Energiekennzahlen - Parameterstudie

f_{GEE} für Mehrfamilienhaus – Neubau

Diplomarbeit BKT

Wintersemester 2013/2014

Verfasser:

Claudia Lettner

Bäckerstraße 36

4332 Au an der Donau

Philipp Johannes Rittberger

Patrichsham 15

4762 St. Willibald

Silvia Maria Weiermann

Wiesnerstraße 7

4950 Altheim

Betreuer:

Prof. Bmst. Dipl.-Ing. Reinhard Schild

Inhaltsverzeichnis

Ehrenwörtliche Erklärung ... 3
Danksagung ... 4
English Abstract ... 5
1. Einleitung ... 6
2. Begriffe – Definitionen ... 8
2.1 Bedeutung von U-Wert und Lambda-Wert ... 8
2.2 Energieausweis ... 11
2.3 f_{GEE} – Gesamtenergieeffizienz-Faktor ... 12
2.4 HWB – Heizwärmebedarf (kWh/m²a) ... 13
2.5 PEB – Primärenergiebedarf (kWh/m²a) ... 14
2.6 EEB – Endenergiebedarf ... 14
2.7 CO2 – Kohlendioxidemission (kg/m2a) ... 15
2.8 Konversionsfaktoren ... 15
2.9 HEB – Heizenergiebedarf ... 16
2.10 Überblick Klassifizierung ... 16
2.11 A / V – Verhältnis, Kompaktheit von Gebäuden ... 17
2.12 Neubauverordnung ... 18
2.13 Nationaler Plan ... 19
3. 0 – System ... 21
3.1 Beschreibung ... 21
3.2 Musteraufbauten ... 24
3.3 Parametereingabe ... 28
4. U-Wertberechnung – Dämmstärken ... 32
4.1 Außenwand AW: Dämmstärken von 0 cm bis 30 cm ... 32
4.2 Kellerdecke KD: Dämmstärken von 0 bis 20 cm ... 34
4.3 Flachdach FD: Dämmstärken von 0 bis 40 cm ... 35
5. Planübersicht ... 37
6. Einfluss U-Wert ... 45
6.1 Außenwand AW ... 45
6.2 Kellerdecke KD ... 48
6.3 Flachdach FD ... 50

7. Einfluss Geometrie ... 53
7.1 3–Spänner ... 54
7.2 2x3-Spänner ... 58
8. Einfluss Fenster ... 61
9. Einfluss Orientierung ... 65
10. Einfluss Fußbodenheizung ... 69
10.1 U-Wert ... 69
10.2. Mit/ohne Fußbodenheizung ... 73
11. Einfluss Keller gedämmt ... 76
12. Einfluss Wohnraumlüftung ... 79
13. Einfluss Solaranlage ... 83
14. Einfluss Haustechnik ... 86
14.1 Gasheizung ... 86
14.2 Pellets ... 89
14.3 Hackgut ... 91
14.4 Fernwärme/Abwärme ... 94
15. Einfluss Energieträger ... 97
15.1 Mit Solar/mit Wohnraumlüftung ... 97
15.2 Mit Solar/ohne Wohnraumlüftung ... 99
15.3 Ohne Solar/mit Wohnraumlüftung ... 101
15.4 Ohne Solar/ohne Wohnraumlüftung ... 103
15.5 Variante 2 mit Wohnraumlüftung ... 105
15.6 Variante 2 ohne Wohnraumlüftung ... 107
16. Einfluss Kompaktheit ... 110
17. HWB und f_{GEE} im Verhältnis A/V ... 113
17.1 HWB zu A/V Verhältnis ... 113
17.2 f_{GEE} zu A/V Verhältnis ... 120
18. Nationaler Plan bis 2020 ... 122
18.1 Primärenergiebedarf ... 122
18.2 Gesamtenergieeffizienz ... 123
18.3 Kohlenstoffdioxid ... 123
18.4 3-Spänner ... 124
18.5 6-Spänner ... 125
19. Zusammenfassung ... 126
20. Anhang ... 129

Ehrenwörtliche Erklärung

Wir erklären an Eides statt, dass wir die vorliegende Diplomarbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegeben Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzen Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche erkenntlich gemacht haben.

Die Diplomarbeit entspricht den Standards für Ingenieurprojekte, laut Prüfungsordnung BMHS (BGBI II Nr. 2000/70 idF BGBI II 2012/176).

.....

Claudia Lettner

.....

Philipp Johannes Rittberger

.....

Silvia Maria Weiermann

Linz, am 8. Februar 2014

Danksagung

An dieser Stelle bedanken wir uns bei allen, die uns beim Erstellen der Diplomarbeit sowohl sachlich, als auch persönlich unterstützt haben.

Allen voran gilt unser Dank unserem Betreuer Herrn Prof. Bmst. Dipl.-Ing. Reinhard Schild, der uns mit viel persönlichem Einsatz, sachlichem Input und seinem umfangreichen bauphysikalischen Wissen unterstützt hat.

Der Firma Zehentmayr Software GmbH, Minnesheimstraße 8b, 5023 Salzburg, danken wir für die kostenlose Zurverfügungstellung der Berechnungssoftware GEQ zum Berechnen von Energiekennzahlen und Erstellen von Energieausweisen, sowie für die dafür nötige Schulung und die freundliche und kompetente Unterstützung der Service Hotline.

Wir bedanken uns außerdem bei der **Innviertler Gemeinnützigen Wohnungs- und Siedlungsgenossenschaft reg.Gen.m.b.H ISG**, Goethestraße 29, 4910 Ried im Innkreis für die zur Verfügung gestellten Pläne und der Firma **JOSKO Fenster und Türen GmbH**, Josko Straße 1, 4794 Kopfing für die Berechnungsdaten und Produktblätter bzgl. Verglasung.

Besonderer Dank gilt unseren Projektpartnern für ihre Unterstützung und die konstruktive Zusammenarbeit:

Land Oberösterreich
Abteilung Umweltschutz
Mag. Dipl.-Ing. Robert Kernöcker
DI(FH) Andreas Berger

OÖS Zieglerverband
Geschäftsführer
Rudolf Ecklmayr

English Abstract

Renting, buying, living – topics that affect everyone.

By the help of social housing numerous affordable flats shall be built annually. Affordable concerning several aspects - not only rent or the buying price are crucial, but principally the utilities and consequently the energy efficiency, indicated by the energy pass.

Our diploma thesis deals with this topic and examines the value of the energy pass. A three-floor apartment building with nine flats functions as our 0-system, as to say our model house. Based on our model house we varied different parameters with the aim to find out, which influence the insulation of the exterior wall, ceiling and cellar, as well as orientation, glazing, heating systems, solar systems, ventilation, airtightness and the compactness of the building (A/V) have on parameters.

In Upper Austria the residential building subsidies follow the f_{GEE} (energy performance factor) rather than to follow the HWB (=heat requirement) like other Austrian Federal Provinces. As a result, government subsidies stagnate.

On the basis of our study we also assessed, which parameters actually are significant and if these strict parameters might disagree with the initial idea of a government-funded housing or rather affordable living.

In this diploma thesis the masculine form is used on grounds of easier readability and is not intended to be sexspecific.

1. Einleitung

Mieten, kaufen, wohnen – ein Thema das viele betrifft.

Mit Hilfe des sozialen Wohnbaus sollen jährlich zahlreiche Wohnungen und Eigenheime entstehen.

Leistbar in mehrerlei Hinsicht!

Nicht nur der Miet-/Kaufpreis ist ausschlaggebend, sondern vor allem auch die laufenden Kosten (Betriebskosten) und somit die Energieeffizienz eines Objektes.

Der Energieausweis gibt Aufschluss über den Energieverbrauch eines Gebäudes und somit auch über die laufenden Kosten. Wichtig bei den Energiekosten sind aber nicht nur die Heizkosten (diese sind über den Heizwärmebedarf HWB ersichtlich) sondern die gesamten Energieaufwendungen.

Im „neuen“ Energieausweis sind daher mehrere Kennziffern ausgewiesen und so berücksichtig zum Beispiel der Endenergiebedarf EEB den gesamten Energieaufwand für Heizung, Warmwasser, Haustechnik und elektrischem Strom. Der EEB wird über eine Verhältniskennzahl f_{GEE} (tatsächliches Gebäude zu gleichem Gebäude mit Anforderungen Standard 2007) in der derzeit gültigen OIB Richtlinie geregelt.

Bei der Wohnbauförderung in Oberösterreich richten sich die energetischen Anforderungen im Eigenheimbereich (vereinfacht ausgedrückt Gebäude bis 3 Wohnungen) bereits nach dem f_{GEE} (Gesamtenergie-Effizienz-Faktor). Das bedeutet, dass nicht nur die Wärmedämmung der Außenhülle über den HWB berücksichtigt wird, sondern auch die Haustechnik Einfluss findet.

Das führt nach Meinung der Verfasser zu einer sehr positiven Entwicklung.

Ein Grund dieser Arbeit war auch, dass derzeit angedacht wird, im Bereich der Wohnbauförderung für Mehrfamilienhäuser auf den f_{GEE} umzustellen.

Diese Arbeit liefert eine systematische Untersuchung der verschiedenen Einflussfaktoren eines Mehrfamilienhauses auf Heizwärmebedarf HWB, Endenergiebedarf EEB, Primärenergiebedarf PEB und CO_2-Verbrauch, vor allem aber auf den Gesamtenergieeffizient-Faktor f_{GEE}.

Somit wird neben der Wärmedämmung der Gebäudehülle (Dämmwerte der Bauteile, Fenster, Geometrie, …) auch der Einfluss der Haustechnik analysiert.

Unsere Diplomarbeit befasst sich mit diesem Thema und beleuchtet die Werte.

Ein 3-geschoßiges Mehrfamilienhaus mit 9 Wohnungen bildet unser 0-System – sozusagen unser Musterhaus. Ausgehend davon haben wir verschiedene Parameter variiert und festgestellt wie sich die Wärmedämmung der Bauteile (Außenwand, oberste Geschoß-Decke und Kellerdecke), Orientierung des Gebäudes, Verglasung der Fenster, Heizungssysteme, Solaranlagen, Luftdichtheit und die Kompaktheit des Gebäudes (A/V) auf die Kenngrößen HWB, EEB, PEB, CO_2 und f_{GEE} auswirken.

Im letzten Teil der Diplomarbeit wurde ein Vergleich der Berechnungsergebnisse mit derzeit gültigen und geplanten zukünftigen Grenzwerten durchgeführt. Dieser Punkt kann auch zu einer etwas differenzierteren Betrachtungsweise der derzeitigen Förderungsgrenzwerte beitragen.

Durchaus etwas kritisch erlauben wir uns auch darauf hinzuweisen, dass die derzeit vorliegenden Unterlagen, Richtlinien und Normen nicht immer einfach zu handhaben sind. Weiters liefern einzelne Systeme und Berechnungsansätze derzeit in Teilbereichen noch keine schlüssigen Ergebnisse.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird diese Diplomarbeit an vielen Stellen die männliche Form einer Personengruppe verwenden. Selbstverständlich sind hier auch die weiblichen Personen angesprochen.

2. Begriffe – Definitionen

2.1 U-Wert und Lambda-Wert

Die Wärmeleitfähigkeit von Materialien und Bauteilen ist im Wesentlichen von 2 Kriterien abhängig:

- Leitfähigkeit der Grundmaterialien
- Menge der eingeschlossenen Luft und der Art, wie die Luft eingeschlossen ist

Grundsätzlich kann man sagen, je schlechter die Wärmeleitfähigkeit eines Stoffes ist, desto besser ist seine Wärmedämmeigenschaft. Entscheidend dabei ist meist die eingeschlossene Luft in den Bauteilen. Bei mehrscheibig verglasten Fenster beispielsweise, leitet das Glas gut aufgrund der Luftschicht zwischen den Scheiben. Diese wirkt wie eine wärmedämmende Ebene. Durch Gasfüllungen kann man diesen Effekt noch weiter verbessern.

Die Einheit für den Wärmeverlust ist Watt. Ein Watt = 1 W = 1 Joule / Sekunde. In der Bautechnik wird der Wärmeverlust auf einen Quadratmeter bezogen: W/m²

Anders als bei der Wärmeleitfähigkeit, ist bei dem Wärmeverlust der Temperaturunterschied von Bedeutung. Ist die Temperatur Innen und Außen gleich, geht keine Wärme verloren egal wie gut oder schlecht die Wärmedämmung ist. Je höher doch der Temperaturunterschied ist, desto größer auch der Wärmestrom. Die Einheit hierbei ist W/m²K (Watt pro m² Kelvin).

2.1.1 Wärmeleitfähigkeit = Lambda-Wert (Zeichen-Wert)

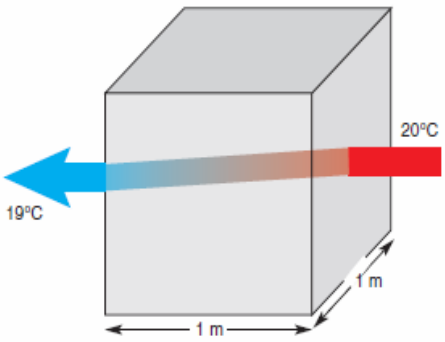


Abb. 2.1.1

Die Dicke ist beim Lambda-Wert nicht von Bedeutung. Es gilt jedoch, je kleiner der Lambda-Wert, desto besser die Wärmedämmung. Einheit W/(mK) = Watt pro Meter und pro Kelvin.

Der Lambda-Wert ist ein guter Wert um die Wärmedämmeigenschaften von „reinen“ Materialien zu vergleichen. Als „reine“ Materialien werden z. B. Luft, Vakuum, Glas, Wasser, Eisen, Wolle oder Fett bezeichnet.

2.1.2 Wärmeübergangswiderstand

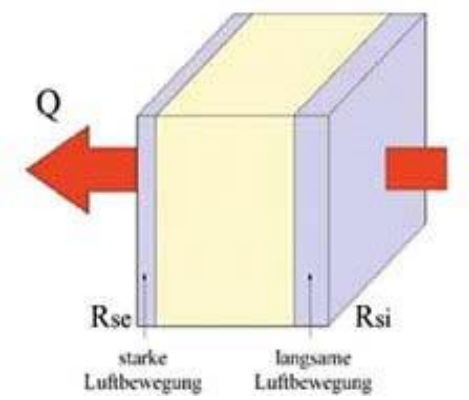


Abb. 2.1.2

Noch bevor die Wärme einen Bauteil verlassen oder in ein Bauteil eindringen kann, muss eine hauchdünne Grenzschicht überwunden werden. Dieser stehende Luftfilm hat einen Widerstand gegenüber dem Wärmeübergang, den Wärmeübergangswiderstand. Die Beschaffenheit, die Lage und die Luftbewegung an der Oberfläche spielt dabei eine große Rolle. Da im Freien die Luftbewegung häufig stark ist, ist der Wärmewiderstand eher klein. Für den Innenraum gilt genau das Gegenteil. Eine eher schwache Luftbewegung lässt einen größeren Wärmeübergangswiderstand zu.

Wärmeübergangswiderstand außen R_{se}

Der äußere Wärmeübergangswiderstand R_{se} (engl. surface external) zeigt den Widerstand, der dem Wärmestrom zur Außenluft entgegensetzt wird bevor sie die äußere Oberfläche des Bauteils durchdringt. Einheit: m^2K/W (m^2 Kelvin pro Watt).

Wärmestrom	m^2K/W
Aufwärts	0,04
Horizontal	0,04
Abwärts	0,04

Wärmeübergangswiderstand innen R_{si}

Der innere Wärmeübergangswiderstand R_{si} (engl. surface internal) zeigt den Widerstand, der dem Wärmestrom zwischen Innenraumtemperatur und der inneren Oberfläche von Außenbauteilen entgegengesetzt wird. Einheit: m^2K/W (m^2Kelvin pro Watt).

Wärmestrom	m2k/W
Aufwärts	0,10
Horizontal	0,13
Abwärts	0,10

2.1.3 Wärmedurchgangskoeffizient = U-Wert

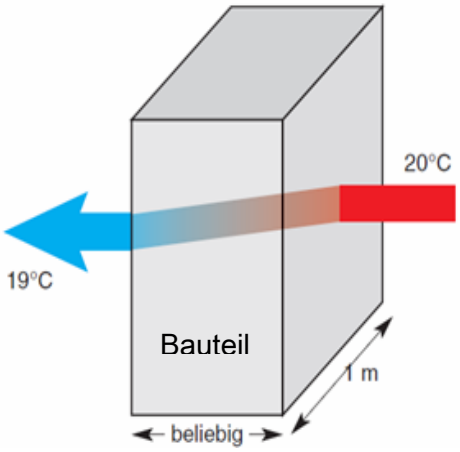


Abb. 2.1.3

Ein weiterer wichtiger Wert, ist der U-Wert. Er wird für einen bestimmten Bauteil, wie zum Beispiel einem Ziegelmauerwerk oder ein Fenster angegeben. Dabei gibt er an, wie viel Wärmemenge pro Sekunde und Quadratmeter durch das jeweils angegebene Bauteil strömen kann, wenn die Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Außenseite 1°Kelvin beträgt. Der U-Wert besitzt die Einheit W/(m^2K) = Watt pro Quadratmeter und pro Kelvin.

Berechnet werden kann der U-Wert mittels unten angegebener Formel:

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{se} + \sum R_t + R_{si}}$$

Formelerklärungen:

U:	Wärmedurchgangskoeffizient	W/m^2K
R_T:	Wärmedurchgangswiderstand Bauteilschichte	$(Km^2)/W$
R_{se}:	äußerer Wärmeübergangswiderstand	$(Km^2)/W$
R_{si}:	innerer Wärmeübergangswiderstand	$(Km^2)/W$
R_E:	Wärmedurchgangswiderstand einer Bauteilschicht	$(Km^2)/W$

2.2 Energieausweis

Mit der „EU-Gebäuderichtlinie 2002“ (Richtlinie 2002/91/EG) wurde der Energieausweis europaweit vorgeschrieben. Betroffen sind praktisch alle Gebäude, sowohl Neubau, Bestand, aber auch Nicht-Wohngebäude wie z. B. Büro- oder Betriebsgebäude.

Mit der Neufassung der „EU Gebäuderichtlinie 2010“ (Richtlinie 2010/31/EU) wurde der Energieausweis in erster Linie etwas präzisiert und der Primärenergiebedarf als wesentliche Kenngröße ergänzt.

Die mit 1. Juli 2013 in Kraft getretene OÖ. Bauordnungsnovelle 2013, das OÖ. Bautechnikgesetz 2013 und die OÖ. Bautechnikverordnung 2013, müssen nun die baurechtlich relevanten Teile der „EU-Gebäuderichtlinie 2010“ umgesetzt werden.

Form und Inhalt des Energieausweises sind landesrechtlich geregelt. In Österreich wird dies nicht von der OÖ. Bautechnikverordnung erledigt, diese verweist im Bereich des Wärmeschutzes auf die OIB-Richtlinie 6 „Energieeinsparung und Wärmeschutz“ des Österreichischen Institutes für Bautechnik.

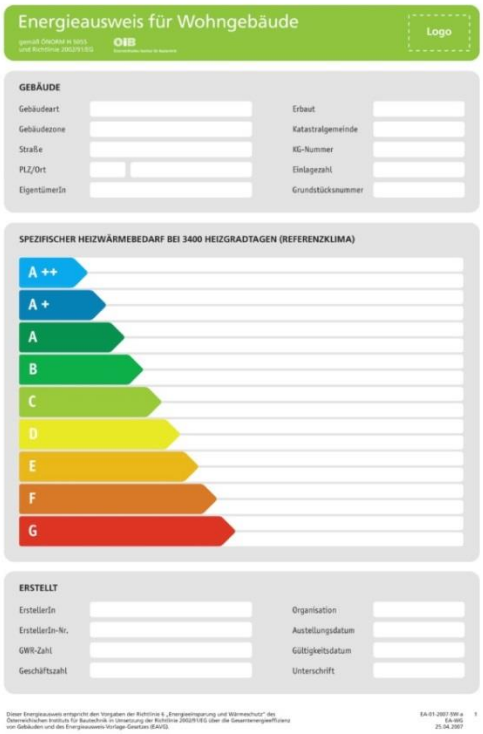


Abb. 2.2.1

Energieausweis lt. OIB RL 6 2007

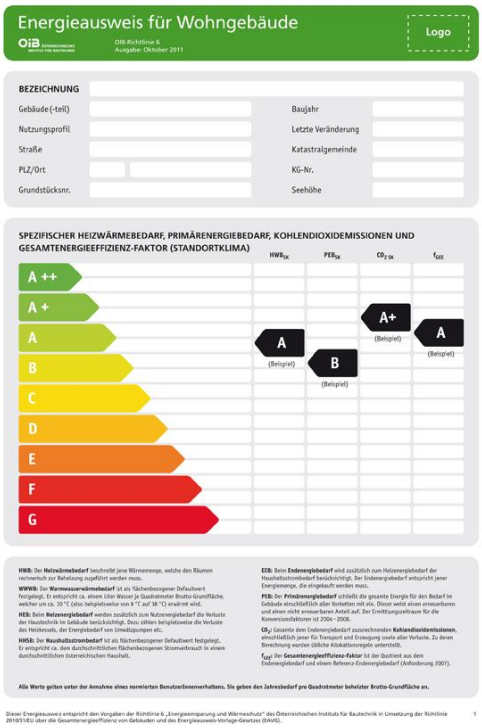


Abb. 2.2.2

Energieausweis lt. OIB RL 6 2011

Die Hauptkenngrößen auf der ersten Seite des Energieausweises sind:

Heizwärmebedarf	HWB
Primärenergiebedarf	PEB
Kohlendioxidemissionen	CO_2
Gesamtenergieeffizienz-Faktor	f_{GEE}

Diese 4 Hauptkenngrößen, sowie weitere im Energieausweis beinhaltenen Kenngrößen, werden im Anschluss genauer beschrieben und erklärt.

Alle spezifischen Anforderungen und Ergebniswerte sind auf eine Dezimalstelle zu runden und zu vergleichen. Der Gesamtenergieeffizienz-Faktor ist auf zwei Dezimalstellen zu runden.

2.3 f_{GEE} – Gesamtenergieeffizienz-Faktor

Der Gesamtenergieeffizienzfaktor beschreibt die Effizienz des Gebäudes inklusive der haustechnischen Anlagen. Das Gebäude im Gesamten wird verglichen mit dem Gebäude gleicher Geometrie, das jedoch wärmetechnisch und haustechnisch nach den Anforderungen der OIB RL 6, Ausgabe 2007 ausgestattet ist. Je kleiner der Wert ist, desto effizienter ist das Gebäude. Ein f_{GEE} von 0,6 bedeutet beispielsweise, dass die Gesamtenergieeffizienz um 40% besser ist als nach den Anforderungen der OIB RL 6, Ausgabe 2007 erforderlich war.

Da der Endenergiebedarf als Indikator für die Gesamtenergieeffizienz sehr wichtig ist, dieser aber in der Energieeffizienzskala nicht dargestellt werden kann, wurde aus diesem Grund der Gesamtenergieeffizienz-Faktor eingeführt, und ist seit 2010 auf der ersten Seite des Energieausweises zu finden.

$$f_{GEE} = \frac{\text{Endenergiebedarf "Real-Gebäude"}}{\text{Endenergiebedarf "Referenz-Gebäude" (Baurecht 2007)}}$$

Neubau: $f_{GEE} < 1$

Baurecht 2007: $f_{GEE} = 1$

Altbau: $f_{GEE} > 1$

2.4 HWB – Heizwärmebedarf (kWh/m²a)

Der Heizwärmebedarf beschreibt jene Wärmemenge, welche nötig ist, um eine Raumtemperatur von 20°C aufrecht zu erhalten. Bei der Berechnung werden die Transmissionswärmeverluste, die Lüftungswärmeverluste, die solaren Gewinne und die internen Gewinne in kWh pro Jahr ermittelt. Anschließend bezieht man die errechneten Werte auf die beheizte und benötigte Bruttogeschossfläche. Die berechneten Werte können jedoch vom tatsächlichen Verbrauch zum Beispiel aufgrund des Benutzerverhaltens abweichen.

$$HWB = Q_T + Q_L - \eta * (Q_S - Q_I)$$

Formelerklärungen:

Q_T = Transmissionswärmeverluste
Q_L = Lüftungswärmeverluste
Q_S = Solare Gewinne
Q_I = interne Gewinne
η = Ausnutzungsgrad der Wärmegewinne

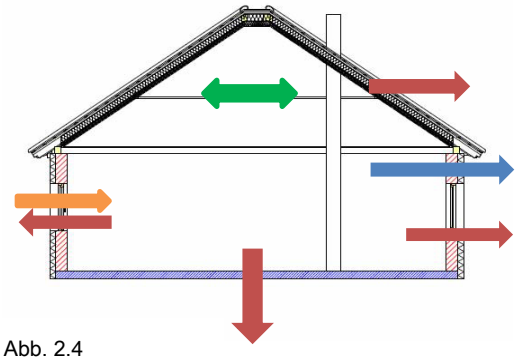


Abb. 2.4

Bei Neubau von Wohngebäuden ist folgender maximal zulässiger jährlicher Heizwärmebedarf $HWB_{BGF,WG,max,RK}$ pro m² konditionierter Brutto-Grundfläche in Abhängigkeit der Geometrie (charakteristische Länge l_c) und bezogen auf das Referenzklima (RK) einzuhalten:

$HWB_{BGF,WG,max,RK}$ = 16 x (1+3,0/lc) [kWh/m²a]
höchstens jedoch 54,5 [kWh/m²a]

2.5 PEB – Primärenergiebedarf (kWh/m²a)

Der Primärenergiebedarf des Gebäudes beschreibt die gesamte Energie, die für den Bedarf im Gebäude benötigt wird, einschließlich den Aufwand für Herstellung und Transport des jeweiligen Energieträgers. Der Primärenergiebedarf ermöglicht eine ganzheitliche Betrachtung des Energieflusses. Diesen Vorteil kann man nutzen um die Effizienz der Energieversorgung zu verbessern oder um die Auswahl eines Energieträgers zu vereinfachen. Eine Anforderung wird jedoch vorerst noch nicht gestellt.

$$PEB = EEB \times f_{PE}$$

f_{PE} – Primärenergiefaktor lt. OIB 6
EEB – Endenergiebedarf

2.6 EEB – Endenergiebedarf

Der Endenergiebedarf beschreibt jene Energiemenge, die allen energietechnischen Systemen im Haus, einschließlich Heizsystem, zugeführt werden muss, um den Heizwärmebedarf, den Warmwasserwärmebedarf und den Haushaltsstromwärmebedarf zu decken.

$$EEB = HWB + WWWB + HTEB + HHSB$$

HWB	-	Heizwärmebedarf
WWWB	-	Warmwasserwärmebedarf (Flächenbezogener Defaultwert)
HTEB	-	Haustechnikenergiebedarf (Verluste des Heiztechniksystems)
HHSB	-	Haushaltsstrombedarf (Flächenbezogener Defaultwert)

2.7 CO2 – Kohlendioxidemission (kg/m2a)

Diese Kenngröße beschreibt die für den gesamten Energiebedarf (Endenergiebedarf) im Gebäude errechnete Kohlendioxidemission. Mit eingerechnet sind Transport und Erzeugung der Energieträger sowie alle Verluste. Er ist ein Indikator für den Klimaschutz. Da dieser in Zukunft eine immer größere Bedeutung hat, ist er als neuer Indikator auf die Deckblattseite des Energieausweises aufgenommen worden. Eine Anforderung wird jedoch vorerst noch nicht gestellt.

$$CO_2 = EEB \times f_{CO2}$$

f_{CO2} – Primärenergiefaktor lt. OIB 6
EEB – Endenergiebedarf

2.8 Konversionsfaktoren

Energieträger	f_{PE} [-]	$f_{PE,n.ern.}$ [-]	$f_{PE,ern.}$ [-]	f_{CO2} [g/kWh]
Kohle	1,46	1,46	0,00	337
Heizöl	1,23	1,23	0,00	311
Erdgas	1,17	1,17	0,00	236
Biomasse	1,08	0,06	1,02	4
Strom (Österreich-Mix)	2,62	2,15	0,47	417
Fernwärme aus Heizwerk (erneuerbar)	1,60	0,28	1,32	51
Fernwärme aus Heizwerk (nicht erneuerbar)	1,52	1,38	0,14	291
Fernwärme aus hocheffizienter KWK[1)] (Defaultwert)	0,92	0,20	0,72	73
Fernwärme aus hocheffizienter KWK[1)] (Bestwert)	≥ 0,30	gemäß Einzelnachweis[2)]		
Abwärme (Defaultwert)	1,00	1,00	0,00	20
Abwärme (Bestwert)	≥ 0,30	gemäß Einzelnachweis		

1) Als hocheffiziente Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) werden all jene angesehen, die der Richtlinie 2004/8/EG entsprechen.
2) Für den Fall, dass ein Einzelnachweis gemäß EN 15316-4-5 durchgeführt wird, dürfen keine kleineren Werte als für Abwärme (Bestwert) verwendet werden. Die Randbedingungen zum Berechnungsverfahren sind im Dokument „Erläuternde Bemerkungen" festgehalten.

Tab. 2.8

Erläuternde Bemerkungen OIB-Richtlinie 6:

Folgende Grundsätze wurden der Zusammenstellung der gegenständlichen Konversionsfaktoren zugrunde gelegt:

1.) Primär wollte man, wenn möglich, Konversionsfaktoren aus Europäischen Normen verwenden. Die Quelle dafür ist die ÖNORM EN 15603, Ausgabe 2008 – 07 – 01. Die

Daten dieser Norm stammen aus dem Jahr 1996. Aufgrund des Alters der Daten hat man versucht die grundsätzlich gleichen Daten aus aktuelleren Quellen zu entnehmen.

2.) Die Daten für Energieträger wie Kohle, Heizöl und Erdgas wurden aus der Datenbank entnommen und arithmethisch gemittelt. Der erneuerbare Anteil wurde auf Null gesetzt.

3.) Bei dem Energieträger Biomasse wurden ebenfalls die Daten aus der Datenbank entnommen. Anschließend hat man die Werte für Stückholz, Hackschnitzel und Pellets jeweils arithmetisch gemittelt und gemäß der Österreichischen Brennstoffstatistik ausgewertet und einen gewichteten Mittelwert errechnet.

2.9 HEB – Heizenergiebedarf

Der Heizenergiebedarf beschreibt den aufzubringenden Endenergiebedarf der benötigt wird, um die Heizungs- und Warmwasserversorgung sicherzustellen.

2.10 Überblick Klassifizierung

In der nachstehenden Tabelle können die Grenzwerte der 4 Hauptkenngrößen im Energieausweis entnommen werden.

SPEZIFISCHER HEIZWÄRMEBEDARF, PRIMÄRENERGIEBEDARF, KOHLENDIOXIDEMISSIONEN UND GESAMTENERGIEEFFIZIENZ-FAKTOR (STANDORTKLIMA)	HWB_{SK} kWh/m²a	PEB_{SK} kWh/m²a	$CO_{2\,SK}$ kg/m²a	f_{GEE}
A++	<=10	<=60	<=8	<=0,55
A+	<=15	<=70	<=10	<=0,70
A	<=25	<=80	<=15	<=0,85
B	<=50	<=160	<=30	<=1,00
C	<=100	<=220	<=40	<=1,75
D	<=150	<=280	<=50	<=2,50
E	<=200	<=340	<=60	<=3,25
F	<=250	<=400	<=70	<=4,00
G	>250	>400	>70	>4,00

Abb. 2.10

2.11 A / V-Verhältnis, Kompaktheit von Gebäuden

Das A/V-Verhältnis beschreibt die Oberfläche der thermischen Gebäudehülle dividiert durch das beheizte Volumen. Je kleiner dieses Verhältnis ist, desto kompakter und somit auch energiesparender ist das Gebäude.

Der Wärmebedarf eines Gebäudes ist wesentlich abhängig von der Oberfläche. Je mehr Oberfläche desto mehr Wärme kann durch die Bauteile nach außen verloren gehen. Aus diesem Grund ist es sinnvoll die wärmeabgebenden Oberflächen so gering wie möglich zu halten.

Dies erreicht man vor allem durch Reduzierung von Vorsprüngen und Ecken und Vermeiden von Erkern und Auskragungen.

Am kompaktesten wäre die Kugelform. Diese ist nur schwer auszuführen. Am nähesten kommen dieser würfel- oder quaderförmige Ausführungen und gelten somit als energieeffizienteste Bauweise.

Weiters haben mehrgeschossige, große Häuser ein besseres A/V-Verhältnis als eingeschossige kleine.

Ein schlechtes A/V-Verhältnis führt zu mehr Energieverbrauch bei gleicher Grundfläche. Diesen erhöhten Energieverbrauch muss man lt. Anforderungen mit einer verstärkten Wärmedämmung ausgleichen.

2.12 Neubauverordnung

Die Neubauverordnung ist jene Verordnung der OÖ. Landesregierung über die Förderung von Miet- und Eigentumswohnungen sowie von Wohnheimen (OÖ. Neubauförderungs-Verordnung 2013).

Sie legt die Förderkriterien und das Förderausmaß fest und beschreiben die Anforderungen an das Bauwerk in energetischer Hinsicht.

So wird sichergestellt, dass die Förderung auch wirklich ihren Zweck erfüllt. Nämlich die Unterstützung beim Wohnen durch das Schaffen neuen, erschwinglichen Wohnraums.

Außerdem wurden Grenzwerte festgelegt, die die Energieeffizienz des Gebäudes festlegen, sowie die energetischen Mindeststandards.

Bei Wohnhäusern:

Kompaktheit	Max spez. Brutto-grundflächenbezogener Heizwärmebedarf bezogen auf das Referenzklima gem. OIB Richtlinie 6
A_B/V_B größer gleich 0,8	30 kWh/m²a
A_B/V_B kleiner gleich 0,2	15 kWh/m²a
A_B/V_B zwischen 0,2 und 0,8	Linear ansteigend von 15 bis 30 kWh/m²a bzw. 10 + 25* A_B/V_B

Tab 2.12

2.13 Nationaler Plan

Der Nationale Plan ist ein *OiB-Dokument zur Definition des Niedrigstenergiegebäudes und zur Festlegung von Zwischenzielen gemäß Artikel 9 (3) zu 2010/31/EU.*

Die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, also sämtliche Anforderungen an den Wärmeschutz und die Energieeinsparung, werden durch 4 Indikatoren angegeben:

- Heizwärmebedarf HWB
- Gesamtenergieeffizienz-Faktor f_{GEE}
- Primärenergiebedarf PEB
- Kohlendioxidemissionen CO^2

Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz – Neubau (2014-2020)

Folgende Werte gelten bis inklusive 2020 als OIB-Anforderung:

	HWB_{max} [kWh/m²a]	EEB_{max} [kWh/m²a]	$f_{GEE,max}$ [-]	PEB_{max} [kWh/m²a]	$CO2_{max}$ [kg/m²a]
2014	16 × (1 + 3,0 / ℓ_c)	mittels $HTEB_{Ref}$	0,90	190	30
2016	14 × (1 + 3,0 / ℓ_c)	mittels $HTEB_{Ref}$		180	28
	oder				
	16 × (1 + 3,0 / ℓ_c)		0,85		
2018	12 × (1 + 3,0 / ℓ_c)	mittels $HTEB_{Ref}$		170	26
	oder				
	16 × (1 + 3,0 / ℓ_c)		0,80		
2020	10 × (1 + 3,0 / ℓ_c)	mittels $HTEB_{Ref}$		160	24
	oder				
	16 × (1 + 3,0 / ℓ_c)		0,75		

Tab 2.13.1

Zwischenziele in graphischer Darstellung

Die violette Linie stellt den Passivhausstandard im Neubaufall dar.

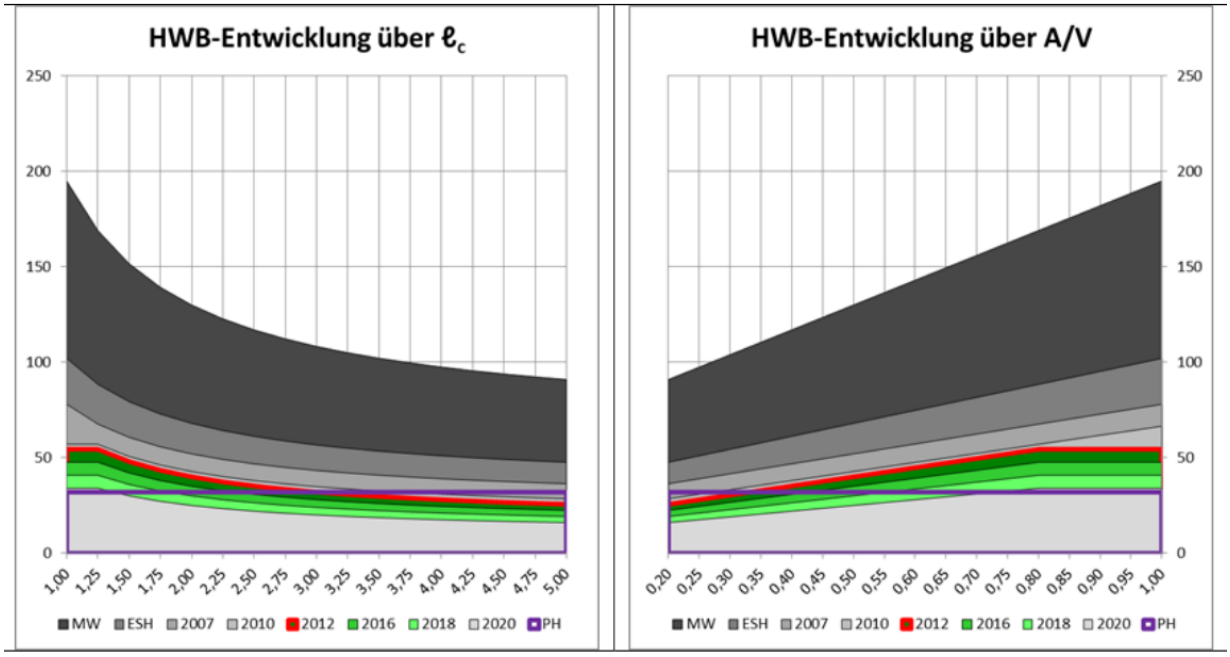


Diagramm 2.13.2

3. 0 – System

3.1 Beschreibung

Mehrfamilienhaus – Geometrie siehe Plan

3–Spänner	BGF: 954m²/ BRI: 2.904m³
9 Wohneinheiten	A/V = 0,48

Raumheizung Gas

Gebäudezentral
Wärmeabgabe durch Flächenheizung/Fußbodenheizung (Korrekturfaktor 1,357)
Systemtemperatur 35°C/28°C
Brennwertkessel im nicht konditionierten Bereich

Wohnraumlüftung

Einzelraumgeräte
Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
Wirkungsgrad 60%
Luftdichtheit n_{L50} 1,50

Haustechnik

Raumwärme- und Warmwasserbereitung „Vierleiter-System“ Variante 1

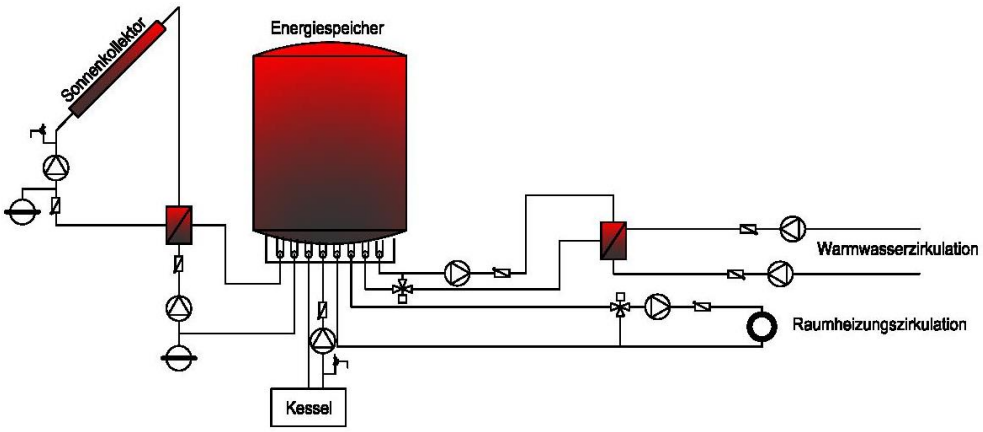


Abb. 3.1.1

- Gebäudezentral
- Kombiniert mit Raumheizung
- 2,5m² Solarkollektor/Wohneinheit
- 22,50m² Gesamtkollektorhochselektiv
- Neigungswinkel Solaranlage 45°
- Speichervolumen 2250 l

Raumwärme- und Warmwasserbereitung Variante 2
„Raumwärme zentral - Warmwasser dezentral elektrisch“

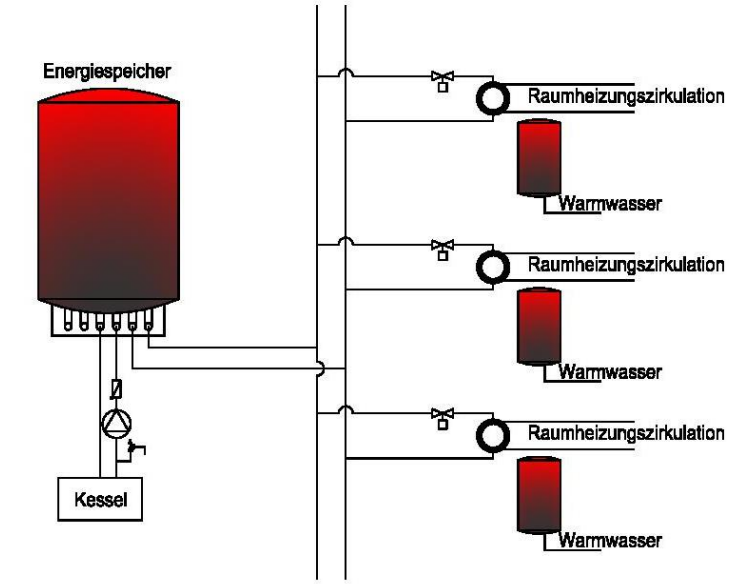


Abb. 3.1.2

- Raumwärme
  Gebäudedezentral
- Warmwasser getrennt von der Raumheizung „dezentral“,
  direkt elektrisch beheizter Speicher durch Nachtstrom

