:		Oberste Geschossdecke				Fläche : 421,50 m²	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand	
			cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W	
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01	
	2	Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 2.1.5)</small>	18,00	2,300	2300,0	0,08	
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 20 kg/m³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.2)</small>	30,00	0,035	20,0	8,57	
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 0,90			R_λ = 8,66	
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,10	
421,50 m²		22,5 %	434,0 kg/m²	47,55 W/K	13,7 %	R _{se} = 0,10	
				10cm-Regel :	25875 Wh/K	U - Wert 0,11 W/m²K	
				3cm-Regel :	7025 Wh/K		

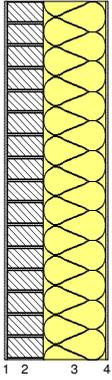
Bauteil:		Flachdach über Treppenhaus				Fläche / Ausrichtung : 14,00 m² N	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand	
			cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W	
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01	
	2	Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 2.1.5)</small>	18,00	2,300	2300,0	0,08	
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 20 kg/m³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.2)</small>	30,00	0,035	20,0	8,57	
4	Kunststoff-Dachbahn ECB (DIN 16729 - 2,0) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 7.3.4)</small>	0,30	0,200	700,0	0,02		
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 8,68	
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,10	
14,00 m²		0,7 %	436,1 kg/m²	1,59 W/K	0,5 %	R _{se} = 0,04	
				10cm-Regel :	859 Wh/K	U - Wert 0,11 W/m²K	
				3cm-Regel :	233 Wh/K		

Bauteil:		Decke über Tiefgarage				Fläche / Ausrichtung : 6,40 m² N	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand	
			cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W	
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01	
	2	Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 2.1.5)</small>	18,00	2,300	2300,0	0,08	
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 20 kg/m³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.2)</small>	30,00	0,035	20,0	8,57	
4	Glasvlies-Bitumendachbahn (DIN 52143) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 7.3.3)</small>	0,30	0,170	1200,0	0,02		
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 8,68	
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,10	
6,40 m²		0,3 %	437,6 kg/m²	0,73 W/K	0,2 %	R _{se} = 0,04	
				10cm-Regel :	393 Wh/K	U - Wert 0,11 W/m²K	
				3cm-Regel :	107 Wh/K		

5. U - Wert - Ermittlung - sanierte Bauteile (Fortsetzung)

Bauteil:		Außenwand Nord				Fläche / Ausrichtung :		120,10 m ² N	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
			cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W			
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01			
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)</small>	17,50	0,790	1600,0	0,22			
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)</small>	30,00	0,035	15,0	8,57			
4	Kunstharzputz <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.8)</small>	1,00	0,700	1100,0	0,01				
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 8,82			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13	R _{se} = 0,04		
120,10 m ²	6,4 %	309,5 kg/m ²	13,36 W/K	3,8 %	10cm-Regel : 5271 Wh/K 3cm-Regel : 1535 Wh/K	U - Wert 0,11 W/m²K			

Bauteil:		Außenwand Nord Perimeter				Fläche / Ausrichtung :		3,10 m ² N	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
			cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W			
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01			
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)</small>	17,50	0,790	1600,0	0,22			
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)</small>	20,00	0,035	15,0	5,71			
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 5,95			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13	R _{se} = 0,00		
3,10 m ²	0,2 %	297,0 kg/m ²	0,51 W/K	0,1 %	10cm-Regel : 136 Wh/K 3cm-Regel : 40 Wh/K	U - Wert 0,16 W/m²K			

Bauteil:		Außenwand Süd				Fläche / Ausrichtung :		105,60 m ² S	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
			cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W			
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01			
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)</small>	17,50	0,790	1600,0	0,22			
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)</small>	30,00	0,035	15,0	8,57			
4	Kunstharzputz <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.8)</small>	1,00	0,700	1100,0	0,01				
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 8,82			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13	R _{se} = 0,04		
105,60 m ²	5,6 %	309,5 kg/m ²	11,74 W/K	3,4 %	10cm-Regel : 4635 Wh/K 3cm-Regel : 1349 Wh/K	U - Wert 0,11 W/m²K			

5. U - Wert - Ermittlung - sanierte Bauteile (Fortsetzung)

Bauteil:		Außenwand Süd Perimeter				Fläche / Ausrichtung :		3,10 m ² S	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
			cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W			
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01			
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)</small>	17,50	0,790	1600,0	0,22			
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)</small>	20,00	0,035	15,0	5,71			
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 5,95			
Bauteilfläche	spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13				
3,10 m ²	0,2 %	297,0 kg/m ²	0,51 W/K	0,1 %	R _{se} = 0,00				
					10cm-Regel : 136 Wh/K		U - Wert 0,16 W/m²K		
					3cm-Regel : 40 Wh/K				

Bauteil:		Außenwand Ost				Fläche / Ausrichtung :		220,00 m ² O	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
			cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W			
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01			
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)</small>	17,50	0,790	1600,0	0,22			
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)</small>	30,00	0,035	15,0	8,57			
4	Kunstharzputz <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.8)</small>	1,00	0,700	1100,0	0,01				
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 8,82			
Bauteilfläche	spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13				
220,00 m ²	11,7 %	309,5 kg/m ²	24,47 W/K	7,0 %	R _{se} = 0,04				
					10cm-Regel : 9656 Wh/K		U - Wert 0,11 W/m²K		
					3cm-Regel : 2811 Wh/K				

Bauteil:		Außenwand Ost Perimeter				Fläche / Ausrichtung :		6,40 m ² O	
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
			cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W			
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01			
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)</small>	17,50	0,790	1600,0	0,22			
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m ³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)</small>	20,00	0,035	15,0	5,71			
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 5,95			
Bauteilfläche	spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13				
6,40 m ²	0,3 %	297,0 kg/m ²	1,05 W/K	0,3 %	R _{se} = 0,00				
					10cm-Regel : 281 Wh/K		U - Wert 0,16 W/m²K		
					3cm-Regel : 82 Wh/K				

5. U - Wert - Ermittlung - sanierte Bauteile (Fortsetzung)

Bauteil:		Außenwand West				Fläche / Ausrichtung :		207,70 m² W	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
		cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W				
1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01				
2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)</small>	17,50	0,790	1600,0	0,22				
3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)</small>	30,00	0,035	15,0	8,57				
4	Kunstharzputz <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.8)</small>	1,00	0,700	1100,0	0,01				
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!				R_{λ,zul.} = 1,20		R_λ = 8,82			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13		R _{se} = 0,04	
207,70 m²	11,1 %	309,5 kg/m²	23,10 W/K	6,6 %	10cm-Regel :	9116 Wh/K	U - Wert		
					3cm-Regel :	2654 Wh/K	0,11 W/m²K		

Bauteil:		Außenwand West Perimeter				Fläche / Ausrichtung :		6,40 m² W	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
		cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W				
1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01				
2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)</small>	17,50	0,790	1600,0	0,22				
3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)</small>	20,00	0,035	15,0	5,71				
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!				R_{λ,zul.} = 1,20		R_λ = 5,95			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13		R _{se} = 0,00	
6,40 m²	0,3 %	297,0 kg/m²	1,05 W/K	0,3 %	10cm-Regel :	281 Wh/K	U - Wert		
					3cm-Regel :	82 Wh/K	0,16 W/m²K		

Bauteil:		Treppenhaus UG gegen TG				Fläche / Ausrichtung :		78,20 m² W	
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand				
		cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W				
1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)</small>	1,00	0,700	1400,0	0,01				
2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)</small>	24,00	0,790	1600,0	0,30				
3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m³) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)</small>	22,00	0,035	15,0	6,29				
4	Gipskartonplatten (DIN 18180) <small>(Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 3.5.1)</small>	1,50	0,250	900,0	0,06				
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!				R_{λ,zul.} = 1,20		R_λ = 6,66			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13		R _{se} = 0,04	
78,20 m²	4,2 %	414,8 kg/m²	11,44 W/K	3,3 %	10cm-Regel :	3432 Wh/K	U - Wert		
					3cm-Regel :	999 Wh/K	0,15 W/m²K		

5. U - Wert - Ermittlung - sanierte Bauteile (Fortsetzung)

Bauteil:		Treppenhaus UG gegen unbeheizt				Fläche / Ausrichtung :		29,20 m²	W
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand			
			cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W			
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.1.2)	1,00	0,700	1400,0	0,01			
	2	Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 4.2.4)	24,00	0,790	1600,0	0,30			
	3	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 15 kg/m³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.1)	22,00	0,035	15,0	6,29			
	4	Gipskartonplatten (DIN 18180) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 3.5.1)	1,50	0,250	900,0	0,06			
Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 0,25			R_λ = 6,66			
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,13	R _{se} = 0,13		
29,20 m²	1,6 %	414,8 kg/m²	4,22 W/K	1,2 %	10cm-Regel : 1282 Wh/K 3cm-Regel : 373 Wh/K	U - Wert 0,14 W/m²K			

Bauteil:		EG Decke gegen TG				Fläche :		327,80 m²
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand		
			cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W		
	1	Zement-Estrich (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.4.1)	6,00	1,400	2000,0	0,04		
	2	Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 035 - > 20 kg/m³) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.1.2)	22,00	0,035	20,0	6,29		
	3	Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 2.1.5)	18,00	2,300	2300,0	0,08		
	Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 1,20			R_λ = 6,41	
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,17	R _{se} = 0,04	
327,80 m²	17,5 %	538,4 kg/m²	49,54 W/K	14,3 %	10cm-Regel : 10927 Wh/K 3cm-Regel : 5463 Wh/K	U - Wert 0,15 W/m²K		

Bauteil:		Sohle Erdreich				Fläche :		114,10 m²
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand		
			cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W		
	1	Zement-Estrich (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 1.4.1)	6,00	1,400	2000,0	0,04		
	2	Polystyrol PS -Extruderschaum (WLG 035) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 5.5.1.2.1.2)	22,00	0,035	25,0	6,29		
	3	Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524) (Katalog "DIN 4108-4 / DIN 12524", Din-Kennung: 2.1.5)	15,00	2,300	2300,0	0,07		
	Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist erfüllt!			R_{λ,zul.} = 0,90			R_λ = 6,39	
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherfähigkeit		R _{si} = 0,17	R _{se} = 0,00	
114,10 m²	6,1 %	470,5 kg/m²	17,38 W/K	5,0 %	10cm-Regel : 3803 Wh/K 3cm-Regel : 1902 Wh/K	U - Wert 0,15 W/m²K		

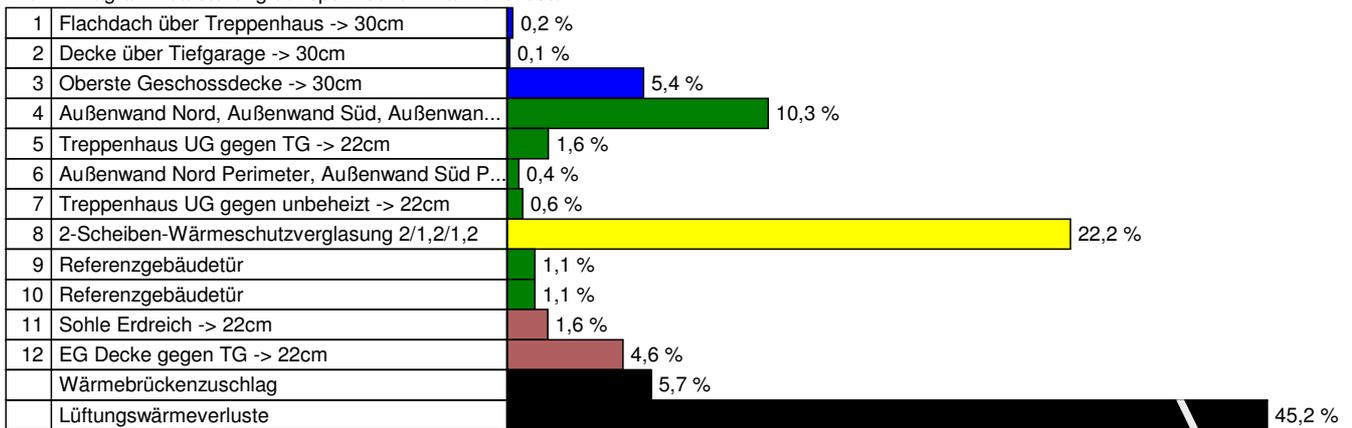
6. Jahres-Heizwärmebedarfsberechnung

6.1 spezifische Transmissionswärmeverluste der Heizperiode

Nr.	Bauteil	Orientierung Neigung	Fläche A m²	U _i -Wert W/(m²K)	Faktor F _x	F _x * U * A	
						W/K	%
1	Flachdach über Treppenhaus -> 30cm	N 0,0°	14,00	0,113	1,00	1,59	0,2
2	Decke über Tiefgarage -> 30cm	N 0,0°	6,40	0,113	1,00	0,73	0,1
3	Oberste Geschossdecke -> 30cm	0,0°	421,50	0,113	0,80	38,04	5,4
4	Außenwand Nord -> 30cm	N 90,0°	120,10	0,111	1,00	13,36	1,9
5	Außenwand Süd -> 30cm	S 90,0°	105,60	0,111	1,00	11,74	1,7
6	Außenwand Ost -> 30cm	O 90,0°	220,00	0,111	1,00	24,47	3,5
7	Außenwand West -> 30cm	W 90,0°	207,70	0,111	1,00	23,10	3,3
8	Treppenhaus UG gegen TG -> 22cm	W 90,0°	78,20	0,146	1,00	11,44	1,6
9	Außenwand Nord Perimeter -> 20cm	N 90,0°	3,10	0,164	1,00	0,51	0,1
10	Außenwand Süd Perimeter -> 20cm	S 90,0°	3,10	0,164	1,00	0,51	0,1
11	Außenwand Ost Perimeter -> 20cm	O 90,0°	6,40	0,164	1,00	1,05	0,1
12	Außenwand West Perimeter -> 20cm	W 90,0°	6,40	0,164	1,00	1,05	0,1
13	Treppenhaus UG gegen unbeheizt -> 22cm	W 90,0°	29,20	0,144	1,00	4,22	0,6
14	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	N 90,0°	19,60	0,800	1,00	15,68	2,2
15	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	S 90,0°	34,10	0,800	1,00	27,28	3,9
16	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	O 90,0°	65,50	0,800	1,00	52,40	7,4
17	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	W 90,0°	77,20	0,800	1,00	61,76	8,7
18	Referenzgebäudetür	N 90,0°	4,20	1,800	1,00	7,56	1,1
19	Referenzgebäudetür	W 90,0°	2,10	1,800	0,50	1,89	0,3
20	Referenzgebäudetür	W 90,0°	6,40	1,800	0,50	5,76	0,8
21	Sohle Erdreich -> 22cm	0,0°	114,10	0,152	0,65	11,30	1,6
22	EG Decke gegen TG -> 22cm	0,0°	327,80	0,151	0,65	32,20	4,6
ΣA =			1872,70	Σ(F_x * U * A) =		347,64	

Nr.	Wärmebrücke	Anzahl n	Länge l m	Ψ W/(mK)	Faktor F _x	F _x * Ψ * l * n		
						W/K	%	
1		1	1,000	40,000	1	40,000	5,65	
gesamter Wärmebrückenzuschlag						Σ(F_x * Ψ * l * n) =	40,000	5,66

Bild 1 : Diagrammdarstellung der spezifischen Wärmeverluste



6.2 Lüftungsverluste

Lüftungswärmeverluste	$n = 0,28 \text{ h}^{-1}$	319,10 W/K	45,2 %
------------------------------	---------------------------	-------------------	--------

6.3 Daten transparenter Bauteile

Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Fläche brutto m ²	Faktor Rahmen- anteil	Faktor Ver- schattung	Faktor Sonnen- schutz	Faktor Nichtsen- rechter Strahlungs- einfall	Gesamt- energie- durchlass- grad	effektive Kollektor- fläche m ²
1	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	N 90,0°	19,60	0,70	1,00	1,00	0,9	0,68	8,40
2	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	S 90,0°	34,10	0,70	1,00	1,00	0,9	0,68	14,61
3	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	O 90,0°	65,50	0,70	0,90	1,00	0,9	0,68	25,25
4	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/1,2	W 90,0°	77,20	0,70	0,90	1,00	0,9	0,68	29,77

6.4 Monatsbilanzierung

Wärmeverluste in kWh/Monat												
Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Transmissionswärmeverluste												
Transmissionsverluste	5250	4298	3854	2378	1578	826	259	181	1151	2561	3579	4578
Wärmebrückenverluste	604	495	443	274	182	95	30	21	132	295	412	527
Summe	5855	4793	4297	2651	1759	921	288	202	1284	2855	3991	5105
Lüftungswärmeverluste												
Lüftungsverluste	4819	3946	3537	2183	1448	758	237	166	1057	2350	3285	4202
reduzierte Wärmeverluste durch Nachtabstaltung, -senkung												
reduzierte Wärmeverluste	-158	-127	-111	-68	-45	-24	-7	-5	-33	-73	-103	-134
Gesamtwärmeverluste												
Gesamtwärmeverluste	10516	8612	7724	4766	3162	1656	518	363	2308	5132	7174	9173

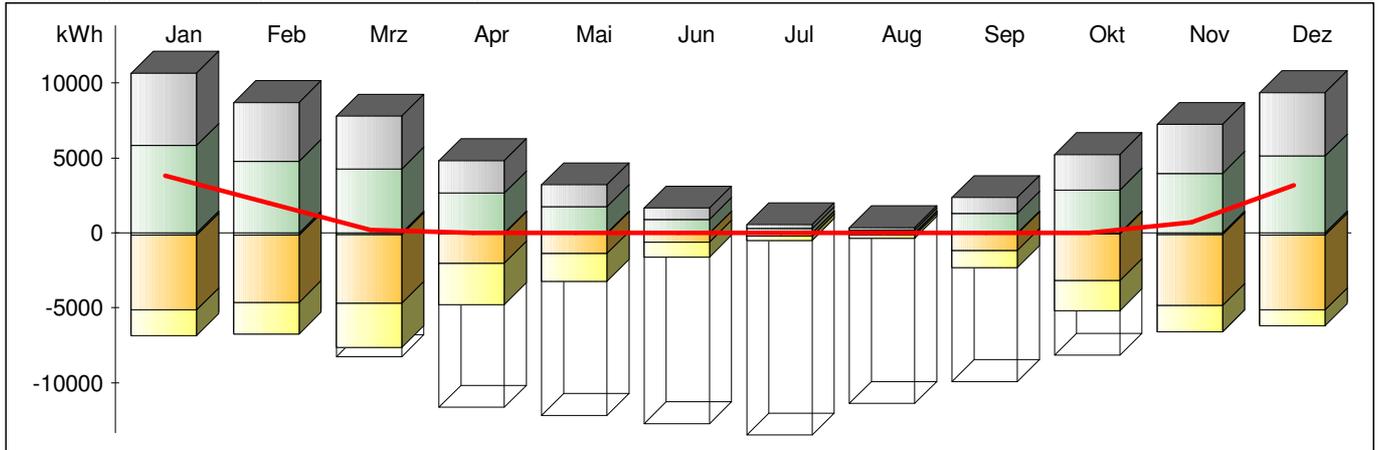
Wärmegewinne in kWh/Monat												
Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Interne Wärmegewinne												
Interne Wärmegewinne	4988	4505	4988	4827	4988	4827	4988	4988	4827	4988	4827	4988
Solare Wärmegewinne												
Fenster N 90°	87	130	212	387	506	599	625	437	290	206	109	62
Fenster S 90°	609	599	869	1441	1293	1367	1467	1217	1210	880	568	359
Fenster O 90°	470	628	996	2273	2461	2727	2931	2161	1636	958	509	282
Fenster W 90°	554	740	1174	2679	2901	3215	3455	2547	1929	1129	600	332
Solare Wärmegewinne	1719	2097	3251	6780	7162	7908	8478	6362	5065	3174	1786	1035
Gesamtwärmegewinne in kWh/Monat												
Gesamtwärmegewinne	6707	6601	8239	11606	12149	12735	13465	11350	9892	8162	6613	6023