Bauteile

Außenwand U–Wert = 0,16 W/m²a:

1,5cm Innenputz	λ = 0,700
25cm Hochlochziegel	λ = 1,400
20cm EPS – F	λ = 1,000
0,5cm Deckschichte	λ = 0,700

Kellerdecke U–Wert = 0,21 W/m²a:

1,0cm Bodenbelag	λ = 0,250
7,0cm Heizestrich	λ = 1,400
-.- cm PE-Folie	λ = 1,000
3,0cm Trittschalldämmung	λ = 0,044
7,0cm Beschüttung	λ = 0,060
22cm STB-Decke	λ = 2,300
10cm Wärmedämmung	λ = 0,040

Flachdach U–Wert = 0,12 W/m²a:

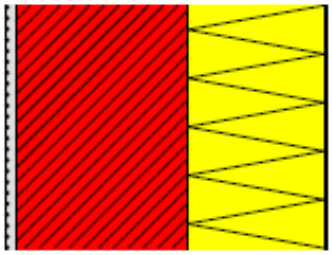
0,01cm Dachhaut + Dachaufbau	λ = 0,170
30,0cm Wärmedämmung EPS-W20	λ = 0,038
0,10cm Dampfbremse	λ = 0,100
22,0cm STB-Decke	λ = 2,300

Fenster

2-Scheibenverglasung	g = 0,63
U_g = 1,1 W/m²K	Ψ = 0,042 W/mK
U_w = 1,2 W/m²K	U_f = 1,259 W/m²K

3.2 Musteraufbauten

3.2.1 Außenwand AW 25cm Hochlochziegel mit 20cm WDVS

Projekt: **Musteraufbauten**			Blatt-Nr.: 1
Auftraggeber			Bearbeitungsnr.:
Bauteilbezeichnung: **Außenwand 25cm**		Kurzbezeichnung: **AW01**	
Bauteiltyp: **Außenwand**			
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946			
U - Wert 0,16 [W/m²K]			M 1 : 10

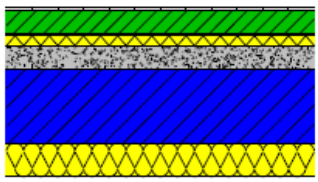
Konstruktionsaufbau und Berechnung

Nr	Baustoffschichten von innen nach außen Bezeichnung	d Dicke [m]	λ Leitfähigkeit [W/mK]	R = d / λ Durchlaßw. [m²K/W]
1	Innenputz	0,015	0,700	0,021
2	Hochlochziegel 25cm	0,250	0,250	1,000
3	WDVS - Wärmedämmung EPS-F	0,200	0,040	5,000
4	WDVS - Deckschichte	0,005	0,700	0,007
Dicke des Bauteils [m]		0,470		

Summe der Wärmeübergangswiderstände	$R_{si} + R_{se}$	0,170	[m²K/W]
Wärmedurchgangswiderstand	$R_T = R_{si} + \Sigma R_t + R_{se}$	6,198	[m²K/W]
Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 1 / R_T$	**0,16**	**[W/m²K]**

Abb. 3.2.1

3.2.2 Decke zu unkonditioniertem ungedämmten Keller

Projekt: **Musteraufbauten**		Blatt-Nr.: **3**	
Auffraggeber		Bearbeitungsnr.:	
Bauteilbezeichnung: **Decke zu Keller**	Kurzbezeichnung: **KD01**	I  A M 1 : 20	
Bauteiltyp: **Decke zu unkonditioniertem ungedämmten Keller**			
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 **U - Wert** **0,21** [W/m²K]			

Konstruktionsaufbau und Berechnung

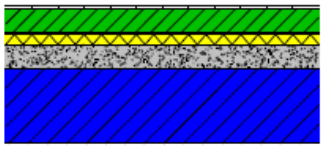
	Baustoffschichten		**d**	**λ**	**R = d / λ**
Nr	von innen nach außen Bezeichnung		Dicke [m]	Leitfähigkeit [W/mK]	Durchlaßw. [m²K/W]
1	Bodenbelag		0,010	0,250	0,040
2	Estrich	F	0,070	1,400	0,050
3	Folie		0,0001	1,000	
4	EPS-T 34/30		0,030	0,044	0,682
5	Gebundene Beschüttung		0,070	0,060	1,167
6	Stahlbetondecke lt. Statik		0,220	2,300	0,096
7	Wärmedämmung		0,100	0,040	2,500
Dicke des Bauteils [m]			0,500		
Summe der Wärmeübergangswiderstände		$R_{si} + R_{se}$		0,340	[m²K/W]
Wärmedurchgangswiderstand		$R_T = R_{si} + \Sigma R_t + R_{se}$		4,875	[m²K/W]
Wärmedurchgangskoeffizient		**$U = 1 / R_T$**		**0,21**	**[W/m²K]**

F... diese Schicht enthält eine Flächenheizung

Abb. 3.2.2

3.2.3 Warme Zwischendecke

Projekt: **Musteraufbauten**			Blatt-Nr.: **4**
Auftraggeber			Bearbeitungsnr.:
Bauteilbezeichnung: **warme Zwischendecke**		Kurzbezeichnung: **ZD01**	I
Bauteiltyp: **warme Zwischendecke**			
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946			
U - Wert	**0,44** [W/m²K]		A M 1 : 20



Konstruktionsaufbau und Berechnung

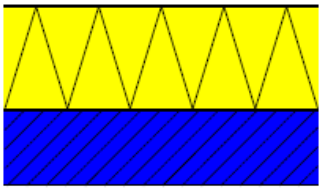
	Baustoffschichten		d	λ	R = d / λ
Nr	von innen nach außen Bezeichnung		Dicke [m]	Leitfähigkeit [W/mK]	Durchlaßw. [m²K/W]
1	Bodenbelag		0,010	1,300	0,008
2	Estrich	F	0,070	1,400	0,050
3	PAE-Folie		0,0002	0,230	0,001
4	Polystyrol EPS Trittschalldämmplatte		0,030	0,044	0,682
5	Gebundene Beschüttung		0,070	0,060	1,167
6	Stahlbetondecke lt. Statik		0,220	2,300	0,096
Dicke des Bauteils [m]			0,400		
Summe der Wärmeübergangswiderstände		$R_{si} + R_{se}$		0,260	[m²K/W]
Wärmedurchgangswiderstand		$R_T = R_{si} + \Sigma R_t + R_{se}$		2,264	[m²K/W]
Wärmedurchgangskoeffizient		**$U = 1 / R_T$**		**0,44**	**[W/m²K]**

F... diese Schicht enthält eine Flächenheizung

Abb. 3.2.3

3.2.4 Flachdach über 2. OG

Projekt: **Musteraufbauten**		Blatt-Nr.:	**2**
Auftraggeber		Bearbeitungsnr.:	
Bauteilbezeichnung: **Flachdach über 2.OG**	Kurzbezeichnung: **FD01**	A	
Bauteiltyp: **Außendecke, Wärmestrom nach oben**			
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 **U - Wert** **0,12** [W/m²K]		I	M 1 : 20



Konstruktionsaufbau und Berechnung

Nr	Baustoffschichten (von außen nach innen)		d Dicke [m]	λ Leitfähigkeit [W/mK]	R = d / λ Durchlaßw. [m²K/W]
1	Dachhaut + Dachaufbau	*	0,0001	0,170	0,001
2	Wärmedämmung EPS-W20 (i.M. 30cm)		0,300	0,038	7,895
3	Dampfsperre		0,001	0,100	0,010
4	Stahlbetondecke lt. Statik		0,220	2,300	0,096
wärmetechnisch relevante Dicke des Bauteils [m]			0,521		
Dicke des Bauteils [m]			0,521		
Summe der Wärmeübergangswiderstände	$R_{si} + R_{se}$			0,140	[m²K/W]
Wärmedurchgangswiderstand	$R_T = R_{si} + \Sigma R_t + R_{se}$			8,141	[m²K/W]
Wärmedurchgangskoeffizient	**$U = 1 / R_T$**			**0,12**	**[W/m²K]**

*... diese Schicht zählt nicht zur Berechnung

Abb. 3.2.4

3.3 Parametereingabe

3.3.1 Raumheizung

Raumheizung

Allgemeine Daten

Art der Raumheizung	gebäudezentral

Abgabe

Haupt Wärmeabgabe	Flächenheizung
Systemtemperatur	35°/28°
Regelfähigkeit	Einzelraumregelung mit elektronischem Regelgerät
Heizkostenabrechnung	Individuelle Wärmeverbrauchsermittlung und Heizkostenabrechnung (Fixwert)

Verteilung — Leitungslängen lt. Defaultwerten

	gedämmt	Verhältnis Dämmstoffdicke zu Rohrdurchmesser	Dämmung Armaturen	Leitungslänge [m]	konditioniert [%]
Verteilleitungen	Ja	2/3	Ja	44,18	0
Steigleitungen	Ja	2/3	Ja	76,41	100
Anbindeleitungen	Ja	1/3	Ja	267,42	

Speicher

Art des Speichers	Pufferspeicher	
Standort	nicht konditionierter Bereich	mit Anschluss Heizregister Solaranlage
Baujahr	ab 1994	Anschlussteile gedämmt
Nennvolumen	2250 l freie Eingabe	

Täglicher Bereitschaftsverlust Wärmespeicher $q_{b,WS}$ = 5,98 kWh/d Defaultwert

Bereitstellung

		Standort	nicht konditionierter Bereich
Bereitstellungssystem	Flüssiger oder gasförmiger Brennstoff	**Heizgerät**	Brennwertkessel
Energieträger	Gas		
Modulierung	mit Modulierungsfähigkeit	**Heizkreis**	gleitender Betrieb
Baujahr Kessel	ab 2005	☑	**Heizkessel mit Gebläseunterstützung**
Nennwärmeleistung	28,97 kW Defaultwert		

Korrekturwert des Wärmebereitstellungssystems	k_r	= 0,75%	Fixwert
Kessel bei Volllast 100%			
Kesselwirkungsgrad entsprechend Prüfbericht	$\eta_{100\%}$	= 92,5%	Defaultwert
Kesselwirkungsgrad bei Betriebsbedingungen	$\eta_{be,100\%}$	= 91,7%	
Kessel bei Teillast 30%			
Kesselwirkungsgrad entsprechend Prüfbericht	$\eta_{30\%}$	= 98,5%	Defaultwert
Kesselwirkungsgrad bei Betriebsbedingungen	$\eta_{be,30\%}$	= 97,7%	
Betriebsbereitschaftsverlust bei Prüfung	$q_{bb,Pb}$	= 0,9%	Defaultwert

Hilfsenergie - elektrische Leistung

Umwälzpumpe	228,99 W	Defaultwert
Speicherladepumpe	102,07 W	Defaultwert
Gebläse für Brenner	72,42 W	Defaultwert

Abb. 3.3.1

3.3.2 Warmwasserbereitung

Warmwasserbereitung

Allgemeine Daten

Art der Warmwasserb.	gebäudezentral
Warmwasserbereitung	kombiniert mit Raumheizung

Abgabe

Heizkostenabrechnung	Individuelle Wärmeverbrauchsermittlung und Heizkostenabrechnung (Fixwert)

Wärmeverteilung mit Zirkulation

Leitungslängen lt. Defaultwerten

	gedämmt	Verhältnis Dämmstoffdicke zu Rohrdurchmesser	Dämmung Armaturen	Leitungslänge [m]	konditioniert [%]	
Verteilleitungen	Ja	2/3	Ja	16,93	0	
Steigleitungen	Ja	2/3	Ja	38,20	100	
Stichleitungen	Ja	1/3		152,81	**Material**	Kunststoff 1 W/m

Zirkulationsleitung Rücklauflänge					konditioniert [%]
Verteilleitung	Ja	2/3	Ja	15,93	0
Steigleitung	Ja	2/3	Ja	38,20	100

Wärmetauscher

☑ wärmegedämmte Ausführung einschließlich Anschlussarmaturen

Übertragungsleistung Wärmetauscher 160 kW Defaultwert

Hilfsenergie - elektrische Leistung

Zirkulationspumpe	35,40 W	Defaultwert
WT-Ladepumpe	510,35 W	Defaultwert

Abb. 3.3.2

3.3.3 Lüftung

Lüftung für Gebäude

energetisch wirksamer Luftwechsel	0,265	1/h
Falschluftrate	0,11	1/h
Luftwechselrate Blower Door Test	1,50	1/h
Wärmebereitstellungsgrad Lüftung	60	% freie Eingabe (Prüfzeugnis)
Erdvorwärmung		kein Erdwärmetauscher
energetisch wirksamer Luftwechsel		
Gesamtes Gebäude Vv	1.986,58	m³
Wärmebereitstellungsgrad Gesamt	60	%

	Standort	R-Wert	Abschläge
Lüftungsgerät	konditioniert		0 %
Außen- / Fortluftleitungen	im Freien	< 2,5 m²K/W	0 %
Ab- / Zuluftleitungen	konditioniert	< 2,5 m²K/W	0 %

tägl. Betriebszeit der Anlage	24	h

Zuluftventilator spez. Leistung	0,56	Wh/m³
Abluftventilator spez. Leistung	0,56	Wh/m³
NE	7.734	kWh/a

Legende
NE ... jährlicher Nutzenergiebedarf für Luftförderung

Abb. 3.3.3

3.3.4 Solaranlage

Thermische Solaranlage

Vereinfachte Berechnung gemäß ÖNORM H 5056

Solarkollektorart	Hochselektiv (z.B. Schwarzchrom)
Anlagentyp	primär Warmwasser, sekundär Raumheizung
Nennvolumen	2250 l

Kollektoreigenschaften

Aperturfläche	22,50	m²	
Kollektorverdrehung	0	Grad	
Neigungswinkel	45	Grad	
Regelwirkungsgrad	0,95		Defaultwert
Konversionsrate	0,80		Defaultwert
Verlustfaktor	3,50		Defaultwert

Umgebung

Geländewinkel	10	Grad

Rohrleitungen

Leitungslängen lt. Defaultwerten

Positionierung	gedämmt	Verhältnis Dämmstoff-dicke zu Rohrdurchmesser	Außendurch-messer [mm]	Leitungslänge [m]	konditioniert [%]
vertikal	Ja	3/3		48,2	100
horizontal	Ja	3/3		15,8	0

Hilfsenergie - elektrische Leistung

	Anzahl	gesamter Leistungsbedarf [W]	
elektrische Regelung	2	6,00	Defaultwerte
Kollektorkreispumpen	1	165,00	Defaultwerte
elektrische Ventile	2	14,00	Defaultwerte

Abb. 3.3.4

4. U-Wertberechnung – Dämmstärken

In den nachfolgenden Diagrammen werden die verschiedenen Dämmstärken mit verschiedenen λ-Werten Außenwand, Flachdach und Kellerdecke untersucht. Es stellte sich heraus, dass eine Dämmstärkenverbreiterung ab einer gewissen Stärke wenig Auswirkung auf die U – Werte hat.

4.1 Außenwand AW: Dämmstärken von 0 cm bis 30 cm

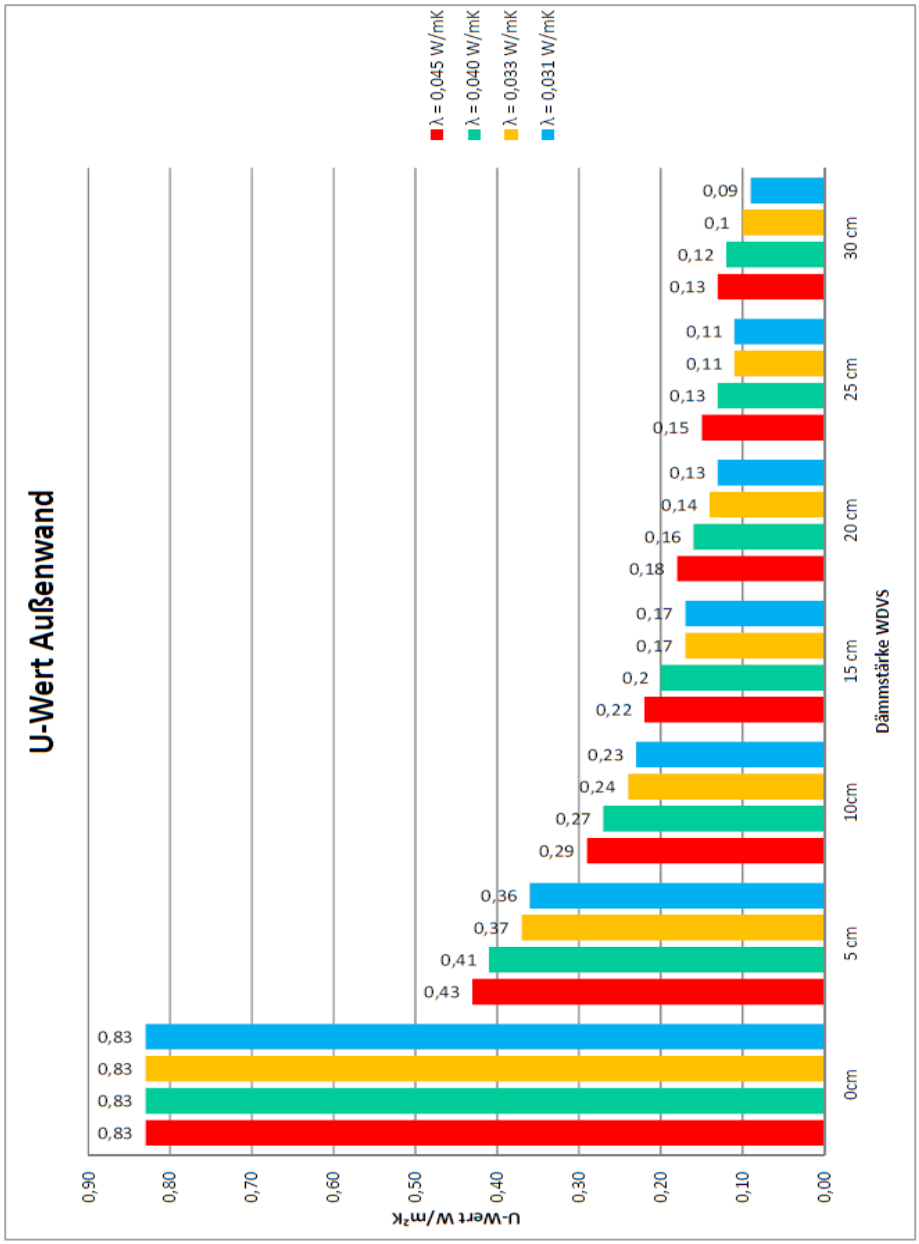


Abb. 4.1

Außenwand AW: Dämmstärken von 10 cm bis 30 cm zur genaueren Betrachtung der gebräuchlichen Dämmstärken.

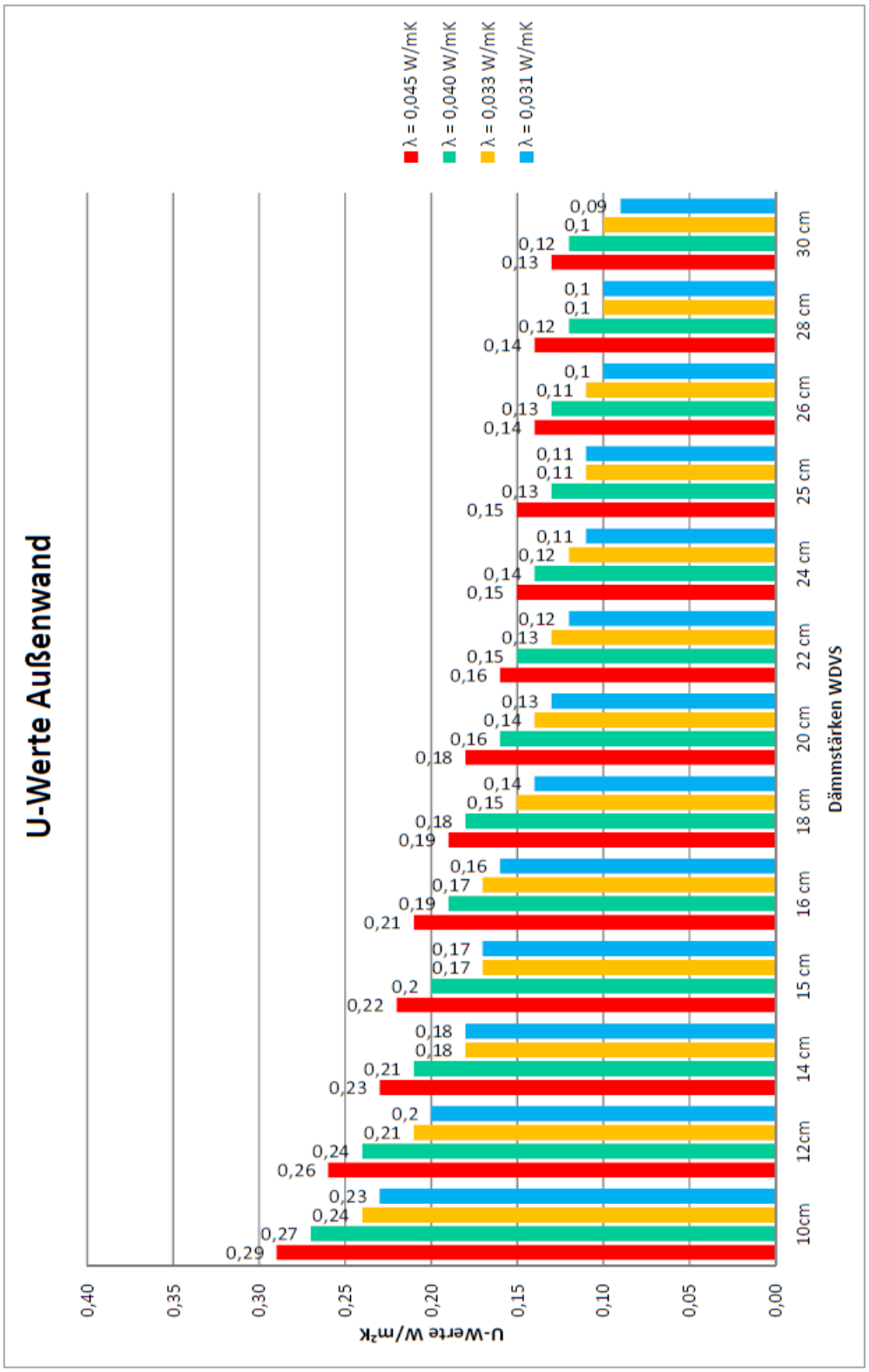


Diagramm 4.1.1

4.2 Kellerdecke KD: Dämmstärken von 0 bis 20 cm

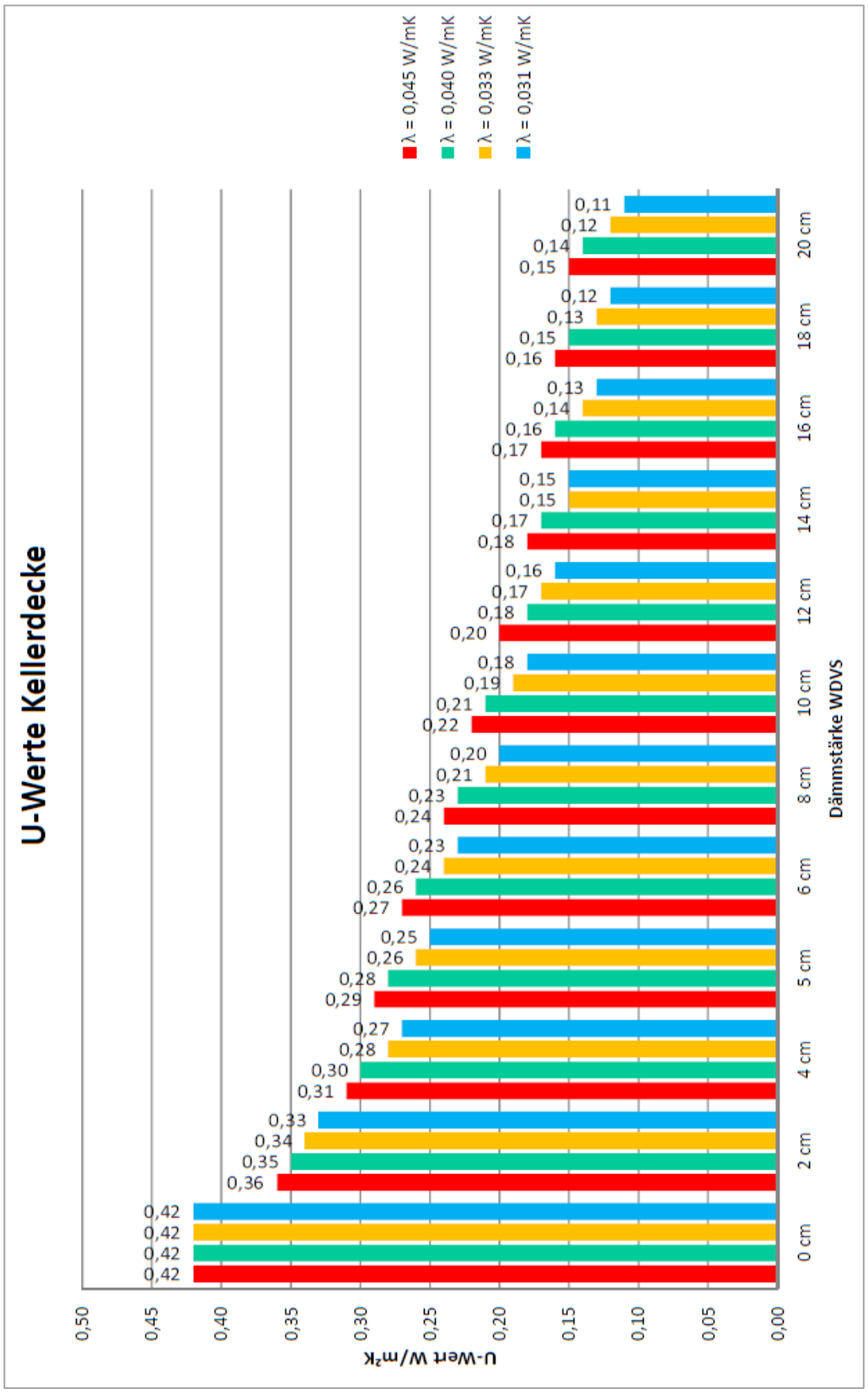


Diagramm 4.2

4.3 Flachdach FD: Dämmstärken von 0 bis 40 cm

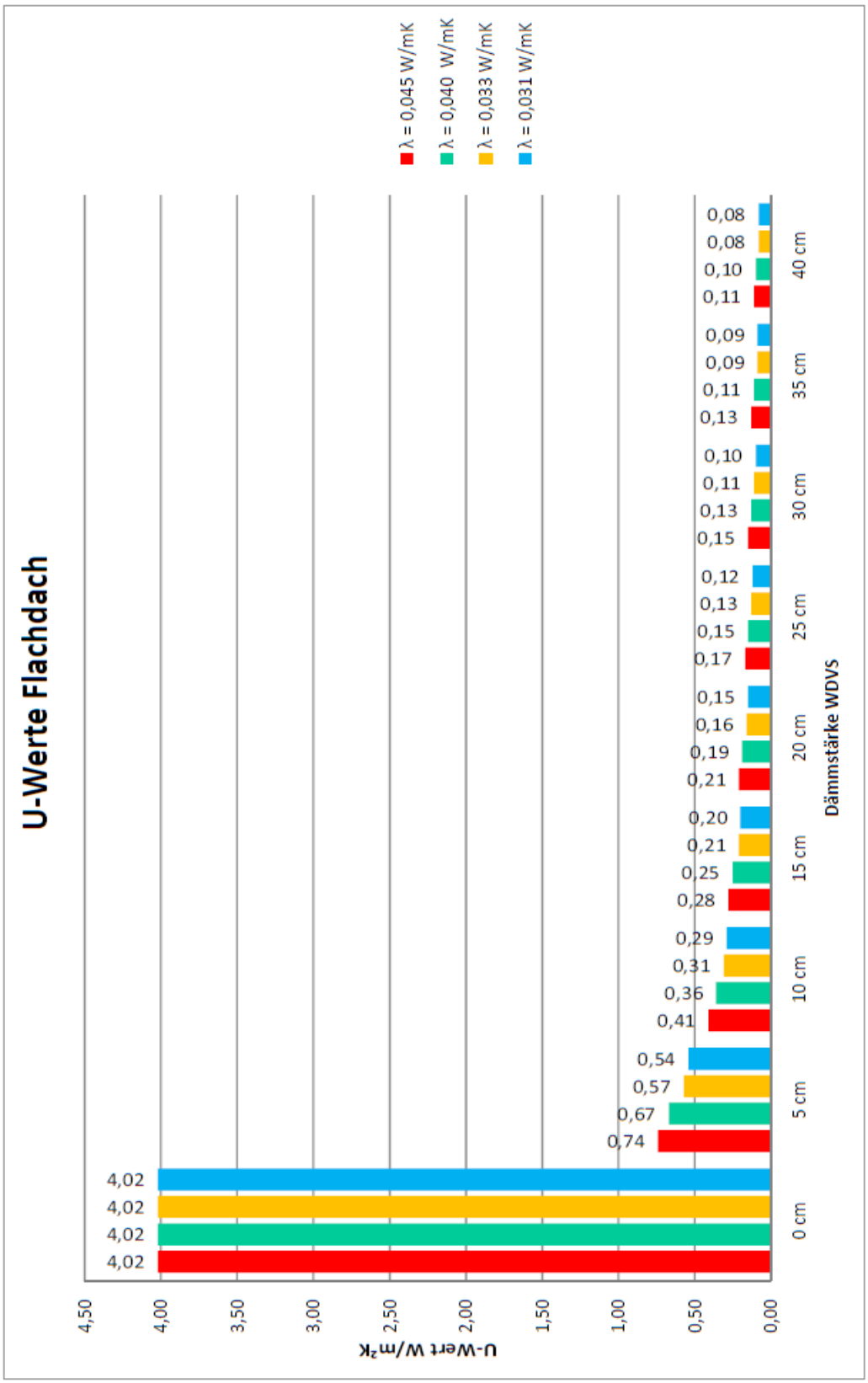


Diagramm 4.3

Flachdach FD: Dämmstärken von 20 cm bis 40 cm zur genaueren Betrachtung der gebräuchlichen Dämmstärken.

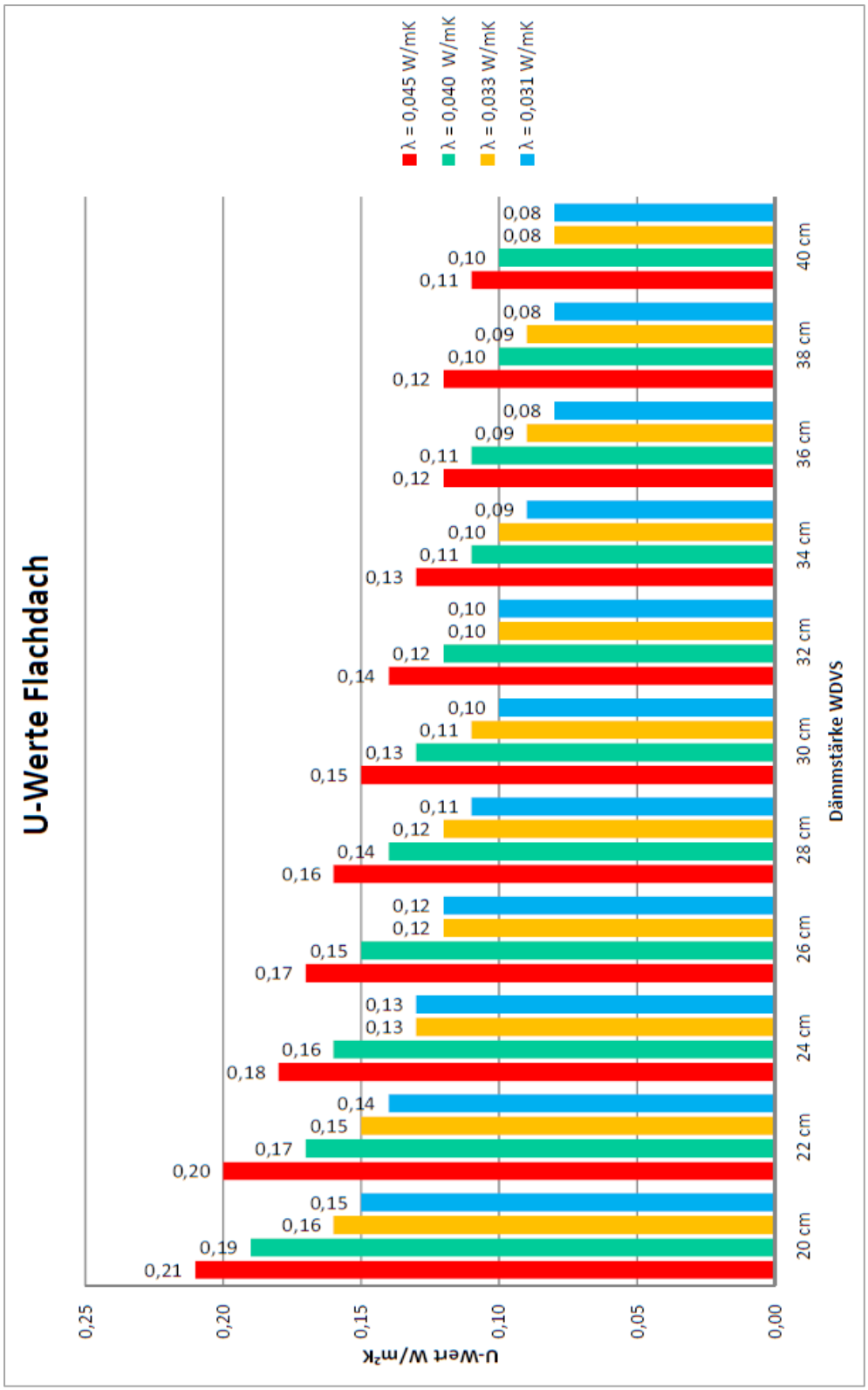
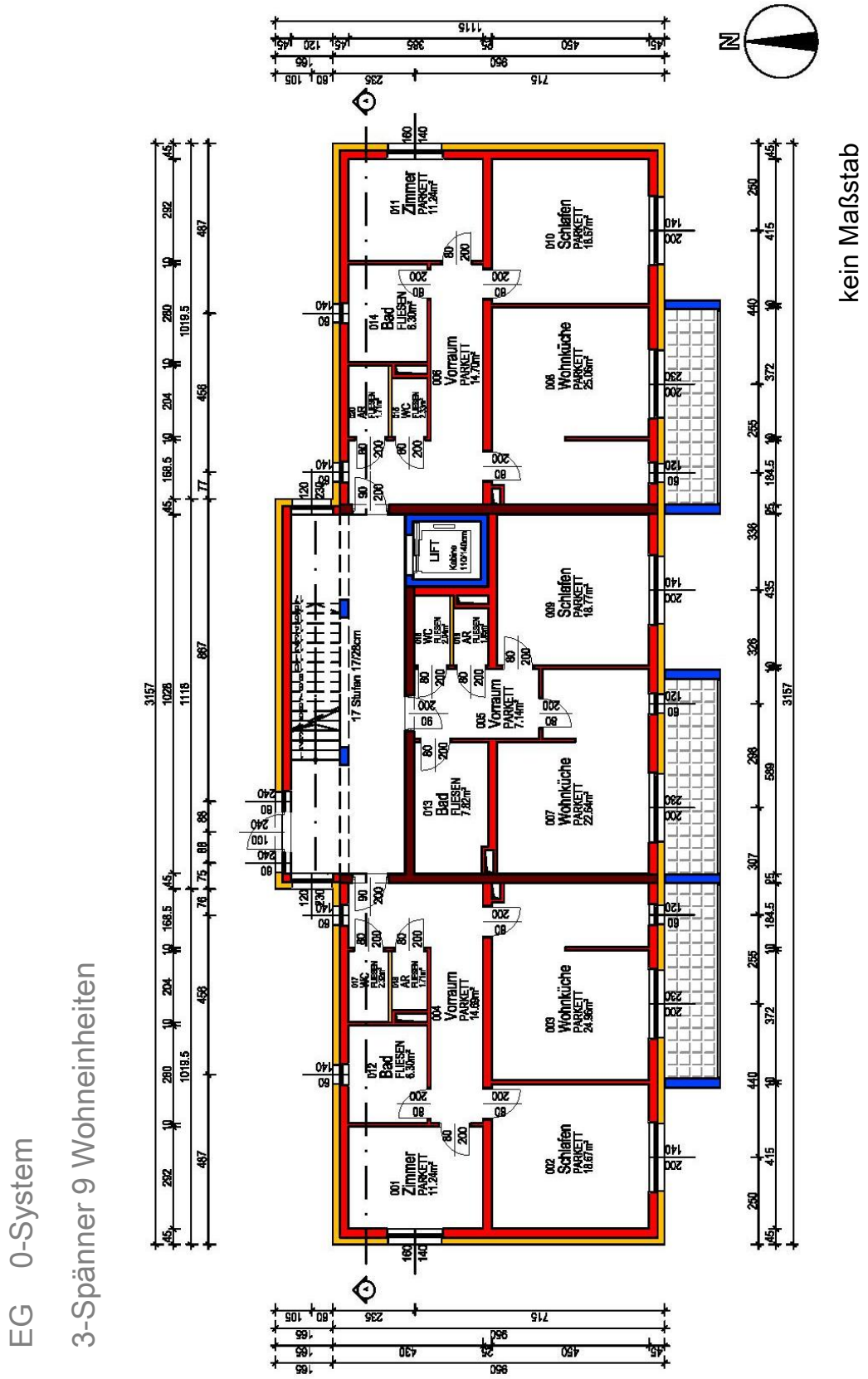


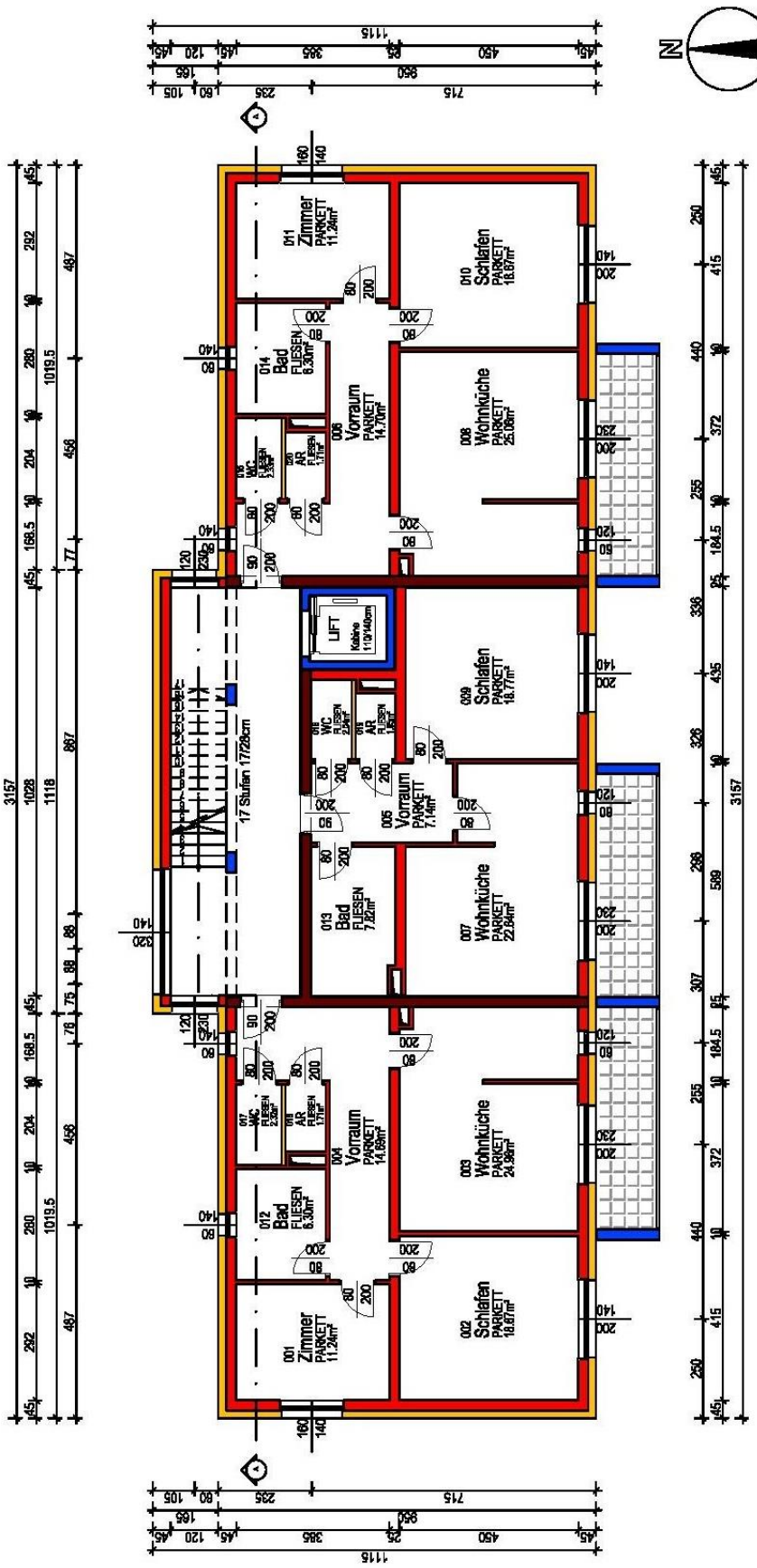
Diagramm 4.3.1

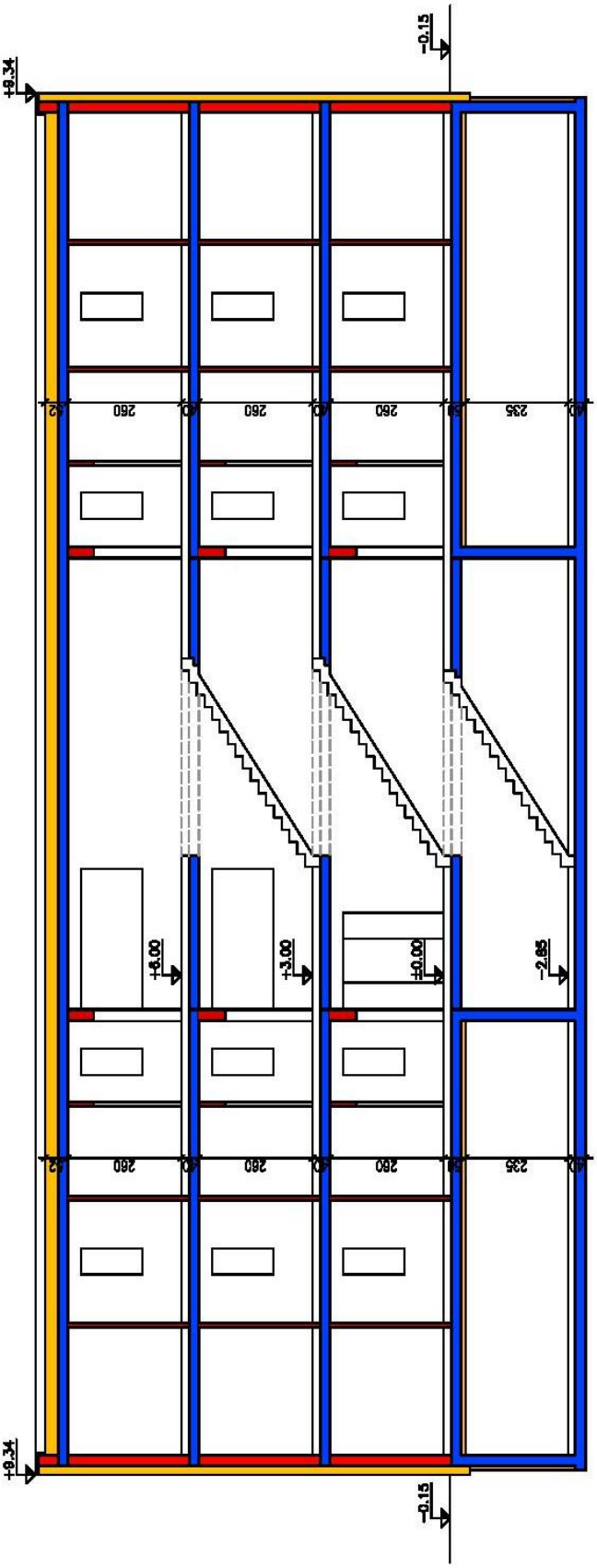
5. Planübersicht



RG 0-System

3-Spänner 9 Wohneinheiten





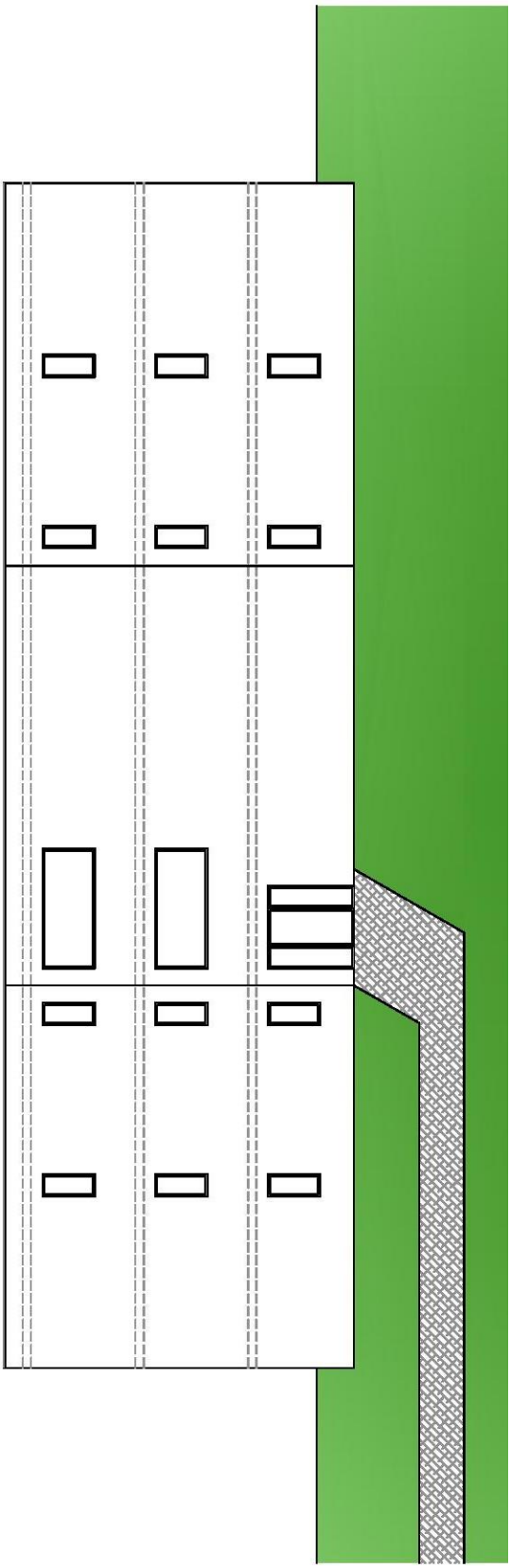
Schnitt A 0-System

3-Spänner 9 Wohneinheiten

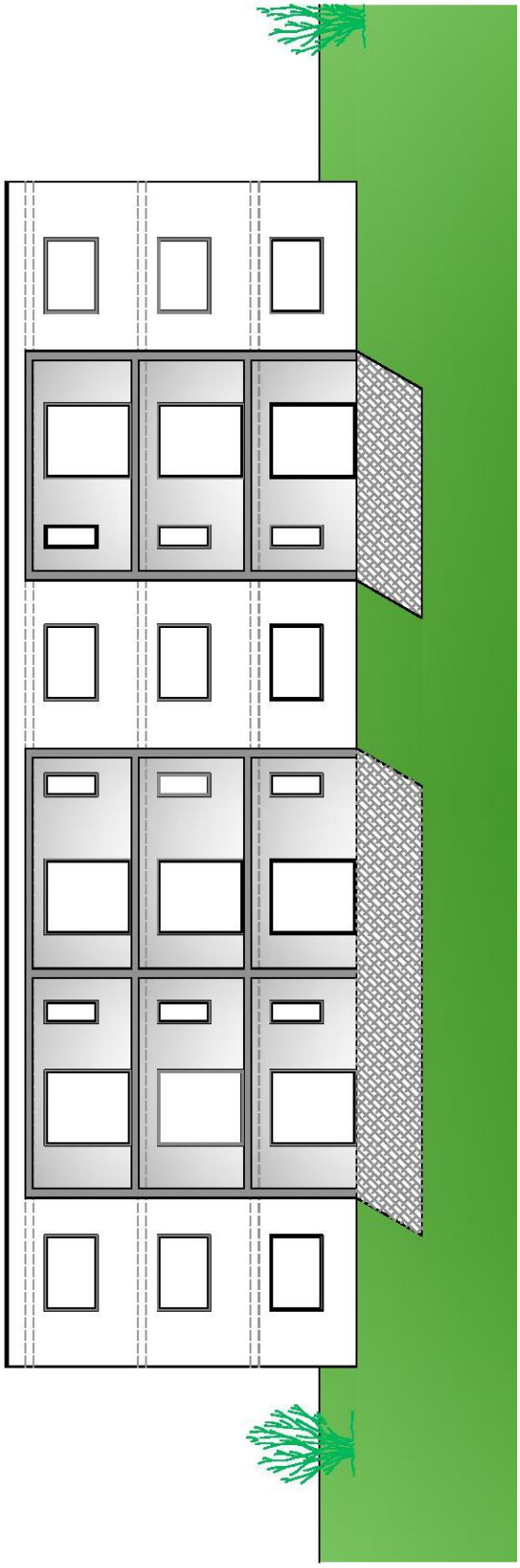
kein Maßstab

Nordansicht 0-System

3-Spänner 9 Wohneinheiten



kein Maßstab



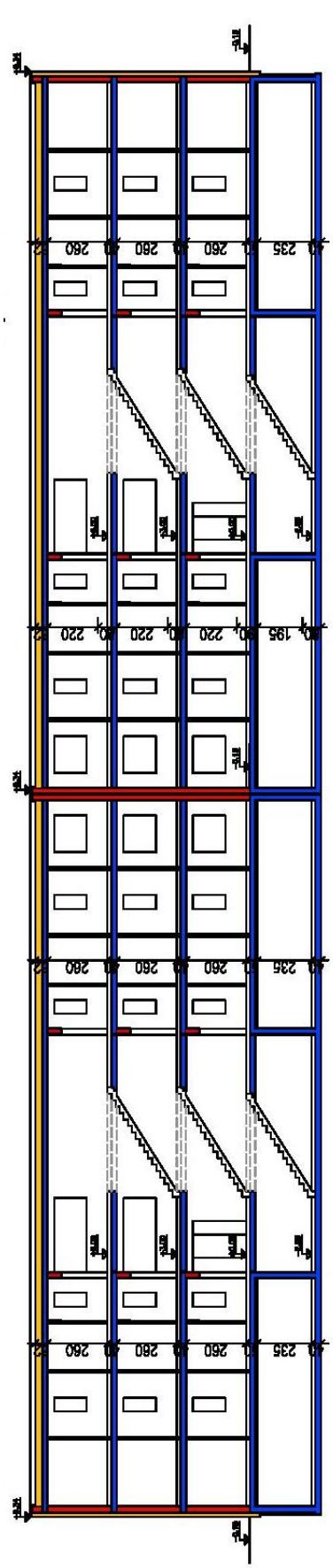
kein Maßstab

Südansicht 0-System
3-Spänner 9 Wohneinheiten

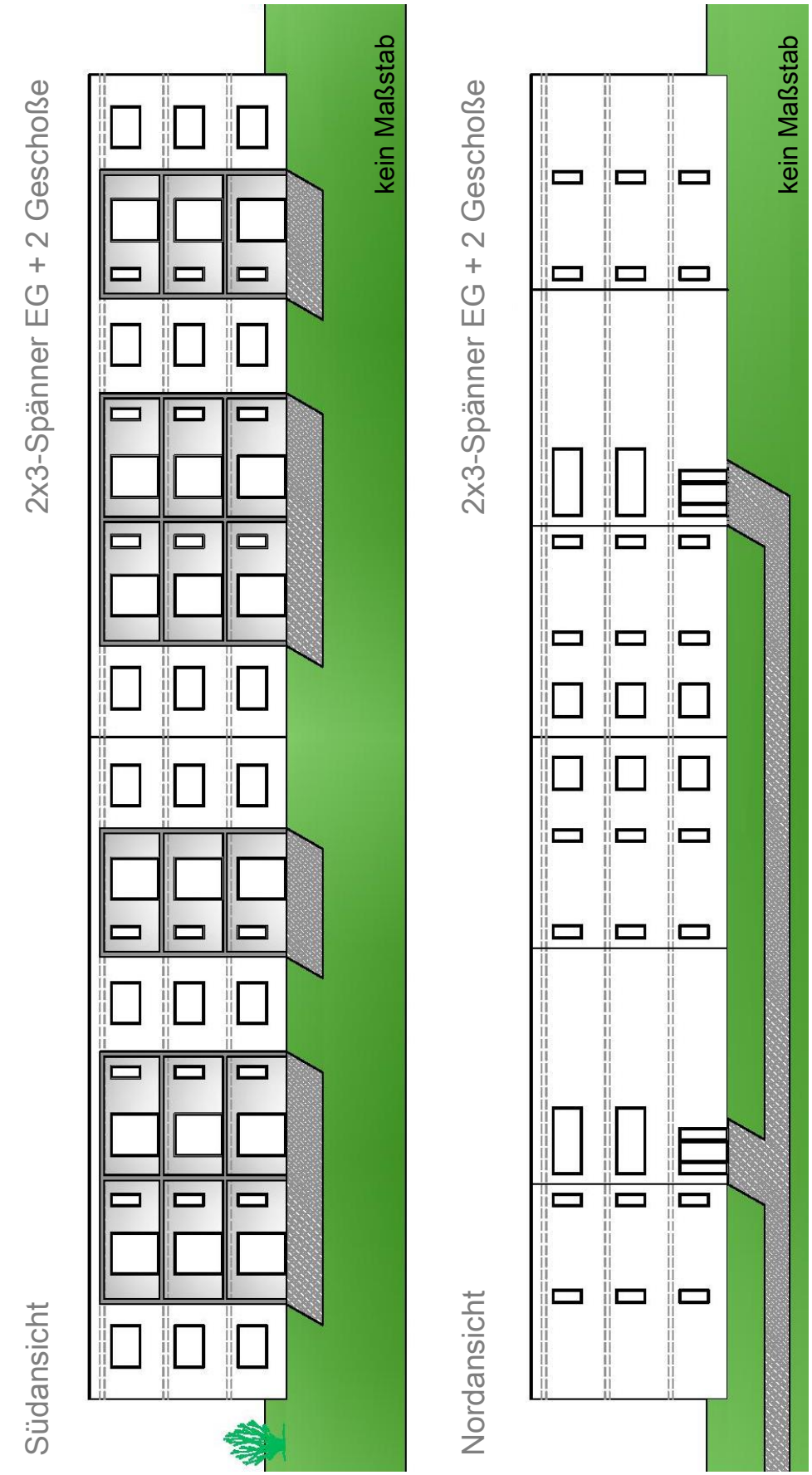
2x3-Spänner EG + 2 Geschoße
EG
8276
1019.5
1000.5
1118
kein Maßstab
2x3-Spänner EG + 2 Geschoße
RG

Schnitt A

2x3-Spänner EG + 2 Geschoße



kein Maßstab


2x3-Spänner EG + 2 Geschoße
kein Maßstab
Südansicht
2x3-Spänner EG + 2 Geschoße
kein Maßstab
Nordansicht

6. Einfluss U-Wert

Grundlage: 3-Spänner 0-System (siehe Punkt 3.1, Seite 21-23)

Einfluss der Veränderung der Wärmedämmung der Regelbauteile – Außenwand, Kellerdecke und Flachdach – auf die verschiedenen Energiekennziffern. Die Werte von Heizwärme-, Endenergie- und Primärenergiebedarf, sowie Gesamtenergieeffizienz und Kohlendioxid steigen linear.

6.1 Außenwand AW

6.1.1 Heizwärmebedarf

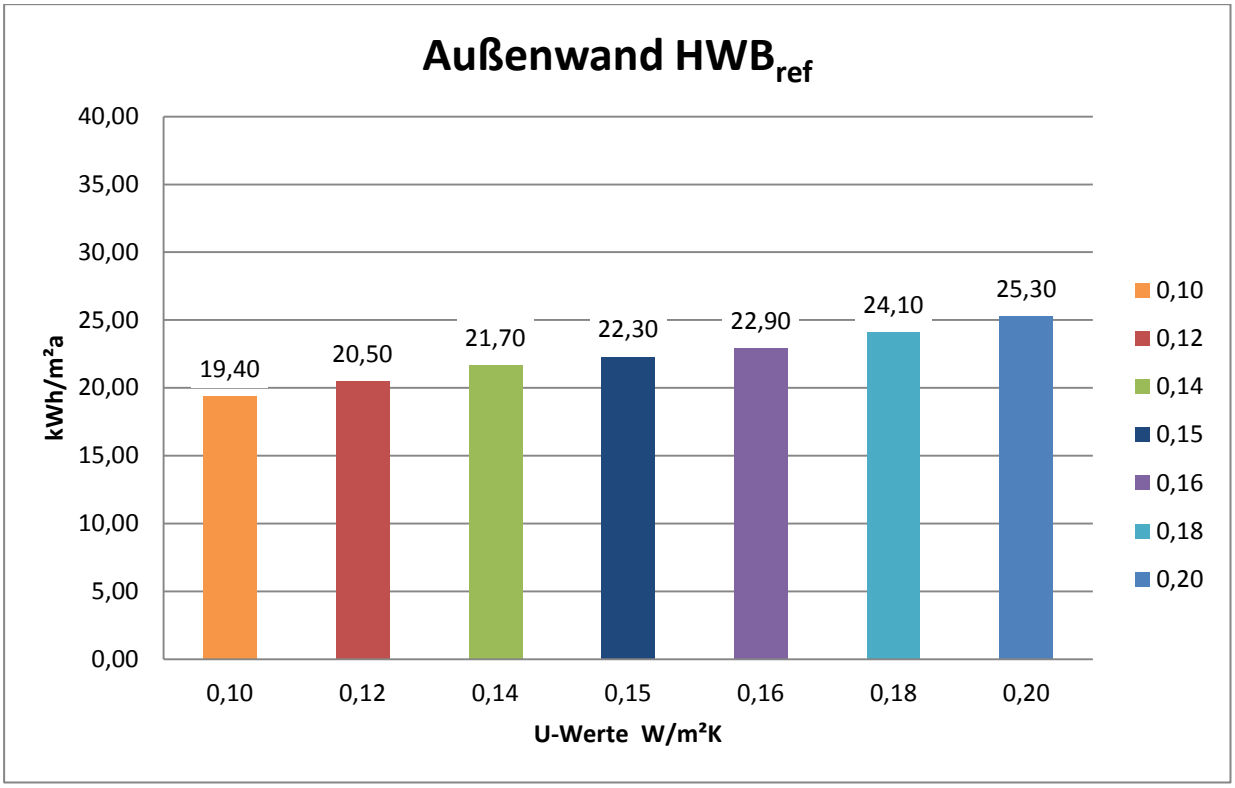


Diagramm 6.1.1

6.1.2 Endenergiebedarf

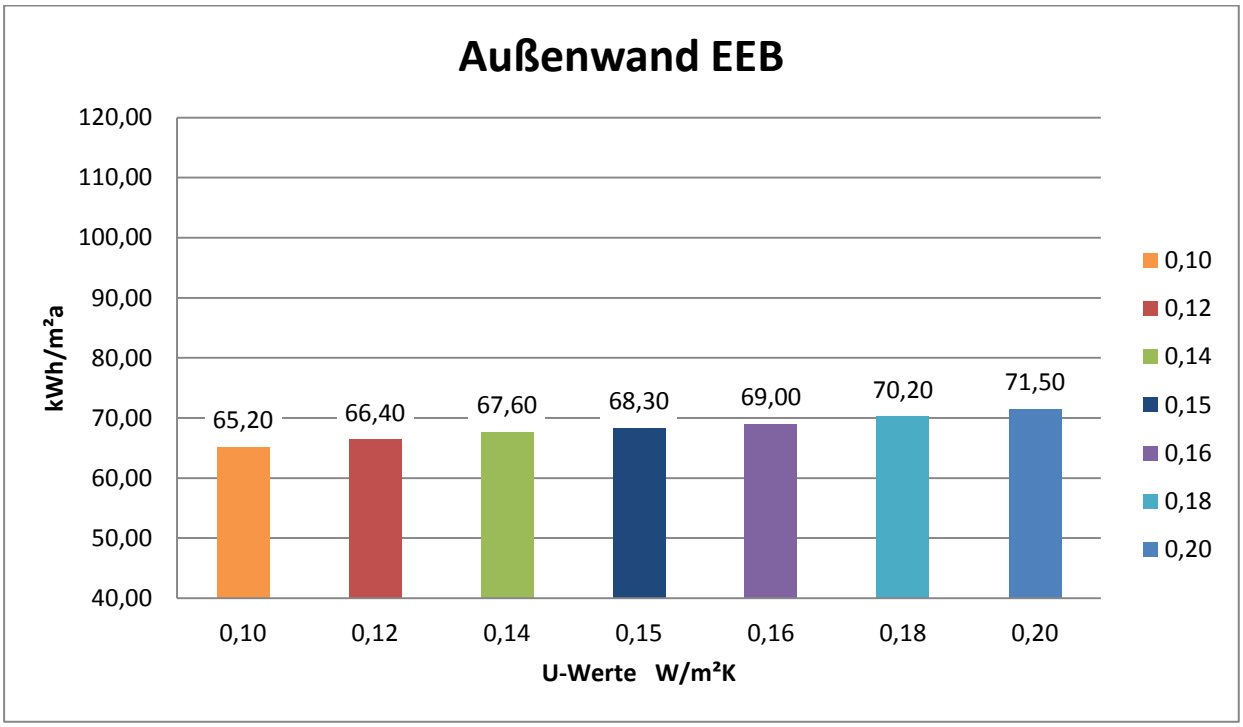


Diagramm 6.1.2

6.1.3 Primärenergiebedarf

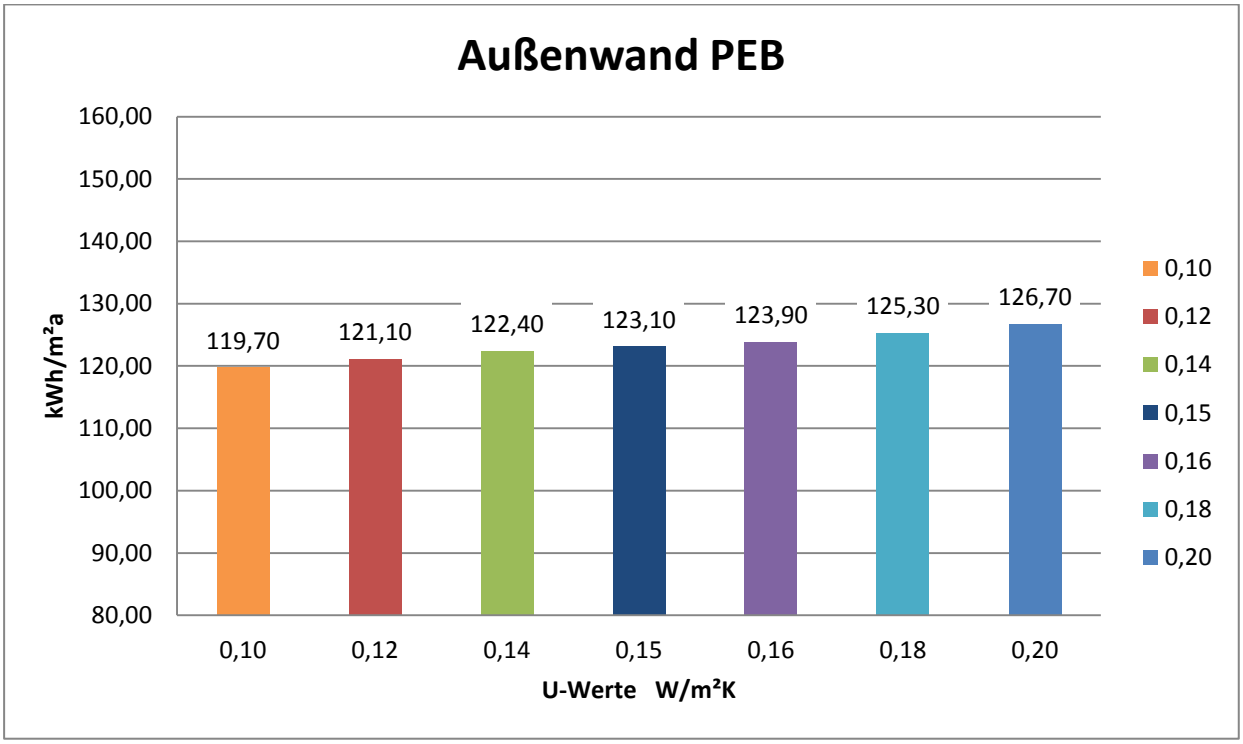


Diagramm 6.1.3

6.1.4 Kohlenstoffdioxid

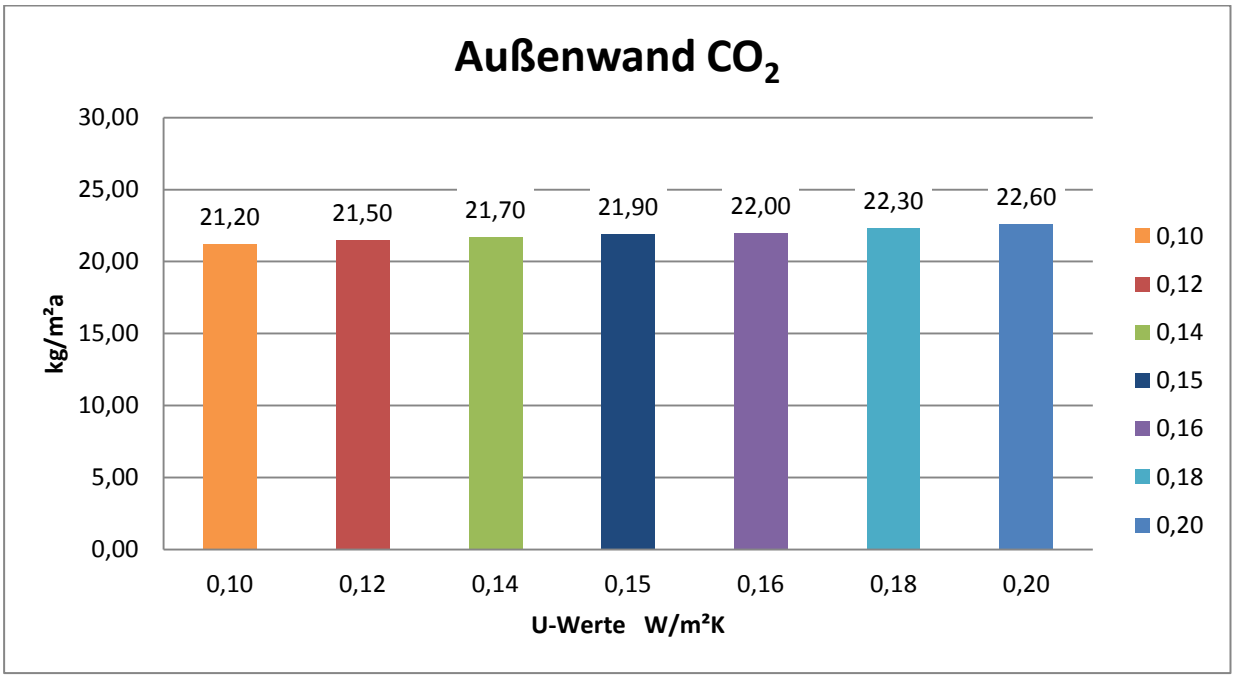


Diagramm 6.1.4

6.1.5 Gesamtenergieeffizienz

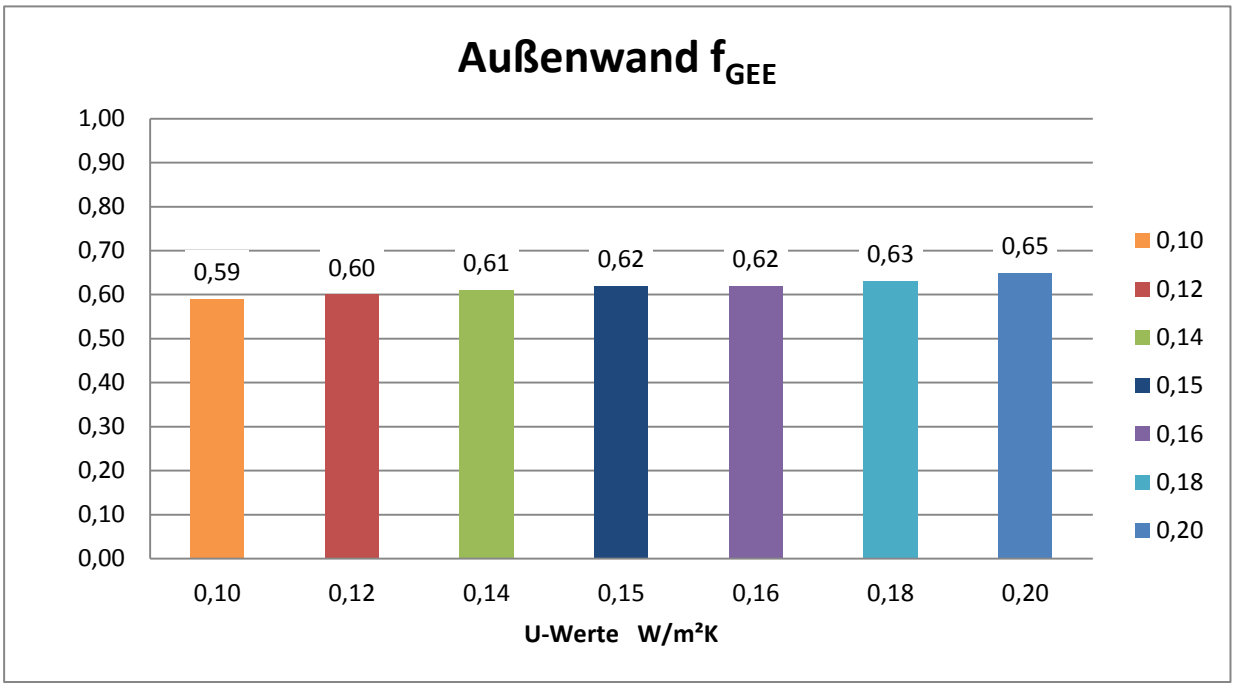


Diagramm 6.1.5

Zusammenfassung:

$$\Delta U = 0,01 W/m^2K \triangleq HWB = 0,6\ kWh/m^2a \triangleq \Delta fGEE = 0,006$$

6.2 Kellerdecke KD

6.2.1 Heizwärmebedarf

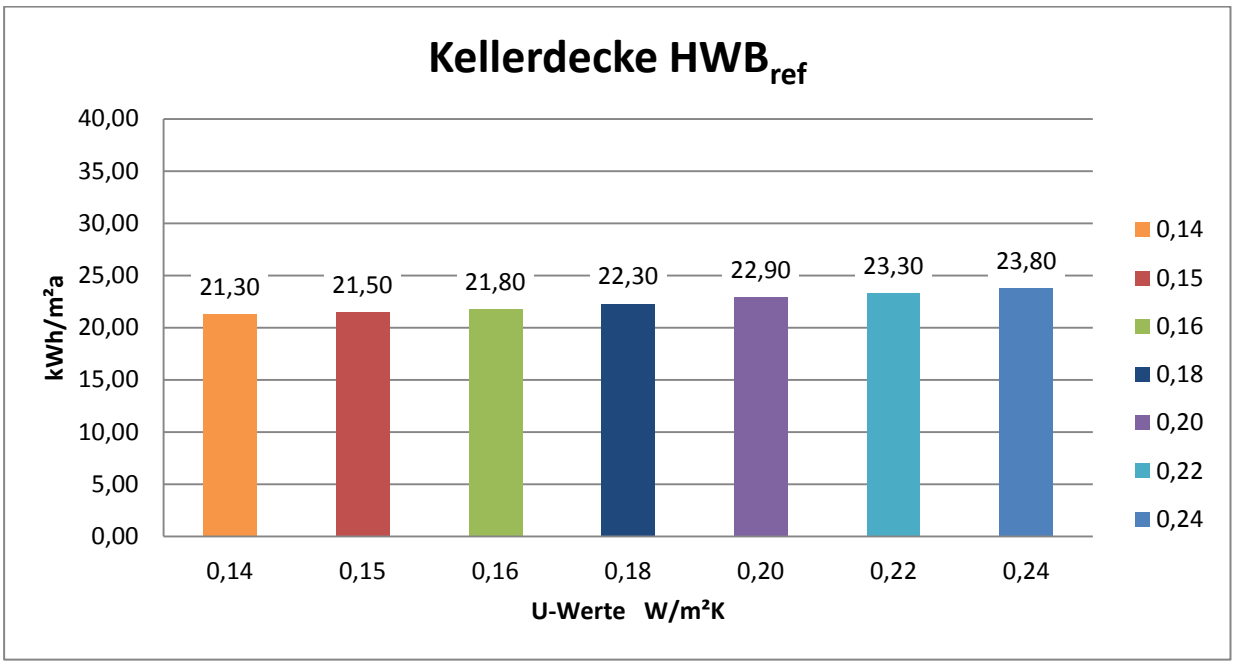


Diagramm 6.2.1

6.2.2 Endenergiebedarf

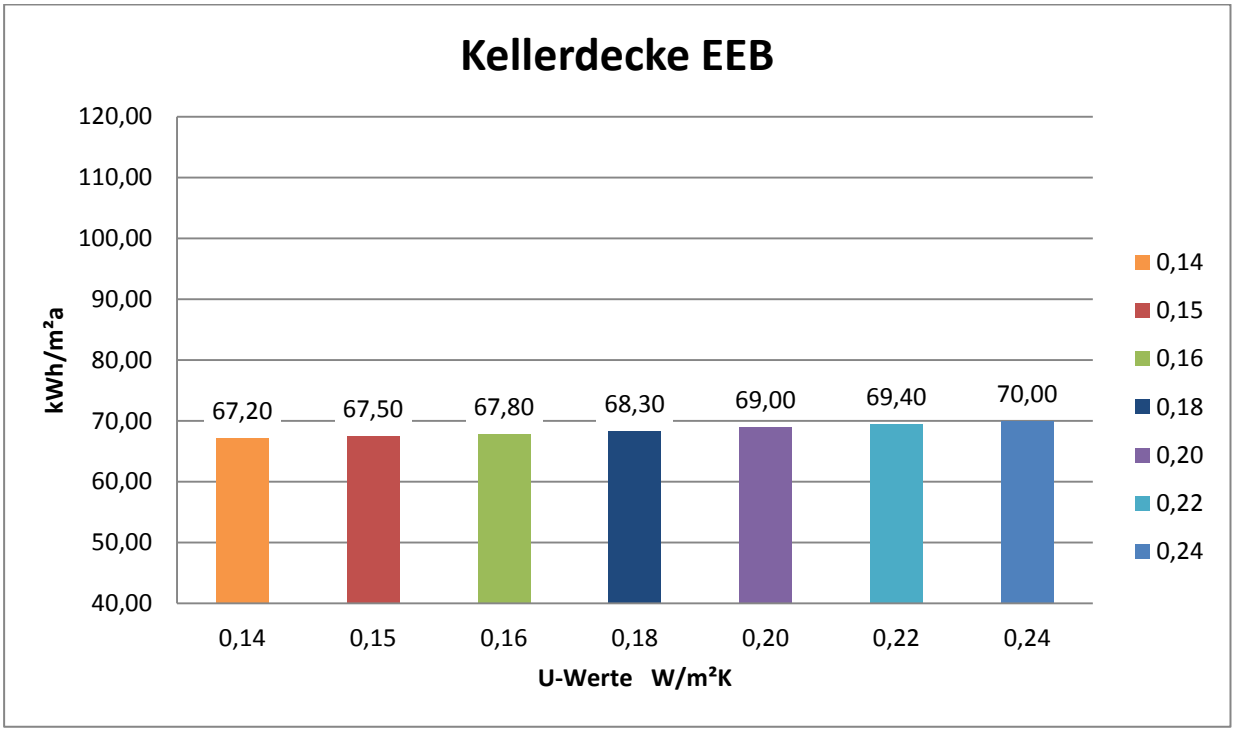


Diagramm 6.2.2

6.2.3 Primärenergiebedarf

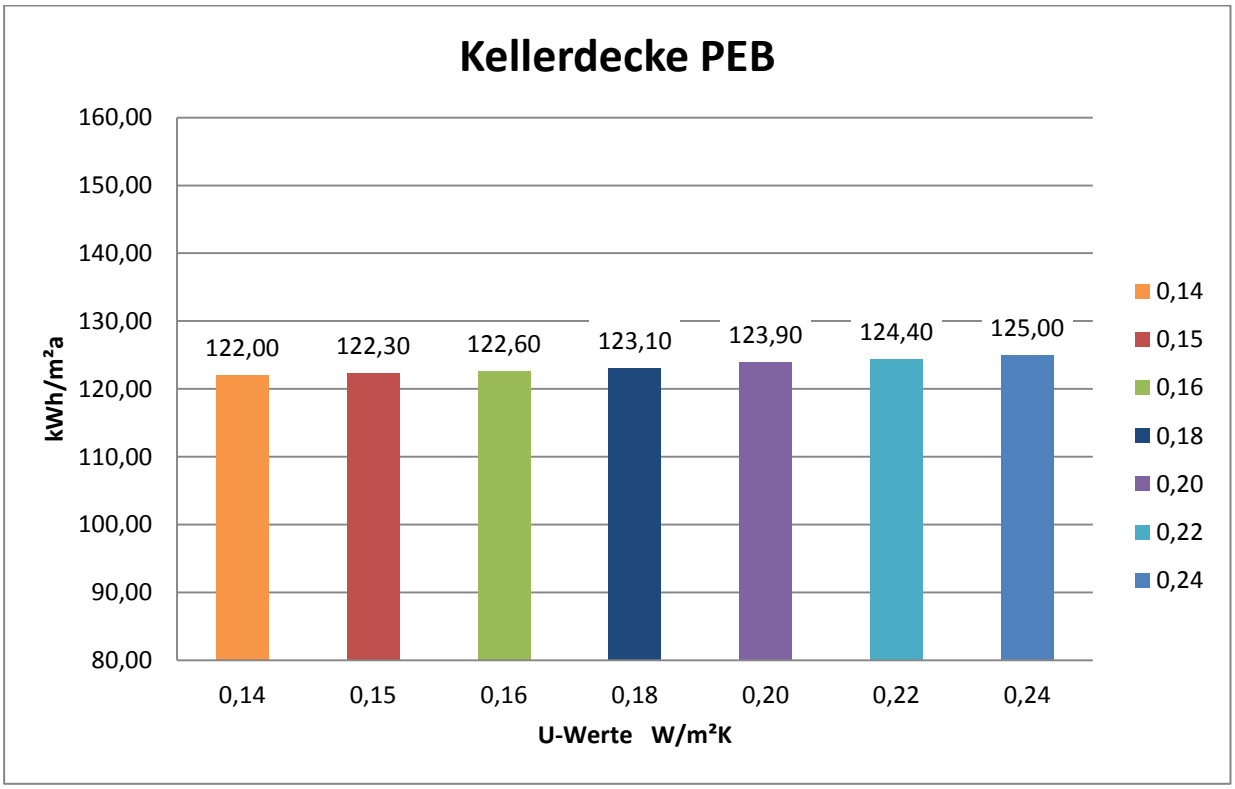


Diagramm 6.2.3

6.2.4 Kohlenstoffdioxid

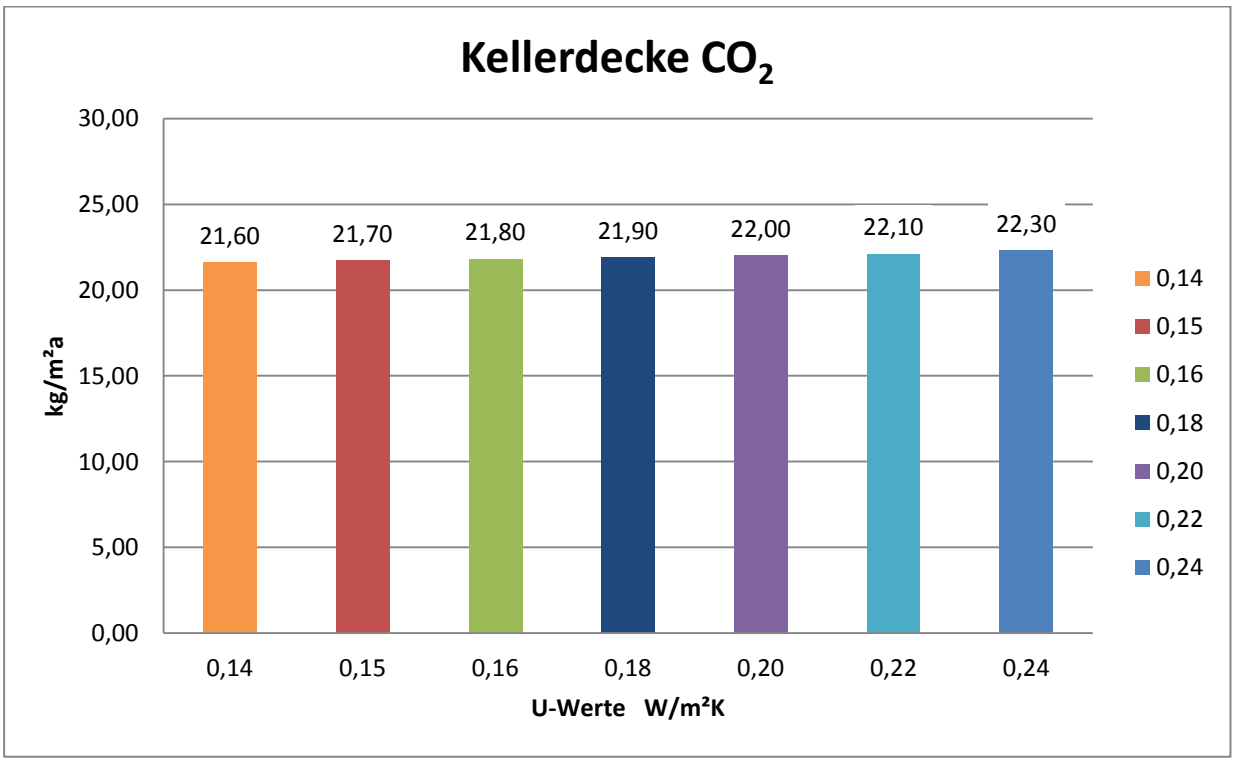


Diagramm 6.2.4

6.2.5 Gesamtenergieeffizienz

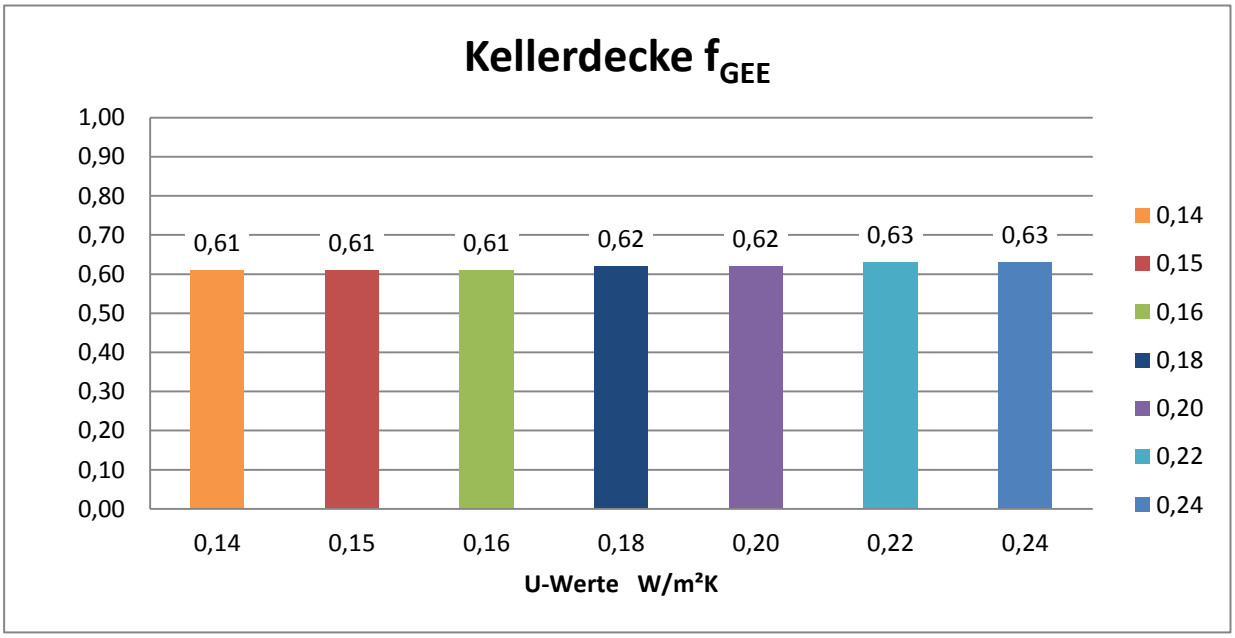


Diagramm 6.2.5

Zusammenfassung

$$\Delta U = 0,01 W/m^2K \triangleq HWB = 0,25\ kWh/m^2a \triangleq \Delta fGEE = 0,002$$