6.4 Monatsbilanzierung (Fortsetzung)

Heizwärmebedarf in kWh/Monat												
Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Ausnutzungsgrad Gewinne	1,000	0,999	0,915	0,411	0,260	0,130	0,038	0,032	0,233	0,629	0,980	1,000
Heizwärmebedarf	3809	2019	186	0	0	0	0	0	0	0	691	3151
Heizgrenztemperatur in °C und Heiztage												
Heizgrenztemperatur	6,87	5,78	4,09	-2,70	-2,98	-4,81	-5,36	-1,53	0,51	4,23	6,64	8,10
Mittl. Außentemperatur:	-1,30	0,60	4,10	9,50	12,90	15,70	18,00	18,30	14,40	9,10	4,70	1,30
Heiztage	31,0	28,0	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,8	31,0

6.5 Monatsbilanzierung - Zusammenfassung

Bild 2 : Diagrammdarstellung der Monatsbilanzierung



Ergebnisse des Monatsbilanzverfahrens

Jahres-Heizwärmebedarf = 9.857 kWh/a

**flächenbezogener
Jahres-Heizwärmebedarf = 7,35 kWh/(m²a)**

**volumenbezogener
Jahres-Heizwärmebedarf = 2,35 kWh/(m³a)**

Zahl der Heiztage = 128,8 d/a

Heizgradtagzahl = 2.257 Kd/a

- Heizwärmebedarf
- Lüftungswärmeverluste
- Transmissionswärmeverluste
- Reduzierung der Wärmeverluste (Heizungsunterbrechung, etc.)
- nutzbare interne Wärmegewinne
- nutzbare solare Wärmegewinne
- nicht nutzbare Wärmegewinne

7. Anlagenbewertung nach DIN 4701-10

7.1 Anlagenbeschreibung

Heizung:

Erzeugung	Zentrale Wärmeerzeugung Sole-Wasser-Wärmepumpe - Strom
Verteilung	Auslegungstemperaturen 55/45 °C Dämmung der Leitungen: nach EnEV Standardlängen Verteilleitung - 61,0 m - 0,255 W/mK - innerhalb der thermischen Hülle Strangleitung - 100,6 m - 0,255 W/mK - im Gebäudeinneren Anbindeleitung - 737,4 m - 0,255 W/mK optimierter Betrieb (optimale Heizkurve, hydraul. Abgleich) Umwälzpumpe leistungsgeregelt
Übergabe	freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 1 K
Lüftungsanlage	Belüftete Fläche 1340,74 m ² Belüfteter Flächeanteil 100 % zentrale Lüftungsanlage Anlagen-Luftwechselrate 0,40 1/h Volumenbezogene Ventilatorleistung 0,40 W/(m ³ /h) Gleichstrom (DC) - Ventilatoren mit Abluft/Zuluft-Wärmeübertrager (Wärmerückgewinnung) Wärmebereitstellungsgrad 80 % Gehäusewärmeverluste, Frostbetrieb und Volumenbalance berücksichtigt Frostschutz: elektr. Luftvorwärmung (Frostschutzbetrieb) Übergabe Luftauslässe überwiegend im Innenwandbereich Verteilleitungen innerhalb therm. Hülle, Standardlängen Hinweis: Ein positiver Nachweis der Luftdichtheit ist zu erbringen!

Warmwasser:

Erzeugung	Zentrale Warmwasserbereitung, 2 Wärmeerzeuger Wärmeerzeuger 1 - 50% Deckungsanteil Solaranlage - Sonnen-Energie Flachkollektor - 2 x 30,00 m ² Wärmeerzeuger 2 - 50% Deckungsanteil Warmwassererzeugung über die Heizungsanlage
Speicherung	bivalenter Solarspeicher - 3 x 740 Liter, Dämmung nach EnEV
Verteilung	Verteilung mit Zirkulation Dämmung der Leitungen: nach EnEV Standardlängen Verteilleitung - 52,8 m - 0,200 W/mK - innerhalb der thermischen Hülle Strangleitung - 100,6 m - 0,200 W/mK Stichleitung - 67,0 m - 0,200 W/mK

7.1 Anlagenbeschreibung (Fortsetzung)

7.2 Ergebnisse

Gebäude/ -teil: Mehrfamilienhaus

Straße, Hausnummer: Klabundeweg

PLZ, Ort: 22359 Hamburg

Eingaben: $A_N = 1340,7 \text{ m}^2$ $t_{HP} = 185 \text{ Tage}$

	TRINKWASSER- ERWÄRMUNG	HEIZUNG	LÜFTUNG
absoluter Bedarf	$Q_{tw} = 16759 \text{ kWh/a}$	$Q_h = 29611 \text{ kWh/a}$	
bezogener Bedarf	$q_{tw} = 12,50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$q_h = 22,09 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	

Ergebnisse:

Deckung von q_h	$q_{h,TW} = 2,64 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$q_{h,H} = 4,71 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$q_{h,L} = 14,73 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Σ WÄRME	$Q_{TW,E} = 3148 \text{ kWh/a}$	$Q_{H,E} = 2302 \text{ kWh/a}$	$Q_{L,E} = 0 \text{ kWh/a}$
Σ HILFS- ENERGIE	592 kWh/a	1762 kWh/a	3038 kWh/a
Σ PRIMÄR- ENERGIE	$Q_{TW,P} = 9725 \text{ kWh/a}$	$Q_{H,P} = 10568 \text{ kWh/a}$	$Q_{L,P} = 7898 \text{ kWh/a}$

ENDENERGIE	$Q_E = 5450 \text{ kWh/a}$	Σ WÄRME
	5392 kWh/a	Σ HILFSENERGIE
PRIMÄRENERGIE	$Q_p = 28190 \text{ kWh/a}$	Σ PRIMÄRENERGIE
	$q_p = 21,03 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	
ANLAGEN- AUFWANDSZAHL	$e_p = 0,61 \text{ [-]}$	
ENDENERGIE	nach eingesetzten Energieträgern	
	$Q_{E,1} = 5450 \text{ kWh/a}$	Σ Strom-Mix

7.3 Detailbeschreibung

Berechnungsverfahren:

Die Berechnung des Primärenergiebedarfs q_p und der Anlagenaufwandszahl e_p erfolgt nach dem Berechnungsverfahren der DIN 4701-10 : 2003-08. Soweit nicht anders angegeben werden hierbei die von der DIN 4701-10 vorgegebenen Standardwerte für die Berechnungsparameter verwendet. Diese werden nach Abschnitt 5 unter den dort angegebenen Randbedingungen berechnet.

Nutzfläche des Gebäudes : 1340,7 m²

Heizung und Lüftung:

Das Gebäude enthält **einen** Heizungsbereich

Heizungs-Bereich Nr. 1 :

Nutzfläche : 1340,7 m²

Bereich **mit** Lüftungsanlage

Der Bereich enthält **einen** Zentralheizungs-Verteilstrang

Zentralheizungs-Verteilstrang Nr. 1

max. Vor-/Rücklauftemperatur : 55 / 45 °C

Innenverteilung (Strangleitungen an den Innenwänden)

Verteil-Leitungen innerhalb der thermischen Hülle

leistungsgeregelte Umwälzpumpe

Übergabe-Komponente : freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich

Regelung : Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 1 K

Der Bereich enthält **keinen** dezentralen Wärmeerzeuger

Zentralheizungs-Gruppe des Bereiches:

Die Gruppe enthält **keinen** Pufferspeicher.

Wärmeerzeuger Nr. 1 :

Wärmeerzeuger-Typ : Sole-Wasser-Wärmepumpe

Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :

* Arbeitszahl bei B0/W35 : 4,50 -

Lüftungsanlage des Bereiches:

Der belüftete Flächenanteil des Bereichs beträgt 100,0 % der Bereichsfläche

Art : zentrale Lüftungsanlage

belüftete Nutzfläche : 1340,7 m²

Luftauslässe überwiegend im Innenwandbereich

mit Einzelraumregelung

Verteilleitungen innerhalb therm. Hülle, Standardlängen

Gleichstrom-Ventilatoren (DC)

Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :

* volumenbezogene Ventilatorleistung : 0,40 W/(m³/h) (incl. Regelung)

Die Lüftungsanlage enthält einen Abluft-/Zuluft-Wärmeübertrager.

Wärmeübertrager:

Wärmebereitstellungsgrad : 80,0 %

Frostschutz: elektr. Luftvorwärmung (Frostschutzbetrieb)

Trinkwarmwasser :

Das Gebäude enthält **einen** Trinkwasserbereich

Trinkwasser-Bereich Nr. 1 :

Nutzfläche : 1340,7 m²

Die Versorgung des Bereiches erfolgt zentral

Übergabe in aneinander grenzende Räume mit gemeinsamer Installationswand.

zentraler Trinkwasser-Strang :

Lage der Verteilleitungen : innerhalb der thermischen Hülle

mit Zirkulation

Übergabe in angrenzende Räume mit gemeinsamer Installationswand

Verteilleitungen innerhalb der thermischen Hülle.

Warmwasser-Bereiter :

Art : bivalenter Solarspeicher

Aufstellort : außerhalb der therm. Hülle, Keller

Die Beheizung der Speicher erfolgt durch eine Solaranlage und ...

... einen Spitzenlast-Wärmeerzeuger.

7.3 Detailbeschreibung (Fortsetzung)

Wärmeerzeuger Nr. 1 (Solaranlage, ganzjährig) :

Wärmeerzeuger-Typ : Solaranlage

Es werden 2 gleiche Wärmeerzeuger des Typs parallel betrieben!

Kollektortyp : Flachkollektor

Ausrichtung : -45 °

Neigung : 27 °

Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :

* Kollektor-Fläche : 30,0 m²

Wärmeerzeuger Nr. 2 (Spitzenlast, ganzjährig) :

Wärmeerzeuger-Typ : Sole-Wasser-Wärmepumpe

Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :

* Arbeitszahl bei B0/W35 : 4,50 -

7.4 Ergebnisse Heizung

Bereich 1 - zentral - Heiz-Strang:

WÄRME (WE)				
	Rechenvorschrift/Quelle	Dimension		
q_h	Heizwärmebedarf	kWh/m ² a		22,09
$q_{h,TW}$	aus Berechnungsblatt Trinkwasser	kWh/m ² a	-	2,64
$q_{h,L}$	aus Berechnungsblatt Lüftung	kWh/m ² a		14,73
$q_{c,e}$	Verluste Übergabe	kWh/m ² a	+	1,10
q_d	Verluste Verteilung	kWh/m ² a		1,28
q_s	Verluste Speicherung	kWh/m ² a		-
Σ	$(q_h - q_{h,TW} - q_{h,L} + q_{c,e} + q_d + q_s)$	kWh/m ² a		7,09

Erzeuger 1	Erzeuger 2	Erzeuger 3
---------------	---------------	---------------

α_g	Wärmeerzeuger-Deckungsanteil	-	100,00 %
e_g	Wärmeerzeuger-Aufwandszahl	-	0,24

q_E	$\Sigma q \times (e_{g,i} \times \alpha_{g,i})$	kWh/m ² a	1,72
f_p	Primärenergiefaktor	-	2,60
q_p	$\Sigma q_{E,i} \times f_{p,i}$	kWh/m ² a	4,46

Q_h	29611	kWh/a	Wärmebedarf
A_N	1340,7	m ²	Fläche
q_h	22,09	kWh/m ² a	Q_h / A_N

1,72 kWh/m²a Endenergie

4,46 kWh/m²a Primärenergie

HILFSENERGIE (HE)				
	Rechenvorschrift / Quelle	Dimension		
$q_{ce,HE}$	Hilfsenergie Übergabe	kWh/m ² a	+	-
$q_{d,HE}$	Hilfsenergie Verteilung	kWh/m ² a		0,38
$q_{s,HE}$	Hilfsenergie Speicherung	kWh/m ² a		-

Erzeuger 1	Erzeuger 2	Erzeuger 3
---------------	---------------	---------------

α_g	Wärmeerzeuger-Deckungsanteil	-	100,00 %
$q_{g,HE}$	Hilfsenergie Erzeugung	kWh/m ² a	0,93
$\alpha \times q_{g,HE}$		kWh/m ² a	0,93

$\Sigma q_{HE,E}$	$(q_{ce,HE} + q_{d,HE} + q_{s,HE} + \Sigma \alpha q_{g,HE})$	kWh/m ² a	1,31
f_p	Primärenergiefaktor	-	2,60
$q_{HE,P}$	$\Sigma q_{HE,E} \times f_p$	kWh/m ² a	3,42

1,31 kWh/m²a Endenergie

3,42 kWh/m²a Primärenergie

$Q_{H,E} = \Sigma q_E \times A_N$
 $\Sigma q_{HE,E} \times A_N$

$Q_{H,P} = (\Sigma q_P + \Sigma q_{HE,P}) \times A_N$

WÄRME	2302	kWh/a
HILFS-ENERGIE	1762	kWh/a
	10568	kWh/a

ENDENERGIE

PRIMÄRENERGIE

7.5 Ergebnisse Lüftung

Lüftungs-Strang: **Heizungs-Bereich 1 zentrale Lüftungsanlage**

$A_N = 1340,7$	m^2	aus DIN V 4108-6
$F_{GT} = 54,2$	KKh/a	Tabelle 5.2 oder DIN 4108-6
$n_A = 0,40$	$1/h$	
$f_g =$	$[-]$	Tabelle 5.2 - 3

WÄRME (WE)									
Rechenvorschrift / Quelle		Dimension	Erzeuger WRG mit WÜT	Erzeugung Erzeuger L/L-WP	Erzeuger Heizregister				
$q_{L,g}$		kWh/m²a	14,73	+	-	-	-	-	14,73
$e_{L,g}$		kWh/m²a	-		-				
						$q_{L,d}$	$q_{L,ce}$	$q_{h,n}$	$q_{h,L}$
						kWh/m²a	kWh/m²a	kWh/m²a	kWh/m²a
$Q_{L,g,E}$	$q_{L,g,i} \times e_{L,g,i}$	kWh/m²a		-	+	-	- kWh/m² Endenergie		
f_p	Tabelle C.4-1	-		-	-				
$Q_{L,P}$	$q_{L,g,E,i} \times f_{P,i}$	kWh/m²a		-	+	-	- kWh/m² Primärenergie		

HILFSENERGIE (HE)									
Rechenvorschrift / Quelle		Dimension	Erzeuger WRG mit WÜT	Erzeugung Erzeuger L/L - WP	Erzeuger Heizregister				
$q_{L,g,HE}$		kWh/m²a	0,49	+	-	+	-		
$q_{L,ce,HE}$		kWh/m²a					-		
$q_{L,d,HE}$		kWh/m²a					1,78		
$q_{L,HE,E}$	$\sum q_{L,g,HE,i} + q_{L,ce,HE} + q_{L,d,HE}$	kWh/m²a					2,27	2,27 kWh/m² Endenergie	
f_p	Tabelle C.4-1	-					2,60		
$q_{L,HE,P}$	$\sum q_{L,HE,E} \times f_p$	kWh/m²a					5,89	5,89 kWh/m² Primärenergie	

$Q_{L,E} \quad \sum q_{L,E} \times A_N$ WÄRME **0 kWh/a** ENDENERGIE
 $\sum q_{L,HE,E} \times A_N$ HILFSENERGIE **3038 kWh/a**

$Q_{L,P} \quad (\sum q_{L,P} + \sum q_{L,HE,P}) \times A_N$ **7898 kWh/a** PRIMÄRENERGIE

7.6 Ergebnisse Trinkwassererwärmung

Bereich 1 - zentral -
TW-Strang:

WÄRME (WE)					
Rechenvorschrift/Quelle		Dimension			
q_{TW}	Trinkwasser-Wärmebedarf	kWh/m ² a	+	12,50	
$q_{TW,ce}$	Verluste Übergabe	kWh/m ² a		-	
$q_{TW,d}$	Verluste Verteilung	kWh/m ² a		5,87	
$q_{TW,s}$	Verluste Speicherung	kWh/m ² a		1,03	
Σ	$(q_{TW} + q_{TW,ce} + q_{TW,d} + q_{TW,s})$	kWh/m ² a		19,41	
			Erzeuger	Erzeuger	Erzeuger
			1	2	3
$\alpha_{TW,g}$	Wärmeerzeuger-Deckungsanteil	-	50,04 %	49,96 %	
$e_{TW,g}$	Wärmeerzeuger-Aufwandszahl	-	-	0,24	
$q_{TW,E}$	$\Sigma q_{TW} \times (e_{TW,g,i} \times \alpha_{TW,g,i})$	kWh/m ² a	-	2,35	
$f_{PE,i}$	Primärenergiefaktor	-	-	2,60	
$q_{TW,P}$	$\Sigma q_{TW,E,i} \times f_{p,i}$	kWh/m ² a	-	6,11	

Q_{TW}	16759 kWh/a	Wärmebedarf
A_N	1340,7 m ²	Fläche
q_{TW}	12,50 kWh/m ² a	Q_{TW} / A_N

Heizwärmegutschriften

$q_{h,TW,d}$	2,64 kWh/m ² a	Verteilung
$q_{h,TW,s}$	- kWh/m ² a	Speicherung
$q_{h,TW}$	2,64 kWh/m ² a	$\Sigma q_{h,TW,d} + q_{h,TW,s}$

2,35 kWh/m²a Endenergie

6,11 kWh/m²a Primärenergie

HILFSENERGIE (HE)					
(Strom) Rechenvorschrift / Quelle		Dimension			
$q_{TW,ce,HE}$	Hilfsenergie Übergabe	kWh/m ² a	+	-	
$q_{TW,d,HE}$	Hilfsenergie Verteilung	kWh/m ² a		0,19	
$q_{TW,s,HE}$	Hilfsenergie Speicherung	kWh/m ² a		0,01	
			Erzeuger	Erzeuger	Erzeuger
			1	2	3
$\alpha_{TW,g}$	Wärmeerzeuger-Deckungsanteil	-	50,04 %	49,96 %	
$q_{TW,g,HE}$	Hilfsenergie Erzeugung	kWh/m ² a	0,25	0,23	
$\alpha \times q_{g,HE}$		kWh/m ² a	0,13	0,12	
$\Sigma q_{TW,HE,E}$	$(q_{TW,ce,HE} + q_{TW,s,HE} + q_{TW,d,HE} + \Sigma \alpha q_{g,HE})$	kWh/m ² a	0,44		
f_p	Primärenergiefaktor	-	2,60		
$q_{TW,HE,P}$	$\Sigma q_{TW,HE,E} \times f_p$	kWh/m ² a	1,15		