6.3 Flachdach FD

6.3.1 Heizwärmebedarf

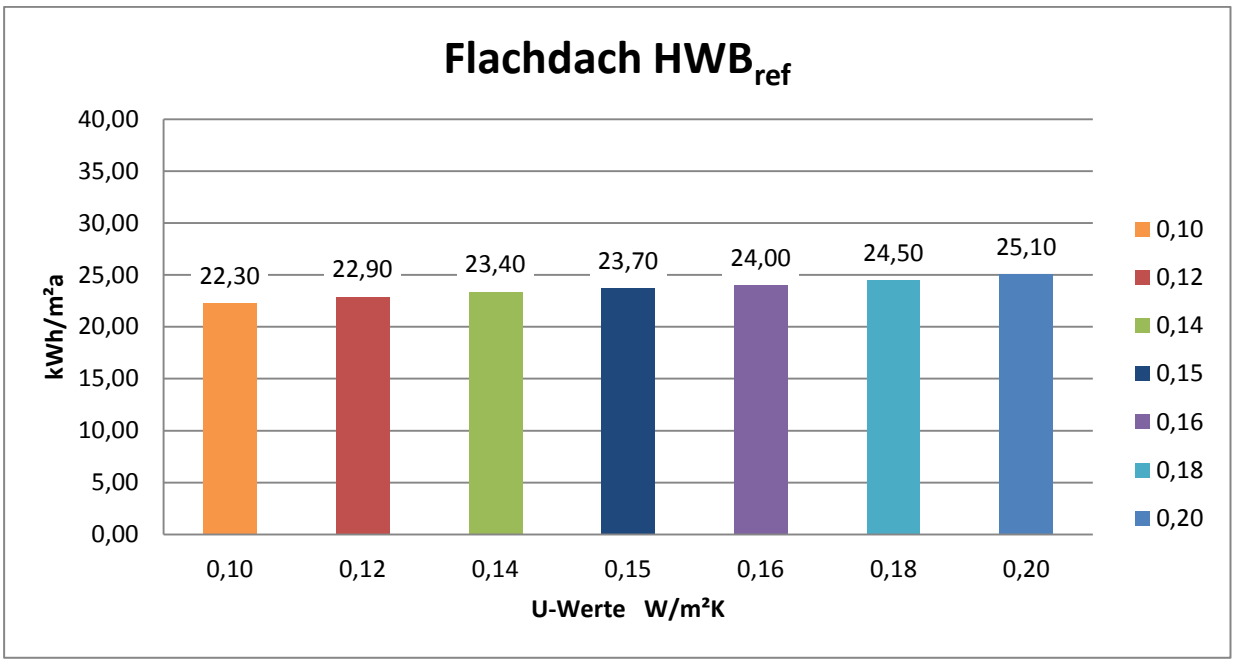


Diagramm 6.3.1

6.3.2 Endenergiebedarf

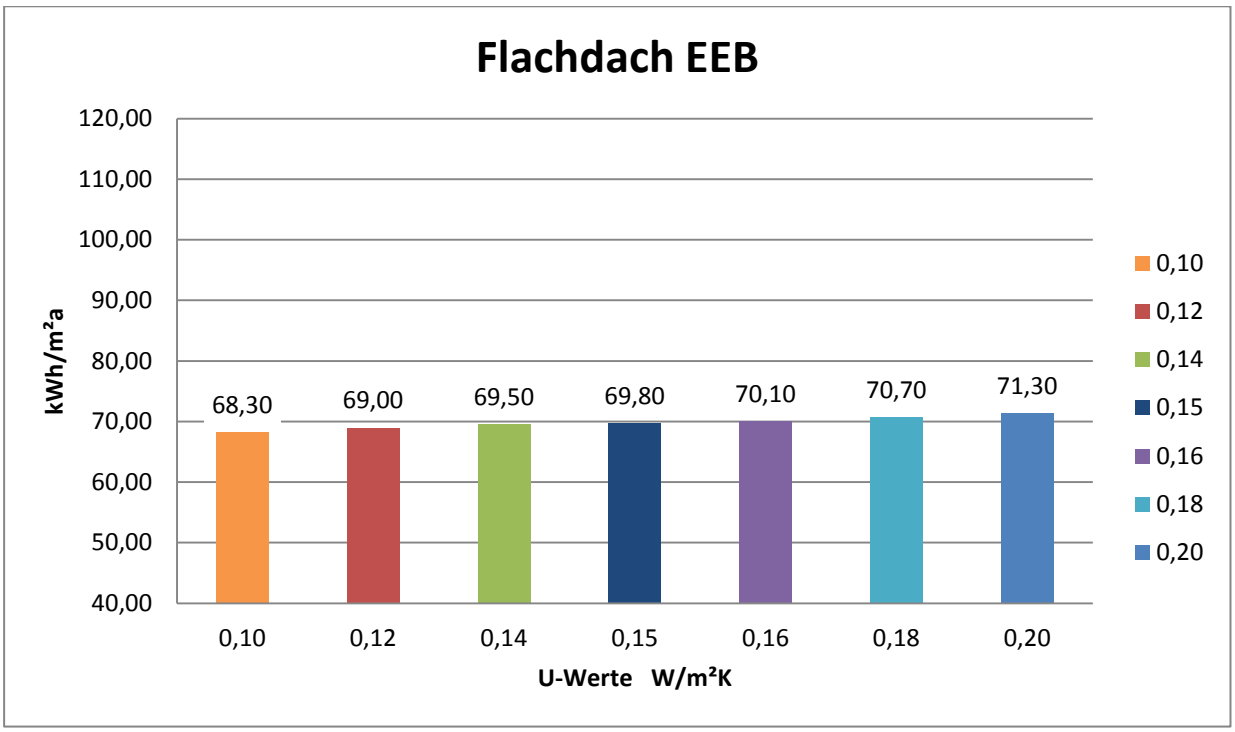


Diagramm 6.3.2

6.3.3 Primärenergiebedarf

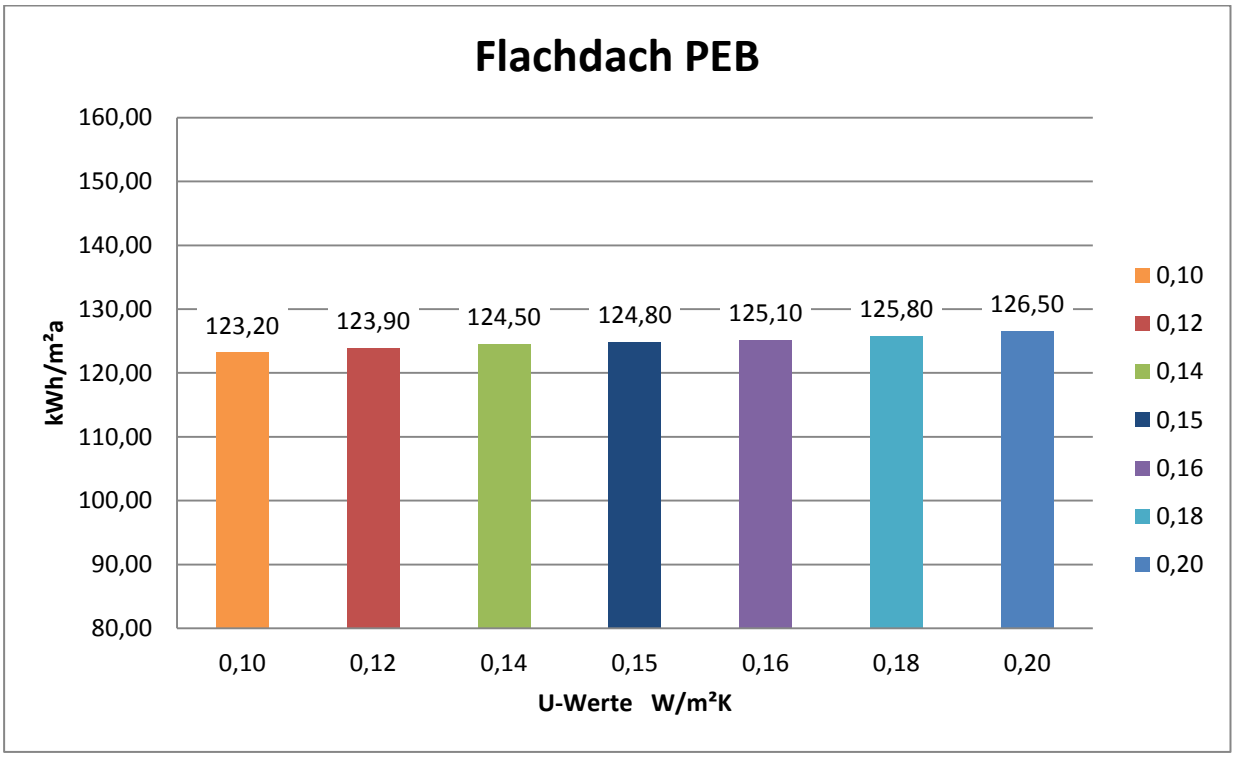


Diagramm 6.3.3

6.3.4 Kohlenstoffdioxid

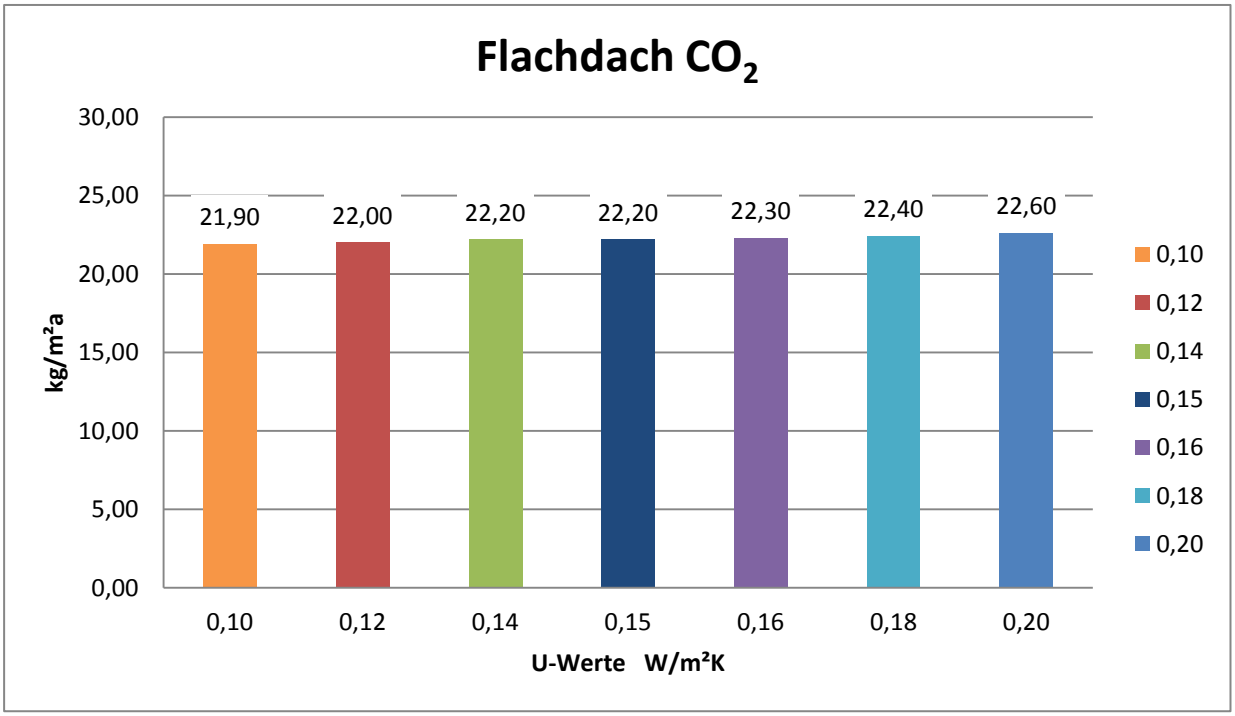


Diagramm 6.3.4

6.3.5 Gesamtenergieeffizienz

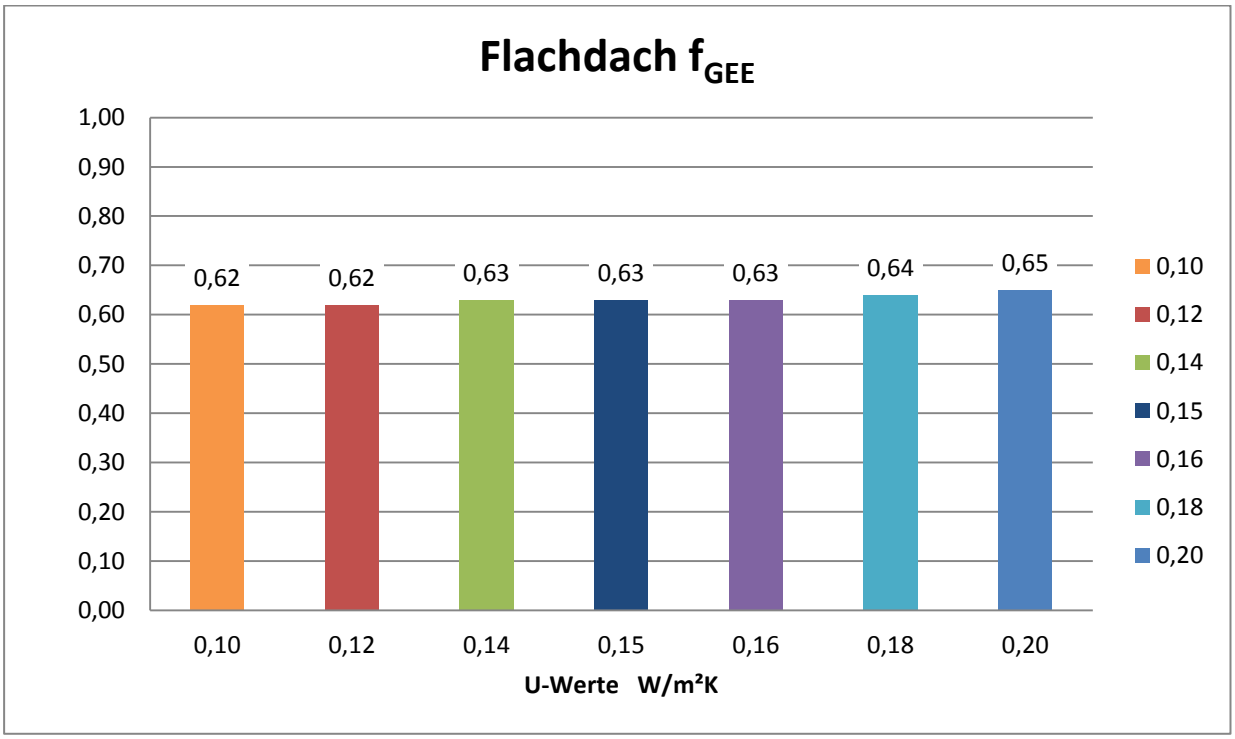


Diagramm 6.3.5

Zusammenfassung

$$\Delta U = 0,01 W/m^2K \triangleq HWB = 0,3\ kWh/m^2a \triangleq \Delta fGEE = 0,003$$

7. Einfluss Geometrie

Die Geometrie beim 3-Spänner, sowie beim 2x3-Spänner von jeweils 2 (Erdgeschoß + 1 Obergeschoß) bis 6 Geschoße (Erdgeschoß + 5 Obergeschoße)wurde variiert. Die Kompaktheit eines Gebäudes verbessert sich mit der steigenden Anzahl der Geschoße – sprich das A/V-Verhältnis wird verringert und wirkt sich positiv auf die Energiekennwerte aus.

je kompakter das Gebäude: HEB, EEB PEB CO_2 – werden besser
je kompakter das Gebäude f_{GEE} – wird geringfügig schlechter

7.1 3–Spänner

Grundlage: 3-Spänner 0-System (siehe Punkt 3.1, Seite 21-23)

7.1.1 Heizwärmebedarf

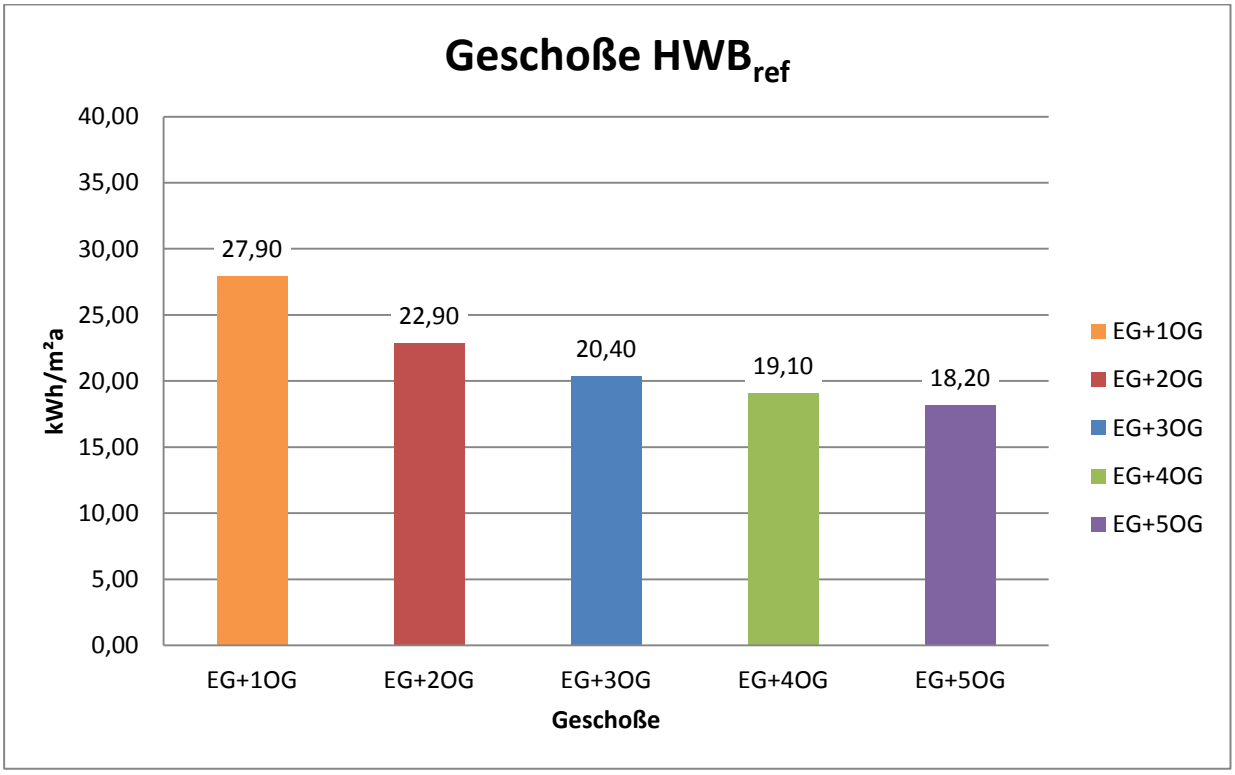


Diagramm 7.1.1

7.1.2 Endenergiebedarf

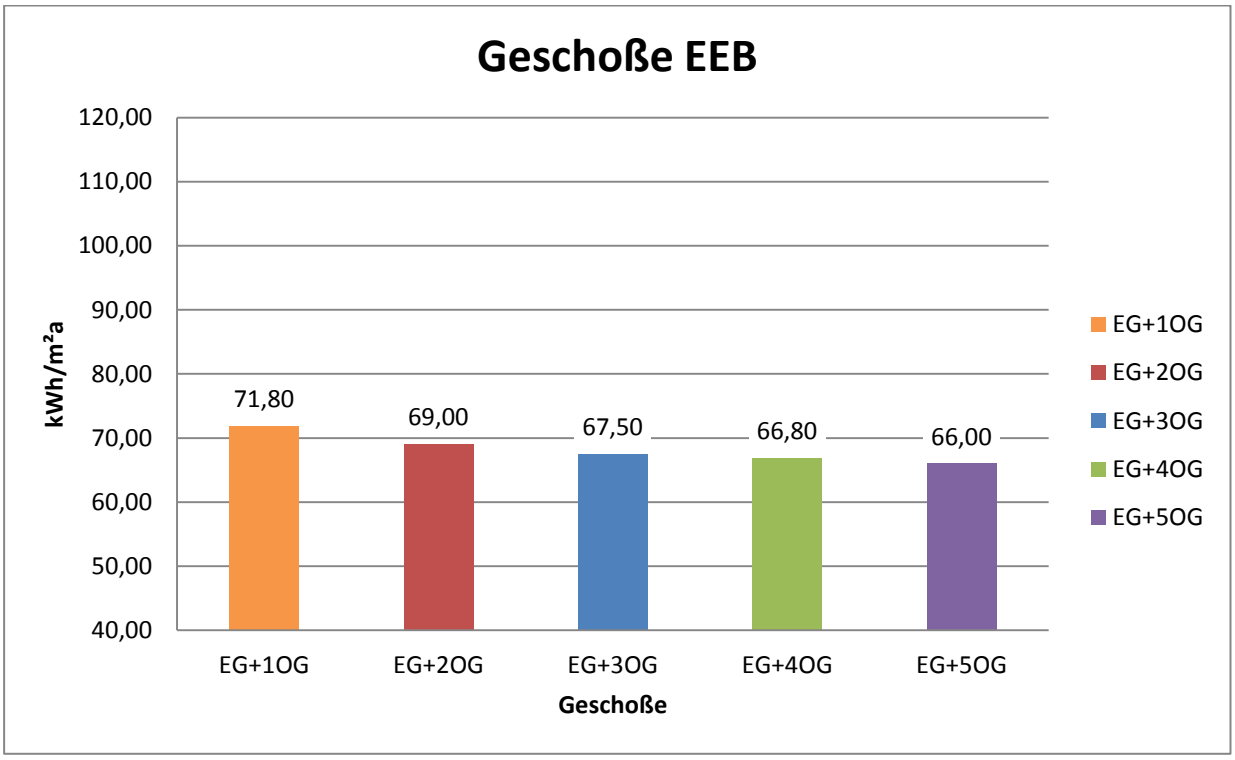


Diagramm 7.1.2

7.1.3 Primärenergiebedarf

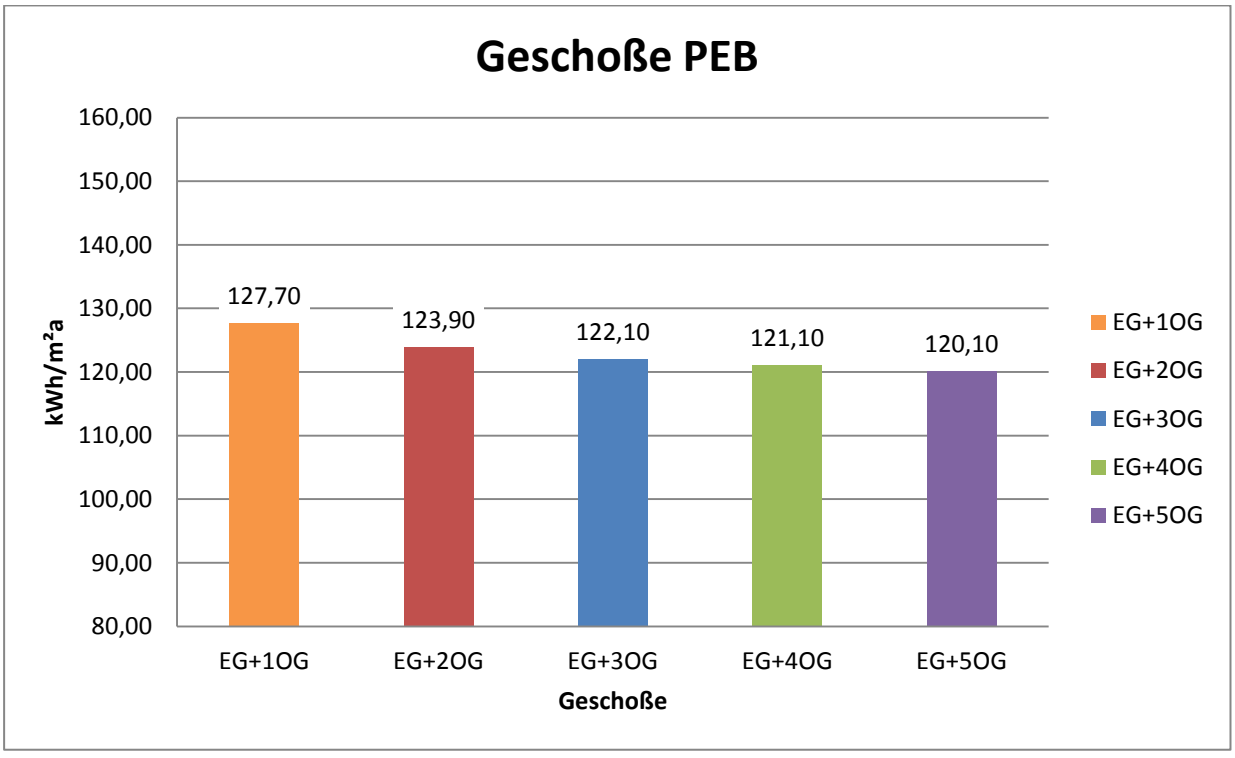


Diagramm 7.1.3

7.1.4 Kohlenstoffdioxid

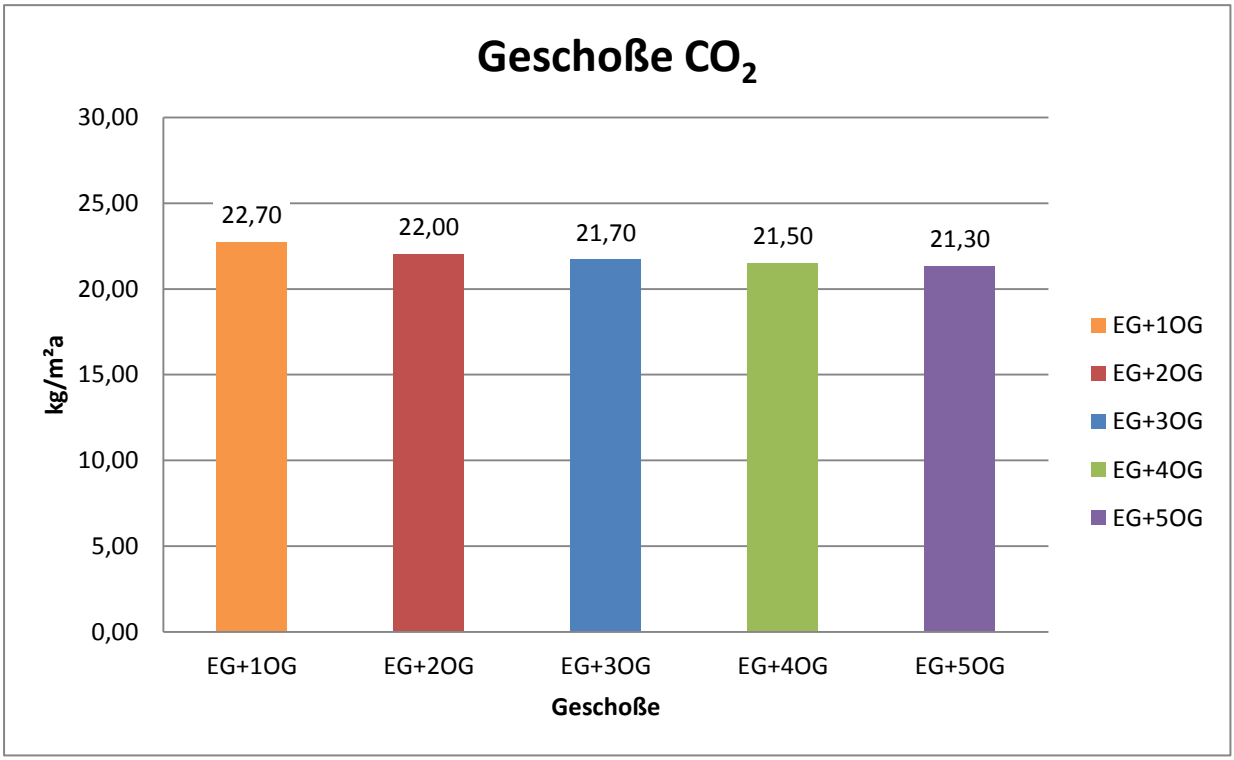


Diagramm 7.1.4

7.1.5 Gesamtenergieeffizienz

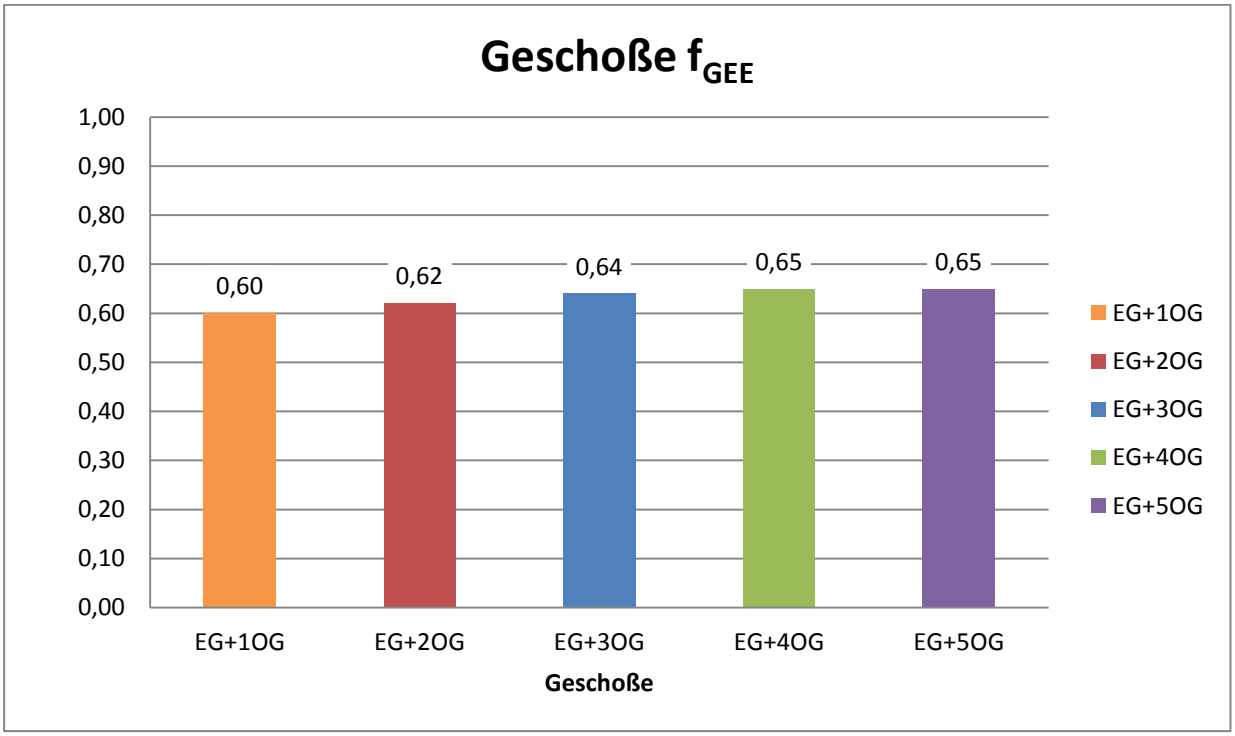


Diagramm 7.1.5

7.1.6 Heizenergiebedarf

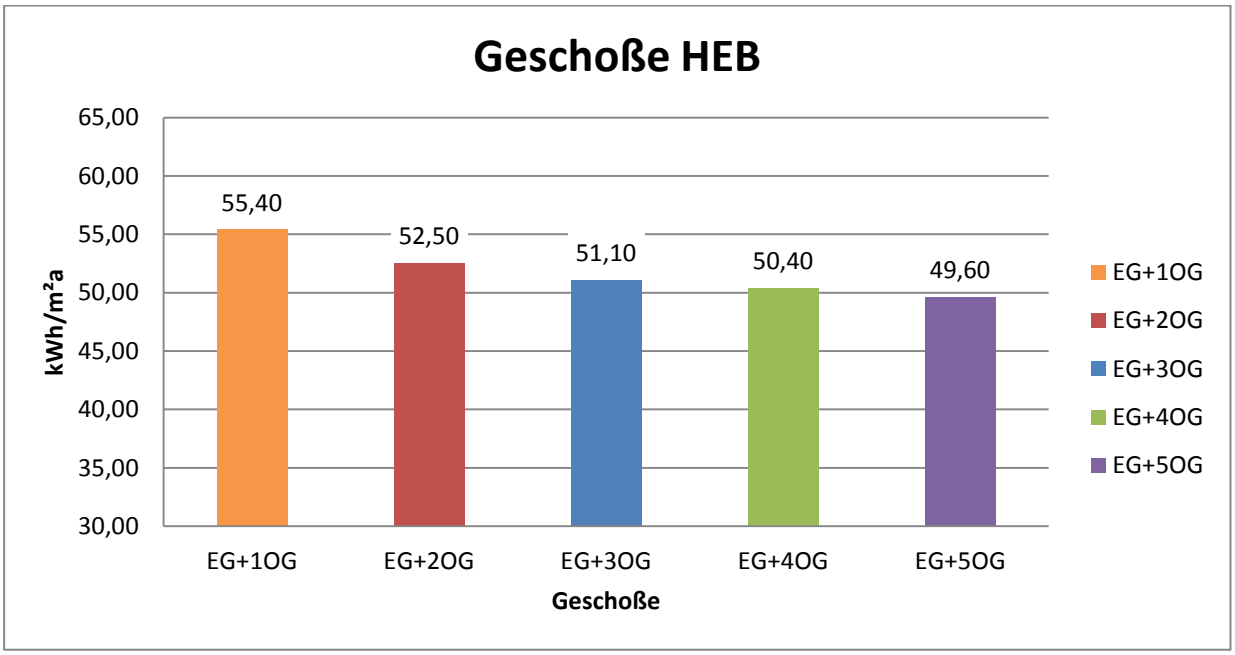


Diagramm 7.1.6

7.2 2x3-Spänner

Grundlage: 2x3-Spänner - sonst 0-System (siehe Punkt 3.1, Seite 21-23)