0,44 kWh/m²a Endenergie

1,15 kWh/m²a Primärenergie

$Q_{TW,E}$	$\Sigma q_{TW,E} \times A_N$	WÄRME	3148 kWh/a
	$\Sigma q_{TW,HE,E} \times A_N$	HILFS-ENERGIE	592 kWh/a
$Q_{TW,P}$	$(\Sigma q_{TW,P} + \Sigma q_{TW,HE,P}) \times A_N$		9725 kWh/a

ENDENERGIE

PRIMÄRENERGIE

Passivhaus Nachweis

Foto oder Zeichnung

Objekt:	Klabundeweg		
Standort und Klima:	Hamburg	Standard Deutschland	
Straße:			
PLZ/Ort:			
Land:			
Objekt-Typ:	Mehrfamilienhaus Passivhaus Variante 1		
Bauherr(en):			
Straße:			
PLZ/Ort:			
Architekt:			
Straße:			
PLZ/Ort:			
Haustechnik:	Öl-Brennwertkessel		
Straße:			
PLZ/Ort:			
Baujahr:	2012	Innentemperatur:	20,0 °C
Zahl WE:	12	Interne Wärmequellen:	2,1 W/m ²
Umbautes Volumen V ₀ :	4198,8 m ³	mittlere Geschosshöhe:	3,1 m
Personenzahl:	24,8		

Gebäudekennwerte mit Bezug auf Energiebezugsfläche

Energiebezugsfläche:	868,1 m ²			
	Verwendet:	Monatsverfahren	Zertifizierungsanforderungen	Erfüllt?
Energiekennwert Heizwärme:	15	kWh/(m²a)	15 kWh/(m ² a)	ja
Heizlast:	12	W/m²	10 W/m ²	n.a.
Drucktest-Ergebnis:	0,4	h⁻¹	0,6 h ⁻¹	ja
Primärenergie-Kennwert (WW, Heizung, Kühlung, Hilfs- u. Haushalts-Strom):	120	kWh/(m²a)	120 kWh/(m ² a)	ja
Primärenergie-Kennwert (WW, Heizung und Hilfsstrom):	46	kWh/(m²a)		
Primärenergie-Kennwert Einsparung durch solar erzeugten Strom:		kWh/(m²a)		
Übertemperaturhäufigkeit:	8	%	über 25 °C	
Energiekennwert Nutzkälte:		kWh/(m²a)	15 kWh/(m ² a)	n.a.
Energiekennwert Entfeuchtung:		kWh/(m²a)		
Kühllast:	5	W/m²		

Zertifizierung

Passivhaus

Zertifizierungsanforderungen erfüllt?

ja

Passivhaus-Projektierung

FLÄCHENERMITTLUNG

Objekt: Klabundeweg

Heizwärme 15 kWh/(m²a)

Zusammenstellung						Bauteil-Übersicht	U-Mittelwert [W/(m²K)]
Gruppe Nr.	Flächengruppe	Temperaturzone	Fläche	Einheit	Bemerkung		
1	Energiebezugsfläche		868,11	m²	Wohnfläche nach WoiV bzw. Nutzfläche nach DIN 277 innerhalb der thermischen Hülle		
2	Fenster Nord	A	19,36	m²	Ergebnisse kommen aus dem Blatt "Fenster"	Fenster Nord	0,822
3	Fenster Ost	A	57,82	m²		Fenster Ost	0,762
4	Fenster Süd	A	34,08	m²		Fenster Süd	0,800
5	Fenster West	A	92,76	m²		Fenster West	0,781
6	Fenster horizontal	A	0,00	m²		Fenster horizontal	
7	Außentür	A	4,20	m²		Fläche der Außentür bitte selbst im entsprechenden Bauteil abziehen	Außentür	0,800
8	Außenwand Außenluft	A	527,57	m²	Fensterflächen werden bei den Einzellflächen abgezogen, die im Blatt "Fenster" angegeben sind.	Außenwand Außenluft	0,084
9	Außenwand Erdreich	B	48,20	m²	Temperaturzone "A" ist Außenluft	Außenwand Erdreich	0,084
10	Dach/Decken Außenluft	A	769,70	m²	Temperaturzone "B" ist Erdreich	Dach/Decken Außenluft	0,085
11	Bodenplatte/Kellerdecke	B	114,10	m²		Bodenplatte/Kellerdecke	0,085
12			0,00	m²	Temperaturzone "A", "B", "P" und "X" dürfen verwendet werden. NICHT "I"		
13			0,00	m²	Temperaturzone "A", "B", "P" und "X" dürfen verwendet werden. NICHT "I"		
14		X	0,00	m²	Temperaturzone "X": Bitte Temperaturgewichtfaktor hier selbst eingeben (0 < f _t < 1):		
					Faktor zu X		
					75%		
						WBV - Übersicht	ψ [W/(mK)]
15	Wärmebrücken Außenluft	A	310,35	m	Einheit in lfm	Wärmebrücken Außenluft	0,060
16	Wärmebrücken Perimeter	P	138,05	m	Einheit in lfm; Temperaturzone "P" ist Perimeter (siehe Erdreichblatt)	Wärmebrücken Perimeter	0,138
17	Wärmebrücken Bodenplatte	B	0,00	m	Einheit in lfm	Wärmebrücken Bodenplatte	
18	Wand zum Nachbarn	I	0,00	m²	kein Wärmeverlust, nur für die Heizlastauslegung berücksichtigen	Wand zum Nachbarn	
Summe thermische Hülle			1667,80	m²		Mittel thermische Hülle	0,195

Flächeneingabe										Auswahl des zugehörigen Bauteilaufbaus	Nr.	U-Wert [W/(m²K)]				
Fläche Nr.	Bauteil Bezeichnung	zu Gruppe Nr.	Zuordnung zu Gruppe	Anzahl	x (	a [m]	x	b [m]	+ Eigene Ermittlung [m²]				- eigener Abzug [m²]	- Abzug Fenster [m²]	) =	Fläche [m²]
	Energiebezugsfläche	1	Energiebezugsfläche	1	x (		x		+ 868,11	-		) =	868,1			
	Fenster Nord	2	Fenster Nord										19,4	Wert aus Fensterblatt	0,822	
	Fenster Ost	3	Fenster Ost										57,8	Wert aus Fensterblatt	0,762	
	Fenster Süd	4	Fenster Süd										34,1	Wert aus Fensterblatt	0,800	
	Fenster West	5	Fenster West										92,8	Wert aus Fensterblatt	0,781	
	Fenster horizontal	6	Fenster horizontal										0,0	Wert aus Fensterblatt	0,000	
	Außentür	7	Außentür										4,2	U-Wert Außentür	0,80	
1	Außenwand Nord	8	Außenwand Außenluft	1	x (		x		+ 120,10	-	) - 19,4	=	100,7	Außenwand	1	0,084
2	Außenwand Ost	8	Außenwand Außenluft	1	x (		x		+ 220,00	-	) - 57,8	=	162,2	Außenwand	1	0,084
3	Außenwand Süd	8	Außenwand Außenluft	1	x (		x		+ 105,60	-	) - 34,1	=	71,5	Außenwand	1	0,084
4	Außenwand West	8	Außenwand Außenluft	1	x (		x		+ 207,70	-	) - 92,8	=	114,9	Außenwand	1	0,084
5					x (		x			-	) - 0,0	=	0		0	
6	Perimeter Nord	9	Außenwand Erdreich	1	x (		x		+ 3,10	-	) - 0,0	=	3,1	Perimeter	2	0,085
7	Perimeter Ost	9	Außenwand Erdreich	1	x (		x		+ 6,40	-	) - 0,0	=	6,4	Perimeter	2	0,085
8	Perimeter Süd	9	Außenwand Erdreich	1	x (		x		+ 3,10	-	) - 0,0	=	3,1	Perimeter	2	0,085
9	Perimeter West	9	Außenwand Erdreich	1	x (		x		+ 6,40	-	) - 0,0	=	6,4	Perimeter	2	0,085
10					x (		x			-	) - 0,0	=	0		0	
11	Treppenhaus UG gegen TG	8	Außenwand Außenluft	1	x (		x		+ 78,20	-	) - 0,0	=	78,2	Treppenhaus UG gg. TG	3	0,083
12	Treppenhaus UG gegen unbeh.	9	Außenwand Erdreich	1	x (		x		+ 29,20	-	) - 0,0	=	29,2	Treppenhaus UG gg. Unbeh. R	4	0,083
13					x (		x			-	) - 0,0	=	0		0	
14	Oberste Geschossdecke	10	Dach/Decken Außenluft	1	x (		x		+ 421,50	-	) - 0,0	=	421,5	Oberste Geschossdecke	5	0,085
15	Flachdach über Treppenhaus	10	Dach/Decken Außenluft	1	x (		x		+ 14,00	-	) - 0,0	=	14,0	Flachdach über Treppenhaus	6	0,086
16	Decke über Tiefgarage	10	Dach/Decken Außenluft	1	x (		x		+ 6,40	-	) - 0,0	=	6,4	Decke über Tiefgarage	7	0,086
17					x (		x			-	) - 0,0	=	0		0	
18	EG Decke gegen TG	10	Dach/Decken Außenluft	1	x (		x		+ 327,80	-	) - 0,0	=	327,8	EG Decke gegen TG	8	0,085
19	Sohle Erdreich	11	Bodenplatte/Kellerdecke	1	x (		x		+ 114,10	-	) - 0,0	=	114,1	Sohle Erdreich	9	0,085

Passivhaus-Projektierung

U- WERTE DER BAUTEILE

Objekt: Klabundeweg

Keilförmige Bauteilschichten (Gefälldämmung) und
ruhende Luftschichten -> Hilfsmittel rechts

1 Außenwand						
Bauteil Nr.: Bauteil-Bezeichnung						
Wärmeübergangswiderstand [m ² K/W] innen R _{si} : <input type="text" value="0,13"/>						
außen R _{se} : <input type="text" value="0,04"/>						
Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Dicke [mm]
1. Putzmörtel aus Kalkgips	0,700					10
2. Kalksandstein, NM/DM	0,790					175
3. Polystyrol PS -Partikel	0,035					400
4. Kunstharzputz	0,700					10
5.						
6.						
7.						
8.						
		Flächenanteil Teilfläche 2			Flächenanteil Teilfläche 3	Summe
		<input type="text"/>			<input type="text"/>	59,5 cm
U-Wert: <input style="background-color: #e0ffe0;" type="text" value="0,084"/> W/(m ² K)						

2 Perimeter						
Bauteil Nr.: Bauteil-Bezeichnung						
Wärmeübergangswiderstand [m ² K/W] innen R _{si} : <input type="text" value="0,13"/>						
außen R _{se} : <input type="text" value="0,00"/>						
Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Dicke [mm]
1. Putzmörtel aus Kalkgips	0,700					10
2. Kalksandstein, NM/DM	0,790					175
3. Polystyrol PS -Partikel	0,035					400
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
		Flächenanteil Teilfläche 2			Flächenanteil Teilfläche 3	Summe
		<input type="text"/>			<input type="text"/>	58,5 cm
U-Wert: <input style="background-color: #e0ffe0;" type="text" value="0,085"/> W/(m ² K)						

3 Treppenhaus UG gg. TG						
Bauteil Nr.: Bauteil-Bezeichnung						
Wärmeübergangswiderstand [m ² K/W] innen R _{si} : <input type="text" value="0,13"/>						
außen R _{se} : <input type="text" value="0,04"/>						
Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Dicke [mm]
1. Putzmörtel aus Kalkgips	0,700					10
2. Kalksandstein, NM/DM	0,790					240
3. Polystyrol PS -Partikel	0,035					400
4. Gipskartonplatte (DIN)	0,250					15
5.						
6.						
7.						
8.						
		Flächenanteil Teilfläche 2			Flächenanteil Teilfläche 3	Summe
		<input type="text"/>			<input type="text"/>	66,5 cm
U-Wert: <input style="background-color: #e0ffe0;" type="text" value="0,083"/> W/(m ² K)						

4 Treppenhaus UG gg. Unbeh. Raum						
Bauteil Nr.: Bauteil-Bezeichnung						
Wärmeübergangswiderstand [m ² K/W] innen R _{si} : <input type="text" value="0,13"/>						
außen R _{se} : <input type="text" value="0,13"/>						
Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Dicke [mm]
1. Putzmörtel aus Kalkgips	0,700					10
2. Kalksandstein, NM/DM	0,790					240
3. Polystyrol PS -Partikel	0,035					400
4. Gipskartonplatte (DIN)	0,250					15
5.						
6.						
7.						
8.						
		Flächenanteil Teilfläche 2			Flächenanteil Teilfläche 3	Summe
		<input type="text"/>			<input type="text"/>	66,5 cm
U-Wert: <input style="background-color: #e0ffe0;" type="text" value="0,083"/> W/(m ² K)						

5 Oberste Geschossdecke						
Bauteil Nr.: Bauteil-Bezeichnung						
Wärmeübergangswiderstand [m ² K/W] innen R _{si} : <input type="text" value="0,10"/>						
außen R _{se} : <input type="text" value="0,10"/>						
Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Dicke [mm]
1. Putzmörtel aus Kalkgips	0,700					10
2. Beton armiert mit 1%	2,300					180
3. Polystyrol PS -Partikel	0,035					400
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
		Flächenanteil Teilfläche 2			Flächenanteil Teilfläche 3	Summe
		<input type="text"/>			<input type="text"/>	59,0 cm

Passivhaus-Projektierung

U-WERTE DER BAUTEILE

Objekt: Klabundeweg

Keilförmige Bauteilschichten (Gefälldämmung) und ruhende Luftschichten -> Hilfsmittel rechts

U-Wert: **0,085** W/(m²K)

6 Flachdach über Treppenhaus						
Bauteil Nr. Bauteil-Bezeichnung		Wärmeübergangswiderstand [m ² K/W]		innen R _{si} :		0,10
				außen R _{se} :		0,04
Teillfläche 1	λ [W/(mK)]	Teillfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teillfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Dicke [mm]
1. Putzmörtel aus Kalkgips	0,700					10
2. Beton armiert mit 1% St	2,300					180
3. Polystyrol PS -Partikel	0,035					400
4. Kunststoff-Dachbahn EPDM	0,200					3
5.						
6.						
7.						
8.						
		Flächenanteil Teillfläche 2		Flächenanteil Teillfläche 3		Summe
		<input type="text"/>		<input type="text"/>		59,3 cm
U-Wert:						0,086 W/(m ² K)

7 Decke über Tiefgarage						
Bauteil Nr. Bauteil-Bezeichnung		Wärmeübergangswiderstand [m ² K/W]		innen R _{si} :		0,10
				außen R _{se} :		0,04
Teillfläche 1	λ [W/(mK)]	Teillfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teillfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Dicke [mm]
1. Putzmörtel aus Kalkgips	0,700					10
2. Beton armiert mit 1% St	2,300					180
3. Polystyrol PS -Partikel	0,035					400
4. Glasvlies-Bitumendachbahn	0,200					3
5.						
6.						
7.						
8.						
		Flächenanteil Teillfläche 2		Flächenanteil Teillfläche 3		Summe
		<input type="text"/>		<input type="text"/>		59,3 cm
U-Wert:						0,086 W/(m ² K)

8 EG Decke gegen TG						
Bauteil Nr. Bauteil-Bezeichnung		Wärmeübergangswiderstand [m ² K/W]		innen R _{si} :		0,17
				außen R _{se} :		0,04
Teillfläche 1	λ [W/(mK)]	Teillfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teillfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Dicke [mm]
1. Zement-Estrich	1,400					60
2. Polystyrol PS -Partikel	0,035					400
3. Beton armiert mit 1% St	2,300					180
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
		Flächenanteil Teillfläche 2		Flächenanteil Teillfläche 3		Summe
		<input type="text"/>		<input type="text"/>		64,0 cm
U-Wert:						0,085 W/(m ² K)

9 Sohle Erdreich						
Bauteil Nr. Bauteil-Bezeichnung		Wärmeübergangswiderstand [m ² K/W]		innen R _{si} :		0,17
				außen R _{se} :		0,00
Teillfläche 1	λ [W/(mK)]	Teillfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teillfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Dicke [mm]
1. Zement-Estrich	1,400					60
2. Polystyrol PS -Partikel	0,035					400
3. Beton armiert mit 1% St	2,300					150
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
		Flächenanteil Teillfläche 2		Flächenanteil Teillfläche 3		Summe
		<input type="text"/>		<input type="text"/>		61,0 cm
U-Wert:						0,085 W/(m ² K)

Passivhaus-Projektierung

WÄRMEVERLUSTE GEGEN ERDREICH

Eigenschaften des Erdreichs			
Wärmeleitfähigkeit	λ	2,0	W/(mK)
Wärmekapazität	ρc	2,0	MJ/(m³K)
periodische Eindringtiefe	δ	3,17	m

Klimadaten			
mittl. Innentemperatur Winter	T_i	20,0	°C
mittl. Innentemperatur Sommer	T_i	25,0	°C
mittl. Erdoberflächentemp.	$T_{e,m}$	10,0	°C
Amplitude von $T_{e,m}$	$T_{e,\Delta}$	8,6	°C
Länge der Heizperiode	n	7,4	Monate
Heizgradstunden außen	G_a	84,0	kKh/a

Gebäudedaten				U-Wert Bodenplatte / Kellerdecke			
Fläche Bodenplatte	A	114,1	m²	U_f	0,085	W/(m²K)	
Umfang Bodenplatte	P	33,6	m	Wärmebrücken BP / Kellerdecke	$\Psi_{B'}^I$	0,00	W/K
charakt. Bodenplattenmaß	B'	6,79	m	U-Wert BP / KD incl. WB	U_f'	0,085	W/(m²K)
				wirksame Dicke des Bodens	d_f	23,4	m

Art der Bodenplatte (nur ein Feld ankreuzen)			
<input type="checkbox"/>	Beheizter Keller oder Bodenplatte im Erdreich	<input checked="" type="checkbox"/>	Unbeheizter Keller
<input type="checkbox"/>	Bodenplatte auf Erdreich	<input type="checkbox"/>	Aufgeständerte Bodenplatte

Bei Unterkellerung oder Bodenplatte im Erdreich							
Tiefe Keller	z	3,24	m	U Kellerwand unterirdisch	U_{wK}		W/(m²K)
Zusätzlich bei unbeheiztem Keller				Höhe Kellerwand oberirdisch	h		m
Luftwechsel im unbeh. Keller	n		h⁻¹	U Kellerwand oberirdisch	U_{wW}	0,084	W/(m²K)
Kellervolumen	V		m³	U-Wert Kellerboden	U_{fK}		W/(m²K)

Bei Randdämmung für Bodenplatte auf Erdreich			
Breite/Tiefe Randdämmung	D		m
Dicke Randdämmung	d_n		m
Wärmeleitfähigkeit Randdämmung	λ_n		W/(mK)
Lage Randdämmung	waagrecht	<input type="checkbox"/>	
(nur ein Feld ankreuzen)	senkrecht	<input type="checkbox"/>	

Bei aufgeständerte Bodenplatte			
U-Wert Hohlraumboden	U_{Hohl}		W/(m²K)
Höhe Hohlraumwand	h		m
U-Wert Hohlraumwand	U_{wW}		W/(m²K)
Fläche Lüftungsöffnungen	ϵP		m²
Windgeschw. in 10 m Höhe	v	4,0	m/s
Windabschirmungsfaktor	f_{wW}	0,05	-