7.2.1 Heizwärmebedarf

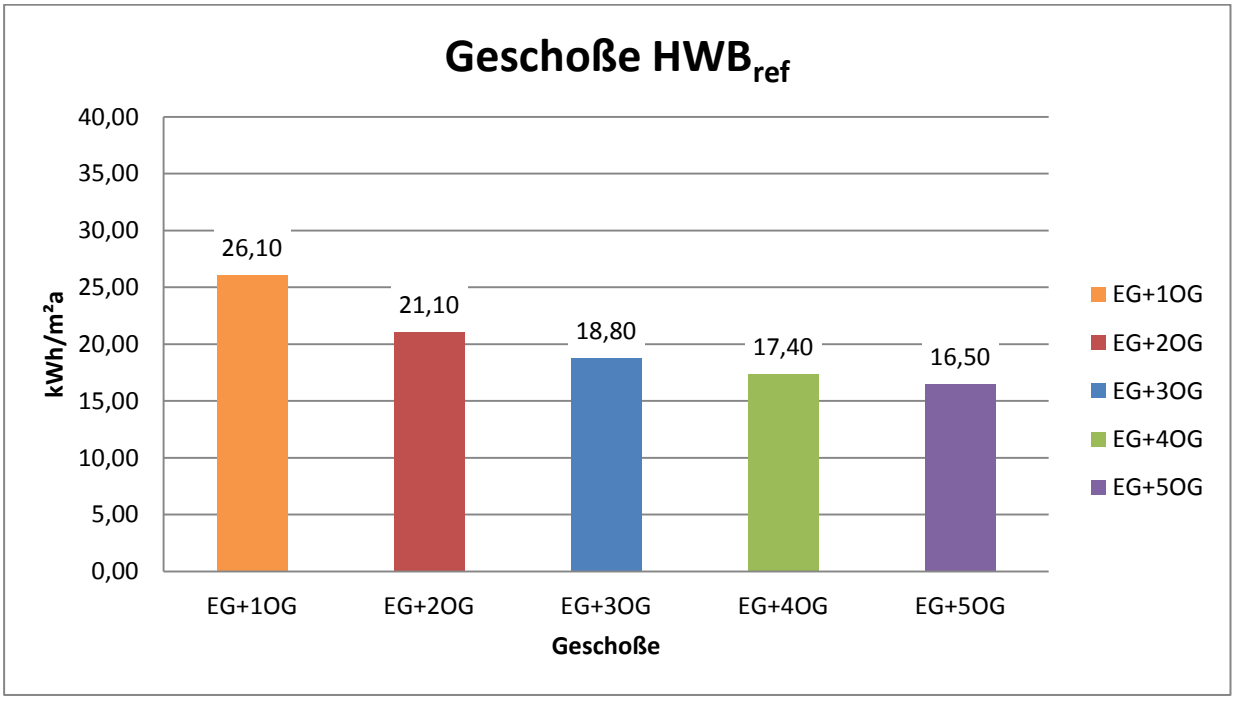


Diagramm 7.2.1

7.2.2 Endenergiebedarf

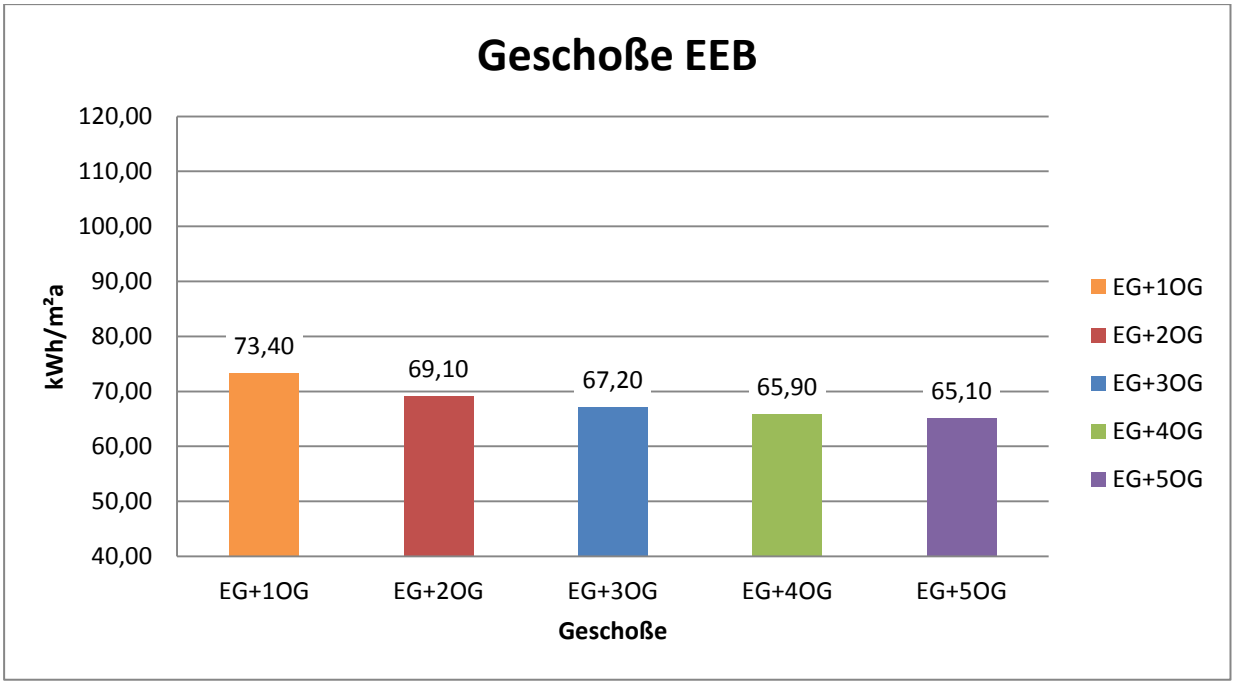


Diagramm 7.2.2

7.2.3 Primärenergiebedarf

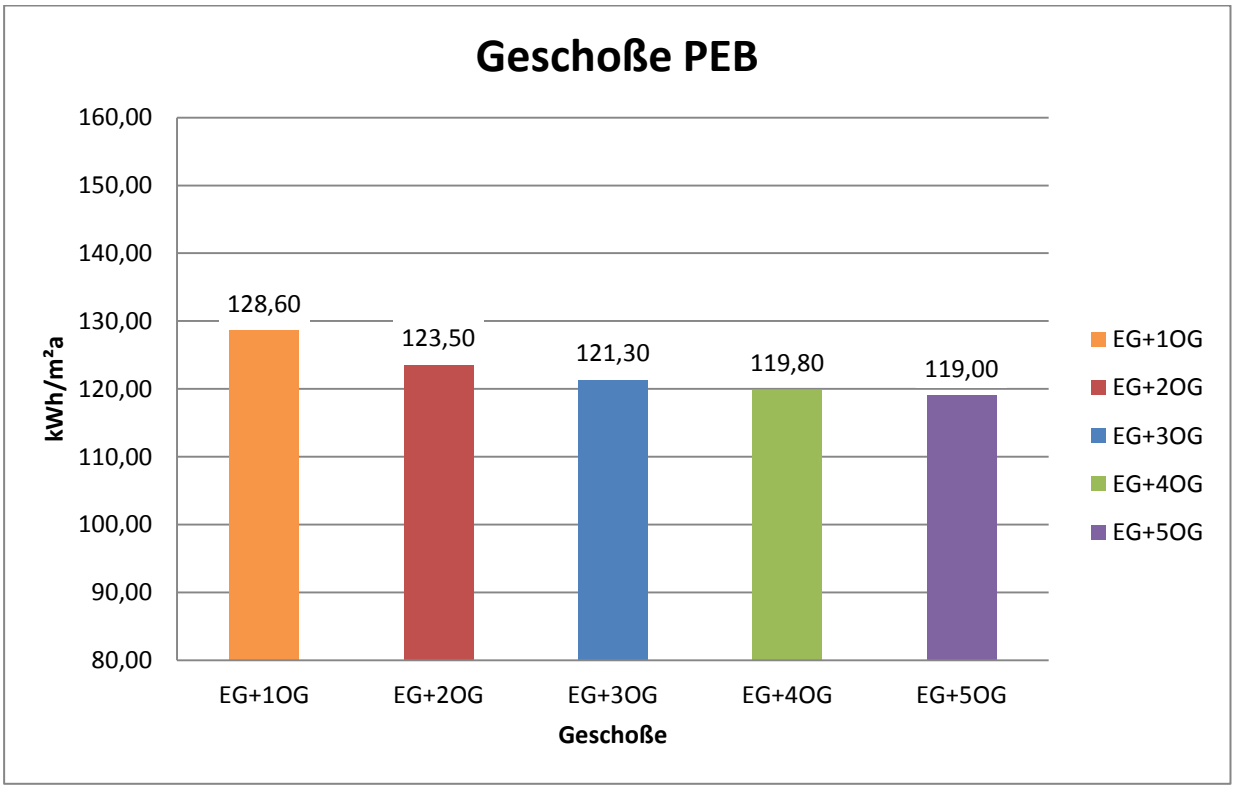


Diagramm 7.2.3

7.2.4 Kohlenstoffdioxid

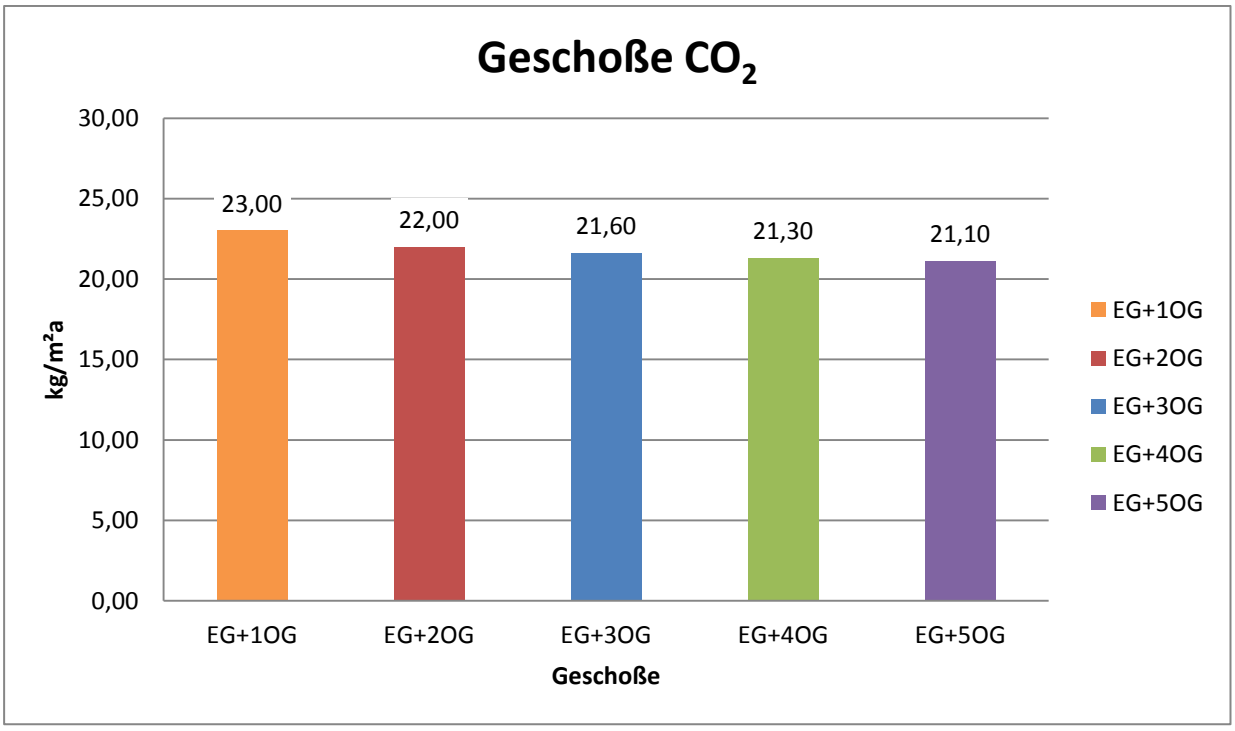


Diagramm 7.2.4

7.2.5 Gesamtenergieeffizienz

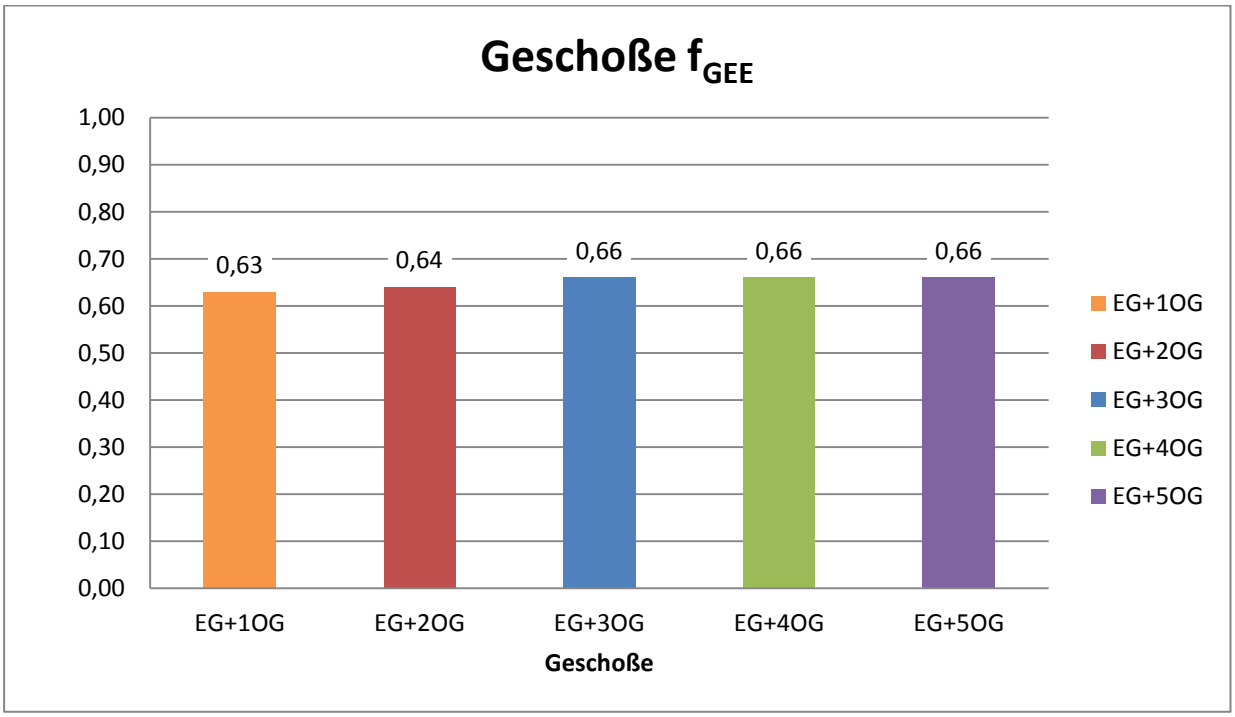


Diagramm 7.2.5

7.2.6 Heizenergiebedarf

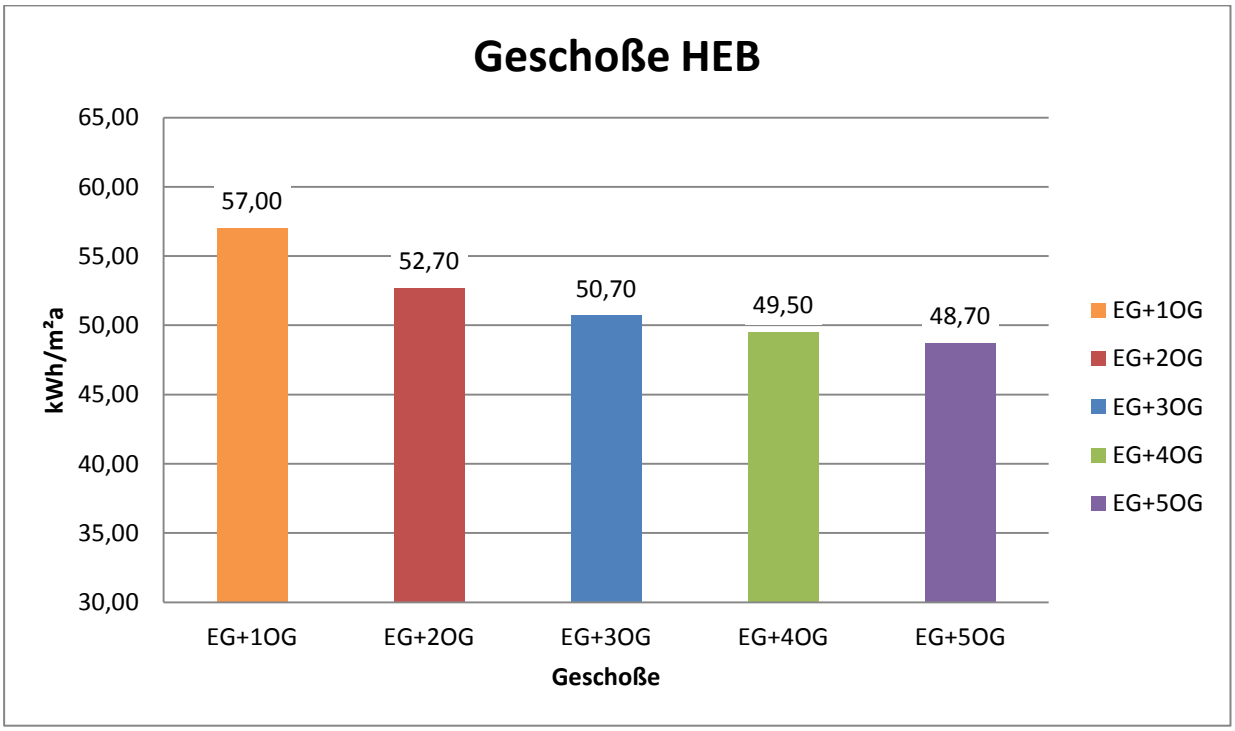


Diagramm 7.2.6

8. Einfluss Fenster

Grundlage: 3-Spänner 0-System (siehe Punkt 3.1, Seite 21-23)

Untersucht wurden die unterschiedlichen Auswirkungen von zwei-Scheiben-, drei-Scheiben-, Solar- und Passiv/Solarverglasung. Als Berechnungsgrundlage dienten die Werte der Firma *Josko Fenster und Türen*. Prinzipiell kann gesagt werden, je besser die Verglasung desto besser die Energiekennzahlen.

U_w-Wert:	2-Scheiben (0-System)	1,2 W/m	g = 0,63
	2-Scheiben	1,1 W/m²k	g = 0,61
	3-Scheiben	0,81 W/m²k	g = 0,50
	3-Scheiben Solar	0,87 W/m²k	g = 0,62
	3-Scheiben Passiv/Solar	0,74 W/m²k	g = 0,62

8.1 Heizwärmebedarf

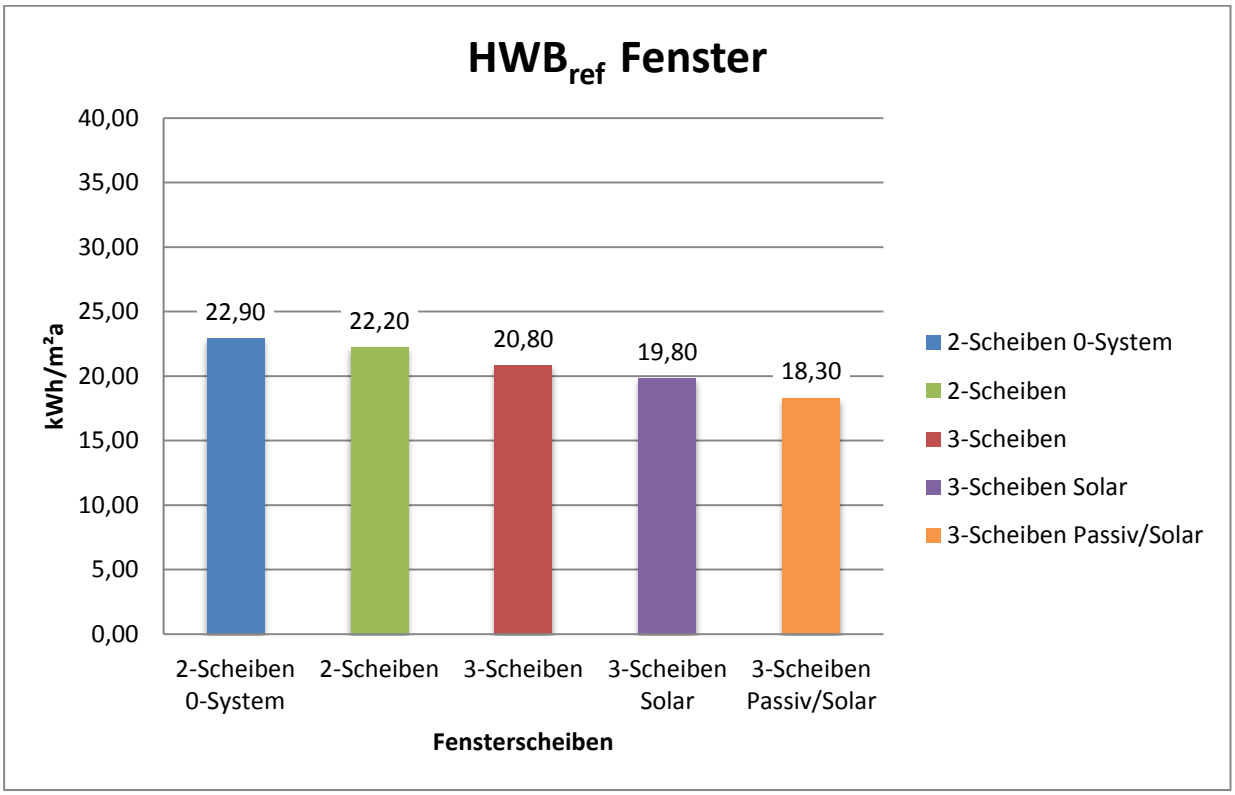


Diagramm 8.1

8.2 Endenergiebedarf

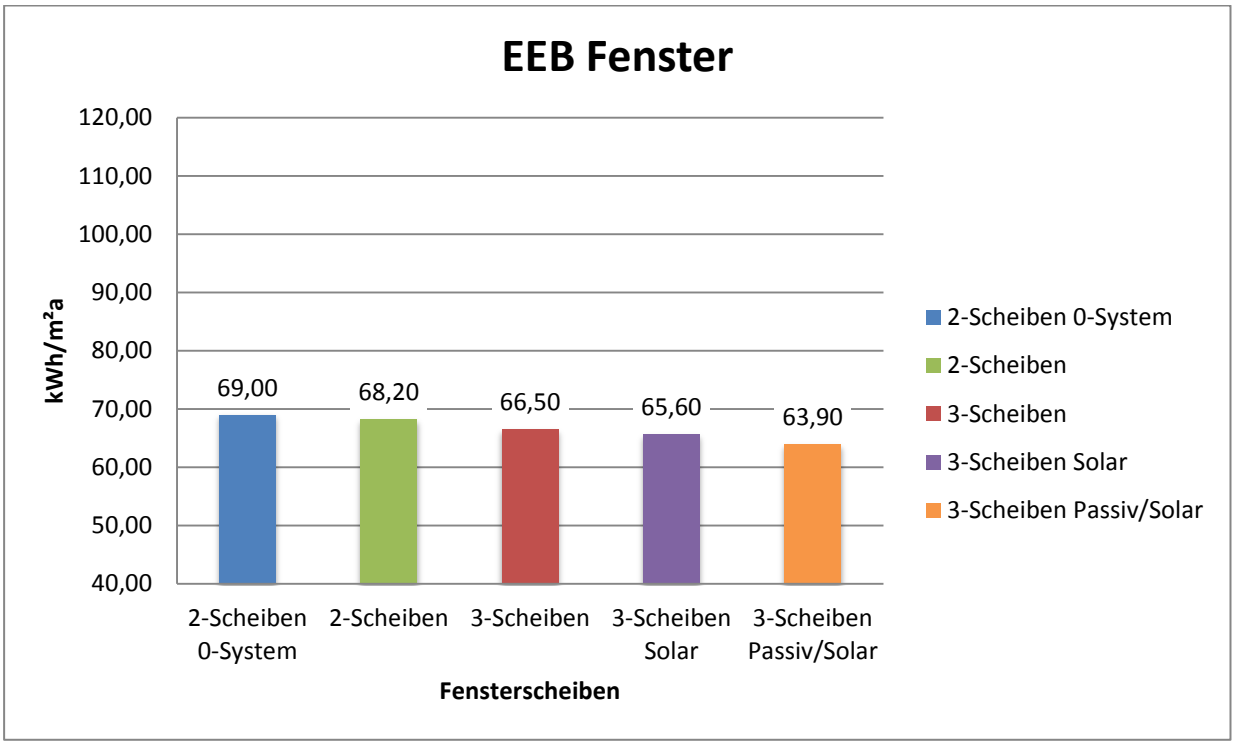


Diagramm 8.2

8.3 Primärenergiebedarf

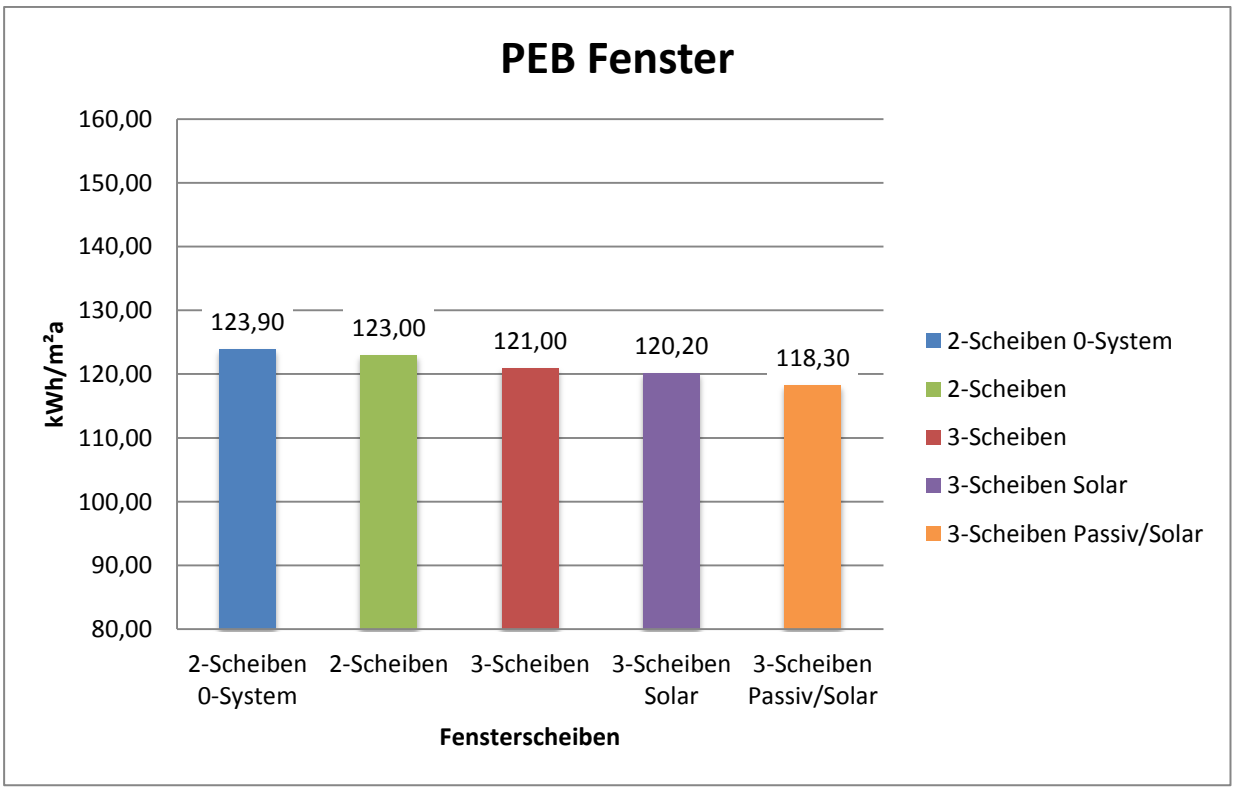


Diagramm 8.3

8.4 Kohlenstoffdioxid

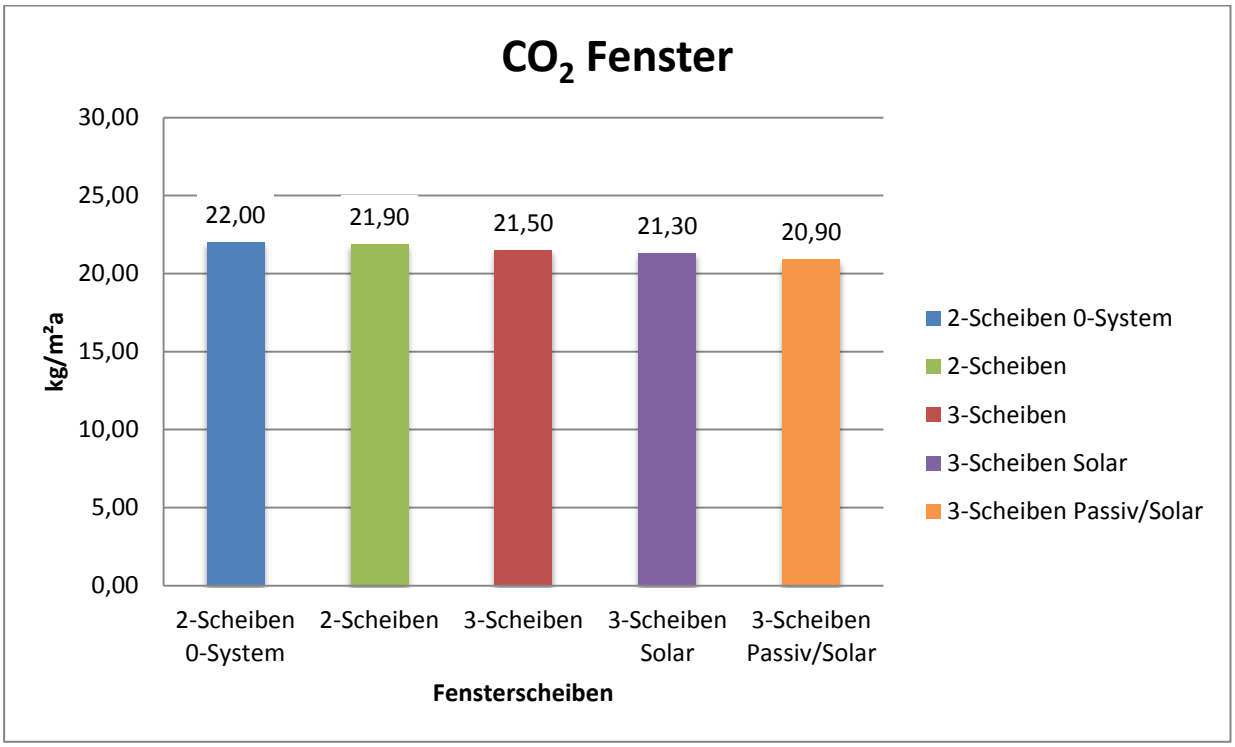


Diagramm 8.4

8.5 Gesamtenergieeffizienz

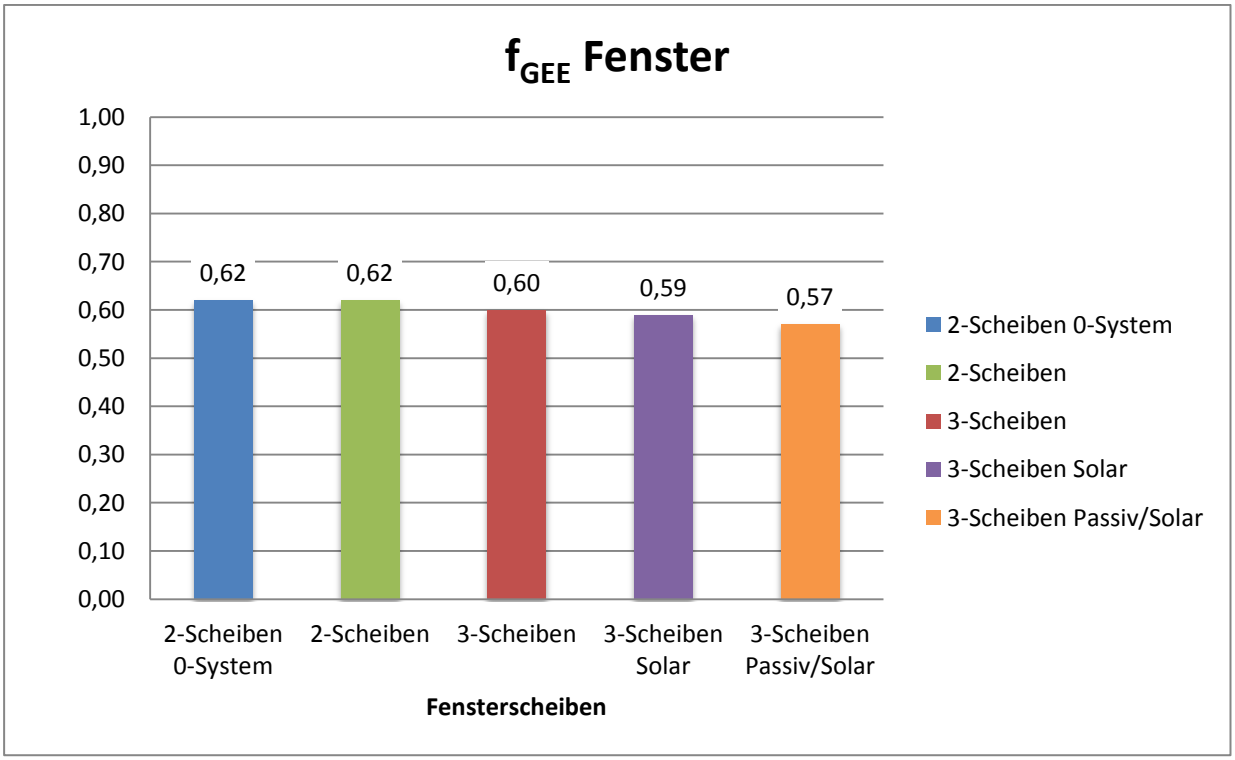


Diagramm 8.5

8.6 Heizenergiebedarf

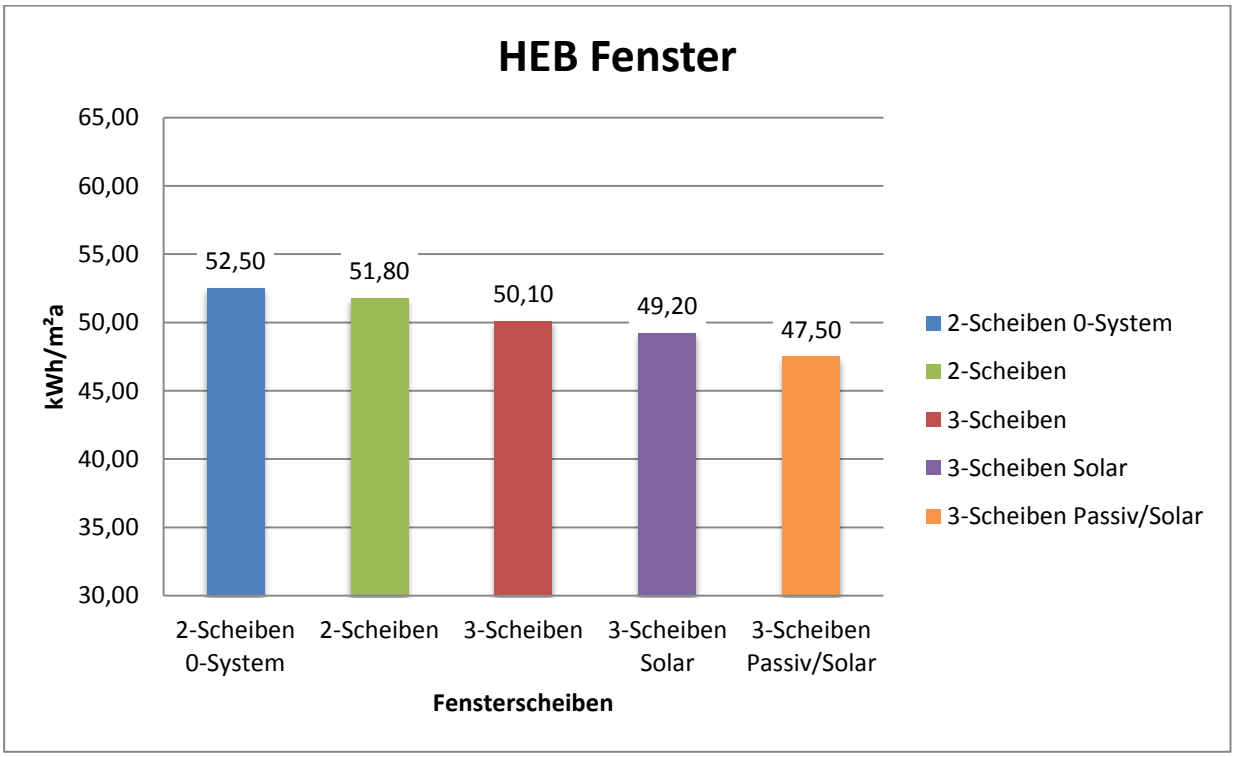


Diagramm 8.6

9. Einfluss Orientierung

Grundlage: 3-Spänner 0-System (siehe Punkt 3.1, Seite 21-23)

Nachfolgend wird untersucht, wie sich die Kennwerte verändern, wenn man das Gebäude nach verschiedenen Himmelsrichtungen ausrichtet. Verändert man die Ausrichtung sukzessive Richtung Norden, so werden die Kennwerte negativ beeinträchtigt.