Zusätzlicher Wärmebrückenverlust am Perimeter							
Phasenverschiebung	β		Monate	stationärer Anteil	$\Psi_{P,stat}^I$	19,061	W/K
				harmonischer Anteil	$\Psi_{P,harm}^I$	19,061	W/K

Grundwasser-Korrektur							
Tiefe Grundwasserspiegel	z_w	3,0	m	Leitwert erdb. Bauteile (ohne Erdreich)	L_{reg}	19,06	W/K
Fließgeschwindigkeit	q_w	0,05	m/d	relativer Dämmstandard	d/B'	1,76	-
Korrekturfaktor Grundwasser	G_w	1,0115242	-	relative Grundwassertiefe	z_w/B'	0,44	-
				relative Grundwassergeschwindigkeit	I/B'	0,12	-

Keller oder Bodenplatte im Erdreich							
wirksame Dicke Kellerboden	d_f	0,0	m	Phasenverschiebung	β		Monate
U-Wert Boden	U_{bf}	0,46	W/(m²K)	äußerer harmonischer Leitwert	L_{pe}		W/K
wirksame Dicke Kellerwand	d_w		m				
U-Wert Wand	U_{bw}		W/(m²K)				
stationärer Leitwert	L_s		W/K				

Unbeheizter Keller							
stationärer Leitwert	L_s		W/K	Phasenverschiebung	β	#WERT!	Monate
				äußerer harmonischer Leitwert	L_{pe}	#WERT!	W/K

Bodenplatte auf Erdreich							
Wärmedurchgangskoeffizient	U_0		W/(m²K)	Phasenverschiebung	β		Monate
wirks. Dicke Randdämmung	d'		m	äußerer harmonischer Leitwert	L_{pe}		W/K
Korrektur Randdämmung	$\Delta^I \Psi$		W/(mK)				
stationärer Leitwert	L_s		W/K				

Aufgeständerte Bodenplatte über belüftetem Hohlraum (höchstens 0,5 m unter OK Erdreich)							
wirksame Dicke Hohlraumdämmung	d_g		m	Phasenverschiebung	β		Monate
U-Wert Hohlraumboden	U_g		W/(m²K)	äußerer harmonischer Leitwert	L_{pe}		W/K
U-Wert Hohlraumwand & Lüftung	U_x		W/(m²K)				
stationärer Leitwert	L_s		W/K				

Zwischenergebnisse							
Phasenverschiebung	β	#WERT!	Monate	stationärer Wärmestrom	Φ_{stat}		W
stationärer Leitwert	L_s	#WERT!	W/K	periodischer Wärmestrom	Φ_{harm}		W
äußerer harmonischer Leitwert	L_{pe}	#WERT!	W/K	Wärmeverlust während der Heizperiode	Q_{tot}		kWh

Reduktionsfaktor Grund für Blatt "Heizwärme"

Monatsmitteltemperaturen im Erdreich für Monatsverfahren

Monat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Mittelwert
Winter													
Sommer													

Auslegungstemperatur Erdreich für Heizlastblatt

für Kühllastblatt

Passivhaus-Projektierung

REDUKTIONSFAKTOR SOLARE EINSTRAHLUNG, FENSTER-U-WERT

Objekt: **Klabundeweg**

Heizwärme: **15** kWh/(m²a)

Heizgradstunden: **84,0**

Klima:	Standard										
Ausrichtung der Fensterfläche	Globalstrahlung (Hauptrichtungen)	Verschattung	Verschmutzung	nicht-senkrecht-er Strahlungseinfall	Verglasungsanteil	g-Wert	Abminderungsfaktor solare Einstrahlung	Fenster-Fläche	Fenster-U-Wert	Verglasungs-Fläche	mittlere Globalstrahlung
maximal:	kWh/(m²a)							m²	W/(m²K)	m²	kWh/(m²a)
Nord	140	0,76	0,95	0,85	0,541	0,50	0,33	19,36	0,82	10,5	140
Ost	220	0,80	0,95	0,85	0,681	0,50	0,44	57,82	0,76	39,4	220
Süd	370	0,83	0,95	0,85	0,586	0,50	0,39	34,08	0,80	20,0	370
West	230	0,71	0,95	0,85	0,640	0,50	0,37	92,76	0,78	59,4	230
Horizontal	360	1,00	0,95	0,85	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	360
Summe bzw. Mittelwert über alle Fenster						0,50	0,39	204,03	0,78	129,2	

Transmissionsverluste	Wärmeangebot Solarstrahlung
kWh/a	kWh/a
1336	450
3703	2812
2289	2478
6089	3895
0	0
13417	9633

Anzahl	Bezeichnung	Abweichung zur Nordrichtung	Neigung gegen die Horizontale	Orientierung	Rohbaumaße Fenster		eingebaut	Verglasung		Rahmen		g-Wert	U-Werte		Ψ-Glasr.	Einbau						Ergebnisse (U- und Ψ-Werte aus FenTyp durch Einblenden sichtbar machen)										
					Breite	Höhe		in Fläche im Flächenblatt	Nr	Auswahl Verglasung aus FenTyp	Nr		Auswahl Rahmen aus FenTyp	Nr		senkr. Einstrahlung	Verglasung	Rahmen (Mittel)	Ψ_Glasrand (Mittel)	links 1/0	rechts 1/0	unten 1/0	oben 1/0	Ψ_Einbau links	Ψ_Einbau rechts	Ψ_Einbau unten	Ψ_Einbau oben	Ψ_Mittelwert	Fensterfläche	Verglasungsfläche	U-Wert Fenster	Glasanteil je Fenster
					m	m		auswählen:	auswählen:	auswählen:	auswählen:		W/(m²K)	W/(m²K)		W/(m²K)	W/(mK)	W/(mK)	W/(mK)	W/(mK)	W/(mK)	W/(mK)	W/(mK)	W/(mK)	W/(mK)	W/(mK)	W/(mK)	W/(mK)	m²	m²	W/(m²K)	%
6	T21 li	0	90	Nord	0,693	1,610	Außenwand Nord	1	Interpane Iplus	3	Schüco AWS 112	2	0,50	0,60	0,80	0,026	1	0	1	1					0,017	6,7	3,64	0,82	54%			
6	T21 re	0	90	Nord	0,693	1,610	Außenwand Nord	1	Interpane Iplus	3	Schüco AWS 112	2	0,50	0,60	0,80	0,026	0	1	1	1					0,017	6,7	3,64	0,82	54%			
3	T20 li	0	90	Nord	0,693	1,440	Außenwand Nord	1	Interpane Iplus	3	Schüco AWS 112	2	0,50	0,60	0,80	0,026	1	0	1	1					0,017	3,0	1,59	0,83	53%			
3	T20 re	0	90	Nord	0,693	1,440	Außenwand Nord	1	Interpane Iplus	3	Schüco AWS 112	2	0,50	0,60	0,80	0,026	0	1	1	1					0,017	3,0	1,59	0,83	53%			
6	T13 li	90	90	Ost	0,575	2,310	Außenwand Ost	2	Interpane Iplus	3	Schüco AWS 112	2	0,50	0,60	0,80	0,026	1	0	1	1					0,016	8,0	4,10	0,83	52%			
6	T13 re	90	90	Ost	0,575	2,310	Außenwand Ost	2	Interpane Iplus	3	Schüco AWS 112	2	0,50	0,60	0,80	0,026	0	1	1	1					0,016	8,0	4,10	0,83	52%			
6	T11/T12	90	90	Ost	0,885	1,510	Außenwand Ost	2	Interpane Iplus	3	Schüco AWS 112	2	0,50	0,60	0,80	0,026	1	1	1	1					0,016	8,0	4,81	0,81	60%			
3	T10	90	90	Ost	0,710	1,510	Außenwand Ost	2	Interpane Iplus	3	Schüco AWS 112	2	0,50	0,60	0,80	0,026	1	1	1	1					0,016	3,2	1,75	0,84	54%			
1	Pfosten-Rieg	90	90	Ost	1,800	13,400	Außenwand Ost	2	Interpane Iplus	3	Schüco AWS 112	2	0,50	0,60	0,80	0,026	1	1	1	1					0,015	24,1	20,49	0,68	85%			
1	Pfosten-Rieg	90	90	Ost	0,680	9,600	Außenwand Ost	2	Interpane Iplus	3	Schüco AWS 112	2	0,50	0,60	0,80	0,026	1	1	1	1					0,014	6,5	4,11	0,80	63%			
6	T19 li	180	90	Süd	0,630	1,510	Außenwand Süd	3	Interpane Iplus	3	Schüco AWS 112	2	0,50	0,60	0,80	0,026	1	0	1	1					0,017	5,7	2,91	0,84	51%			
6	T19 re	180	90	Süd	0,630	1,510	Außenwand Süd	3	Interpane Iplus	3	Schüco AWS 112	2	0,50	0,60	0,80	0,026	0	1	1	1					0,017	5,7	2,91	0,84	51%			
3	T16 li	180	90	Süd	0,630	2,310	Außenwand Süd	3	Interpane Iplus	3	Schüco AWS 112	2	0,50	0,60	0,80	0,026	1	0	1	1					0,016	4,4	2,39	0,82	55%			
3	T16 re	180	90	Süd	0,630	2,310	Außenwand Süd	3	Interpane Iplus	3	Schüco AWS 112	2	0,50	0,60	0,80	0,026	0	1	1	1					0,016	4,4	2,39	0,82	55%			
2	T18 li	180	90	Süd	1,005	2,310	Außenwand Süd	3	Interpane Iplus	3	Schüco AWS 112	2	0,50	0,60	0,80	0,026	1	0	1	1					0,017	4,6	3,12	0,76	67%			
2	T18 re	180	90	Süd	1,005	2,310	Außenwand Süd	3	Interpane Iplus	3	Schüco AWS 112	2	0,50	0,60	0,80	0,026	0	1	1	1					0,017	4,6	3,12	0,76	67%			
1	T18 li	180	90	Süd	1,005	2,310	Außenwand Süd	3	Interpane Iplus	3	Schüco AWS 112	2	0,50	0,60	0,80	0,026	1	0	1	1					0,017	2,3	1,56	0,76	67%			
1	T18 re	180	90	Süd	1,005	2,310	Außenwand Süd	3	Interpane Iplus	3	Schüco AWS 112	2	0,50	0,60	0,80	0,026	0	1	1	1					0,017	2,3	1,56	0,76	67%			
6	T17 li	270	90	West	1,005	2,310	Außenwand West	4	Interpane Iplus	3	Schüco AWS 112	2	0,50	0,60	0,80	0,026	1	0	1	1					0,017	13,9	9,37	0,76	67%			
6	T17 re	270	90	West	1,005	2,310	Außenwand West	4	Interpane Iplus	3	Schüco AWS 112	2	0,50	0,60	0,80	0,026	0	1	1	1					0,017	13,9	9,37	0,76	67%			
3	T17 li	270	90	West	1,005	2,310	Außenwand West	4	Interpane Iplus	3	Schüco AWS 112	2	0,50	0,60	0,80	0,026	1	0	1	1					0,017	7,0	4,69	0,76	67%			
3	T17 re	270	90	West	1,005	2,310	Außenwand West	4	Interpane Iplus	3	Schüco AWS 112	2	0,50	0,60	0,80	0,026	0	1	1	1					0,017	7,0	4,69	0,76	67%			
9	T14 li	270	90	West	0,755	2,310	Außenwand West	4	Interpane Iplus	3	Schüco AWS 112	2	0,50	0,60	0,80	0,026	1	1	1	1					0,015	15,7	9,46	0,81	60%			
9	T14 re	270	90	West	0,755	2,310	Außenwand West	4	Interpane Iplus	3	Schüco AWS 112	2	0,50	0,60	0,80	0,026	0	1	1	1					0,016	15,7	9,46	0,79	60%			
3	T11/T12	270	90	West	0,680	9,600	Außenwand West	4	Interpane Iplus	3	Schüco AWS 112	2	0,50	0,60	0,80	0,026	1	1	1	1					0,014	19,6	12,32	0,80	63%			

Passivhaus-Projektierung

VERGLASUNGSTYP NACH ZERTIFIKAT

[zu den Pfosten-Riegel-Fassaden / Fensterrahmen ab Zeile 99](#)

TYP			
Aufbau Nr.	Verglasung	g-Wert	U _g -Wert
			W/(m ² K)
1	Passivhausverglasung	0,50	0,80
2			
3	Interpane Iplus 3E Argon	0,50	0,60
4			

Passivhaus-Projektierung

PFOSTEN-RIEGEL-FASSADE / FENSTERRAHMEN NACH ZERTIFIKAT

[zu den Verglasungen ab Zeile 2](#)

Aufbau Nr.	TYP	U-Wert				Rahmenmaße				Wärmebrücken								Pfosten-R-Fassaden: χ _{GT} -Wert Glasträger	
		Rahmen links	Rahmen rechts	Rahmen unten	Rahmen oben	Breite links	Breite rechts	Breite unten	Breite oben	Glasrand Wärmebrücke				Einbau Wärmebrücke					
		Pfosten links	Pfosten rechts	Riegel unten	Riegel oben	Pfosten links	Pfosten rechts	Riegel unten	Riegel oben	Ψ _{glasrand links}	Ψ _{glasrand rechts}	Ψ _{glasrand unten}	Ψ _{glasrand oben}	Ψ _{Einbau links}	Ψ _{Einbau rechts}	Ψ _{Einbau unten}	Ψ _{Einbau oben}		
		W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	m	m	m	m	W/(mK)	W/(mK)	W/(mK)	W/(mK)	W/(mK)	W/(mK)	W/(mK)	W/(mK)	W/K	
1																			
2	Schüco AWS 112, IC	0,80	0,80	0,81	0,80	0,120	0,120	0,148	0,120	0,026	0,026	0,025	0,026	0,014	0,014	0,025	0,014		
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			

Passivhaus-Projektierung

BERECHNUNG VON VERSCHATTUNGSFAKTOREN

Klima: **Standard**

Objekt: **Klabundeweg**

Geogr. Breite: **51,3** °

Orientierung	Verglasungsfläche m ²	Abminderungsfaktor r _v
Nord	10,47	76%
Ost	39,36	80%
Süd	19,96	83%
West	59,37	71%
Horizontal	0,00	100%

Anzahl	Bezeichnung	Abweichung zur Nord-richtung	Neigung gegen die Horizontale	Orientierung	Breite der Verglasung	Höhe der Verglasung	Verglasungsfläche A _F	Höhe des Verschattungsobjekts	Horizontal-entfernung	Laibungstiefe ü _{Laib}	Abstand des Verglasungs-rands zur Laibung	Tiefe des Überstands ü _{oben}	Abstand des oberen Verglasungs-rands zum Überstand	zusätzlicher Abminderungsfaktor Verschattung r _{so}	Abminderungsfaktor Verschattung Horizont	Abminderungsfaktor Verschattung Laibung	Abminderungsfaktor Verschattung Überstand	Abminderungsfaktor Verschattung Gesamt
		Grad	Grad		b _F	h _F		m	m		m		m		m	m	%	%
6	T21 li	0	90	Nord	0,45	1,34	3,6			0,20	0,080	0,20	0,020		100%	83%	92%	76%
6	T21 re	0	90	Nord	0,45	1,34	3,6			0,20	0,080	0,20	0,020		100%	83%	92%	76%
3	T20 li	0	90	Nord	0,45	1,17	1,6			0,20	0,080	0,20	0,020		100%	83%	91%	75%
3	T20 re	0	90	Nord	0,45	1,17	1,6			0,20	0,080	0,20	0,020		100%	83%	91%	75%
6	T13 li	90	90	Ost	0,34	2,04	4,1			0,20	0,080	0,20	0,020		100%	71%	95%	67%
6	T13 re	90	90	Ost	0,34	2,04	4,1			0,20	0,080	0,20	0,020		100%	71%	95%	67%
6	T11/T12	90	90	Ost	0,65	1,24	4,8			0,20	0,080	0,20	0,020		100%	81%	92%	74%
3	T10	90	90	Ost	0,47	1,24	1,8			0,20	0,080	0,20	0,020		100%	76%	92%	70%
1	Pfosten-Riegel	90	90	Ost	1,56	13,13	20,5			0,20	0,080	0,20	0,020		100%	90%	99%	89%
1	Pfosten-Riegel	90	90	Ost	0,44	9,33	4,1			0,20	0,080	0,20	0,020		100%	75%	99%	74%
6	T19 li	180	90	Süd	0,39	1,24	2,9			0,20	0,080	0,20	0,020		100%	86%	96%	83%
6	T19 re	180	90	Süd	0,39	1,24	2,9			0,20	0,080	0,20	0,020		100%	86%	96%	83%
3	T16 li	180	90	Süd	0,39	2,04	2,4			0,20	0,080	0,20	0,020		100%	86%	98%	84%
3	T16 re	180	90	Süd	0,39	2,04	2,4			0,20	0,080	0,20	0,020		100%	86%	98%	84%
2	T18 li	180	90	Süd	0,77	2,04	3,1			0,20	0,080	1,76	0,600		100%	91%	88%	80%
2	T18 re	180	90	Süd	0,77	2,04	3,1			0,20	0,080	1,76	0,600		100%	91%	88%	80%
1	T18 li	180	90	Süd	0,77	2,04	1,6			0,20	0,080	0,20	0,020		100%	91%	98%	89%
1	T18 re	180	90	Süd	0,77	2,04	1,6			0,20	0,080	0,20	0,020		100%	91%	98%	89%
6	T17 li	270	90	West	0,77	2,04	9,4			0,20	0,080	1,76	0,600		100%	83%	75%	62%
6	T17 re	270	90	West	0,77	2,04	9,4			0,20	0,080	1,76	0,600		100%	83%	75%	62%
3	T17 li	270	90	West	0,77	2,04	4,7			0,20	0,080	0,20	0,020		100%	83%	95%	78%
3	T17 re	270	90	West	0,77	2,04	4,7			0,20	0,080	0,20	0,020		100%	83%	95%	78%
9	T14 li	270	90	West	0,52	2,04	9,5			0,20	0,080	0,20	0,020		100%	77%	95%	73%
9	T14 re	270	90	West	0,52	2,04	9,5			0,20	0,080	0,20	0,020		100%	77%	95%	73%
3	T11/T12	270	90	West	0,44	9,33	12,3			0,20	0,080	0,20	0,020		100%	75%	99%	74%

Passivhaus-Projektierung

LÜFTUNGSDATEN

Objekt:

Energiebezugsfläche A_{EB}	m ²	868	(Blatt Flächen)
Raumhöhe h	m	2,5	(Blatt Heizwärme)
Raumluftvolumen Lüftung ($A_{EB} \cdot h$) = V_L	m ³	2170	(Blatt Heizwärme)

Art der Lüftungsanlage

- Balancierte Passivhauslüftung bitte ankreuzen
- Reine Abluft

Infiltrationsluftwechsel

Windschutz-Koeffizienten e und f		
Koeffizient e für Abschirmungsklasse	mehrere Einwirkungs-seiten	eine Einwirkungs-seite
keine Abschirmung	0,10	0,03
mäßige Abschirmung	0,07	0,02
starke Abschirmung	0,04	0,01
Koeffizient f	15	20

		für Jahresbedarf:		für Heizlastfall:			
Windschutzkoeffizient e		0,10		0,25			
Windschutzkoeffizient f		15		15		Netto Luftvolumen für Drucktest V_{n50}	
Luftwechsel bei Drucktest n_{50}	1/h	0,40		0,40		2823	m ³
						Luftdurchlässigkeit q_{50}	
						0,68	m ³ /(hm ²)
Abluftüberschuss		für Jahresbedarf:		für Heizlastfall:			
	1/h	0,00		0,00			
Infiltrationsluftwechsel $n_{L,Rest}$	1/h	0,052		0,130			

Auswahl der Lüftungsdateneingabe - Ergebnisse

Das PHPP bietet zwei Verfahren zur Auslegung der Luftmengen und zur Wahl des Lüftungsgeräts. Mit der Standard-Projektierung kann der mittlere Luftwechsel für Wohngebäude projektiert und max. ein Lüftungsgerät zugeordnet werden. Im Tabellenblatt "Zusatz Lüftg." können bis zu 10 Lüftungsgeräte berücksichtigt werden und die Luftmengen raumweise oder zonenweise bestimmt werden. Bitte wählen Sie hier Ihr Auslegungsverfahren.

Auslegung Lüftungsanlage / Wärmebereitstellungsgrad		Mittlerer Luftaustausch	Mittlerer Luftwechsel	Abluft Überschuss (Abluftanlage)	effekt. Wärmebereitstellungsgrad Gerät	spezif. Leistungsaufnahme	Wärmebereitstellungsgrad EWÜ
<input checked="" type="checkbox"/>	Blatt Lüftung (Standard Projektierg.) <small>(Blatt Lüftung s.u.)</small>	m ³ /h	1/h	1/h	[]	Wh/m ³	
<input type="checkbox"/>	Blatt Erweit. Lüftg. <small>(Blatt Zusatz Lüftg.)</small> (Mehrere Lüftungsgeräte, Nichtwohngebäude)	785	0,36	0,00	83,1%	0,50	28,2%

STANDARD-EINGABE BALANCIERTE LÜFTUNG

Auslegung der Lüftung für Anlagen mit einem Lüftungsgerät

Personenbelegung	m²/P	35			
Anzahl Personen	P	24,8			
Frischluf pro Person	m³/(P*h)	30			
Frischlufbedarf	m³/h	744			
Ablufträume		Küche	Bad	(nur Dusche)	WC
Anzahl		12	0	12	3
Abluftbedarf pro Raum	m³/h	60	40	20	20
Abluftbedarf gesamt	m³/h	1020			
Auslegungsvolumenstrom (Maximum)	m³/h	1020			

Berechnung des mittleren Luftwechsels

Betriebsarten	tägl. Betriebszeiten	h/d	Faktoren bezügl. Maximum	Luftvolumenstrom	Luftwechsel
				m³/h	1/h
Maximum			1,00	1020	0,47
Standard		24,0	0,77	785	0,36
Grundlüftung			0,54	549	0,25
Minimum			0,40	408	0,19
Mittelwert			0,77	785	0,36

mittlerer Luftaustausch (m³/h) mittlerer Luftwechsel (1/h)

Auswahl des Lüftungsgeräts mit Wärmerückgewinnung

<input checked="" type="checkbox"/>	Gerät innerhalb der thermischen Hülle										
<input type="checkbox"/>	Gerät außerhalb der thermischen Hülle										
Auswahl Lüftungsgerät	- Nutzerdefiniert -	Wärmebereitstellungsgrad Gerät	0,84	spez. Leistungsaufnahme [Wh/m³]	0,50	Einsatzbereich [m³/h]	k.A.	Frostschutz erforderlich	k.A.	Geräteschall < 35dB(A)	k.A.

Leitwert Außenluftkanal	Ψ	W/(mK)	0,317	Berechnung siehe unten
Länge des Außenluftkanals	m		5	
Leitwert Fortluftkanal	Ψ	W/(mK)	0,317	Berechnung siehe unten
Länge des Fortluftkanals	m		5	
Temperatur des Aufstellortes	°C		11,0	

(nur eintragen falls Gerät außerhalb der thermischen Hülle)

Innenraumtemperatur (°C)	20
mittl. Außentemp. Heizp. (°C)	4,0
mittl. Erreichtemp. (°C)	10,0

Effektiver Wärmebereitstellungsgrad $\eta_{WRG,eff}$ **83,1%**

Effektiver Wärmebereitstellungsgrad Erdreichwärmeübertrager

Wirkungsgrad Erdreichwärmeübertrager	$\eta_{EWÜ}$	75%
Wärmebereitstellungsgrad EWÜ	$\eta_{EWÜ}$	28%

Nebenrechnung Ψ-Wert Zu- bzw. Außenluftkanal

Nennweite:	200 mm
Dämmdicke:	100 mm
Verspiegelt? Bitte ankreuzen!	<input checked="" type="checkbox"/> Ja
	<input type="checkbox"/> Nein
Wärmeleitfähigkeit	0,04 W/(mK)
Nennvolumenstrom	785 m³/h
Δθ	16 K
Rohrdurchmesser außen	0,200 m
Außendurchmesser	0,400 m
α-innen	25,05 W/(m²K)
α-Oberfläche	2,40 W/(m²K)
Ψ-Wert	0,317 W/(mK)
Oberflächentemperatur-Differenz	1,679 K

Nebenrechnung Ψ-Wert Ab- bzw. Fortluftkanal

Nennweite:	200 mm
Dämmdicke:	100 mm
Verspiegelt? Bitte ankreuzen!	<input checked="" type="checkbox"/> Ja
	<input type="checkbox"/> Nein
Wärmeleitfähigkeit	0,04 W/(mK)
Nennvolumenstrom	785 m³/h
Δθ	16 K
Rohrdurchmesser außen	0,200 m
Außendurchmesser	0,400 m
α-innen	25,05 W/(m²K)
α-Oberfläche	2,40 W/(m²K)
Ψ-Wert	0,317 W/(mK)
Oberflächentemperatur-Differenz	1,679 K

WÄRMERÜCKGEWINNUNGSGERÄTE NACH ZERTIFIKAT

Nr.	Wärmerückgewinnungsgerät	Wärmebereitstellungsgrad (effektiv)	Elektro-effizienz	zusätzliche Gerätedaten			
				Einsatzbereich	ext. Pressung je Strang	Einbauten Δp _{intern}	Frostschutz erforderlich
		%	Wh/m³	m³/h	Pa	Pa	
1	- Nutzerdefiniert -	84%	0,50				
2							
3							
4							
5							

Passivhaus-Projektierung

ENERGIEKENNWERT HEIZWÄRME

Klima: **Standard**
 Objekt: **Klabundeweg**
 Standort: **Hamburg**

Innentemperatur: **20,0** °C
 Gebäudetyp/Nutzung: **Mehrfamilienhaus Passivhaus Variante 1**
 Energiebezugsfläche A_{EG}: **868,1** m²

Bauteile	Temperaturzone	Fläche m ²	U-Wert W/(m ² K)	Temp.-faktor f _t	G _t kWh/a	pro m ² Energie-bezugsfläche kWh/(m ² a)
Außenwand Außenluft	A	527,6	0,084	1,00	84,0	3734
Außenwand Erdreich	B	48,2	0,084	0,64	84,0	217
Dach/Decken Außenluft	A	769,7	0,085	1,00	84,0	5509
Bodenplatte/Kellerdecke	B	114,1	0,085	0,64	84,0	525
	A			1,00		
	A			1,00		
	X			0,75		
Fenster	A	204,0	0,783	1,00	84,0	13417
Außentür	A	4,2	0,800	1,00	84,0	282
Wbrücken außen (Länge/m)	A	310,4	0,060	1,00	84,0	1569
Wbrücken Perimeter (Länge/m)	P	138,1	0,138	0,64	84,0	1026
Wbrücken Boden (Länge/m)	B			0,64		
Summe aller Hüllflächen		1667,6				30,3

Transmissionswärmeverluste Q_T

Lüftungsanlage:

wirksames Luftvolumen V _L	A _{EB} lichte Raumhöhe	868,1 m ² * 2,50 m = 2170,3 m ³
effektiver Wärmebereitstellungsgrad der Wärmerückgewinnung η _{eff} 83%		
Wärmebereitstellungsgrad des Erreichwärmebeitr. η _{EWÜ} 28%		
energetisch wirksamer Luftwechsel n _L 0,362 1/h	Φ _{WRG} n _{L,Anlage} 0,88 1/h	Φ _{WRG} n _{L,Rest} 0,052 1/h

Lüftungswärmeverluste Q_L

V _L m ³	n _L 1/h	C _{Luft} Wh/(m ³ K)	G _t kWh/a	kWh/(m ² a)
2170	0,096	0,33	84,0	5765

Summe Wärmeverluste Q_V

Q _T kWh/a	Q _L kWh/a	Reduktionsfaktor Nacht-/Wochenend-absenkung	Q _V kWh/a	kWh/(m ² a)
26280	5765	1,0	32045	36,9

Ausrichtung der Fläche

Ausrichtung	Abminderungsfaktor vgl. Blatt Fenster	g-Wert (senkr. Einstr.)	Fläche m ²	Globalstr. Heizzeit h	kWh/a	kWh/(m ² a)
1 Nord	0,33	0,50	19,36	140	450	
2 Ost	0,44	0,50	57,82	220	2812	
3 Süd	0,39	0,50	34,08	370	2478	
4 West	0,37	0,50	92,76	230	3895	
5 Horizontal	0,00	0,00	0,00	360	0	
Summe					9633	11,1

Wärmeangebot Solarstrahlung Q_S

Interne Wärmequellen Q_I

kWh/d	Länge Heizzeit dia	spezif. Leistung q _I W/m ²	A _{EB} m ²	kWh/a	kWh/(m ² a)
0,024	225	2,10	868,1	9844	11,3

Freie Wärme Q _F	Q _S + Q _I	19478 kWh/a	22,4 kWh/(m ² a)
----------------------------	---------------------------------	-------------	-----------------------------

Verhältnis Freie Wärme zu Verlusten	Q _F / Q _V	0,61
-------------------------------------	---------------------------------	------

Nutzungsgrad Wärmegewinne η_G

(1 - (Q _F / Q _V) ⁵) / (1 - (Q _F / Q _V) ⁶)	97%
---	-----

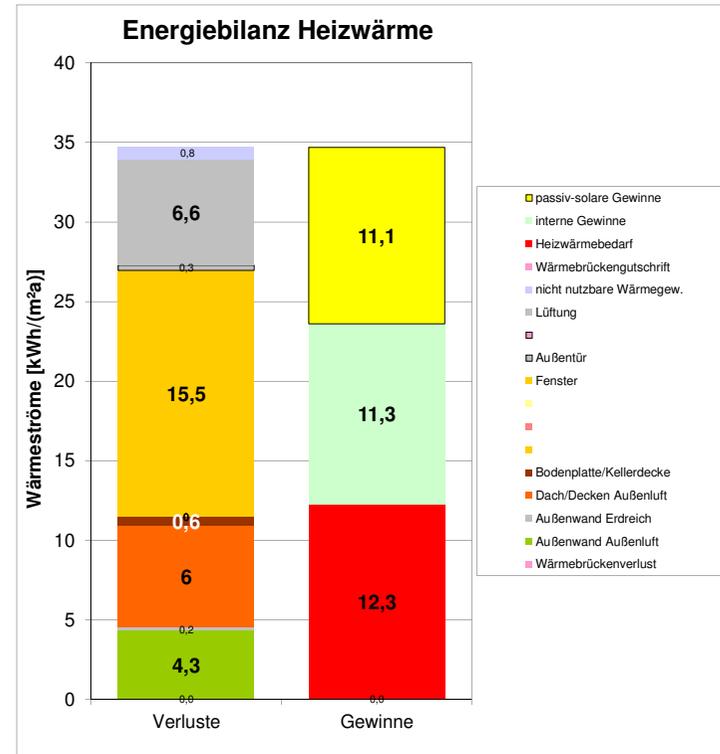
Wärmegewinne Q_G

η _G * Q _F	18810 kWh/a	21,7 kWh/(m ² a)
---------------------------------	-------------	-----------------------------

Heizwärmebedarf Q_H

Q _V - Q _G	13234 kWh/a	15 kWh/(m ² a)
---------------------------------	-------------	---------------------------

Grenzwert kWh/(m ² a)	15	Anforderung erfüllt? (ja/nein)	ja
----------------------------------	----	--------------------------------	----



Passivhaus-Projektierung

ENERGIEKENNWERT HEIZWÄRME

MONATSVERRFAHREN

(auf dieser Seite dargestellt werden die Heizzeitsummen des Monatsverfahrens)

Klima: Standard Deutschland Innentemperatur: 20 °C
 Objekt: Klabundeweg Gebäudetyp/Nutzung: Mehrfamilienhaus Passivhaus Va
 Standort: Hamburg Energiebezugsfläche A_{se}: 868,1 m²

Bauteile	Temperaturzone	Fläche m ²	U-Wert W/(m ² K)	Red.Fak. Mon.	G _t kWh/a	pro m ² Energiebezugsfläche kWh/(m ² a)
Außenwand Außenluft	A	527,6	0,084	1,00	80	3543
Außenwand Erdreich	B	49,2	0,084	1,00	52	208
Dach/Decken Außenluft	A	769,7	0,085	1,00	80	5227
Bodenplatte/Kellerdecke	B	114,1	0,085	1,00	52	502
	A			1,00		
	A			1,00		
	X			0,75		
Fenster	A	204,0	0,783	1,00	80	12730
Außentür	A	4,2	0,800	1,00	80	268
Wbrücken außen (Länge/m)	A	310,4	0,060	1,00	80	1489
Wbrücken Perimeter (Länge/m)	P	138,1	0,138	1,00	52	982
Wbrücken Boden (Länge/m)	B			1,00		
Summe					24950	28,7

Transmissionswärmeverluste Q_T

wirksames Luftvolumen V _l m ³	A _l m ² lichte Raumhöhe m	=	2170
0,362	868 * 2,50	=	2170

wirksamer Luftwechsel außen n_u
 wirksamer Luftwechsel Erreich n_{u,e}

n _{u,Anlage} 1/h	η _{FWÜ}	η _{WRG}	n _{u,Anst} 1/h	n _{u,Anst} 1/h	n _{u,Anst} 1/h
0,362	75%	0,83	0,83	0,052	0,067
0,362	75%	0,83	0,83		0,046

Lüftungsverlust außen Q_{L,a}
 Lüftungsverlust Erreich Q_{L,e}

V _l m ³	n _{u,Anst} 1/h	C _{Luft} Wh/(m ³ K)	G _L kWh/a	kWh/(m ² a)
2170	0,067	0,33	80	4,4
2170	0,046	0,33	51	1,9
Summe			5503	6,3

Summe Wärmeverluste Q_V

Q _T kWh/a	Q _L kWh/a	Reduktionsfaktor Nacht-/Wochenendauslenkung	Q _V kWh/a	kWh/(m ² a)
24950	5503	1,0	30452	35,1

Ausrichtung der Fläche

Richtung	Abminderungsfaktor vgl. Blatt Fenster	g-Wert (sekr. Einstr.)	Fläche m ²	G _g kWh/a	kWh/(m ² a)
Nord	0,33	0,50	19,4	123	395
Ost	0,44	0,50	57,8	203	2594
Süd	0,39	0,50	34,1	353	2964
West	0,37	0,50	92,8	212	3590
Horizontal	0,00	0,00	0,0	322	0
Summe opake Flächen					0

Wärmeangebot Solarstrahlung Q₀

Summe	8943	10,3
-------	------	------

Innere Wärmequellen Q_i

khd	Länge Heizzeit da	spezif. Leistung q _s W/m ²	A _{se} m ²	Q _i kWh/a	kWh/(m ² a)
0,024	212	2,1	868,1	9276	10,7

Freie Wärme Q₀

Q ₀ + Q _i	18219	21,0
---------------------------------	-------	------

Verhältnis Freie Wärme zu Verlusten

Q ₀ / Q _V	0,60
---------------------------------	------

Nutzungsgrad Wärmegewinne η₀

η ₀	97%
----------------	-----

Wärmegewinne Q_G

η ₀ * Q ₀	17594	20,3
---------------------------------	-------	------

Heizwärmebedarf Q_H

Q _V - Q _G	12858	15
---------------------------------	-------	----

Grenzwert

kWh/(m ² a)	15	Anforderung erfüllt?	ja
------------------------	----	----------------------	----

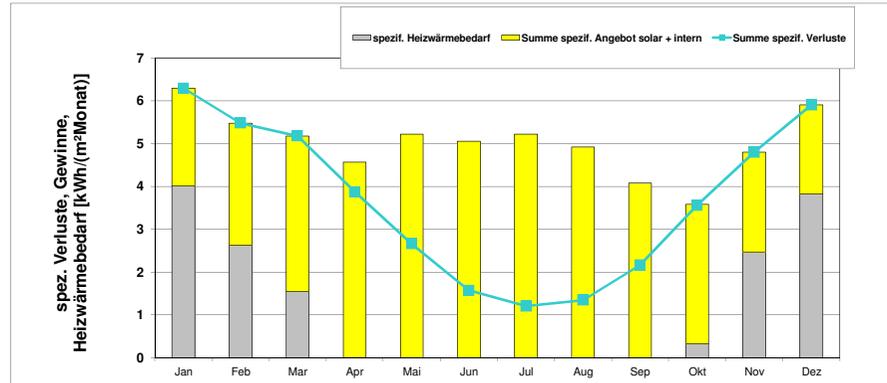
PASSIVHAUS-PROJEKTIERUNG

ENERGIEKENNWERT HEIZWÄRME

MONATSVERRFAHREN

Klima: Standard Deutschland Innentemperatur: 20 °C
 Objekt: Klabundeweg Gebäudetyp/Nutzung: Mehrfamilienhaus Passivhaus Variante
 Standort: Hamburg Energiebezugsfläche A_{se}: 868 m²

	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr	
Heizgr. Std. Außen	14,6	12,6	11,6	8,4	5,3	2,7	1,8	2,2	4,4	7,9	11,0	13,7	96	kKh
Heizgr. Std. Grund	8,0	8,1	9,3	8,7	8,2	6,9	6,0	5,1	4,6	5,0	5,6	6,9	82	kWh
Verluste Außen	4958	4273	3946	2040	1796	906	607	759	1493	2681	3745	4654	32659	kWh
Verluste Grund	507	484	548	522	514	461	439	410	385	406	418	469	5563	kWh
Summe spezif. Verluste	6,3	5,5	5,2	3,9	2,7	1,6	1,2	1,3	2,2	3,6	4,8	5,9	44,0	kWh/m ²
Solare Gewinne Nord	32	48	83	119	161	177	177	141	96	58	32	22	1146	kWh
Solare Gewinne Ost	166	332	524	856	1061	1035	1061	958	665	409	192	115	7374	kWh
Solare Gewinne Süd	194	395	442	556	569	509	536	576	536	422	214	141	5089	kWh
Solare Gewinne West	237	474	745	1118	1389	1355	1405	1236	931	576	271	169	9906	kWh
Solare Gewinne Horiz.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Solare Gewinne opak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Innere Wärmequellen	1356	1225	1356	1313	1356	1313	1356	1356	1313	1356	1313	1356	15970	kWh
Summe spezif. Angebot solar + intern	2,3	2,9	3,6	4,6	5,2	5,1	5,2	4,9	4,1	3,2	2,3	2,1	45,5	kWh/m ²
Nutzungsgrad	100%	100%	100%	85%	51%	31%	23%	27%	53%	99%	100%	100%	64%	
Heizwärmebedarf	3479	2282	1343	5	0	0	0	0	287	2142	3320	12858	12858	kWh
spezif. Heizwärmebedarf	4,0	2,6	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	2,5	3,8	14,8	14,8	kWh/m ²