9.1 Heizwärmebedarf

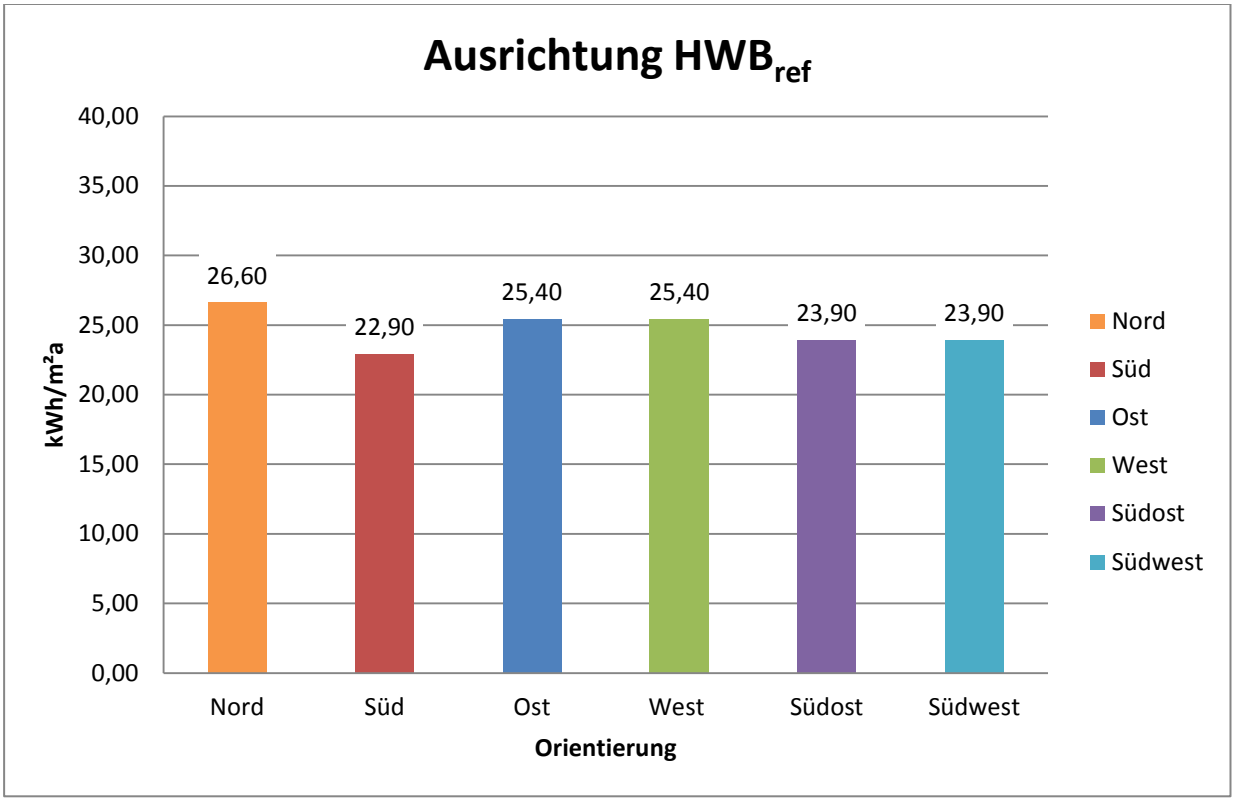


Diagramm 9.1

9.2 Endenergiebedarf

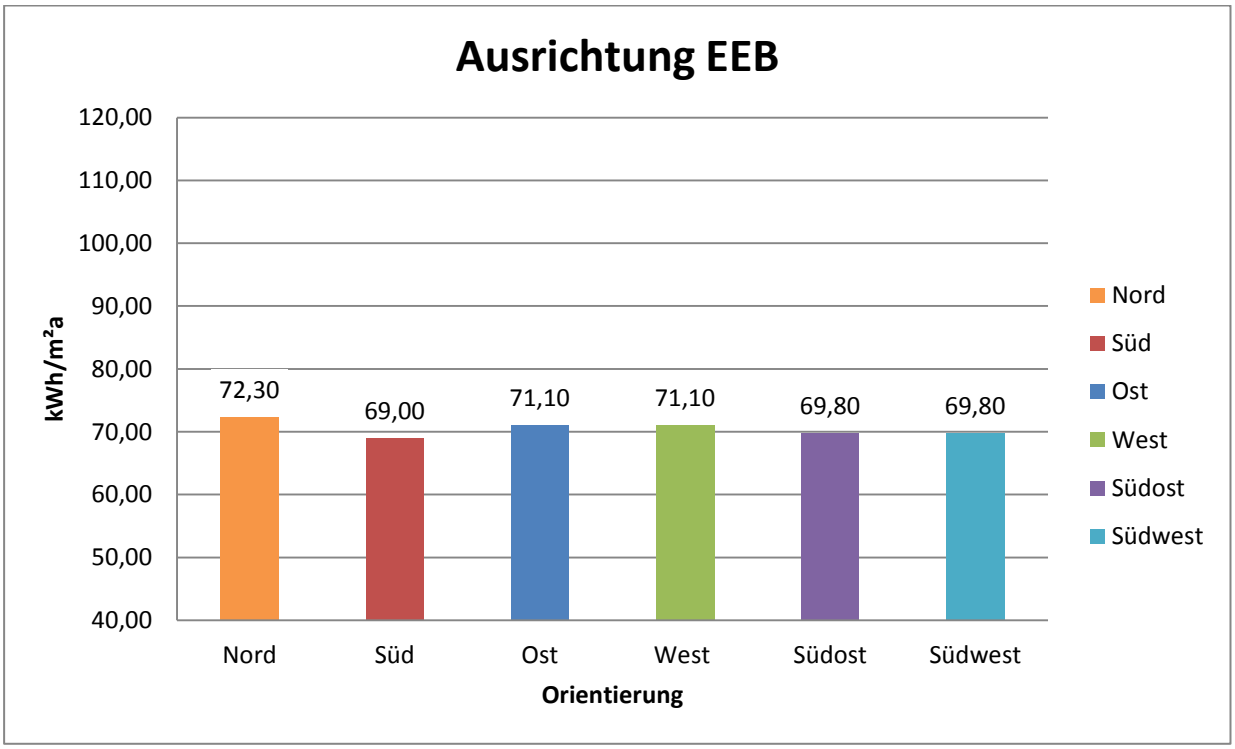


Diagramm 9.2

9.3 Primärenergiebedarf

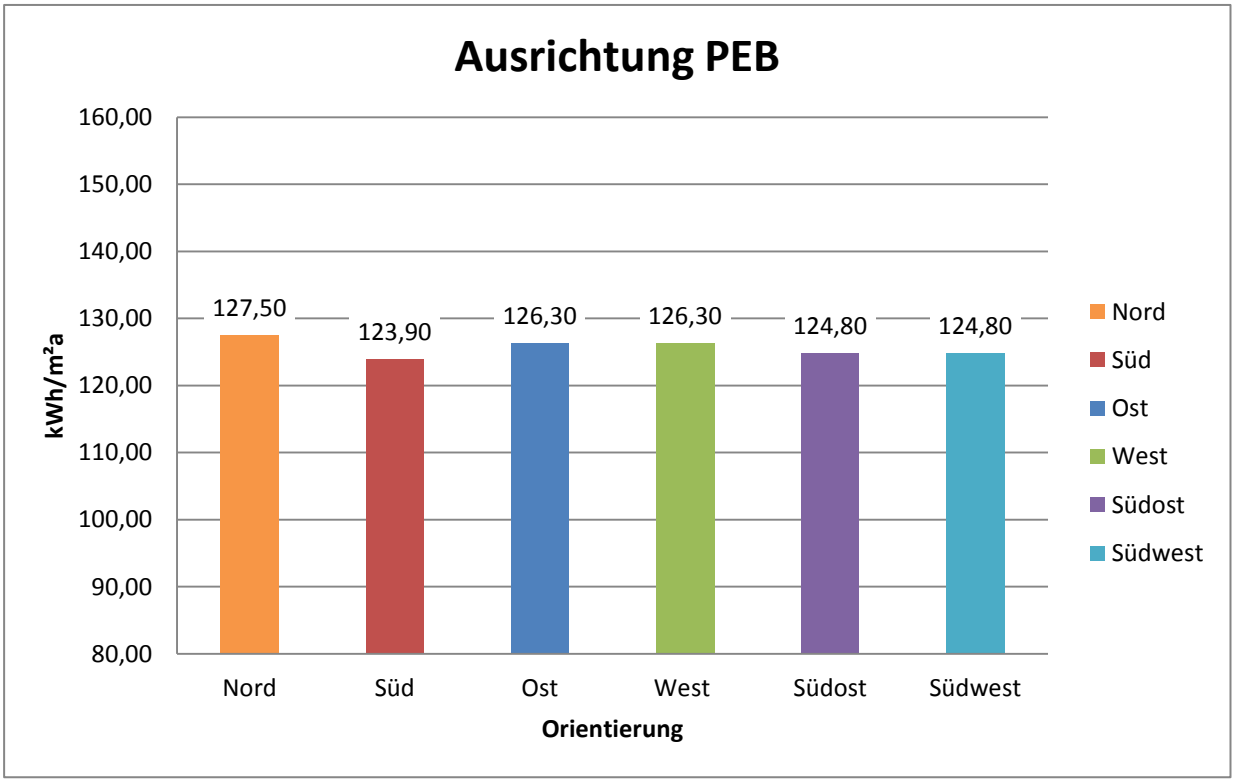


Diagramm 9.3

9.4 Gesamtenergieeffizienz

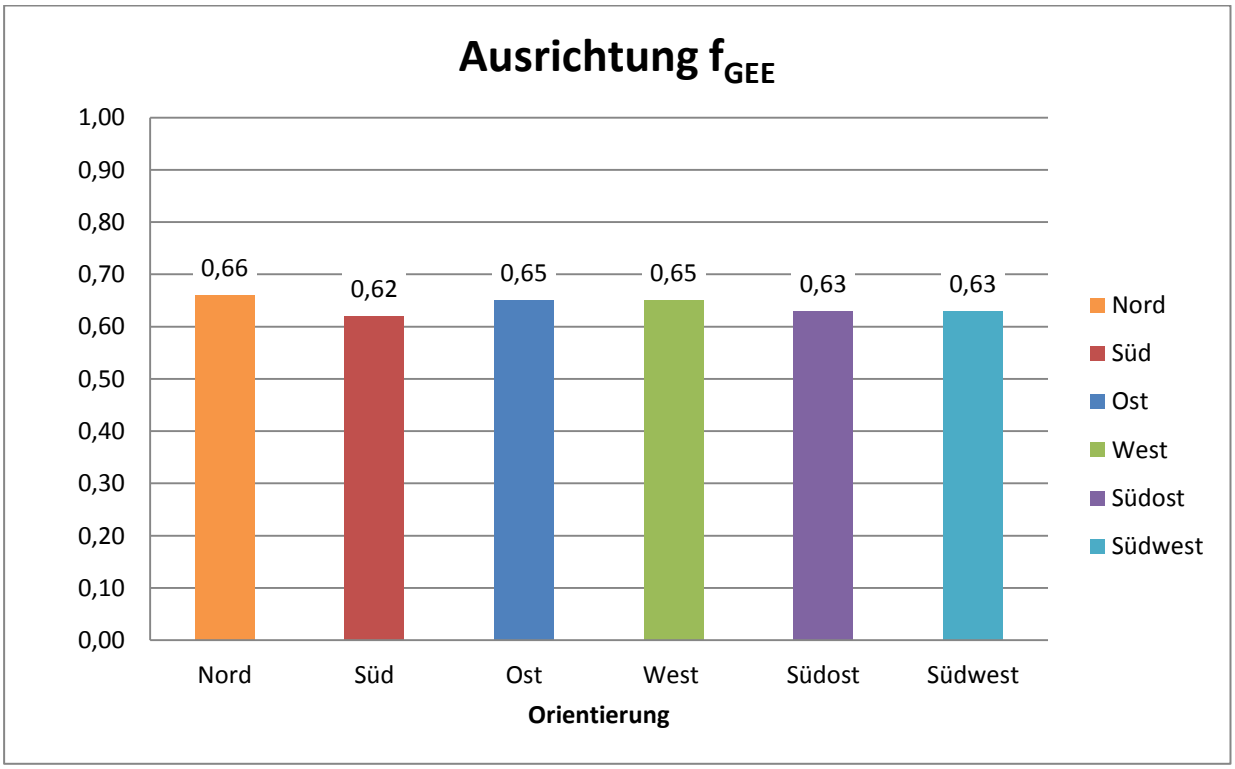


Diagramm 9.4

9.5 Kohlenstoffdioxid

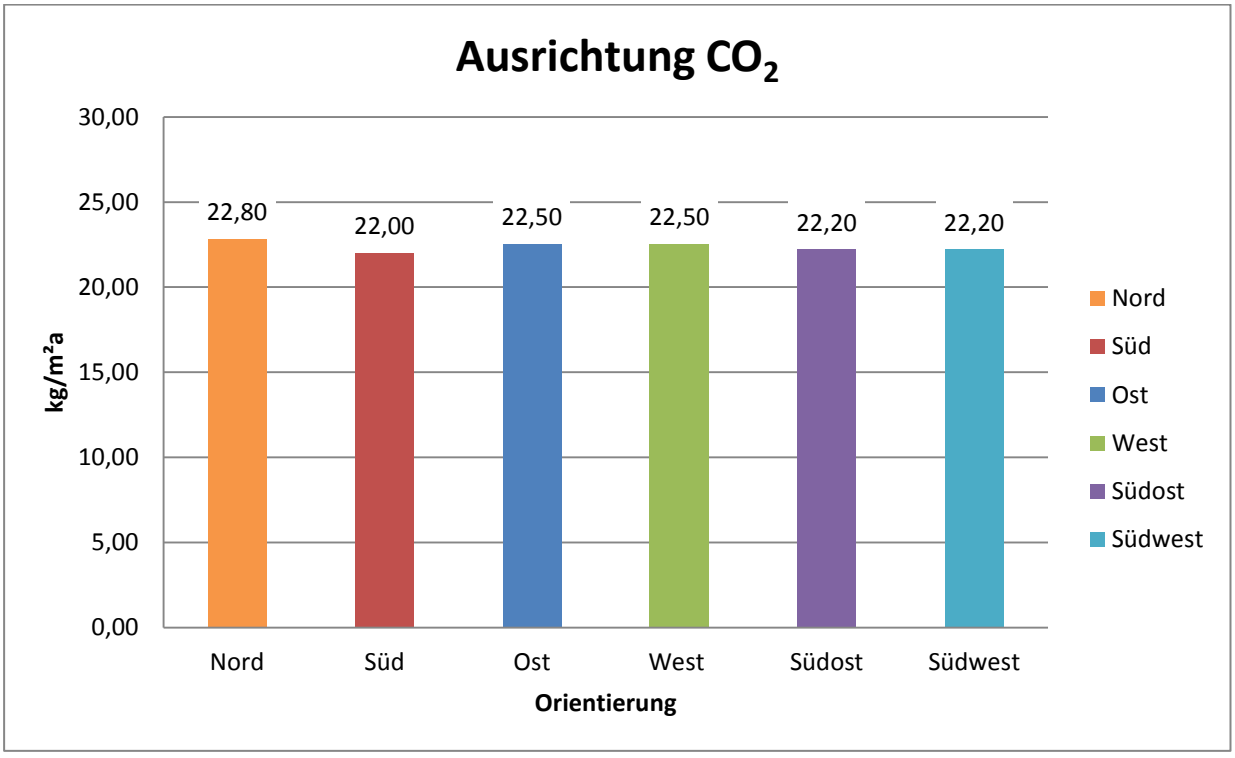


Diagramm 9.5

9.6 Heizenergiebedarf

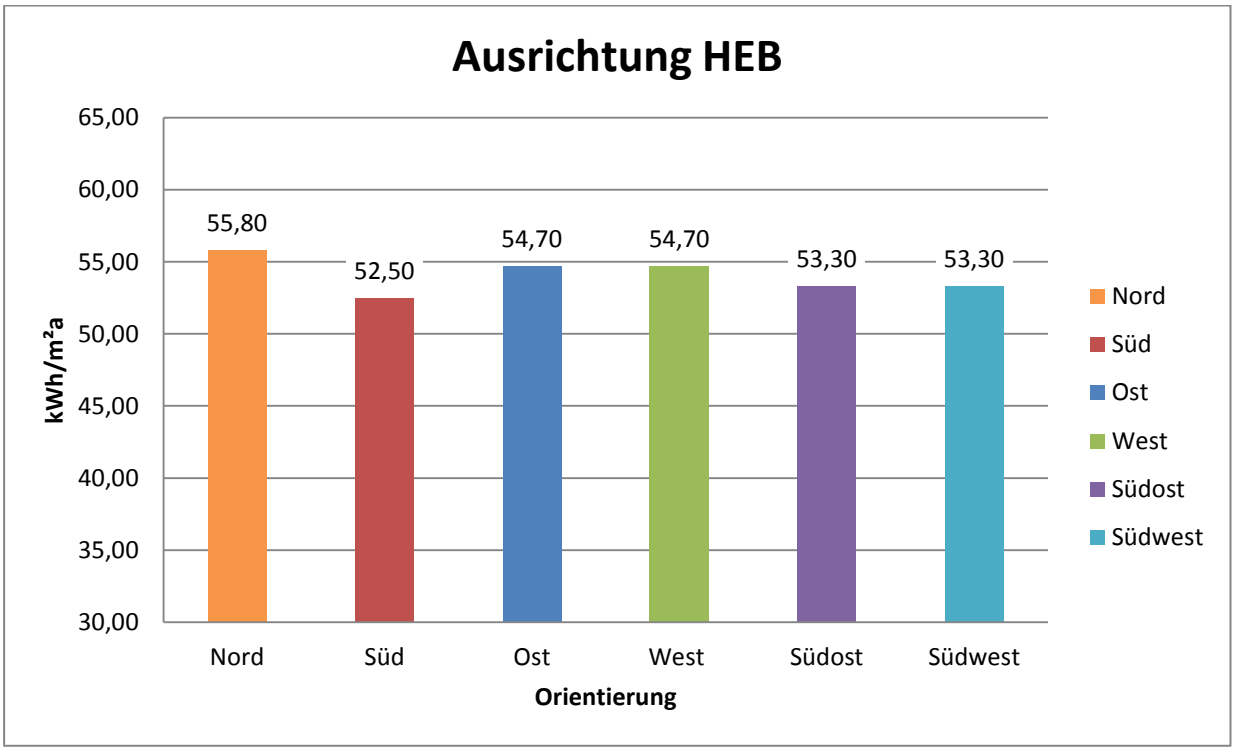


Diagramm 9.6

10. Einfluss Fußbodenheizung

Grundlage: 3-Spänner 0-System (siehe Punkt 3.1, Seite 21-23)

Darstellung der Unterschiede zwischen Fußbodenheizung (40°C/30°C) und Radiatoren-Heizung (60°C/35°C) und der damit einhergehende Einfluss auf die Energiekennzahlen.

Im Gegensatz zu den anderen Kennwerten ist der HWB mit Fußbodenheizung etwas höher als mit Radiatorenheizung, weil der Temperaturverlust im Keller durch die höhere Bauteiltemperatur (Fußbodenheizung) größer ist.

10.1 U-Wert

10.1.1 Heizwärmebedarf

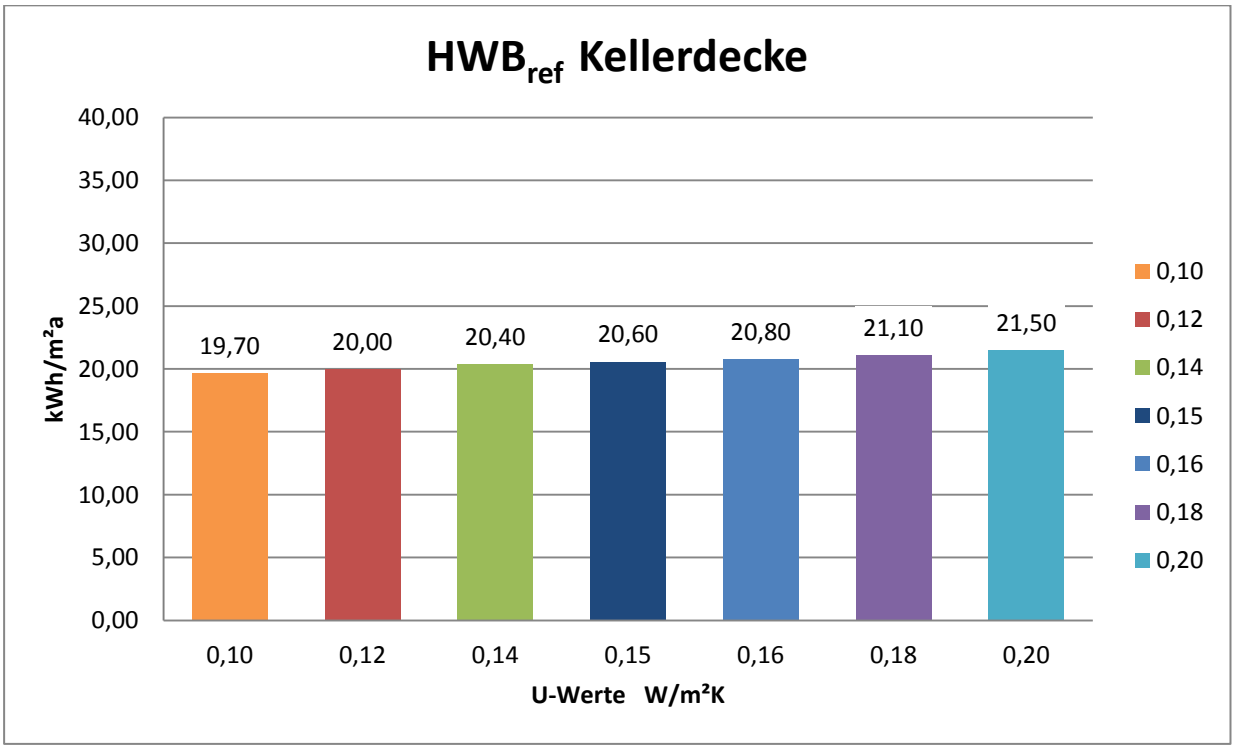


Diagramm 10.1.1

10.1.2 Endenergiebedarf

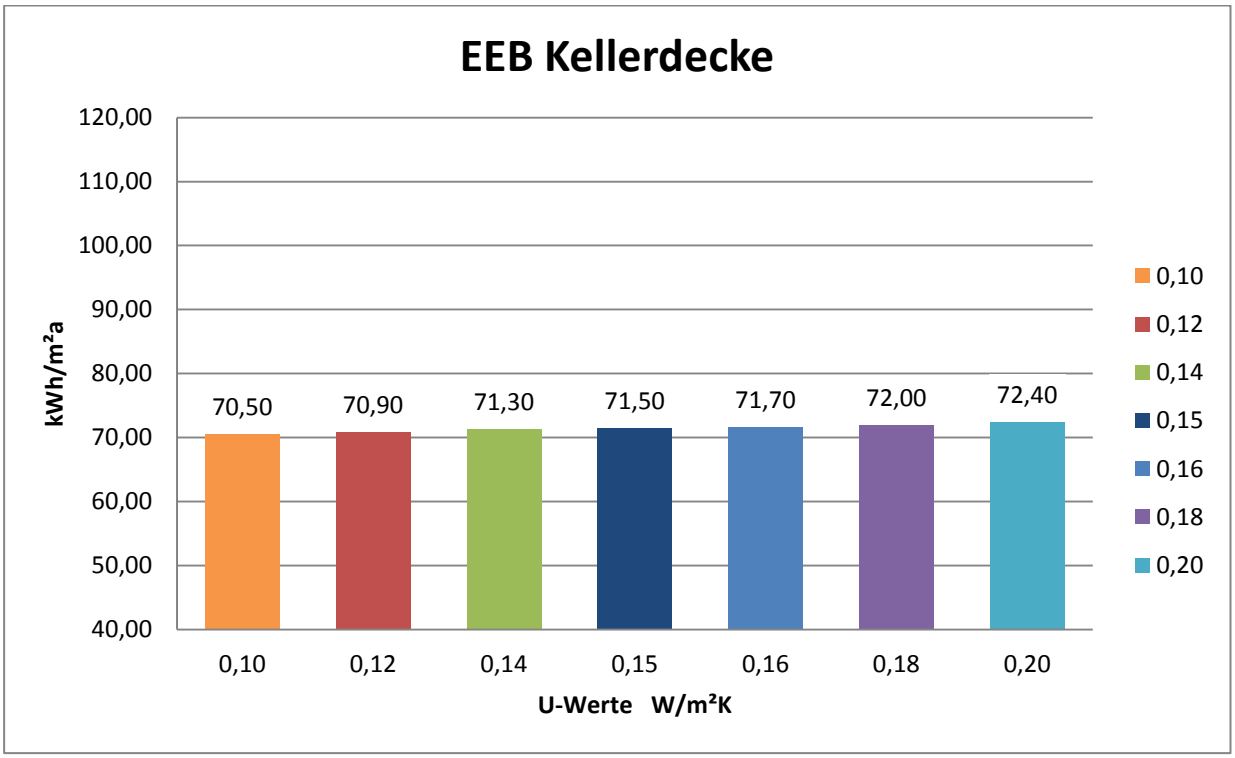


Diagramm 10.1.2

10.1.3 Primärenergiebedarf

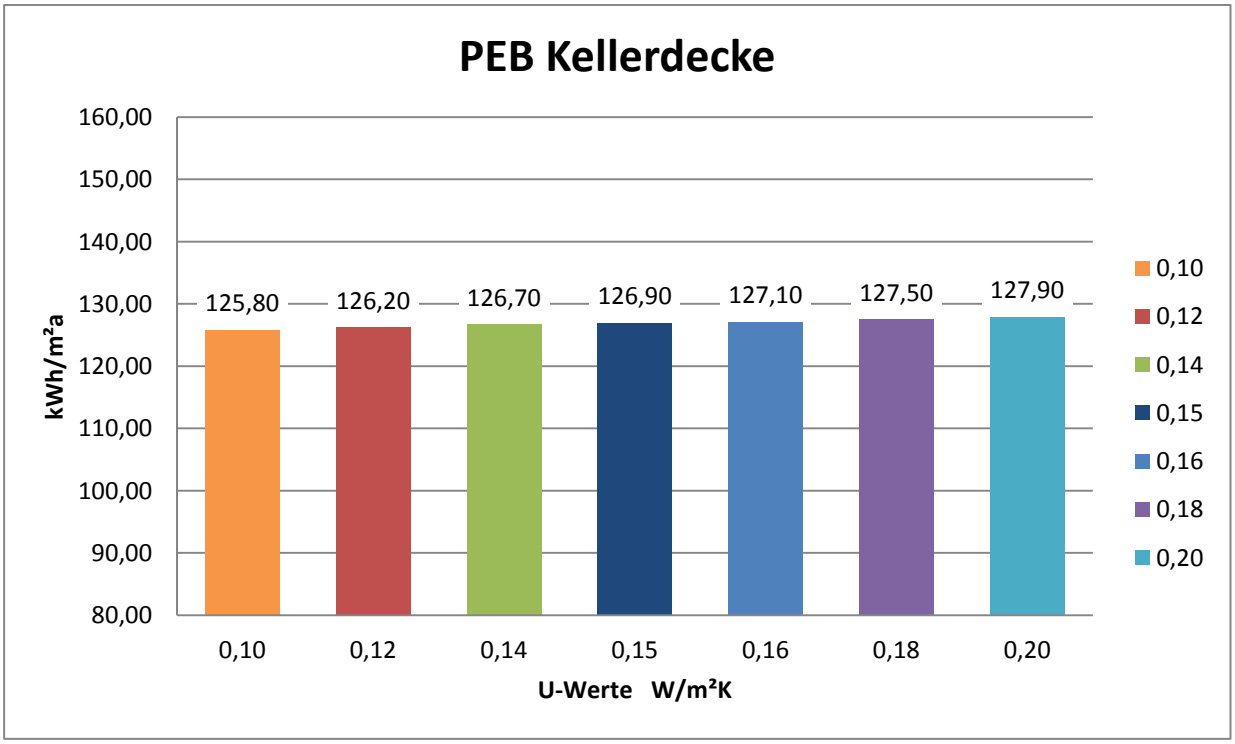


Diagramm 10.1.3

10.1.4 Gesamtenergieeffizienz

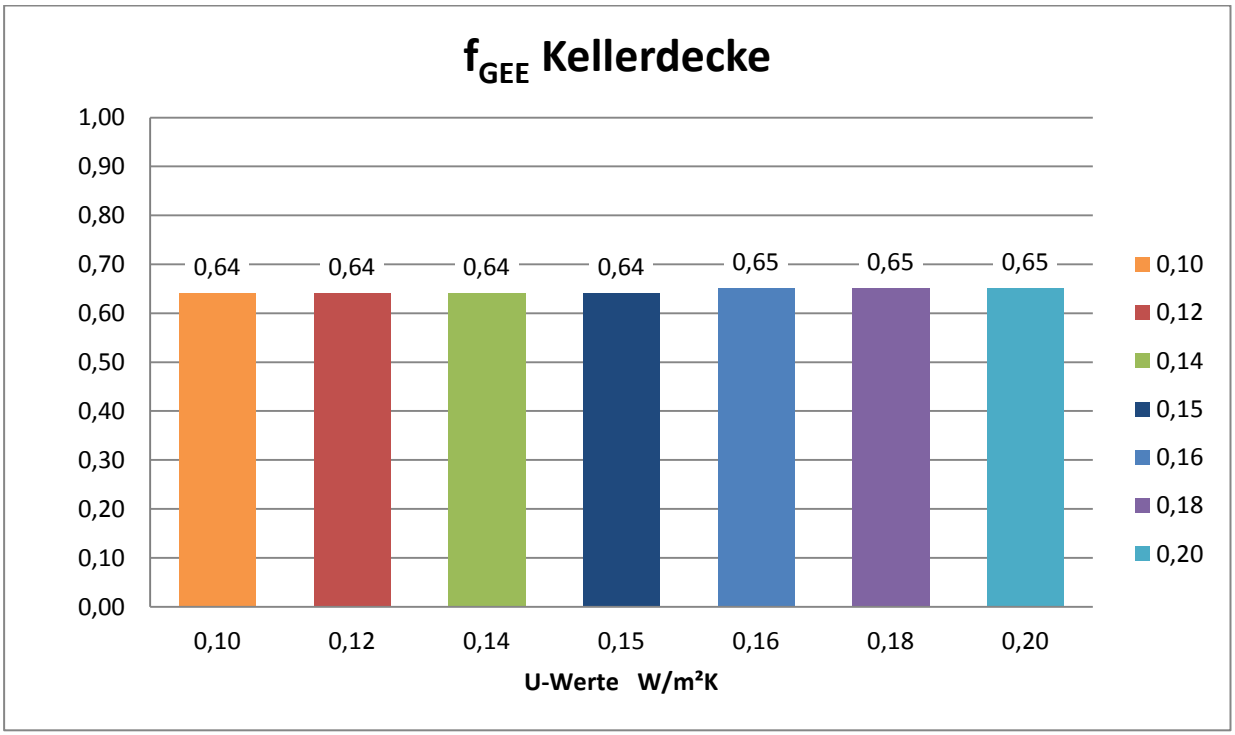


Diagramm 10.1.4

10.1.5 Kohlenstoffdioxid

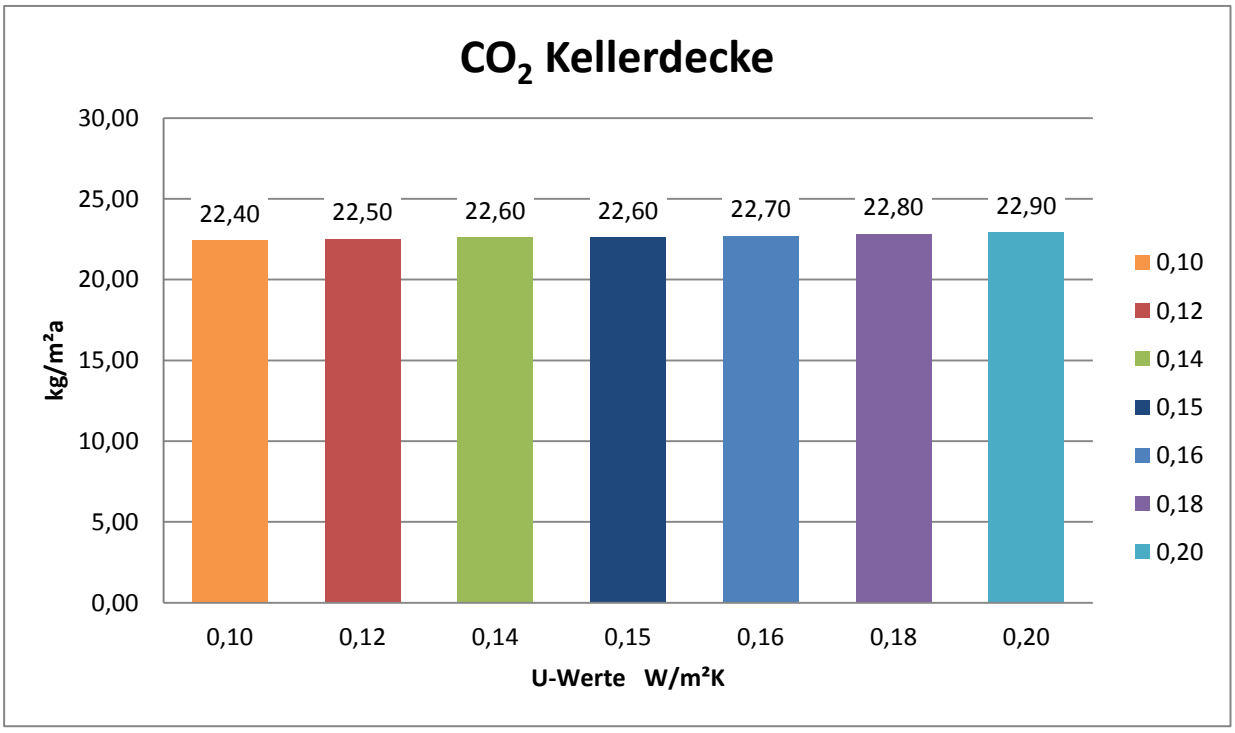


Diagramm 10.1.5

10.1.6 Heizenergiebedarf

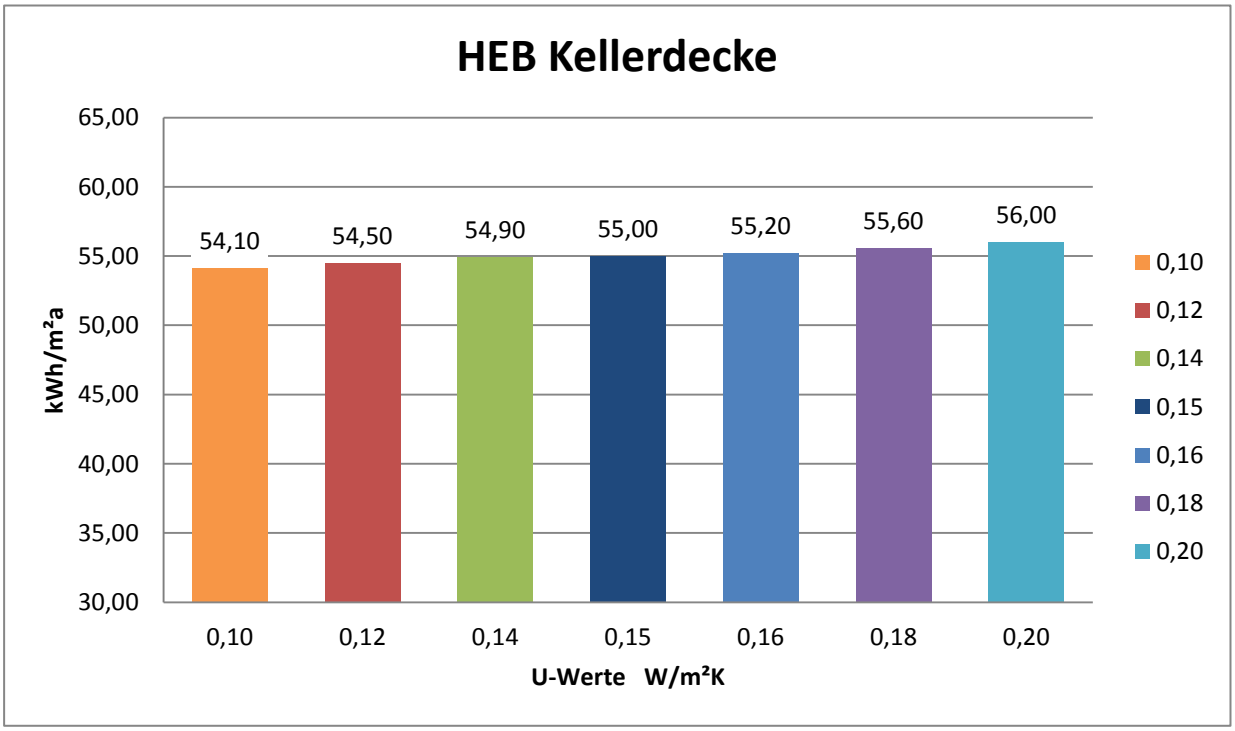


Diagramm 10.1.6

10.2. Mit/ohne Fußbodenheizung

10.2.1 Heizwärmebedarf

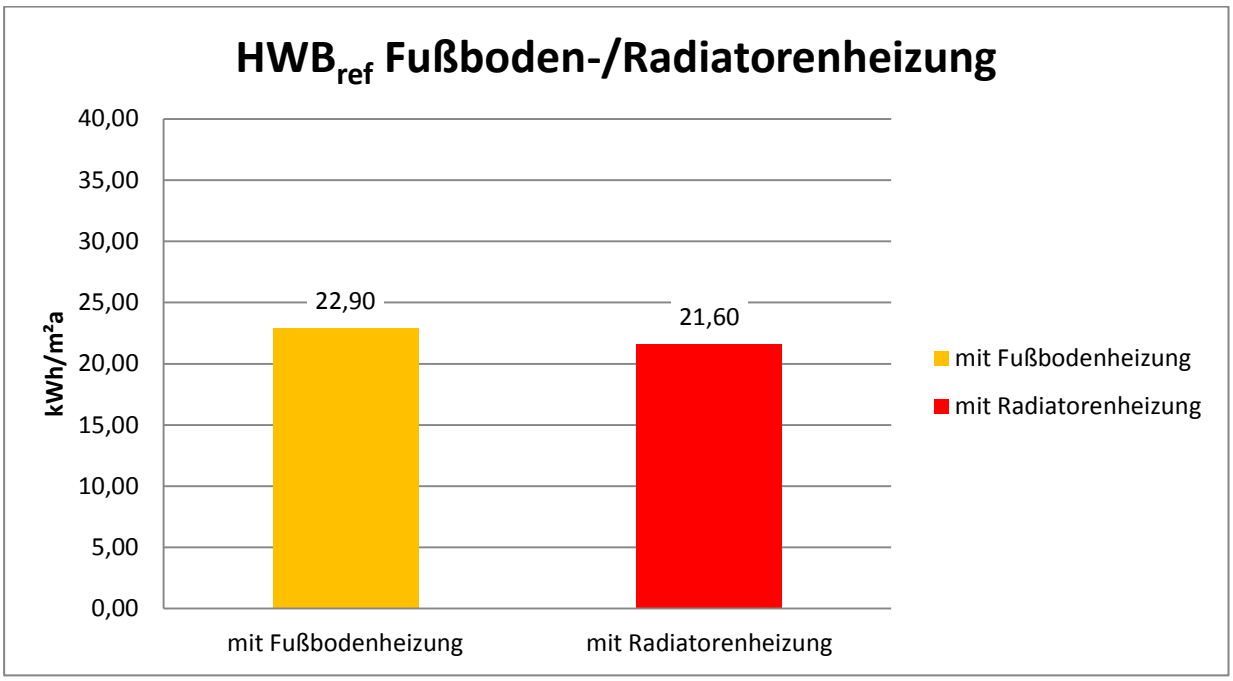


Diagramm 10.2.1

10.2.2 Endenergiebedarf

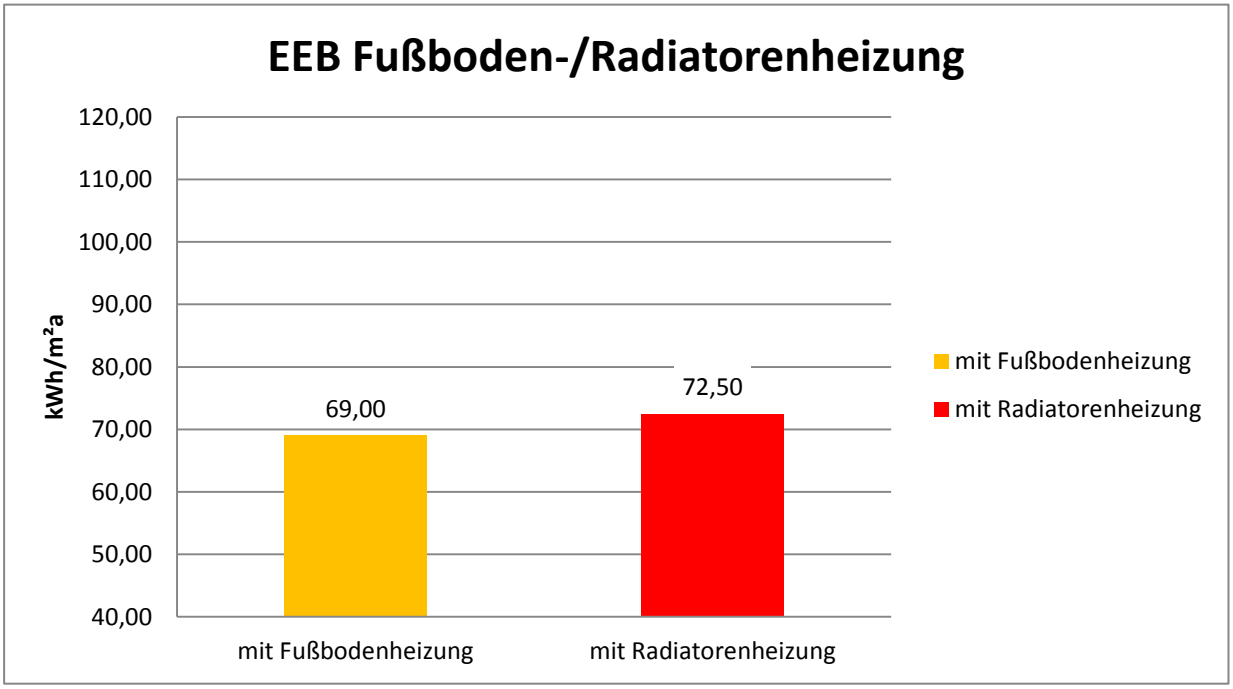


Diagramm 10.2.2

10.2.3 Primärenergiebedarf

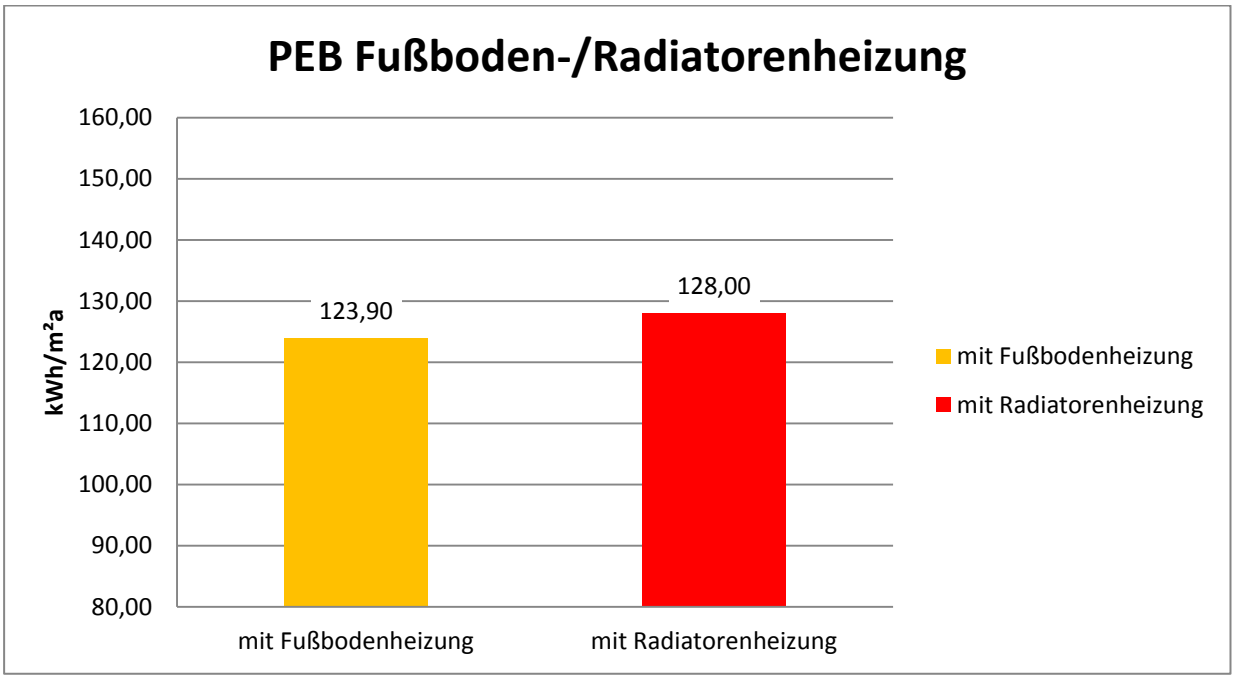


Diagramm 10.2.3

10.2.4 Gesamtenergieeffizienz

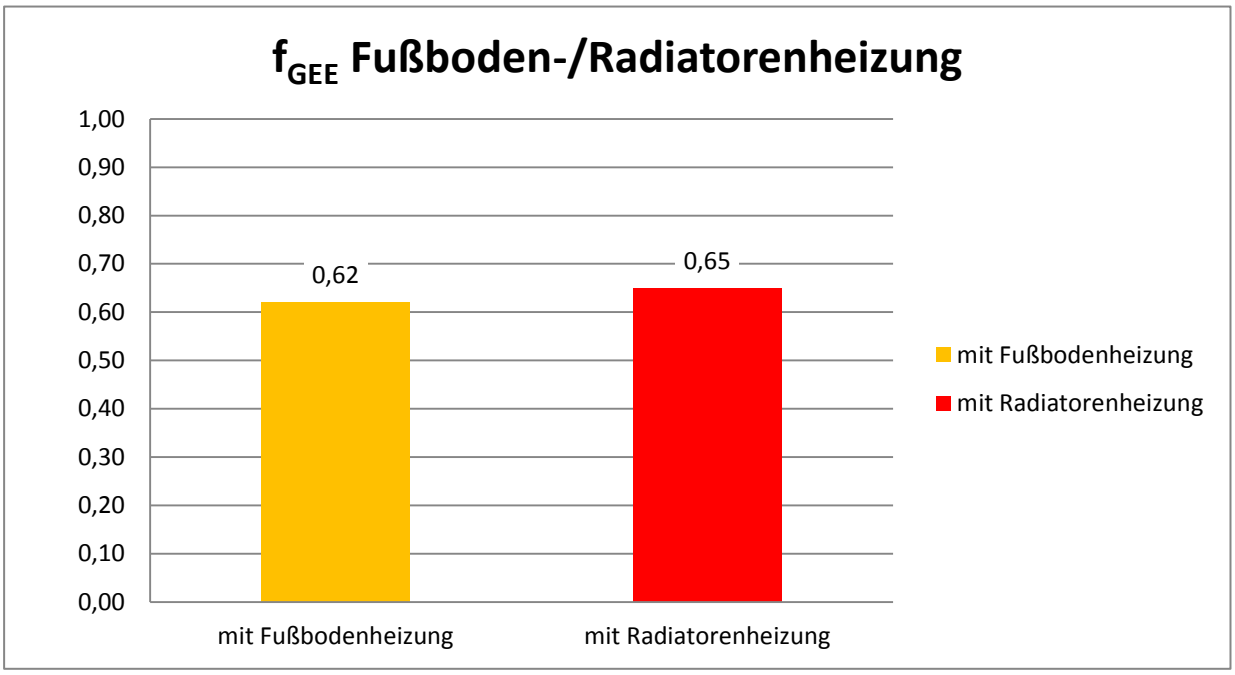


Diagramm 10.2.4

10.2.5 Kohlenstoffdioxid

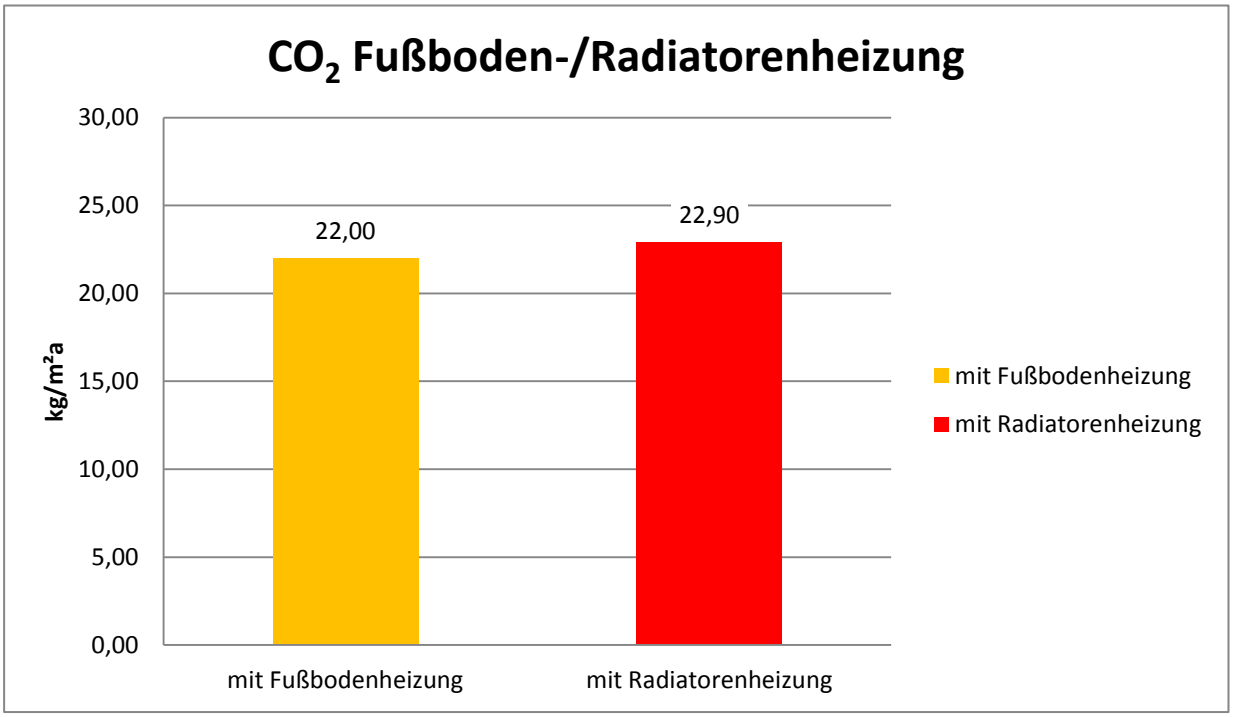


Diagramm 10.2.5

10.2.6 Heizenergiebedarf

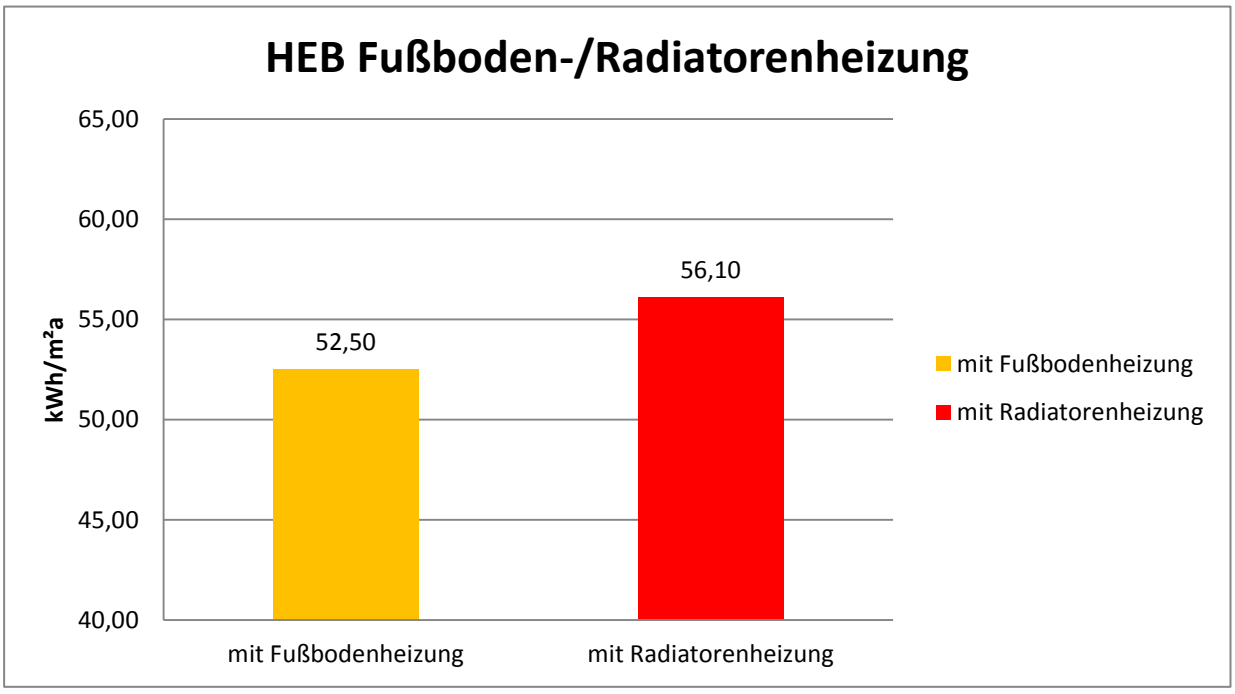


Diagramm 10.2.6

11. Einfluss Keller gedämmt

Grundlage: 3-Spänner 0-System (siehe Punkt 3.1, Seite 21-23)

Auswirkung der Kellerdämmung bei unkonditioniertem ungedämmtem bzw. unkonditioniertem gedämmtem Keller. Die Kellerdämmung bewirkt eine Verbesserung der Werte.