Heizwärmebedarf: Vergleich

EN 13790 Monatsverfahren
 PHPP, Heizperiodenverfahren
 Wert EnEV

12858	kWh/a
13234	kWh/a
34030	kWh/a

14,8	kWh/(m ² a)
15,2	kWh/(m ² a)
28,7	kWh/(m ² a)

kWh/(m²a) Bezugsfläche ist die Wohnfläche
 kWh/(m²a) Bezugsfläche ist die Wohnfläche
 kWh/(m²a) Achtung! andere Bezugsfläche: A_n nach EnEV

Monat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ganzjahreswert	Heizperiodenverfahren
Tage	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	225
AußenTemp	0,40	1,30	4,40	8,40	12,90	16,30	17,60	17,00	13,90	9,40	4,70	1,60	9,0	4,4
Strahl Nord	10,0	15,0	26,0	37,0	50,0	55,0	55,0	44,0	30,0	18,0	10,0	7,0	357	140
Strahl Ost	13,0	26,0	41,0	67,0	83,0	81,0	83,0	75,0	52,0	32,0	15,0	9,0	577	220
Strahl Süd	29,0	59,0	66,0	83,0	85,0	76,0	80,0	86,0	80,0	63,0	32,0	21,0	760	370
Strahl West	14,0	28,0	44,0	66,0	82,0	80,0	83,0	73,0	55,0	34,0	16,0	10,0	585	230
Strahl Hori	21,0	40,0	65,0	108,0	142,0	141,0	144,0	126,0	87,0	50,0	23,0	15,0	962	360
Thimm	-9,75	-9,55	-5,37	-2,01	4,26	8,79	11,19	11,37	7,76	2,32	-3,92	-7,42	0,7	
BodenTemp	9,19	8,02	7,53	7,86	8,93	10,44	11,99	13,17	13,66	13,32	12,26	10,75	10,6	10,0

Passivhaus-Projektierung

HEIZWÄRMELAST

Objekt: **Klabundeweg**
Standort: **Hamburg**

Gebäudetyp/Nutzung: **Mehrfamilienhaus Passivhaus Variante 1**
Energiebezugsfläche A_{EB} : **868,1 m²** Innen-temperatur: **20 °C**
Klima (Heizlast): **Standard Deutschland**

Auslegungstemperatur	Strahlung:	Nord	Ost	Süd	West	Horizontal
Wetter 1: -10,6 °C		10	30	90	35	40 W/m ²
Wetter 2: -1,2 °C		5	5	10	5	10 W/m ²
Erdreichauslegungstemp. 0,0 °C						

Bauteile	Temperaturzone	m ²	U-Wert	Faktor immer 1 (außer 'X')	K	TempDiff 2	P _{T 1}	P _{T 2}
			W/(m ² K)		K	K	W	W
1 Außenwand Außenluft	A	527,6	0,084	1,00	30,6	21,2	1359	945
2 Außenwand Erdreich	B	48,2	0,084	1,00	20,0	20,0	81	81
3 Dach/Decken Außenluft	A	769,7	0,085	1,00	30,6	21,2	2004	1394
4 Bodenplatte/Kellerdecke	B	114,1	0,085	1,00	20,0	20,0	195	195
5	A			1,00	30,6	21,2		
6	A			1,00	30,6	21,2		
7	X			0,75	30,6	21,2		
8 Fenster	A	204,0	0,783	1,00	30,6	21,2	4882	3394
9 Außentür	A	4,2	0,800	1,00	30,6	21,2	103	71
10 Wbrücken außen (Länge/m)	A	310,4	0,060	1,00	30,6	21,2	571	397
11 Wbrücken Perimeter (Länge/m)	F	138,1	0,138	1,00	20,0	20,0	381	381
12 Wbrücken Boden (Länge/m)	B			1,00	20,0	20,0		
13 Haus/Wohnungstrennwand	I			1,00	3,0	3,0		

Transmissionswärmelast P_T
Summe = **9575** bzw. **6856**

Lüftungsanlage:

wirksames Luftvolumen V_L = **868,1** m³ * lichte Raumhöhe **2,50** m = **2170** m³

Wärmebereitstellungsgrad des Wärmeabtragers η_{Wtr} = **83%** Wirkungsgrad des EWÜ η_{EWÜ} = **75%** Wärmebereitstellungsgrad EWÜ η_{EWÜ 1} = **51%** bzw. η_{EWÜ 2} = **40%**

energetisch wirksamer Luftwechsel n_L = $\frac{\eta_{Wtr} \cdot \eta_{EWÜ}}{V_L} \cdot \Phi_{Wtr}$ = $\frac{0,83 \cdot 0,75}{2170,3} \cdot (0,130 + 0,362) \cdot (1 - 0,92)$ bzw. $\frac{0,90}{0,160}$ = **0,130** bzw. **0,167**

Lüftungswärmelast P_L

V _L m ³	n _L 1/h	n _L 1/h	c _{air} Wh/(m ³ K)	TempDiff 1 K	TempDiff 2 K	P _{L 1} W	P _{L 2} W
2170,3	0,160	0,167	0,33	30,6	21,2	3508	2538

Summe Wärmelast P_V
P_T + P_L = **13083** bzw. **9396**

Solare Wärmeleistung P_S

Ausrichtung der Fläche	Fläche m ²	g-Wert (senk. Einstrahlung)	Abminderungsfaktor (vgl. Blatt Fenster)	Strahlung 1 W/m ²	Strahlung 2 W/m ²	P _{S 1} W	P _{S 2} W
1 Nord	19,4	0,5	0,3	10	5	32	16
2 Ost	57,8	0,5	0,4	30	5	383	64
3 Süd	34,1	0,5	0,4	90	5	603	67
4 West	92,8	0,5	0,4	35	5	593	85
5 Horizontal	0,0	0,0	0,4	40	10	0	0

Summe = **1611** bzw. **232**

Interne Wärmeleistung P_I
spez. Leistung **1,6** W/m² * A_{EB} **868** m² = **1389** bzw. **1389**

Wärmeleistung (Gewinn) P_G
P_S + P_I = **3000** bzw. **1621**
P_V - P_G = **10083** bzw. **7775**

Heizwärmelast P_H = **10083** W

wohnflächenspezifische Heizwärmelast P_H / A_{EB} = **11,6** W/m²

Eingabe max. Zulufttemperatur 52 °C	Max. Zulufttemperatur $\vartheta_{zu,Max}$ 52 °C	Zulufttemperatur ohne Nachheizung $\vartheta_{zu,Min}$ 17,5 °C	17,8 °C
--	---	---	----------------

zum Vergleich: Wärmelast, die von der Zuluft transportierbar ist P_{ZuluftMax} = **8954** W spezifisch: **10,3** W/m²

Über die Zuluft beheizbar? **nein**

Risikobestimmung Gruppenheizung für einen kritischen Raum

(1 = ja / 0 = nein)
Gebäude erfüllt Passivhaus-Kriterien **ja**

Wohnfläche des Raumes **785** m² Zuluft je m² Wohnfläche **0,00** m³/h/m²
Zuluftmenge, die für den Raum projektiert ist **785** m³/h
Zuluftmenge für die übrigen Räume **785** m³/h
Die Zuluftmenge für diesen Raum erscheint eher klein.

Bauteile	Temperaturzone	m ²	W/(m ² K)	immer 1 (außer 'X')	K	Raum-Trans-Verlust W
Außenwand gegen Außenluft	A		0,08	1,00	30,6	
Außenwand gegen Erdreich	B		0,08	1,00	20,0	
Dach/Decken Außenluft	D		0,09	1,00	30,6	
Decken gegen Erdreich	B		0,09	1,00	20,0	
	A			1,00	30,6	
	A			1,00	30,6	
	X			1,00	30,6	
Fenster	A			1,00	30,6	
Außentür	A		0,80	1,00	30,6	
Wbrücken außen (Länge/m)	A			1,00	30,6	
Wbrücken Perimeter (Länge/m)	A		0,14	1,00	30,6	
Wbrücken Boden (Länge/m)	A			1,00	30,6	
Haus/Wohnungstrennwand	I			1,00	3,0	

Transmissions-Wärmeverluste
Eingabe: 1 = ja 0 = nein P_{T,Raum} W P_{Zuluft} W Verhältnis Risiko-Summand
0 **0** **10,00**

konzentrierte Undichtheiten **0,00**
Dämmung zu anderen Räumen besser R = 1,5 m²/KW **0,00**
Raum liegt im Erdgeschoss **0,00**
offenes Treppenhaus **0,00**
SUMME der Risiko-Summanden **10,00**

Innentüren überwiegend geschlossen **1,00** Risikofaktor

Gesamtrisiko Raum **166,7%**

Bewertung und Rat separater Heizkreis empfehlenswert

Passivhaus-Projektierung

SOMMERFALL

Klima: **Standard Deutschland**
 Objekt: **Klabundeweg**
 Standort: **Hamburg**
 spez. Kapazität: **204** Wh/K pro m² WFL
 Übertemperaturgrenze: **25** °C

Innentemperatur: **20** °C
 Gebäudetyp/Nutzung: **Mehrfamilienhaus Passivhaus Variante 1**
 Energiebezugsfläche A_{EB}: **868,1** m²

Bauteile	Temperaturzone	Fläche m ²	U-Wert W/(m ² K)	Reduktionsfaktor f _{T,Sommer}	H _{Sommer} Wärmeleitwert
1. Außenwand Außenluft	A	527,6	0,084	1,00	44,5
2. Außenwand Erreich	B	48,2	0,084	1,00	4,0
3. Dach/Decken Außenluft	A	769,7	0,085	1,00	65,6
4. Bodenplatte/Kellerdecke	B	114,1	0,085	1,00	9,7
5.	A			1,00	
6.	A			1,00	
7.	X			0,75	
8. Fenster	A	204,0	0,783	1,00	159,7
9. Außentür	A	4,2	0,800	1,00	3,4
10. Wbrücken außen (Länge)	A	310,4	0,060	1,00	18,7
11. Wbrücken Perimeter (Länge)	P	138,1	0,138	1,00	19,1
12. Wbrücken Boden (Länge)	B			1,00	

Transmissionsleitwert außen H_{T,e} **291,8** W/K
 Transmissionsleitwert Erreich H_{T,g} **32,8** W/K

Wärmebereitstellungsgrad Wärmerückgewinnung η_{WRG} **83%**
 wirksames Luftvolumen V_L **868,1** m² * **2,50** m = **2170** m³
 Wirkungsgrad Erreichwärmeübertrager η_{EWÜ} **75%**

Lüftung Sommer kontinuierliche Lüftung zur Sicherstellung ausreichender Luftqualität

Luftwechsel durch freie Lüftung (Fenster & Fugen) oder mechanische Abluft, Sommer: **0,47** 1/h
 Anlagenluftwechsel Sommer: **0,47** 1/h mit WRG (ggf. ankreuzen)

energetisch wirksamer Luftwechsel n_e **0,000** + **0,470** * (1 - **0,831**) + **0,052** = **0,131** 1/h

Lüftungsleitwert außen H_{V,e} **2170** * **0,072** * **0,33** = **51,5** W/K
 Lüftungsleitwert Erreich H_{V,g} **2170** * **0,059** * **0,33** = **42,6** W/K

Zusätzliche Sommerlüftung zur Auskühlung Tägl. Temperaturschwankung im Sommer **11,7** K

ankreuzen: nächtliche Fensterlüftung, manuell
 mechanische, automatisch geregelte Lüftung
 zugehöriger Luftwechsel (für Fensterlüftung: bei 1 K Temperaturdifferenz innen - außen) **0,47** 1/h
 minimal zulässige Innentemperatur **22,0** °C

Ausrichtung der Fläche	Winkel-faktor Sommer	Versch.-faktor Sommer	Verschmutzung	g-Wert (senkr. Einstr.)	Fläche m ²	Verglasungsanteil	Apertur m ²
1. Nord	0,9	0,33	0,95	0,50	19,4	54%	1,5
2. Ost	0,9	0,37	0,95	0,50	57,8	68%	6,2
3. Süd	0,9	0,27	0,95	0,50	34,1	59%	2,3
4. West	0,9	0,33	0,95	0,50	92,8	64%	8,4
5. Horizontal	0,9	1,00	0,95	0,00	0,0	0%	0,0
6. Summe opake Flächen							

Solarapertur **18,5** m² **0,02** m²/m²

Innere Wärmequellen Q_i spez. Leistung q_i **2,10** W/m² * **868** m² = **1823** W **2,1** W/m²

Übertemperaturhäufigkeit h_{θ ≥ θ_{max}}

7,8%

bei der Übertemperaturgrenze θ_{max} = **25** °C
Wenn die "Häufigkeit über 25°C" 10% überschreitet, sind zusätzliche Maßnahmen zum Schutz vor Sommerhitze erforderlich.

Täglicher Temperaturhub durch Solarlast **78,1** kWh/d * **1000** 1/k / (**204** Wh/(m²K) * **868** m²) = **0,4** K

Passivhaus-Projektierung

BERECHNUNG VON VERSCHATTUNGSFAKTOREN FÜR DEN SOMMERFALL

Klima:

Objekt:
 Geogr. Breite:

Sommer

Orientierung	Verglasungsfläche m ²	Verschattungsfaktor SOMMER r _v
Nord	10,47	33%
Ost	39,36	37%
Süd	19,96	27%
West	59,37	33%
Horizontal	0,00	100%

Ergebnis aus dem Sommerblatt:
 Übertemperaturhäufigkeit h_{T ≥ θ_{max}}

Eingabefelder

Anzahl	Bezeichnung:	Abweichung zur Nord-richtung	Neigung gegen die Horizontale	Orientierung	Breite der Verglasung	Höhe der Verglasung	Verglasungsfläche	Höhe des Verschattungsobjekts	Horizontalentfernung	Laibungstiefe	Abstand des Verglasungsrandes zur Laibung	Tiefe des Überstands	Abstand des oberen Verglasungsrandes zum Überstand	zusätzlicher Abminderungsfaktor Verschattung (Sommer)	Sommer												
															Sommer												
															Abminderungsfaktor für temporären Sonnenschutz	Abminderungsfaktor Verschattung Horizont	Abminderungsfaktor Verschattung Laibung	Abminderungsfaktor Verschattung Überstand	Abminderungsfaktor Verschattung gesamt								
Grad		Grad		m		m		m		m		%		%		%		%									
b _F		h _F		A _F		h _{Hot}		θ _{Hot}		Ü _{Lab}		a _{Lab}		a _{oben}		r _{so}		z		f _H		f _L		f _O		f _V	
6	T21 li	0	90	Nord	0,45	1,34	3,6			0,20	0,08	0,20	0,02	40%	100%	84%	97%	33%									
6	T21 re	0	90	Nord	0,45	1,34	3,6			0,20	0,08	0,20	0,02	40%	100%	84%	97%	33%									
3	T20 li	0	90	Nord	0,45	1,17	1,6			0,20	0,08	0,20	0,02	40%	100%	84%	97%	33%									
3	T20 re	0	90	Nord	0,45	1,17	1,6			0,20	0,08	0,20	0,02	40%	100%	84%	97%	33%									
6	T13 li	90	90	Ost	0,34	2,04	4,1			0,20	0,08	0,20	0,02	40%	100%	88%	98%	35%									
6	T13 re	90	90	Ost	0,34	2,04	4,1			0,20	0,08	0,20	0,02	40%	100%	88%	98%	35%									
6	T11/T12	90	90	Ost	0,65	1,24	4,8			0,20	0,08	0,20	0,02	40%	100%	92%	96%	36%									
3	T10	90	90	Ost	0,47	1,24	1,8			0,20	0,08	0,20	0,02	40%	100%	90%	96%	35%									
1	Pfosten-Riegel	90	90	Ost	1,56	13,13	20,5			0,20	0,08	0,20	0,02	40%	100%	96%	100%	39%									
1	Pfosten-Riegel	90	90	Ost	0,44	9,33	4,1			0,20	0,08	0,20	0,02	40%	100%	90%	100%	36%									
6	T19 li	180	90	Süd	0,39	1,24	2,9			0,20	0,08	0,20	0,02	40%	100%	82%	92%	30%									
6	T19 re	180	90	Süd	0,39	1,24	2,9			0,20	0,08	0,20	0,02	40%	100%	82%	92%	30%									
3	T16 li	180	90	Süd	0,39	2,04	2,4			0,20	0,08	0,20	0,02	40%	100%	82%	97%	32%									
3	T16 re	180	90	Süd	0,39	2,04	2,4			0,20	0,08	0,20	0,02	40%	100%	82%	97%	32%									
2	T18 li	180	90	Süd	0,77	2,04	3,1			0,20	0,08	1,76	0,60	40%	100%	89%	52%	18%									
2	T18 re	180	90	Süd	0,77	2,04	3,1			0,20	0,08	1,76	0,60	40%	100%	89%	52%	18%									
1	T18 li	180	90	Süd	0,77	2,04	1,6			0,20	0,08	0,20	0,02	40%	100%	89%	97%	34%									
1	T18 re	180	90	Süd	0,77	2,04	1,6			0,20	0,08	0,20	0,02	40%	100%	89%	97%	34%									
6	T17 li	270	90	West	0,77	2,04	9,4			0,20	0,08	1,76	0,60	40%	100%	93%	73%	27%									
6	T17 re	270	90	West	0,77	2,04	9,4			0,20	0,08	1,76	0,60	40%	100%	93%	73%	27%									
3	T17 li	270	90	West	0,77	2,04	4,7			0,20	0,08	0,20	0,02	40%	100%	93%	98%	37%									
3	T17 re	270	90	West	0,77	2,04	4,7			0,20	0,08	0,20	0,02	40%	100%	93%	98%	37%									
9	T14 li	270	90	West	0,52	2,04	9,5			0,20	0,08	0,20	0,02	40%	100%	91%	98%	36%									
9	T14 re	270	90	West	0,52	2,04	9,5			0,20	0,08	0,20	0,02	40%	100%	91%	98%	36%									
3	T11/T12	270	90	West	0,44	9,33	12,3			0,20	0,08	0,20	0,02	40%	100%	90%	100%	36%									

Passivhaus-Projektierung

WÄRMEVERTEILUNG UND WARMWASSERSYSTEM

Objekt:	Klabundeweg	
Standort:	Hamburg	
Innentemperatur:	20	°C
Gebäudetyp/Nutzung:	Mehrfamilienhaus Passivhaus Variante 1	
Energiebezugsfläche A _{EB} :	868	m ²
Personenbelegung:	24,8	Pers
Zahl Wohneinheiten:	12	
Jahresheizwärmebedarf q _{Heiz} :	12858	kWh/a
Länge Heizzeit:	225	d
mittlere Heizlast P _{Mittel} :	2,4	kW
Grenznutzen zusätzlicher Wärmegewinne:	84%	

Heizwärmeverteilung

Länge Verteilleitungen	L _H (Projekt)	
Wärmeverlustkoeffizient je m Leitung	Ψ (Projekt)	
Temperatur im Raum, durch den die Leitung geht	θ _X Verteilraum	
Auslegungs-Vorlauftemperatur	θ _V Vorlauf, Auslegung	
Auslegungs-Heizlast des Systems	P _{Heiz} (vorhan. oder berech.)	
Vorlauftemperatur-Regelung (ggf. ankreuzen)		
Auslegungs-Rücklauftemperatur	θ _R	= 0.714 * (θ _V -20) + 20
jährliche Wärmeabgabe pro m Leitung	q* _{HL}	= Ψ * (θ _m -θ _X) * l _{Heiz} * 0.024
evtl. Nutzungsgrad dieser Wärmeabgabe	η _G	
jährliche Verluste	Q _{HL}	= L _H * q* _{HL} * (1-η _G)
spezif. Verluste	q _{HL}	= ΣQ _{HL} / A _{EB}
Aufwandszahl Heizwärmeverteilung	e _{a,HL}	= (q _H + q _{HL}) / q _H

warmer Bereich	Teile		Gesamt
	1	2		3
850,00			
0,163			
20			
55,0			
11,3			
x			
45,0			
8			Summe 1,2,3
84%			
1140	0	0	1140

	m
	W/(mK)
	°C
	°C
	kW
	°C
	kWh/(m·a)
	kWh/(m ² ·a)
	1,3

Warmwasser: Standard-Nutzwärme

WW-Verbrauch je Person und Tag (60 °C)	V _{WW} (Projekt oder Mittelwert 25 Liter/Person/d)
mittlere Kaltwasser-Temperatur des Zulaufs	θ _{TW} Trinkwassertemperatur (10°)
Warmwasser nichtelektrischer Bedarf Wasch- und Spülmaschinen (Blatt Strom)	Q _{TWW}
spezif. Nutzwärme Warmwasser	q _{TWW}

25,0	Liter/Person/d
10,0	°C
0	kWh/a
13118	kWh/a
	kWh/(m ² ·a)
	15,1

Warmwasserverteilung und -speicherung

Länge Zirkulationsleitungen (Vor- + Rücklauf)	L _Z (Projekt)	
Wärmeverlustkoeffizient je m Leitung	Ψ (Projekt)	
Temperatur im Raum, durch den die Leitung geht	θ _X Verteilraum	
Auslegungs-Vorlauftemperatur	θ _V Vorlauf, Auslegung	
Betriebszeit der Zirkulation am Tag	l _{Zirk} (Projekt)	
Auslegungs-Rücklauftemperatur	θ _R	= 0.875 * (θ _V -20) + 20
Betriebszeit der Zirkulation im Jahr	t _{Zirk}	= 365 * l _{Zirk}
jährliche Wärmeabgabe pro m Leitung	q* _Z	= Ψ * (θ _m -θ _X) * l _{Zirk}
evtl. Nutzungsgrad dieser Wärmeabgabe	η _{G,WW}	= l _{Heiz} / 365d * η _G
Jahres-Wärmeverlust Zirkulationsleitungen	Q _Z	= L _Z * q* _Z * (1-η _{G,WW})
Gesamtlänge der Einzelleitungen	L _U (Projekt)	
Rohrdurchmesser außen	d _{U, Rohr} (Projekt)	
Wärmeabgabe je Zapfung	q _{Einzel}	= (c _{p,WW} * V _{Einzel} * c _{p,WW} * V _{Einzel}) * (θ _V -θ _R)
Anzahl Zapfungen pro Jahr	n _{Zapf}	= n _{Pers} * 3 * 365 / n _{WE}
jährliche Wärmeabgabe	Q _U	= n _{Zapf} * q _{Einzel}
evtl. Nutzungsgrad dieser Wärmeabgabe	η _{G,U}	= l _{Heiz} / 8760 * η _G
Jahres-Wärmeverlust Einzelleitungen	Q _U	= L _U * q _U * (1-η _{G,U})
mittl. Wärmeabgabe Speicher	P _S	
evtl. Nutzungsgrad dieser Wärmeabgabe	η _{G,S}	= l _{Heiz} / 8760 * η _G
Jahres-Wärmeverlust Speicher	Q _S	= P _S * 8.760 kh * (1-η _{G,S})

warmer Bereich	kalter Bereich		Gesamt
1	2	3	
850,00			
0,163			
20			
55,0			
11,3			
51			
4125			
22,1			
51,6%			
9081			9081

	m
	W/mK
	°C
	°C
	h/d
	h/a
	kWh/m ² ·a
	kWh/a
	9081

Gesamte Verluste des Warmwassersystems	Q _{WV}	= Q _Z + Q _U + Q _S
spezif. Verluste des Warmwassersystems	q _{WV}	= Q _{WV} / A _{EB}
Aufwandszahl WW-Verteil. u. -Speich.	e _{a,WW}	= (q _{TWW} + q _{WV}) / q _{TWW}
ges. Wärmenachfrage des WW-Systems	Q _{g,WW}	= Q _{TWW} + Q _{WV}
ges. spezif. Wärmenachfrage des WW-Systems	q _{g,WW}	= Q _{g,WW} / A _{EB}

	m
	m
	kWh/Zapfung
	Zapfungen/a
	kWh/a
	-
	kWh/a
	Summe 1,2,3
	W
	51,6%
	445,4
	445
	Summe 1,2,3
	9526
	kWh/(m ² ·a)
	11,0
	172,6%
	22644
	kWh/a
	kWh/(m ² ·a)
	26,1

Passivhaus-Projektierung

SOLARE WARMWASSERBEREITUNG

Objekt: **Klabundeweg** Gebäudtyp/Nutzung: **Mehrfamilienhaus Passivhaus Variante 1**
 Standort: **Hamburg** Energiebezugsfläche A_{EG}: **868,1** m²

Solarer Deckungsgrad mit Wärmebedarf WW incl. WW-Bedarf Wasch&Spül

WW-Wärmebedarf	q _{gww}	22644	kWh/a	aus Blatt WW+Verteil
Geogr. Breite		51,3	°	aus Blatt Klimadaten
Auswahl Kollektor aus Liste (s.u.):		7		Auswahl: 7 verbesserter Flachkollektor
Kollektorfläche		75,00	m ²	
Abweichung zur Nordrichtung		-45	°	
Neigung gegen die Horizontale		27	°	
Höhe des Kollektorfelds		11	m	
Höhe des Horizonts	h _{Hor}	2,00	m	
Horizontentfernung	a _{Hor}	20,00	m	
zusätzlicher Abminderungsfaktor Verschattung	r _{so}		%	

Personenbelegung	24,8	Personen
spezifische Kollektorfläche	3,0	m ² /Pers

geschätzter solarer Deckungsbeitrag an WW-Bereitung

47%	
10632	kWh/a
12	kWh/(m ² a)

Solarer Wärmebeitrag zur Nutzwärme

Nebenrechnung Speicherverluste

Auswahl WW-Speicher aus Liste (s.u.)	6	Auswahl: 6 einfacher Solarspeicher
gesamtes Speichervolumen	200	Liter
Volumen Bereitschaftsteil (oben)	60	Liter
Volumen Solarteil (unten)	140	Liter
spezifische Wärmeverluste Speicher (gesamt)	3,0	W/K
typische Bereitschaftstemperatur WW	55	°C
Temperatur im Aufstellraum	20	°C
Wärmeverluste Speicher (nur Bereitschaftsteil, oben)	23	W
Wärmeverluste Speicher (gesamt)	105	W

Passivhaus-Projektierung

STROMBEDARF

Objekt: **Klabundeweg**

Haushalte **12** HH
 Personen **24,8** P
 Wohnfläche **868** m²
 Heizwärmebedarf **15** kWh/(m²a)

solarer Anteil an WW Wasch&Spül
 Grenzaufwandszahl Warmwasser **105%**
 Grenzaufwandszahl Heizung **105%**

Primärenergiefaktoren: Strom **2,6** kWh/kWh
 Erdgas **1,1** kWh/kWh
 Energieträger für Heizung/Warmwasser: **1,1** **1,1**

Spalte Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	8a	9	10	11	12	13	14
Anwendung	vorhanden? (1/0)	In der thermischen Hülle? (1/0)	Normbedarf	Nutzungsfaktor	Häufigkeit	Bezugsgröße	Nutzenergie (kWh/a)	Anteil elektrisch	Anteil nichtelektrisch	Strombedarf (kWh/a)	Mehr-/Minderbedarf	Grenzaufwandszahl	solarer Deckungsgrad	nichtelektrischer Bedarf (kWh/a)	Primärenergiebedarf (kWh/a)
Geschirrspülen	1	1	1,10 kWh/Anw.	* 1,00	* 65 /((P*a)	* 24,8 P	= 1773	* 100%	* 0%	= 1773					4611
Kaltwasseranschluß									0%						
Waschen	1	1	1,10 kWh/Anw.	* 1,00	* 57 /((P*a)	* 24,8 P	= 1555	* 100%	* 0%	= 1555	*(1+ 0,30)	* 1,05	*(1-) =		4043
Kaltwasseranschluß									0%						
Trocknen mit:	1	1	3,50 kWh/Anw.	* 0,88	* 57 /((P*a)	* 24,8 P	= 4330	* 100%	* 0%	= 4330	*(1+ 0,05)	* 1,05	*(1-) =		11257
Kondensationstrock									0%						
Energieverbr. durch Verdunstung	0	1	3,13 kWh/Anw.	* 0,60	* 57 /((P*a)	* 24,8 P	= 0	* 100%	* 100%	= 0	*(1+ 0,00)	* 1,00	*(1- 0,65) =	0	0
Kühlen	1	1	0,78 kWh/d	* 1,00	* 365 d/a	* 12 HH	= 3416	* 100%		= 3416					8883
Gefrieren	1	1	0,88 kWh/d	* 1,00	* 365 d/a	* 12 HH	= 3854	* 100%		= 3854					10021
oder Kombination	0	1	1,00 kWh/d	* 1,00	* 365 d/a	* 12 HH	= 0	* 100%		= 0					0
Kochen mit Strom	1	1	0,25 kWh/Anw.	* 1,00	* 500 /((P*a)	* 24,8 P	= 3100	* 100%	* 0%	= 3100				0	8061
Beleuchtung	1	1	60 W	* 1,00	* 2,90 kh/(P*a)	* 24,8 P	= 4316	* 100%		= 4316					11221
Elektronik	1	1	80 W	* 1,00	* 0,55 kh/(P*a)	* 24,8 P	= 1091	* 100%		= 1091					2837
Kleingeräte etc	1	1	50 kWh	* 1,00	* 1,00 /((P*a)	* 24,8 P	= 1240	* 100%		= 1240					3224
Summe Hilfsstrom							3720			3720					9672
Sonstiges:							0			0					0
							0			0					0
							0			0					0
Summe							28397 kWh			28397 kWh				0 kWh	73832 kWh
Kennwert										32,7 kWh/(m²a)				0,0 kWh/(m²a)	85,0 kWh/(m²a)
Empfehlung Maximalwert										18					50

Passivhaus-Projektierung

HILFSTROM

Objekt: **Klabundeweg**

1	Wohnfläche	868,1	m ²
2	Heizzeit	225	d
3	Luftvolumen	2170	m ³
4	Wohnungen	12	HH
5	Umbaut. Volumen	4199	m ³

Laufzeit LA im Winter	5,40	kh/a
Laufzeit LA im Sommer	3,36	kh/a
Luftwechselrate	0,36	h ⁻¹
Enteisung WT ab		°C

Primärenergiefaktor-Strom	2,6	kWh/kWh
Heizwärmebedarf	15	kWh/(m ² a)
Nenn-Wärmeleistung des Kessels	15	kW
Wärmebedarf TW-Erwärmungsanlage	22644	kWh/a
Ausleg. Vorlauftemperatur	55	°C

Spalte Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Anwendung	vorhanden (1/0)	in wärmetauschender Hülle (1/0)	Normbedarf	Nutzungsfaktor	Betriebsdauer	Bezugsgröße	Strombedarf (kWh/a)	Verfügbarkeit als interne Wärme	genutzt in Zeitraum (kh/a)	interne Wärmequelle (W)	Primärenergiebedarf (kWh/a)
Lüftungsanlage											
Lüftung im Winter	1	1	0,50 Wh/m ³	* 0,36 h ⁻¹	* 5,4 kh/a	* 2170,275 m ³	= 2121	im Wärmebereitstellungsgrad enthalten			5514
Lüftung im Sommer	0	1	0,50 Wh/m ³	* 0,36 h ⁻¹	* 3,4 kh/a	* 2170,275 m ³	= 0	kein Sommerbeitrag zu inneren WQ			0
Enteisung WT	1	0	0 W	* 1,00	* 0,2 kh/a	1	= 0	* 1,0 / 5,40	= 0		0
Heizungsanlage											
Eingabewert Nennleistungsaufnahme d. Pumpe 0 W											
Umwälzpumpe	1	1	159 W	* 1,0	* 5,4 kh/a	1	= 860	* 1,0 / 5,40	= 159		2235
el. Leistungsaufnahme des Kessels bei 30% Last											
Hilfsenergie Kessel Heiz.	1	0	55 W	* 1,00	* 3,11 kh/a	1	= 171	* 1,0 / 5,40	= 0		445
Hilfsenergie Stückholz- / Pelletfeuerung	0	0					= 0	* 1,0 / 5,40	= 0		0
Eingaben in Blatt Kessel. Hilfsenergiebedarf inkl. etwaiger Trinkwarmwasserbereitung											
Trinkwarmwasser-Anlage											
Eingabewert mittl. Leistungsaufnahme d. Pumpe											
Zirkulationspumpe	1	0	38 W	* 1,00	* 7,1 kh/a	1	= 266	* 0,6 / 8,76	= 0		692
Eingabewert Nennleistungsaufnahme d. Pumpe											
Speicherladepumpe WW	0	0	123 W	* 1,00	* 1,5 kh/a	1	= 0	* 1,0 / 5,40	= 0		0
el. Leistungsaufnahme des Kessels bei 100% Last											
Hilfsenergie Kessel WW	1	0	165 W	* 1,00	* 0,8 kh/a	1	= 132	* 1,0 / 5,40	= 0		344
Eingabewert Nennleistungsaufnahme d. Solarpumpe											
Hilfsstrom solar	1	1	97 W	* 1,00	* 1,8 kh/a	1	= 170	* 0,6 / 8,76	= 12		442
Hilfsstrom sonst											
Hilfsstrom sonst	0	0		* 1,00	* 1,0	* 12 HH	= 0	* 1,0 / 8,76	= 0		0
Summe							3720			171	9672
Kennwert	kWh/(m ² a)		durch Wohnfläche dividieren:				4,3				11,1

Passivhaus-Projektierung

PRIMÄRENERGIEKENNWERT

Objekt: Klabundeweg
Standort: Hamburg

Gebäudetyp/Nutzung: Mehrfamilienhaus Passivhaus Variante 1
Energiebezugsfläche A_{EB}: 868 m²
Heizwärmebedarf incl. Verteilung: 16 kWh/(m²a)
Nutzkältebedarf: 0 kWh/(m²a)

		Endenergie	Primärenergie	Emissionen
		kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)	CO ₂ -Äquivalent
				kg/(m ² a)
Strombedarf (ohne Wärmepumpe)				
Anteil Deckung Heizwärmebedarf	(Projekt)	0%		
Anteil Deckung Warmwasserbedarf	(Projekt)	0%	2,6	680
		Strom	2,6	680
Heizung, direktelektrisch	Q _{el,db}	0,0	0,0	0,0
Warmwasserbereitung, direktelektrisch (ohne WW Wasch&Spül)	Q _{WW,db} (Blatt WW-Verteil, SolarWW)	0,0	0,0	0,0
elektrische Nachheizung WW Wasch&Spül	(Blatt Strom, SolarWW)	0,0	0,0	0,0
Strombedarf Haushaltsgeräte	Q _{GH} (Blatt Strom)	28,4	73,9	19,3
Strombedarf Hilfsstrom		4,3	11,1	2,9
Summe Strombedarf (ohne Wärmepumpe)		32,7	85,0	22,2
Wärmepumpe				
Anteil Deckung Heizwärmebedarf	(Projekt)	0%		
Anteil Deckung Warmwasserbedarf	(Projekt)	0%	2,6	680
		Strom	2,6	680
Energieträger Ergänzungsheizung				
Jahresarbeitszahl Wärmepumpe	Eigene Berechnung			
Aufwandszahl Wärmeerzeuger Gesamtsystem	Eigene Berechnung			
Strombedarf Wärmepumpe (ohne WW Wasch&Spül)	Q _{WP}	0,0	0,0	0,0
Nichtelektrischer Bedarf WW Wasch&Spül	(Blatt Strom)	0,0	0,0	0,0
Summe Strombedarf Wärmepumpe		0,0	0,0	0,0
Kompaktgerät mit el. Wärmepumpe				
Anteil Deckung Heizwärmebedarf	(Projekt)	0%		
Anteil Deckung Warmwasserbedarf	(Projekt)	0%	2,6	680
		Strom	2,6	680
Energieträger Ergänzungsheizung				
Arbeitszahl Wärmepumpe Heizung	(Blatt Kompakt)	0,0		
Arbeitszahl Wärmepumpe Warmwasser	(Blatt Kompakt)	0,0		
Aufwandszahl Wärmeerzeuger (Nachweis)	(Blatt Kompakt)			
Aufwandszahl Wärmeerzeuger (Projektierung)	(Blatt Kompakt)			
Strombedarf Wärmepumpe (ohne WW Wasch&Spül)	Q _{WP} (Blatt Kompakt)	0,0	0,0	0,0
Nichtelektrischer Bedarf WW Wasch&Spül	(Blatt Kompakt)	0,0	0,0	0,0
Summe Kompaktgerät	(Blatt Kompakt)	0,0	0,0	0,0
WP-Kombination: 2 unabhängige WP für Heizung und WW siehe Batt "WPKombi"				
Anteil Deckung Heizwärmebedarf	(Projekt)	0%		
Anteil Deckung Warmwasserbedarf	(Projekt)	0%	2,6	680
		Strom	2,6	680
Energieträger Ergänzungsheizung				
Arbeitszahl Wärmepumpe Heizung	(Blatt Kompakt)	0,0		
Arbeitszahl Wärmepumpe Warmwasser	(Blatt Kompakt)	0,0		
Aufwandszahl Wärmeerzeuger (Nachweis)	(Blatt Kompakt)			
Aufwandszahl Wärmeerzeuger (Projektierung)	(Blatt Kompakt)			
Strombedarf Wärmepumpe (ohne WW Wasch&Spül)	Q _{WP} (Blatt Kompakt)	0,0	0,0	0,0
Nichtelektrischer Bedarf WW Wasch&Spül	(Blatt Kompakt)	0,0	0,0	0,0
Summe WPKombi	(Blatt Kompakt)	0,0	0,0	0,0
Kessel				
Anteil Deckung Heizwärmebedarf	(Projekt)	100%		
Anteil Deckung Warmwasserbedarf	(Projekt)	100%	1,1	310
		BW-Kessel 01 verbessert		
Bauart Wärmeerzeuger	(Blatt Kessel)	105%		
Aufwandszahl Wärmeerzeuger	(Blatt Kessel)	31,5	34,6	9,8
Jahresenergiebedarf (ohne WW Wasch&Spül)	(Blatt Kessel)	0,0	0,0	0,0
Nichtelektrischer Bedarf WW Wasch&Spül	(Blatt Strom)	0,0	0,0	0,0
Summe Heizöl/Gas/Holz		31,5	34,6	9,8
Fern-/Nahwärme				
Anteil Deckung Heizwärmebedarf	(Projekt)	0%		
Anteil Deckung Warmwasserbedarf	(Projekt)	0%	0,0	0
		Wärmequelle		
Aufwandszahl Wärmeerzeuger	(Blatt Fernwärme)	0%		
Wärmebedarf Fern-/Nahwärme (ohne WW Wasch&Spül)	(Blatt Fernwärme)	0,0	0,0	0,0
Nichtelektrischer Bedarf WW Wasch&Spül	(Blatt Strom)	0,0	0,0	0,0
Summe Fern-/Nahwärme		0,0	0,0	0,0
Sonstige				
Anteil Deckung Heizwärmebedarf	(Projekt)	0%		
Anteil Deckung Warmwasserbedarf	(Projekt)	0%	0,2	55
		Brennholz		
Wärmequelle	(Projekt)			
Aufwandszahl Wärmeerzeuger	(Projekt)			
Jahresenergiebedarf Heizung		0,0	0,0	0,0
Jahresenergiebedarf Warmwasser (ohne WW Wasch&Spül)		0,0	0,0	0,0
Nichtelektrischer Bedarf WW Wasch&Spül	(Blatt Strom)	0,0	0,0	0,0
Nichtelektrischer Bedarf Kochen/Trocknen (Gas)	(Blatt Strom)	0,0	0,0	0,0
Summe Sonstige		0,0	0,0	0,0
Kühlung mit elektrischer Wärmepumpe				
Anteil Deckung Kühlbedarf	(Projekt)	100%		
		Wärmequelle		
Jahreskälteleistungszahl				
Energiebedarf Raumkühlung		0,0	0,0	0,0
Heizung, Kühlung, Warmwasser, Hilfs- und Haushaltsstrom				
Gesamt PE-Kennwert		119,7	kWh/(m ² a)	
Gesamtemission CO₂-Äquivalent		32,0	kg/(m ² a)	(ja/nein)
Primärenergieanforderung		120	kWh/(m ² a)	ja