11.1 Heizwärmebedarf

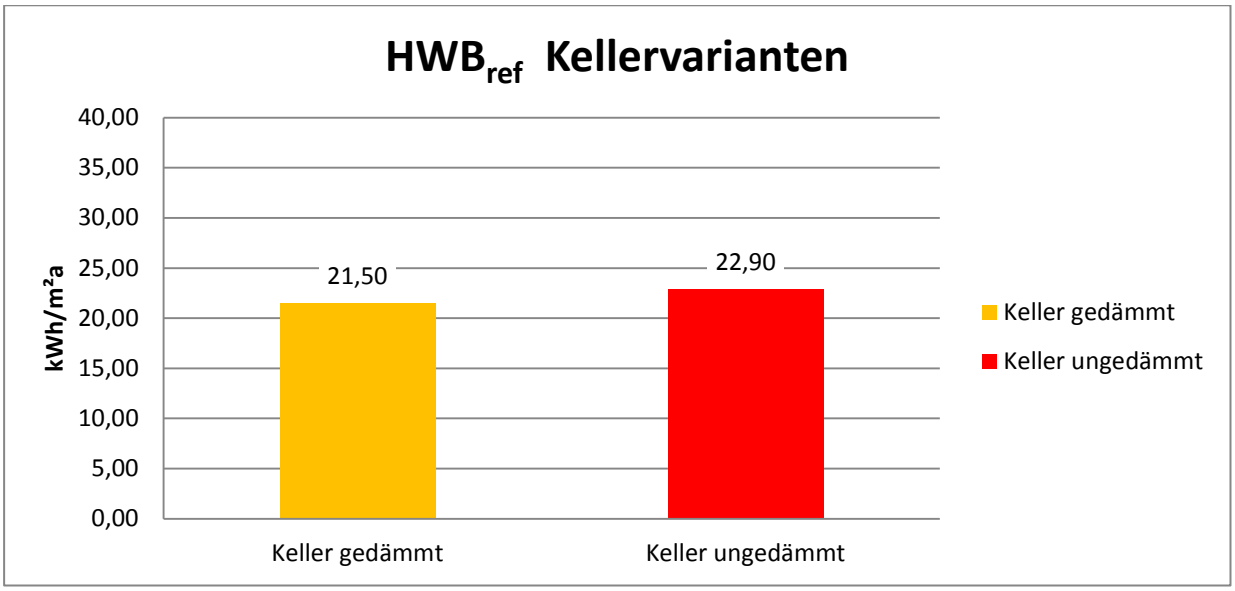


Diagramm 11.1

11.2 Endenergiebedarf

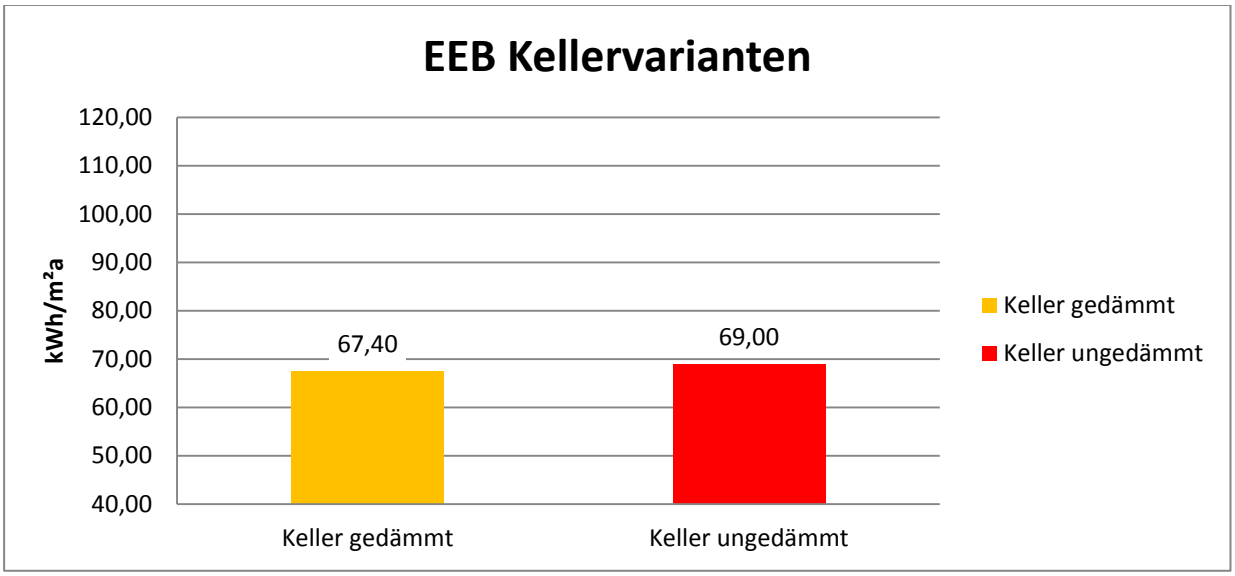


Diagramm 11.2

11.3 Primärenergiebedarf

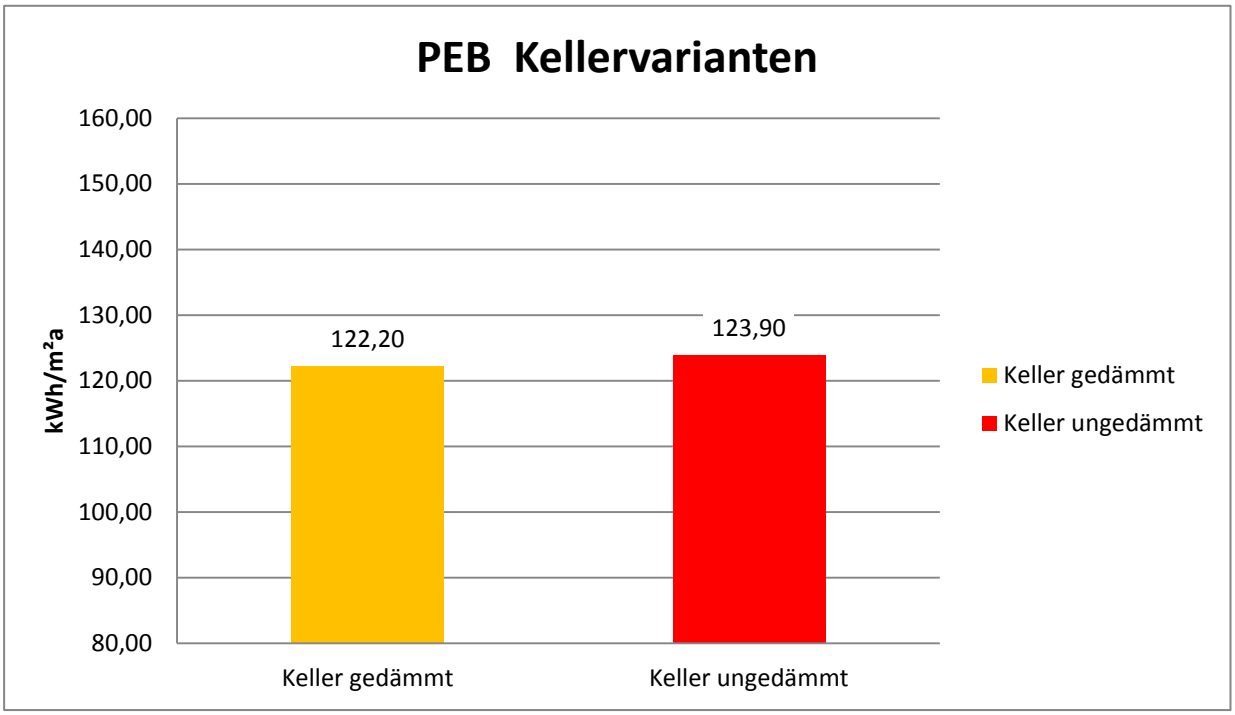


Diagramm 11.3

11.4 Gesamtenergieeffizienz

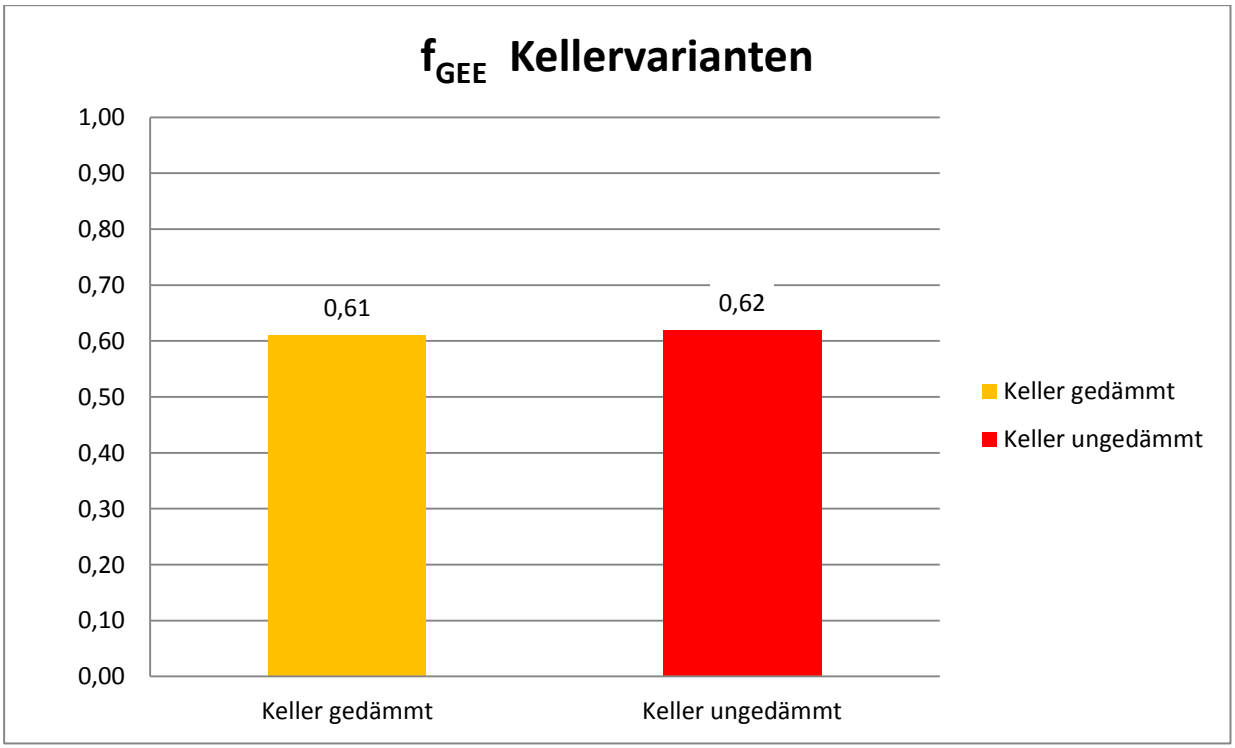


Diagramm 11.4

11.5 Kohlenstoffdioxid

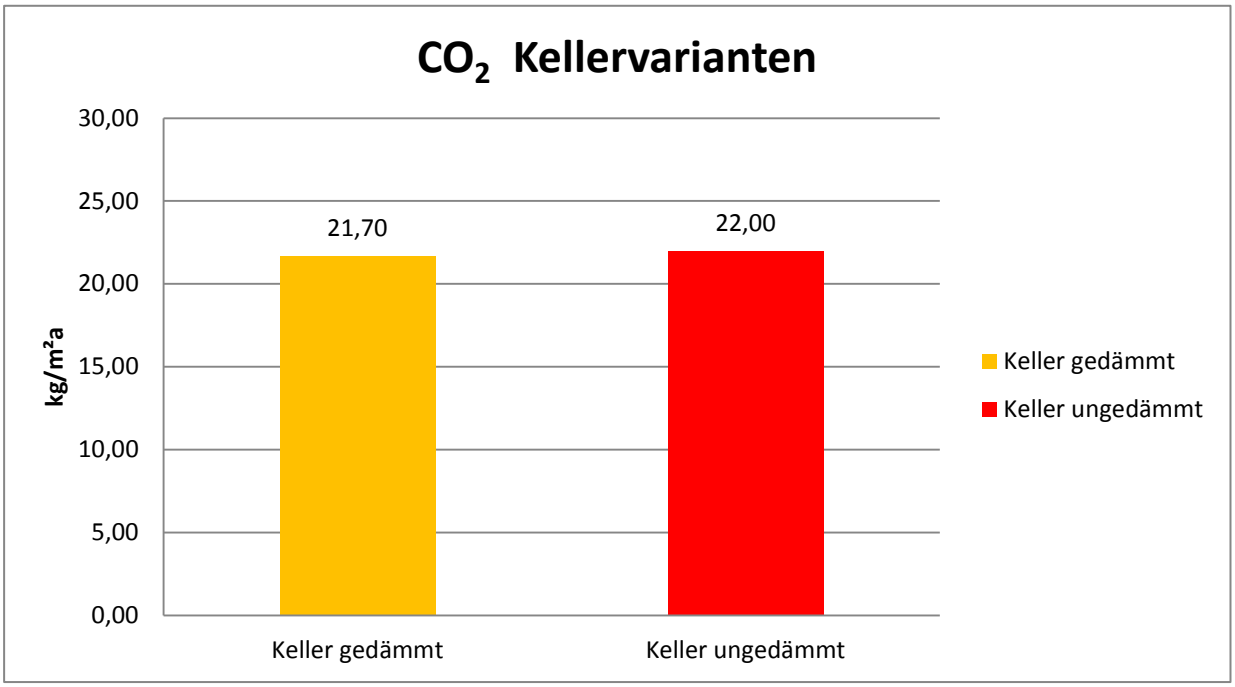


Diagramm 11.5

11.6 Heizenergiebedarf

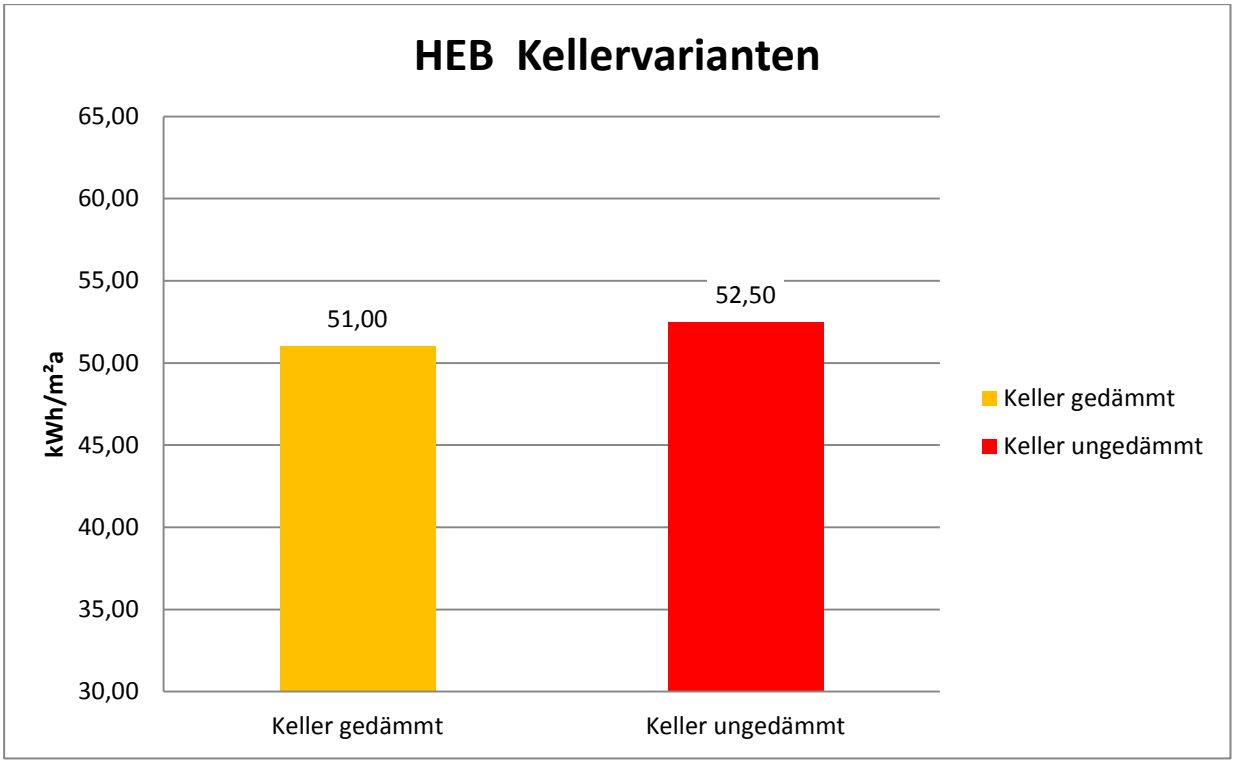


Diagramm 11.6

12. Einfluss Wohnraumlüftung

Grundlage: 3-Spänner 0-System (siehe Punkt 3.1, Seite 21-23)

Auswirkungen der Wirkungsgrade einer Wohnraumlüftung in Bezug der Luftdichtheit eines Gebäudes.

12.1 Heizwärmebedarf

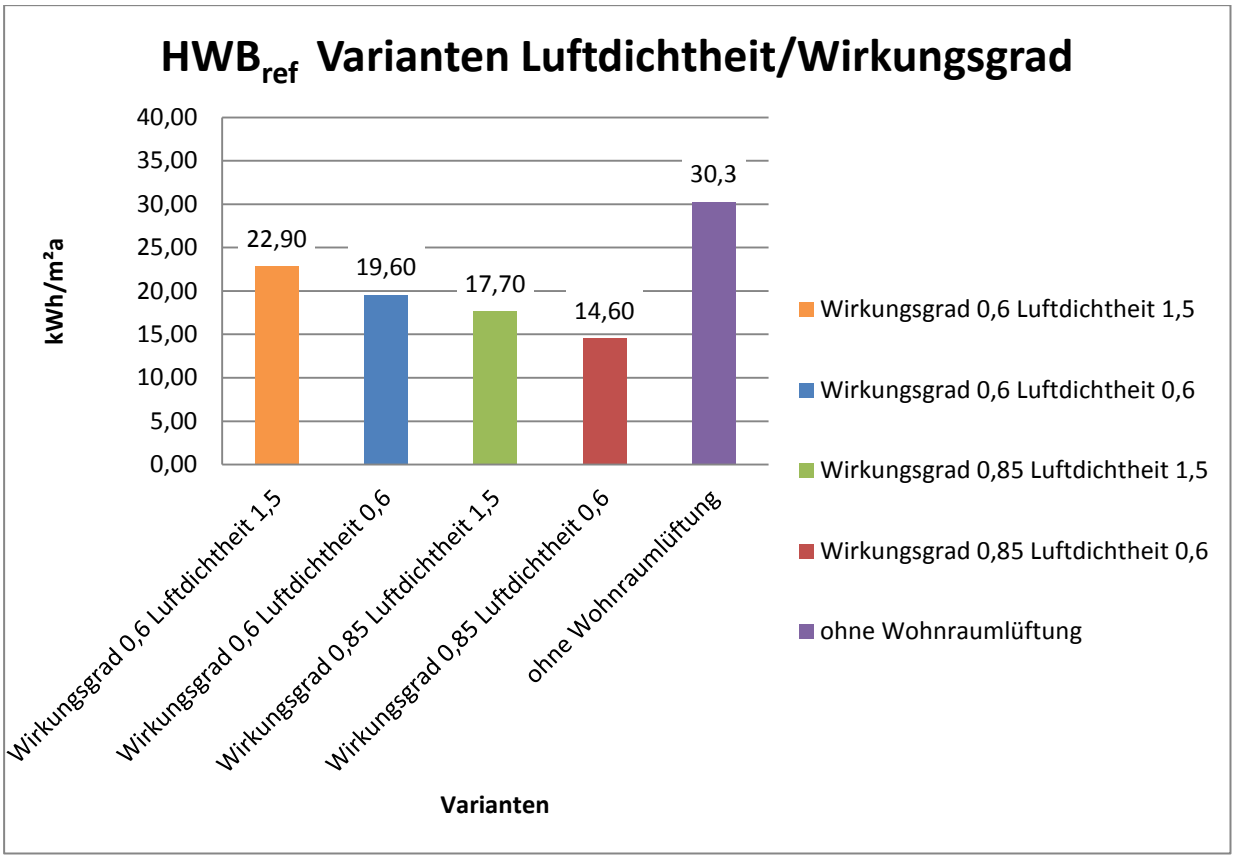


Diagramm 12.1

12.2 Endenergiebedarf

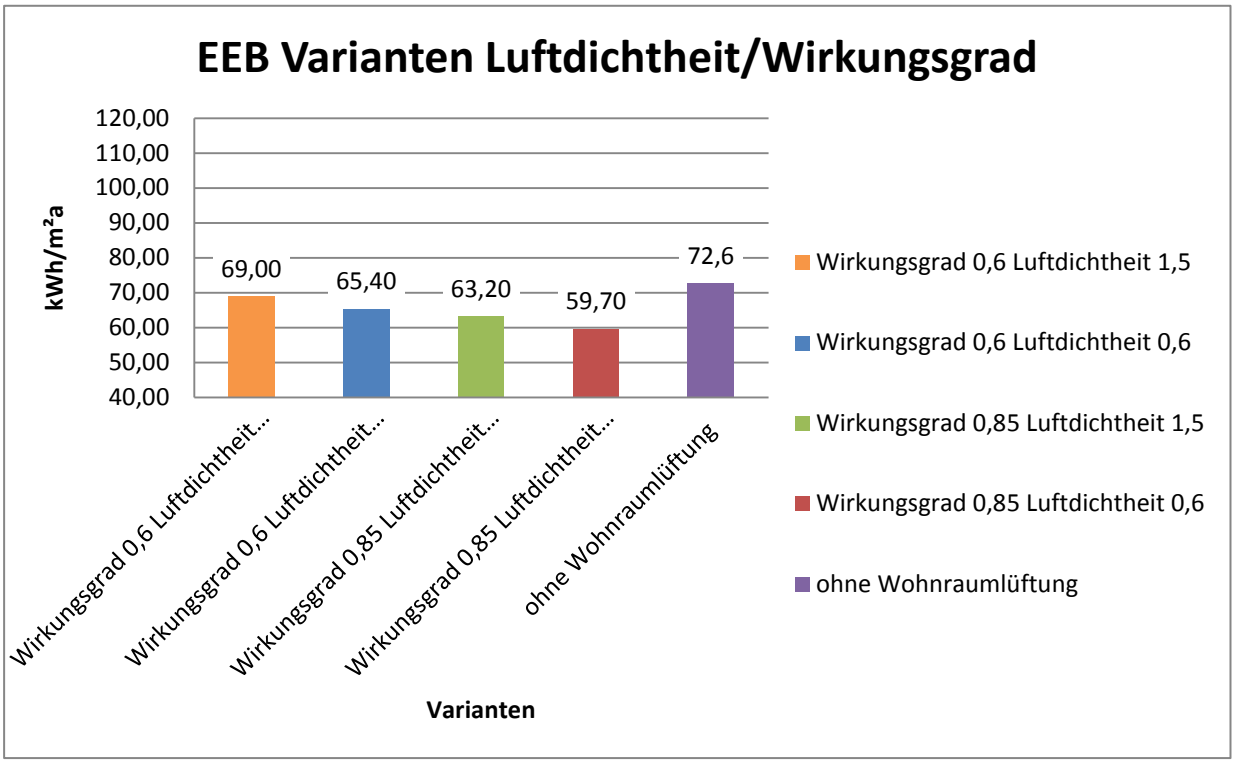


Diagramm 12.2

12.3 Primärenergiebedarf

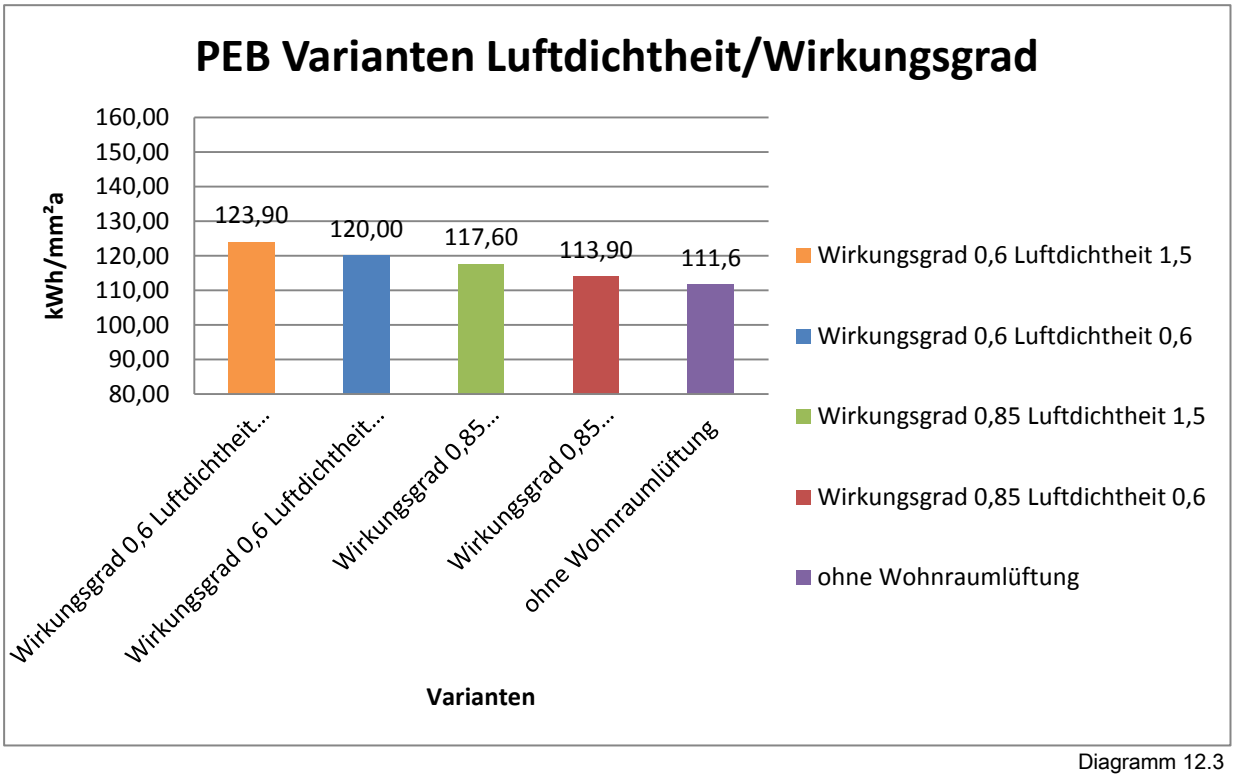


Diagramm 12.3

12.4 Gesamtenergieeffizienz

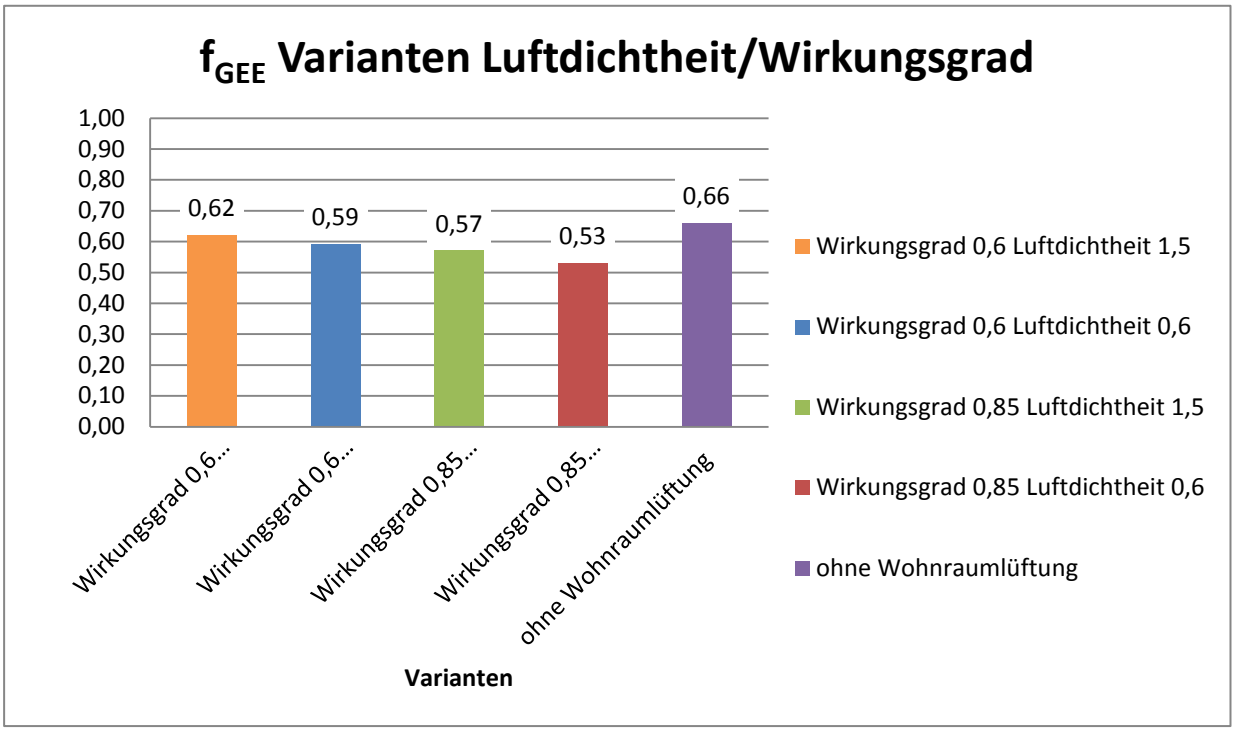


Diagramm 12.4

12.5 Kohlenstoffdioxid

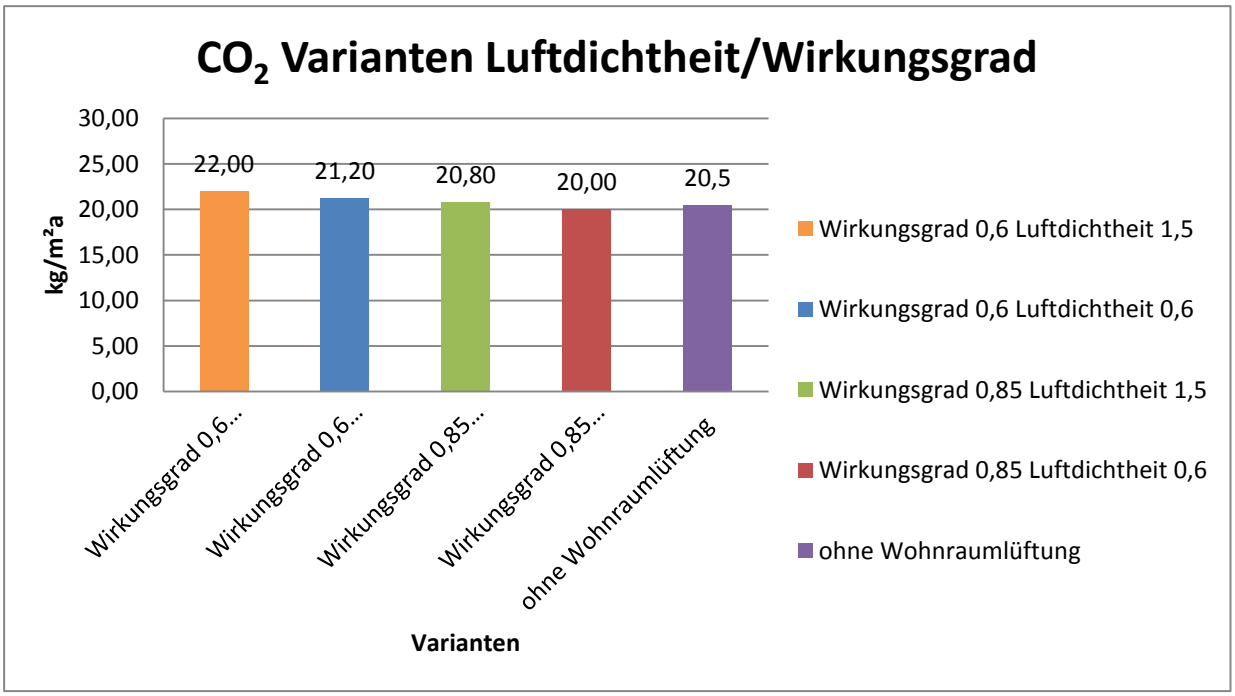


Diagramm 12.5

12.6 Heizenergiebedarf

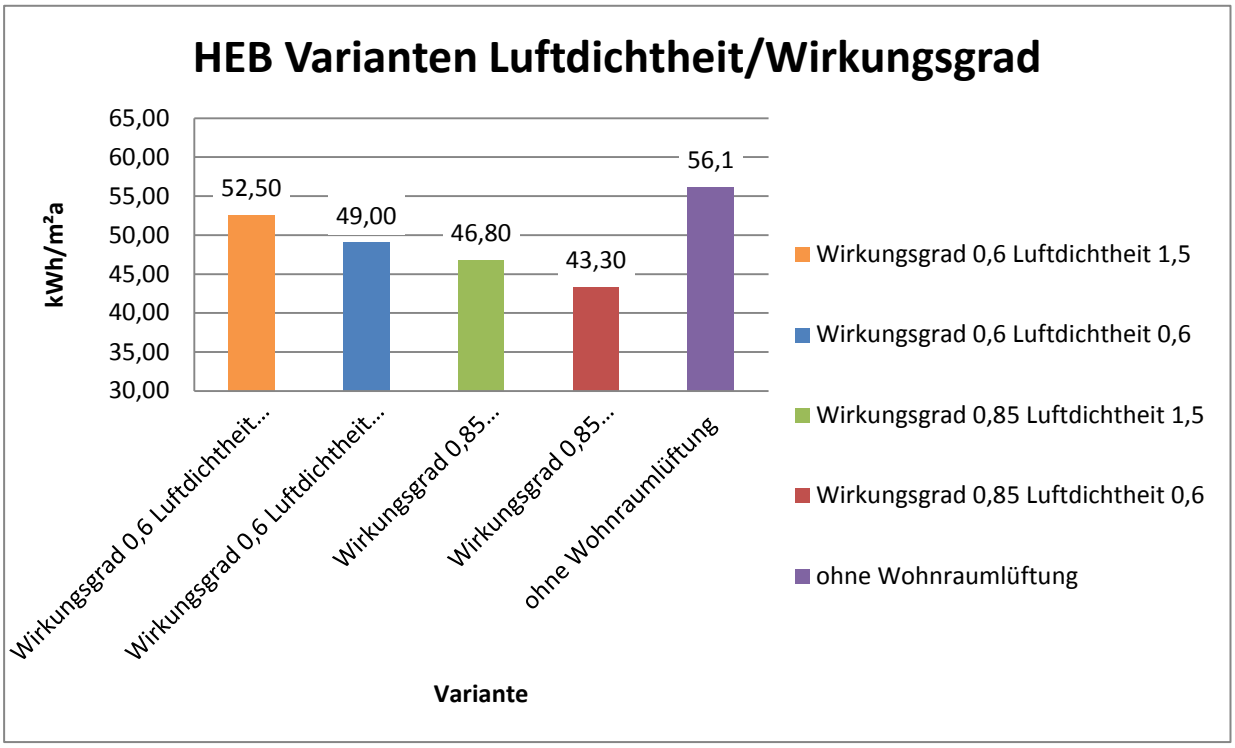


Diagramm 12.6

13. Einfluss Solaranlage

Grundlage: 3-Spänner 0-System (siehe Punkt 3.1, Seite 21-23)

Dabei variiert die Kollektorfläche pro Wohnung in Abständen von 2,5m².