Passivhaus-Projektierung

AUFWANDSZAHL WÄRMEERZEUGUNG (GAS, ÖL & HOLZ)

Objekt:
 Standort:

Gebäudetyp/Nutzung:
 Energiebezugsfläche A_{EB}: m²

Anteil Deckung Heizwärmebedarf	(Blatt PE-Kennwert)	<input type="text" value="100%"/>	
Heizwärmebedarf+Leitungsverluste	Q _H +Q _{HL} (Blatt WW+Verteil)	<input type="text" value="13999"/>	kWh
Solarer Deckungsbeitrag an Raumwärme	η _{Solar, H} (gesonderte Berechnung)	<input type="text" value="0%"/>	

Wirksamer Heizwärmebedarf $Q_{H,Wi} = Q_H \cdot (1 - \eta_{Solar, H})$ kWh

Heizwärmebedarf ohne Leitungsverluste Q_H (Blatt Nachweis) kWh

Anteil Deckung Warmwasserbedarf	(Blatt PE-Kennwert)	<input type="text" value="100%"/>	
ges. Wärmenachfrage des WW-Systems	Q _{g,WW} (Blatt WW+Verteil)	<input type="text" value="22644"/>	kWh
Solarer Deckungsbeitrag an Warmwasserbereitung	η _{Solar, WW} (Blatt SolarWW)	<input type="text" value="47%"/>	

Wirksamer Warmwasserbedarf $Q_{WW,Wi} = Q_{g,WW} \cdot (1 - \eta_{Solar, WW})$ kWh

Bauart Wärmeerzeuger	(Projekt)	<input type="text" value="BW-Kessel Öl verbessert"/>	
Primärenergie-Faktor	(Blatt Daten)	<input type="text" value="1,1"/>	kWh/kWh
CO ₂ -Emissionsfaktor (CO ₂ -Äquivalent)		<input type="text" value="310"/>	g/kWh
Zu Verfügung gestellte Nutzwärme	Q _{Nutz}	<input type="text" value="26011"/>	kWh/a
max. Heizleistung zur Beheizung des Gebäudes	P _{GB} (Blatt Heizlast)	<input type="text" value="10,08"/>	kW
Länge der Heizperiode	t _{HP}	<input type="text" value="5400"/>	h
Länge der Trinkwasserperiode	t _{TW}	<input type="text" value="8760"/>	h

Eingegebene Kennwerte verwenden (ggf. ankreuzen)?

	Projekt-Kennwerte	Standardwerte	Eingabefeld
Auslegungsleistung	P _{Nenn} (Typenschild) <input type="text" value="15"/> kW	<input type="text" value="15"/> kW	<input type="text"/>
Aufstellung des Kessels (Außen: 0, Innen: 1)	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text"/>

Eingabewerte (Öl- und Gaskessel)			
Kesselwirkungsgrad bei 30% Last	η _{30%} (Hersteller) <input type="text" value="99%"/>	<input type="text" value="99%"/>	<input type="text"/>
Kesselwirkungsgrad bei Nennleistung	η _{100%} (Hersteller) <input type="text" value="95%"/>	<input type="text" value="95%"/>	<input type="text"/>
Bereitschaftswärmeverlust des Kessels bei 70 °C	q _{B,70} (Hersteller) <input type="text" value="1,4%"/>	<input type="text" value="1,4%"/>	<input type="text"/>
mittlere Rücklauftemperatur bei Messung der 30% Last	θ _{30%} (Hersteller) <input type="text" value="30"/> °C	<input type="text" value="30"/> °C	<input type="text"/>

Eingabewerte (Biomasse-Wärmeerzeuger)			
Wirkungsgrad des Wärmeerzeugers im Grundzyklus	η _{GZ} (Hersteller) <input type="text"/>	<input type="text" value="60%"/>	<input type="text"/>
Wirkungsgrad des Wärmeerzeugers im stationären Betrieb	η _{SB} (Hersteller) <input type="text"/>	<input type="text" value="70%"/>	<input type="text"/>
mittlerer Anteil der Heizleistung, die an Heizkreis abgegeben wird	Z _{H,K,m} (Hersteller) <input type="text"/>	<input type="text" value="0,4"/>	<input type="text"/>
Temperaturdifferenz zw. An- und Ausschalten	Δθ (Hersteller) <input type="text"/>	<input type="text" value="30"/> K	<input type="text"/>
Bei Innenaufstellung: Flächen des Aufstellungsraums	A _{auf} (Projekt) <input type="text"/>	<input type="text" value="0"/> m ²	<input type="text"/>
pro Grundzyklus abgegebene Nutzwärme	Q _{N,GZ} (Hersteller) <input type="text"/>	<input type="text" value="22,5"/> kWh	<input type="text"/>
mittlere Leistungsabgabe des Wärmeerzeugers	Q _{N,m} (Hersteller) <input type="text"/>	<input type="text" value="15,0"/> kW	<input type="text"/>
WE ohne Fördereinrichtung für Pellets			<input type="text"/>
Gerät nur mit Regelung (keine Ventilator / keine Zündhilfe)			<input type="text"/>
HE-Bedarf bei einem Grundzyklus	Q _{HE,GZ} (Hersteller) <input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Leistungsaufnahme im stationären Betrieb	P _{el,SB} (Hersteller) <input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Aufwandzahl Wärmeerzeuger Heizungsstrang	$e_{H,g,K} = 1 / (f_p \cdot \eta_k)$	<input type="text" value="103%"/>
Aufwandzahl Wärmeerzeuger Warmwasserbereitung	$e_{TW,g,K} = f_{p,TW} / \eta_{100\%}$	<input type="text" value="107%"/>
Aufwandzahl Wärmeerzeuger WW & Heizung	$e_{g,K}$	<input type="text" value="105%"/>

	kWh/a	kWh/(m ² a)
Endenergiebedarf der Wärmebereitstellung Heizung	$Q_{End, HE} = Q_{H,Wi} \cdot e_{H,g,K}$ <input type="text" value="14476"/>	
Endenergiebedarf der Wärmebereitstellung WW	$Q_{End, TW} = Q_{WW,Wi} \cdot e_{TW,g,K}$ <input type="text" value="12852"/>	
Endenergiebedarf der Wärmebereitstellung gesamt	$Q_{End} = Q_{End, TW} + Q_{End, HE}$ <input type="text" value="27328"/>	<input type="text" value="31,5"/>
jährlicher Primärenergiebedarf	<input type="text" value="30061"/>	<input type="text" value="34,6"/>
jährliche Emission CO₂-Äquivalent	<input type="text" value="8472"/> kg/a	<input type="text" value="9,8"/> kg/(m ² a)

Passivhaus Nachweis

Foto oder Zeichnung

Objekt:	Klabundeweg		
Standort und Klima:	Hamburg	Standard Deutschland	
Straße:			
PLZ/Ort:			
Land:			
Objekt-Typ:	Mehrfamilienhaus Passivhaus Variante 2		
Bauherr(en):			
Straße:			
PLZ/Ort:			
Architekt:			
Straße:			
PLZ/Ort:			
Haustechnik:			
Straße:			
PLZ/Ort:			
Baujahr:	2012	Innentemperatur:	20,0 °C
Zahl WE:	12	Interne Wärmequellen:	2,1 W/m ²
Umbautes Volumen V ₀ :	4198,8 m ³	mittlere Geschosshöhe:	3,1 m
Personenzahl:	24,8		

Gebäudekennwerte mit Bezug auf Energiebezugsfläche				
Energiebezugsfläche:	868,1	m ²		
	Verwendet:	Monatsverfahren	Zertifizierungsanforderungen	Erfüllt?
Energiekennwert Heizwärme:	15	kWh/(m²a)	15 kWh/(m ² a)	ja
Heizlast:	12	W/m²	10 W/m ²	n.a.
Drucktest-Ergebnis:	0,4	h⁻¹	0,6 h ⁻¹	ja
Primärenergie-Kennwert (WW, Heizung, Kühlung, Hilfs- u. Haushalts-Strom):	109	kWh/(m²a)	120 kWh/(m ² a)	ja
Primärenergie-Kennwert (WW, Heizung und Hilfsstrom):	36	kWh/(m ² a)		
Primärenergie-Kennwert Einsparung durch solar erzeugten Strom:		kWh/(m ² a)		
Übertemperaturhäufigkeit:	8	%	über 25 °C	
Energiekennwert Nutzkälte:		kWh/(m ² a)	15 kWh/(m ² a)	n.a.
Energiekennwert Entfeuchtung:		kWh/(m ² a)		
Kühllast:	5	W/m ²		
Zertifizierung				
	Passivhaus		Zertifizierungsanforderungen erfüllt?	ja

Passivhaus-Projektierung

PRIMÄRENERGIEKENNWERT

Objekt: Klabundeweg
Standort: Hamburg

Gebäudetyp/Nutzung: Mehrfamilienhaus Passivhaus Variante 2
Energiebezugsfläche A_{EBS} : 868 m²
Heizwärmebedarf incl. Verteilung: 19 kWh/(m²a)
Nutzkältebedarf: 0 kWh/(m²a)

		Endenergie	Primärenergie	Emissionen CO ₂ -Äquivalent
		kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)	kg/(m ² a)
Strombedarf (ohne Wärmepumpe)				
			PE-Kennwert	CO ₂ -Emissionsfaktor (CO ₂ -Äquivalent)
Anteil Deckung Heizwärmebedarf	(Projekt)		kWh/kWh	g/kWh
Anteil Deckung Warmwasserbedarf	(Projekt)		2,6	680
Heizung, direktelektrisch		0,0	0,0	0,0
Wärmwasserbereitung, direktelektrisch (ohne WW Wasch&Spül)		0,0	0,0	0,0
elektrische Nachheizung WW Wasch&Spül		0,0	0,0	0,0
Strombedarf Haushaltsgeräte		28,4	73,9	19,3
Strombedarf Hilfsstrom		3,7	9,7	2,5
Summe Strombedarf (ohne Wärmepumpe)		32,2	83,6	21,9
Wärmepumpe				
			PE-Kennwert	CO ₂ -Emissionsfaktor (CO ₂ -Äquivalent)
Anteil Deckung Heizwärmebedarf	(Projekt)	100%	kWh/kWh	g/kWh
Anteil Deckung Warmwasserbedarf	(Projekt)	100%	2,6	680
Energieträger Ergänzungsheizung		Strom	2,6	680
Jahresarbeitszahl Wärmepumpe		4,50		
Aufwandszahl Wärmeerzeuger Gesamtsystem		0,22		
Strombedarf Wärmepumpe (ohne WW Wasch&Spül)		9,9	25,8	6,8
Nichtelektrischer Bedarf WW Wasch&Spül		0,0	0,0	0,0
Summe Strombedarf Wärmepumpe		9,9	25,8	6,8
Kompaktgerät mit el. Wärmepumpe				
			PE-Kennwert	CO ₂ -Emissionsfaktor (CO ₂ -Äquivalent)
Anteil Deckung Heizwärmebedarf	(Projekt)		kWh/kWh	g/kWh
Anteil Deckung Warmwasserbedarf	(Projekt)		2,6	680
Energieträger Ergänzungsheizung		Strom	2,6	680
Arbeitszahl Wärmepumpe Heizung		0,0		
Arbeitszahl Wärmepumpe Warmwasser		0,0		
Aufwandszahl Wärmeerzeuger (Nachweis)				
Aufwandszahl Wärmeerzeuger (Projektierung)				
Strombedarf Wärmepumpe (ohne WW Wasch&Spül)		0,0	0,0	0,0
Nichtelektrischer Bedarf WW Wasch&Spül		0,0	0,0	0,0
Summe Kompaktgerät		0,0	0,0	0,0
WP-Kombination: 2 unabhängige WP für Heizung und WW siehe Batt "WPKombi"				
			PE-Kennwert	CO ₂ -Emissionsfaktor (CO ₂ -Äquivalent)
Anteil Deckung Heizwärmebedarf	(Projekt)		kWh/kWh	g/kWh
Anteil Deckung Warmwasserbedarf	(Projekt)		2,6	680
Energieträger Ergänzungsheizung		Strom	2,6	680
Arbeitszahl Wärmepumpe Heizung		0,0		
Arbeitszahl Wärmepumpe Warmwasser		0,0		
Aufwandszahl Wärmeerzeuger (Nachweis)				
Aufwandszahl Wärmeerzeuger (Projektierung)				
Strombedarf Wärmepumpe (ohne WW Wasch&Spül)		0,0	0,0	0,0
Nichtelektrischer Bedarf WW Wasch&Spül		0,0	0,0	0,0
Summe WPKombi		0,0	0,0	0,0
Kessel				
			PE-Kennwert	CO ₂ -Emissionsfaktor (CO ₂ -Äquivalent)
Anteil Deckung Heizwärmebedarf	(Projekt)		kWh/kWh	g/kWh
Anteil Deckung Warmwasserbedarf	(Projekt)			
Bauart Wärmeerzeuger				
Aufwandszahl Wärmeerzeuger		0%		
Jahresenergiebedarf (ohne WW Wasch&Spül)		0,0	0,0	0,0
Nichtelektrischer Bedarf WW Wasch&Spül		0,0	0,0	0,0
Summe Heizöl/Gas/Holz		0,0	0,0	0,0
Fern-Nahwärme				
			PE-Kennwert	CO ₂ -Emissionsfaktor (CO ₂ -Äquivalent)
Anteil Deckung Heizwärmebedarf	(Projekt)		kWh/kWh	g/kWh
Anteil Deckung Warmwasserbedarf	(Projekt)		0,0	0
Wärmequelle				
Aufwandszahl Wärmeerzeuger		0%		
Wärmebedarf Fern-Nahwärme (ohne WW Wasch&Spül)		0,0	0,0	0,0
Nichtelektrischer Bedarf WW Wasch&Spül		0,0	0,0	0,0
Summe Fern-Nahwärme		0,0	0,0	0,0
Sonstige				
			PE-Kennwert	CO ₂ -Emissionsfaktor (CO ₂ -Äquivalent)
Anteil Deckung Heizwärmebedarf	(Projekt)		kWh/kWh	g/kWh
Anteil Deckung Warmwasserbedarf	(Projekt)		0,2	55
Wärmequelle		Brennholz		
Aufwandszahl Wärmeerzeuger				
Jahresenergiebedarf Heizung		0,0	0,0	0,0
Jahresenergiebedarf Warmwasser (ohne WW Wasch&Spül)		0,0	0,0	0,0
Nichtelektrischer Bedarf WW Wasch&Spül		0,0	0,0	0,0
Nichtelektrischer Bedarf Kochen/Trocknen (Gas)		0,0	0,0	0,0
Summe Sonstige		0,0	0,0	0,0
Kühlung mit elektrischer Wärmepumpe				
			PE-Kennwert	CO ₂ -Emissionsfaktor (CO ₂ -Äquivalent)
Anteil Deckung Kühlbedarf	(Projekt)	100%	kWh/kWh	g/kWh
Wärmequelle		Strom	2,6	680
Jahreskälteleistungszahl				
Energiebedarf Raumkühlung		0,0	0,0	0,0
Heizung, Kühlung, Warmwasser, Hilfs- und Haushaltsstrom		42,1	109,4	28,6
Gesamt PE-Kennwert		109,4	kWh/(m ² a)	
Gesamtemission CO₂-Äquivalent		28,6	kg/(m ² a)	(ja/nein)
Primärenergieanforderung		120	kWh/(m ² a)	ja
Heizung, Warmwasser, Hilfsstrom (keine Haushaltsanwendungen)				
PE-Kennwert Haustechnik		35,5	kWh/(m ² a)	
Gesamtemission CO₂-Äquivalent		9,3	kg/(m ² a)	

Passivhaus-Projektierung

SOLARE WARMWASSERBEREITUNG

Objekt: Gebäudetyp/Nutzung:
 Standort: Energiebezugsfläche A_{EG}: m²

Solarer Deckungsgrad mit Wärmebedarf WW incl. WW-Bedarf Wasch&Spül

WW-Wärmebedarf	q _{gww}	<input type="text" value="22644"/>	kWh/a	aus Blatt WW+Verteil
Geogr. Breite		<input type="text" value="51,3"/>	°	aus Blatt Klimadaten
Auswahl Kollektor aus Liste (s.u.):				<input type="text"/>
Kollektorfläche			m ²	
Abweichung zur Nordrichtung			°	
Neigung gegen die Horizontale			°	
Höhe des Kollektorfelds			m	
Höhe des Horizonts	h _{Hor}		m	
Horizontentfernung	a _{Hor}		m	
zusätzlicher Abminderungsfaktor Verschattung	r _{so}		%	
Personenbelegung		<input type="text" value="24,8"/>	Personen	
spezifische Kollektorfläche		<input type="text" value="0,0"/>	m ² /Pers	

geschätzter solarer Deckungsbeitrag an WW-Bereitung

 kWh/a kWh/(m²a)

Solarer Wärmebeitrag zur Nutzwärme

Nebenrechnung Speicherverluste

Auswahl WW-Speicher aus Liste (s.u.)		<input type="text"/>
gesamtes Speichervolumen		Liter
Volumen Bereitschaftsteil (oben)		Liter
Volumen Solarteil (unten)		Liter
spezifische Wärmeverluste Speicher (gesamt)		W/K
typische Bereitschaftstemperatur WW	<input type="text" value="55"/>	°C
Temperatur im Aufstellraum	<input type="text" value="20"/>	°C
Wärmeverluste Speicher (nur Bereitschaftsteil, oben)		W
Wärmeverluste Speicher (gesamt)		W