13.1 Endenergiebedarf

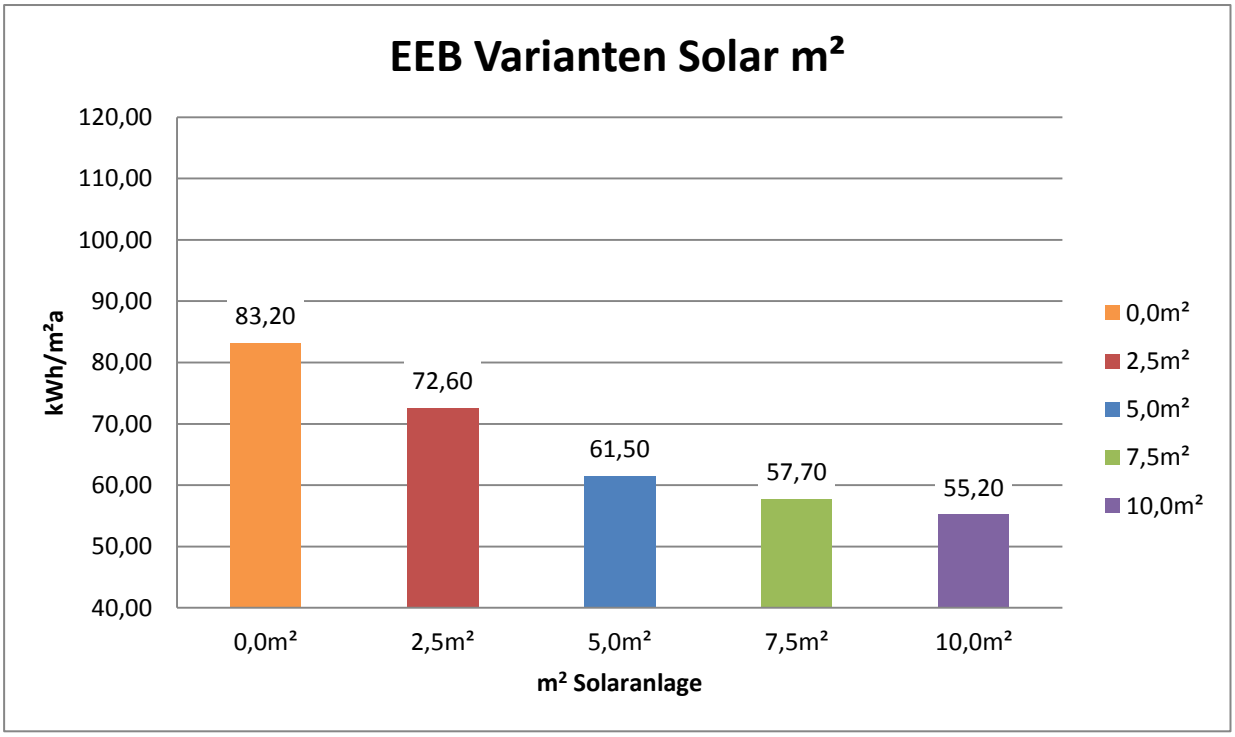


Diagramm 13.1

13.2 Primärenergiebedarf

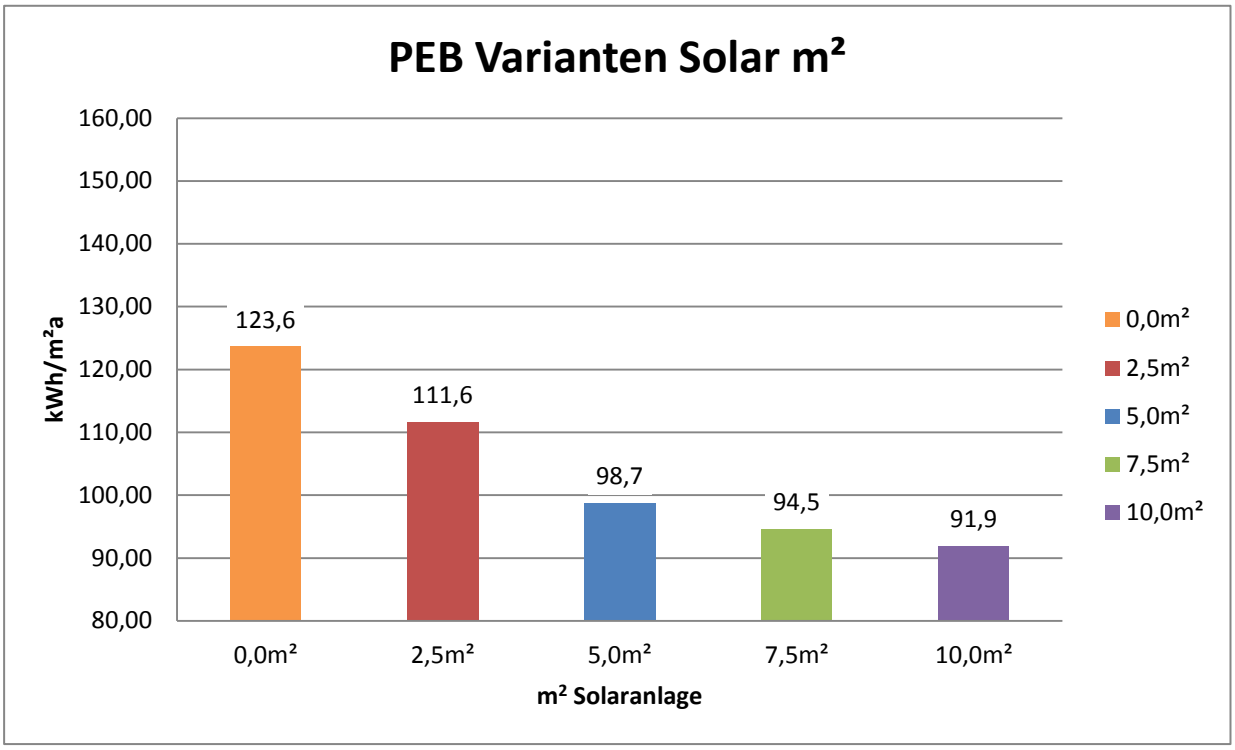


Diagramm 13.2

13.3 Gesamtenergieeffizienz

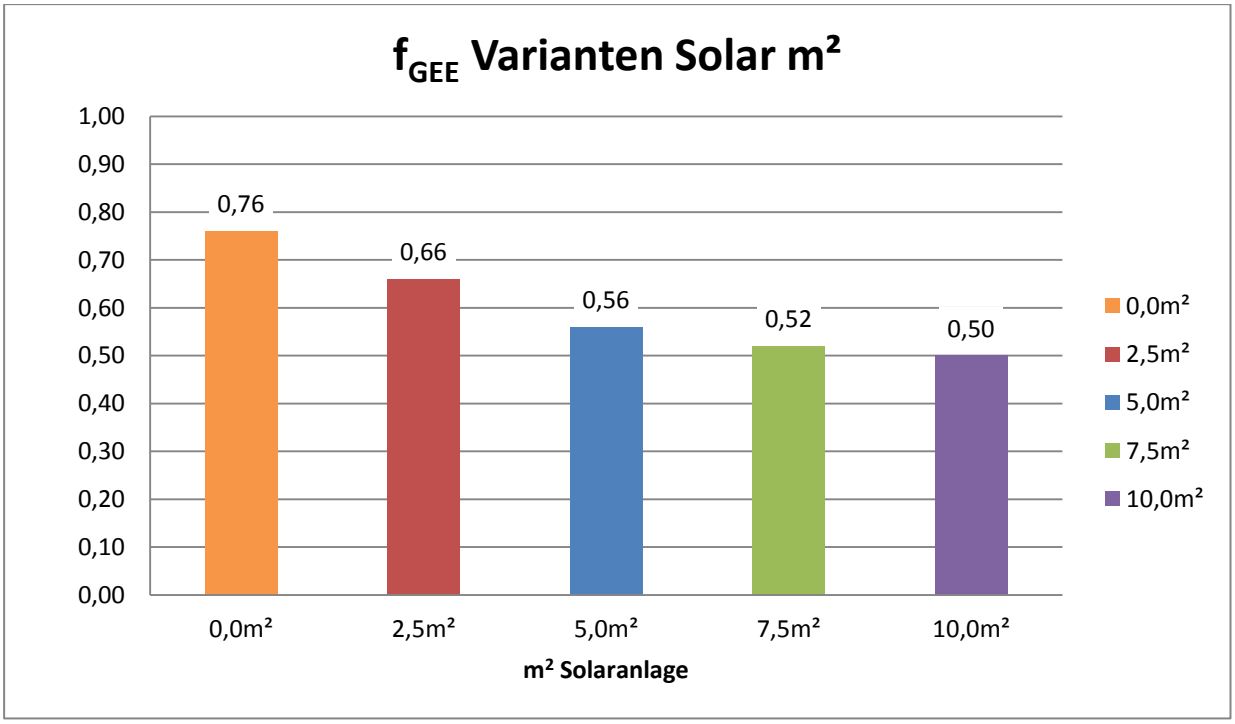


Diagramm 13.3

13.4 Kohlenstoffdioxid

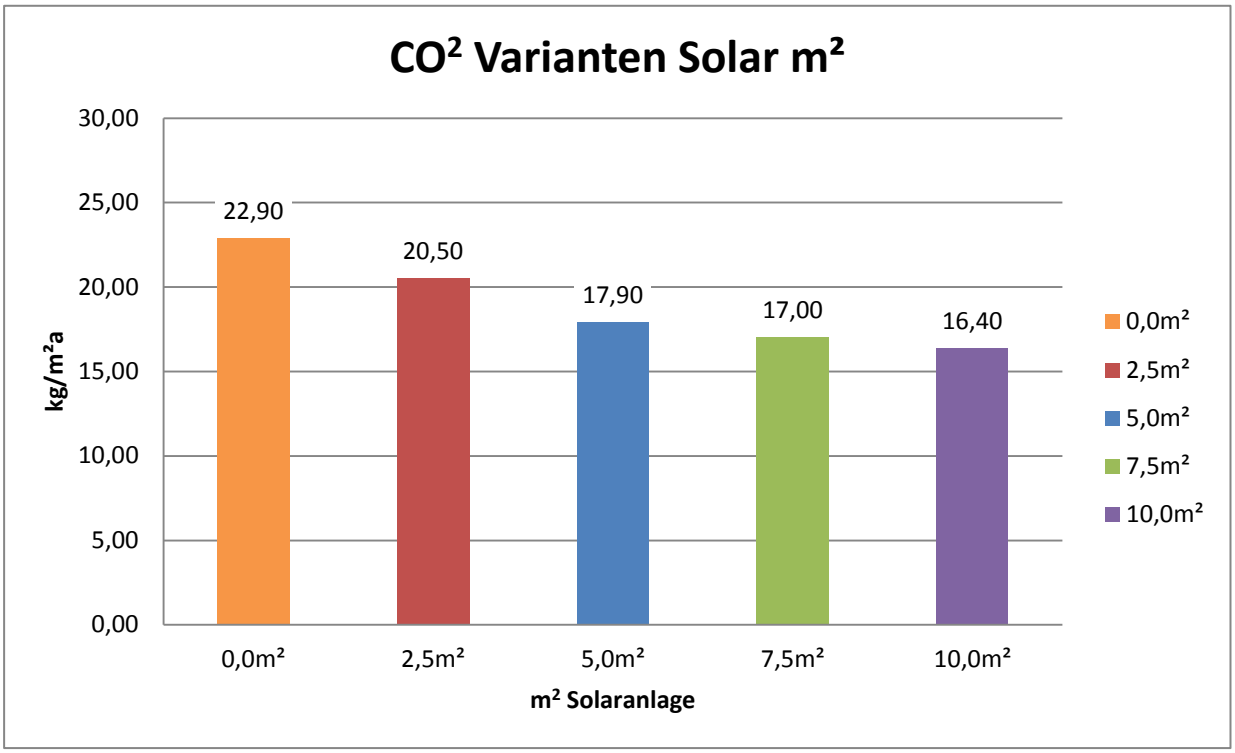


Diagramm 13.4

14. Einfluss Haustechnik

Grundlage: 3-Spänner 0-System (siehe Punkt 3.1, Seite 21-23)

Untersuchung der verschiedenen Energieträger und die Auswirkung der Haustechnik auf die verschiedenen Kennwerte.

Variante 1: Warmwasseraufbereitung gebäudezentral mit Raumheizung
Variante 2: Warmwasseraufbereitung gebäudedezentral mit Warmwasserversorgung durch Elektroboiler

14.1 Gasheizung

14.1.1 Heizwärmebedarf

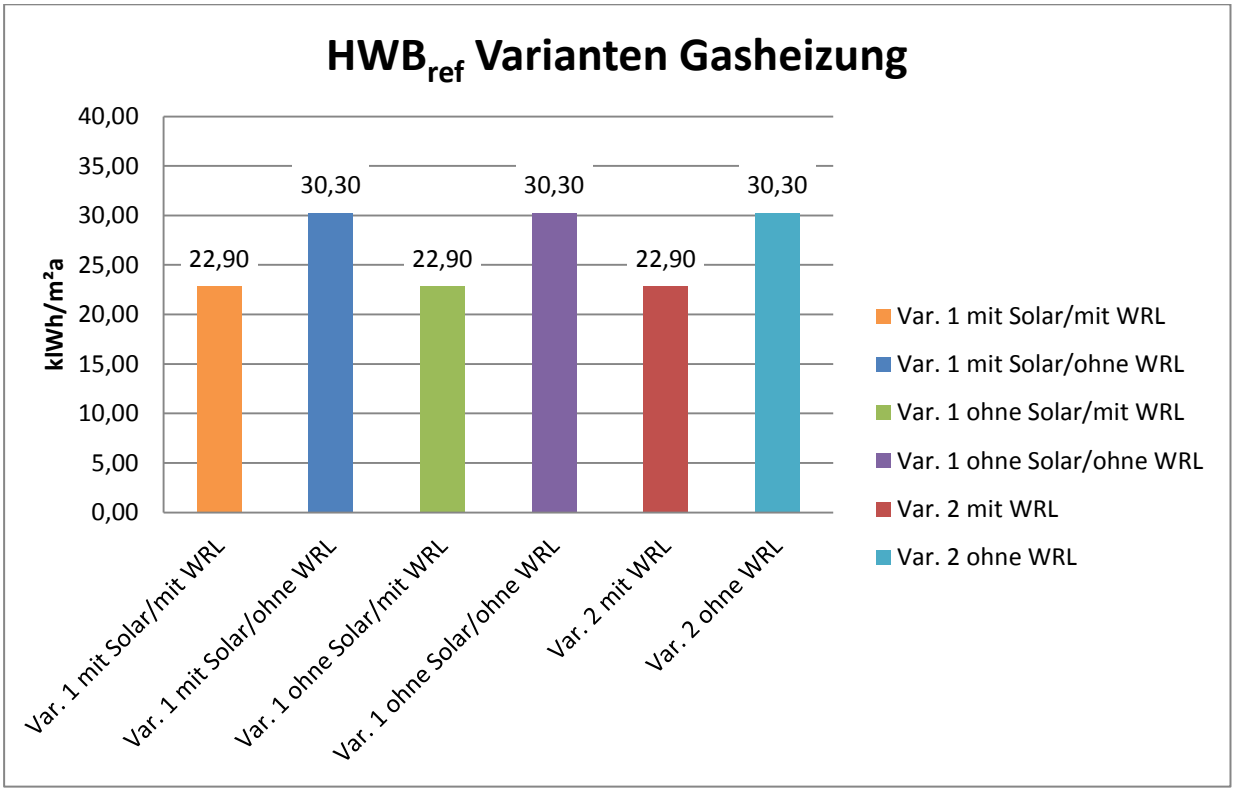


Diagramm 14.1.1

14.1.2 Endenergiebedarf

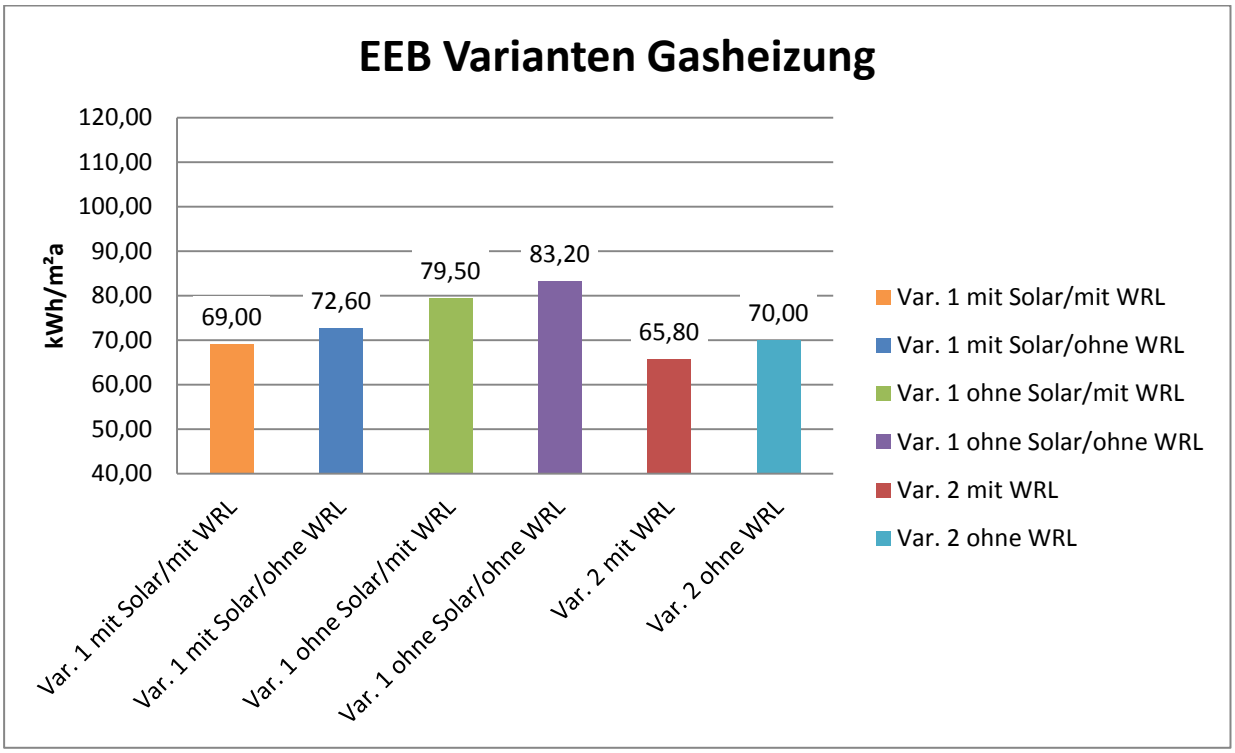


Diagramm 14.1.2

14.1.3 Primärenergiebedarf

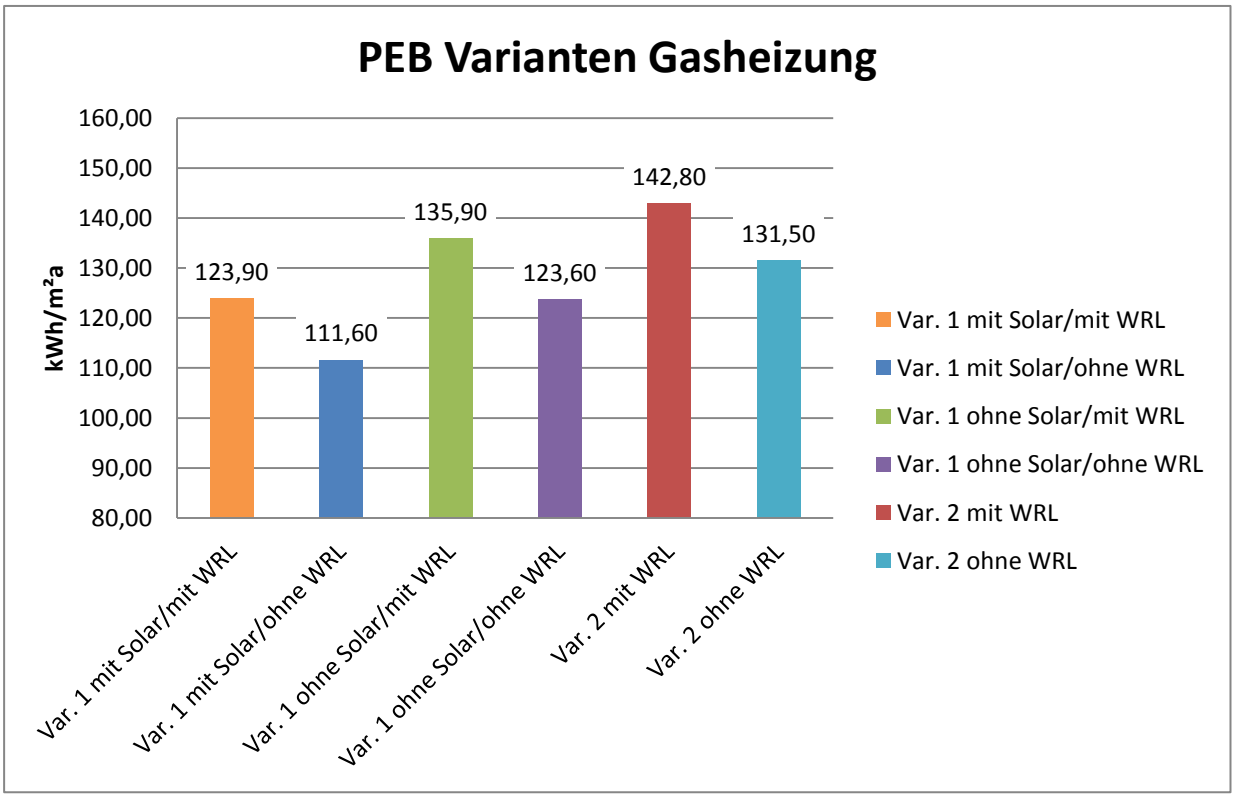


Diagramm 14.1.3

14.1.4 Gesamtenergieeffizienz

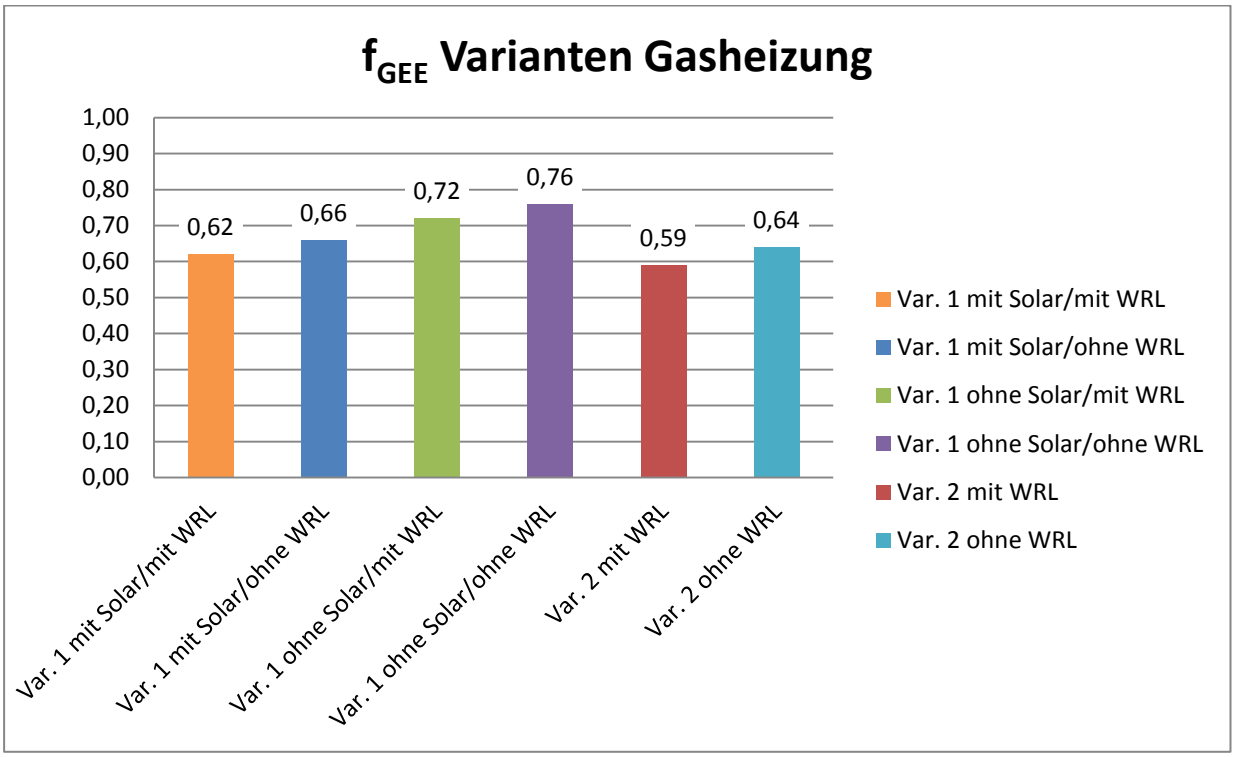


Diagramm 14.1.4

14.1.5 Kohlenstoffdioxid

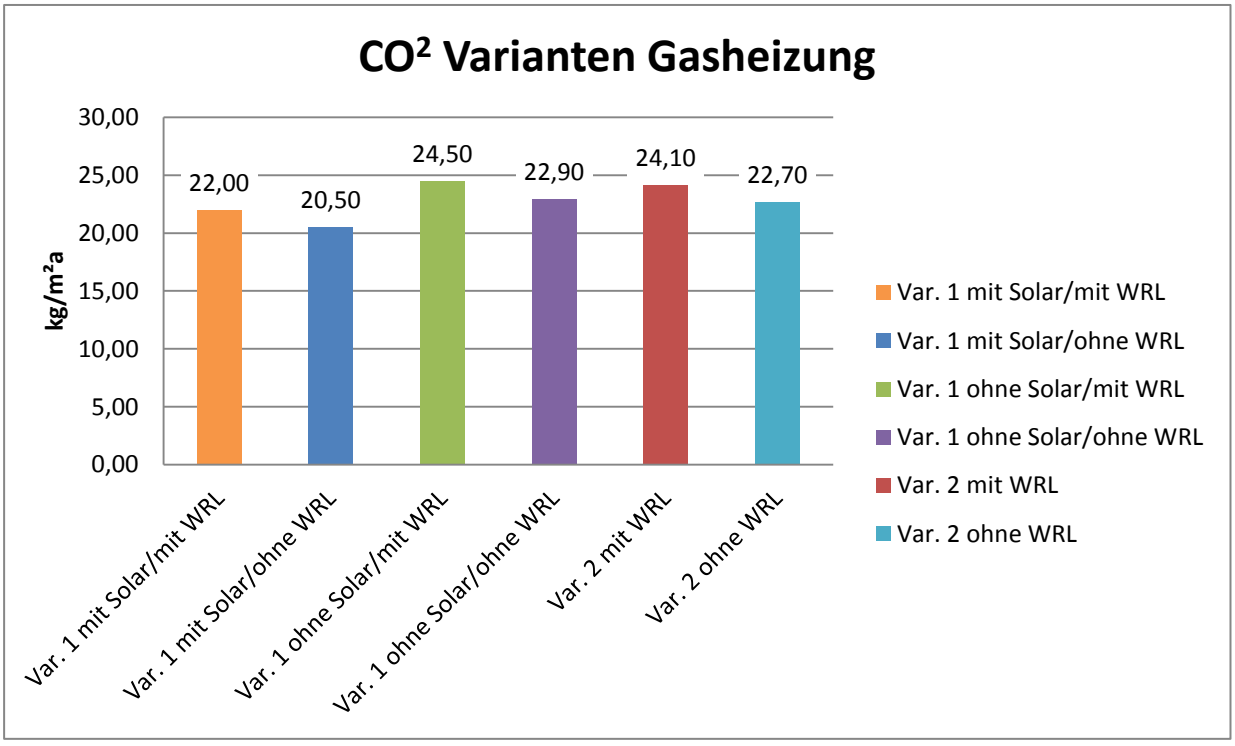


Diagramm 14.1.5

14.2 Pellets

14.2.1 Heizwärmebedarf

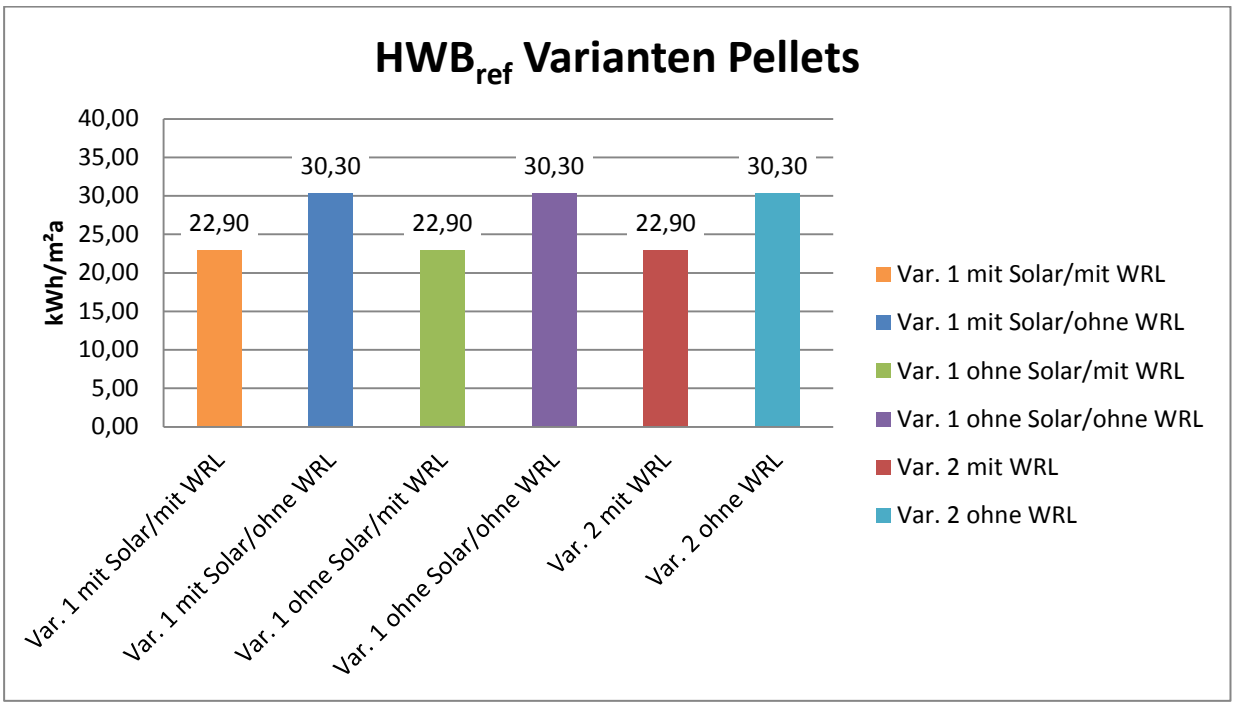


Diagramm 14.2.1

14.2.2 Endenergiebedarf

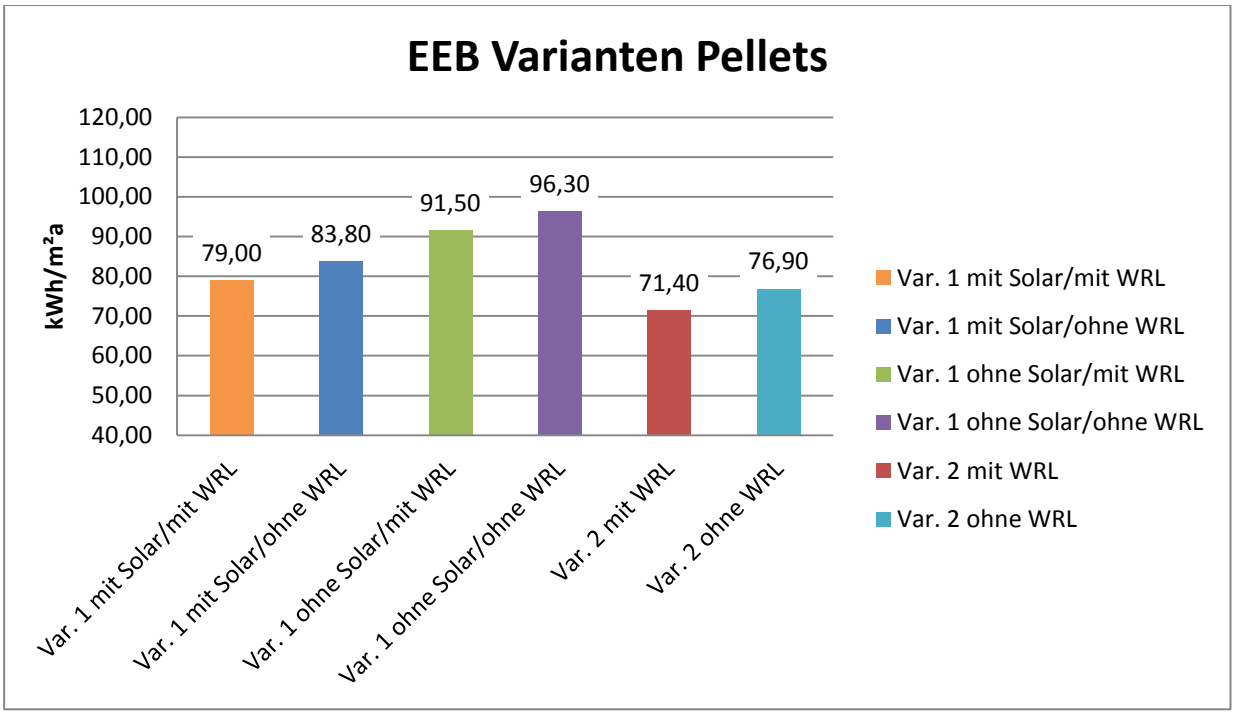


Diagramm 14.2.2

14.2.3 Primärenergiebedarf

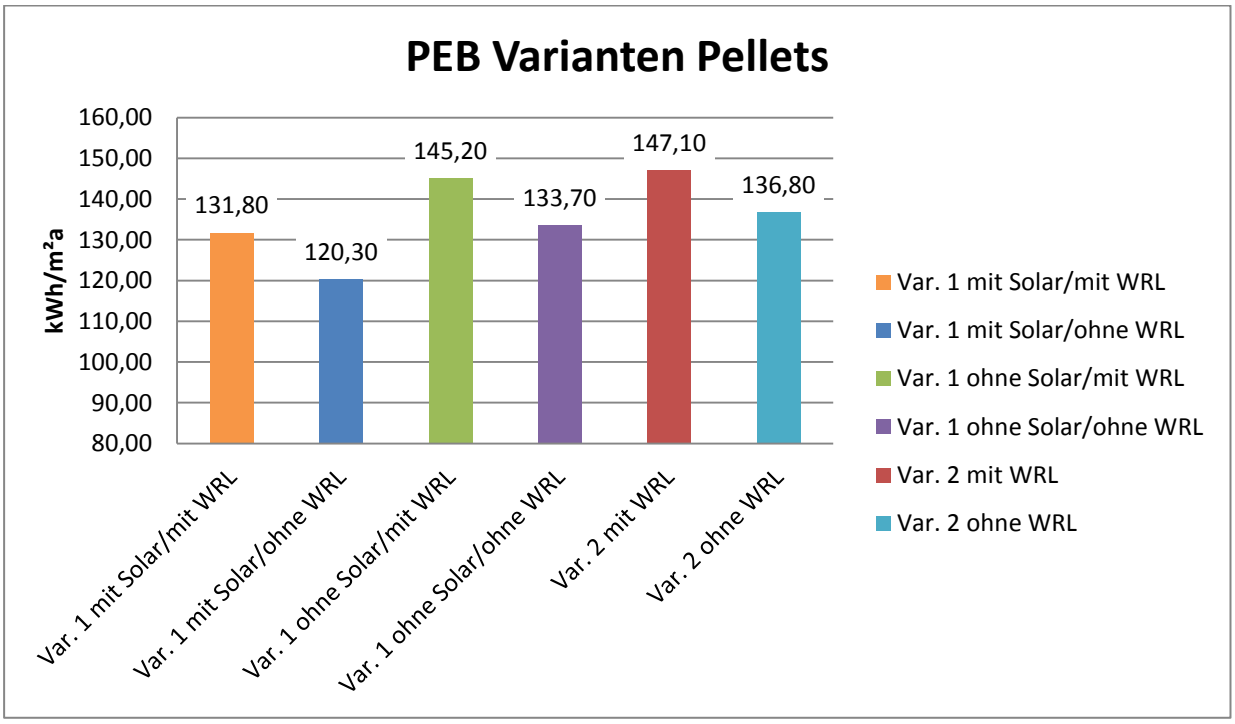


Diagramm 14.2.3

14.2.4 Gesamtenergieeffizienz

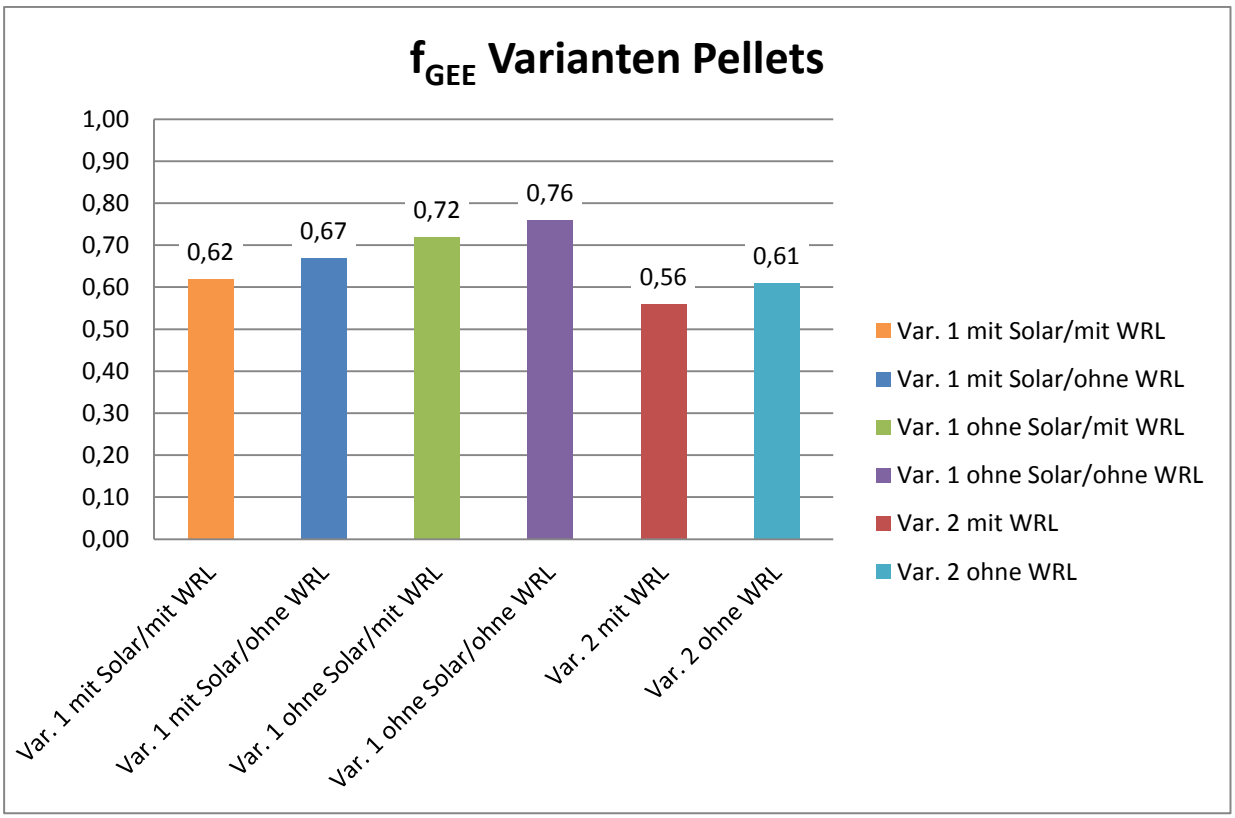


Diagramm 14.2.4

14.2.5 Kohlenstoffdioxid

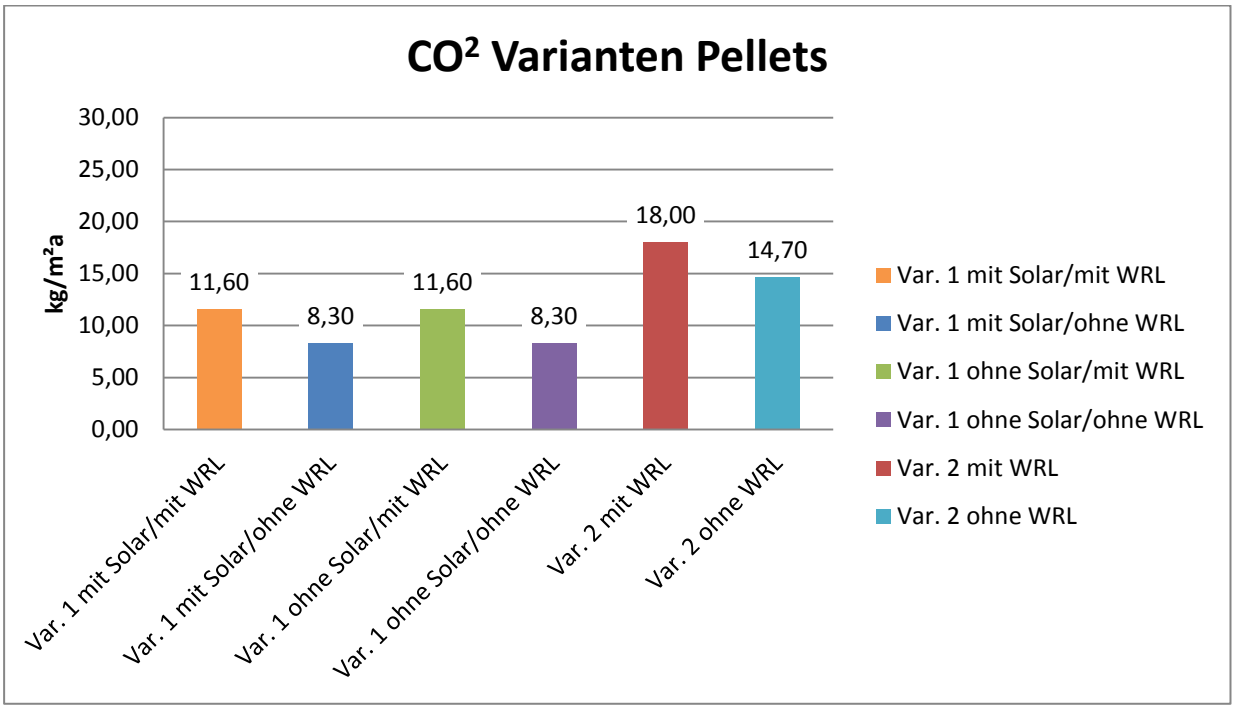


Diagramm 14.2.5

14.3 Hackgut

14.3.1 Heizwärmbedarf

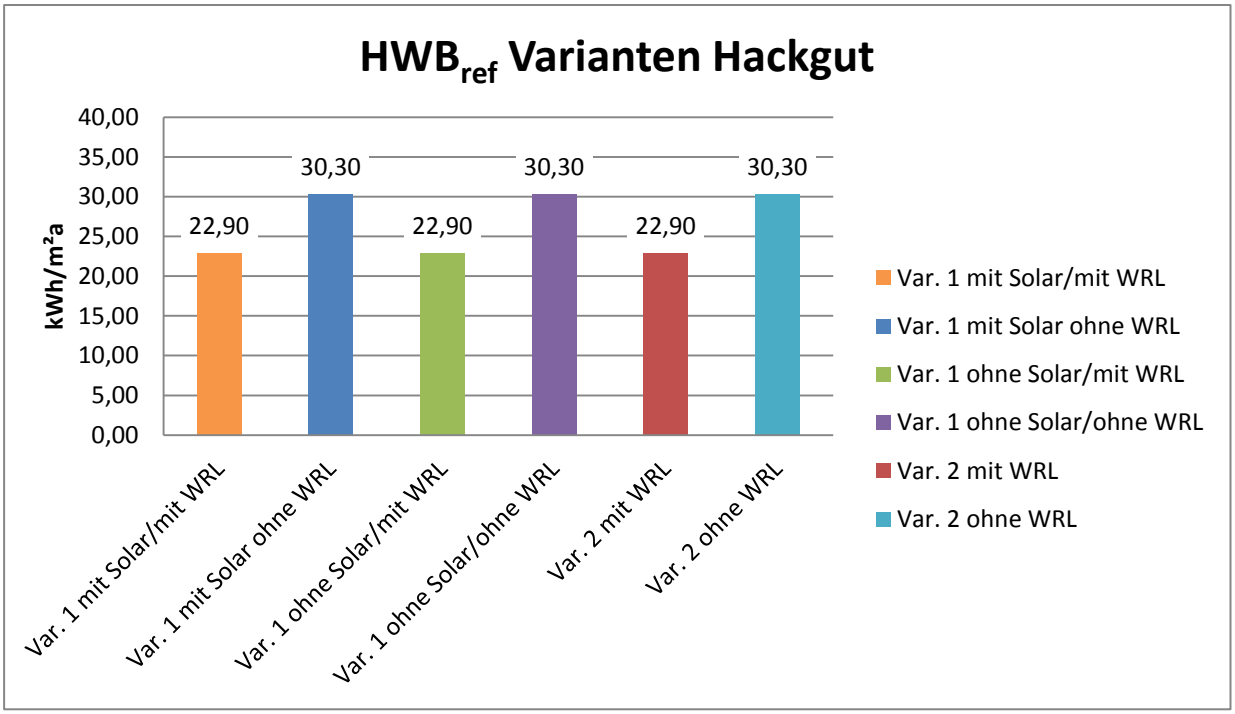


Diagramm 14.3.1

14.3.2 Endenergiebedarf

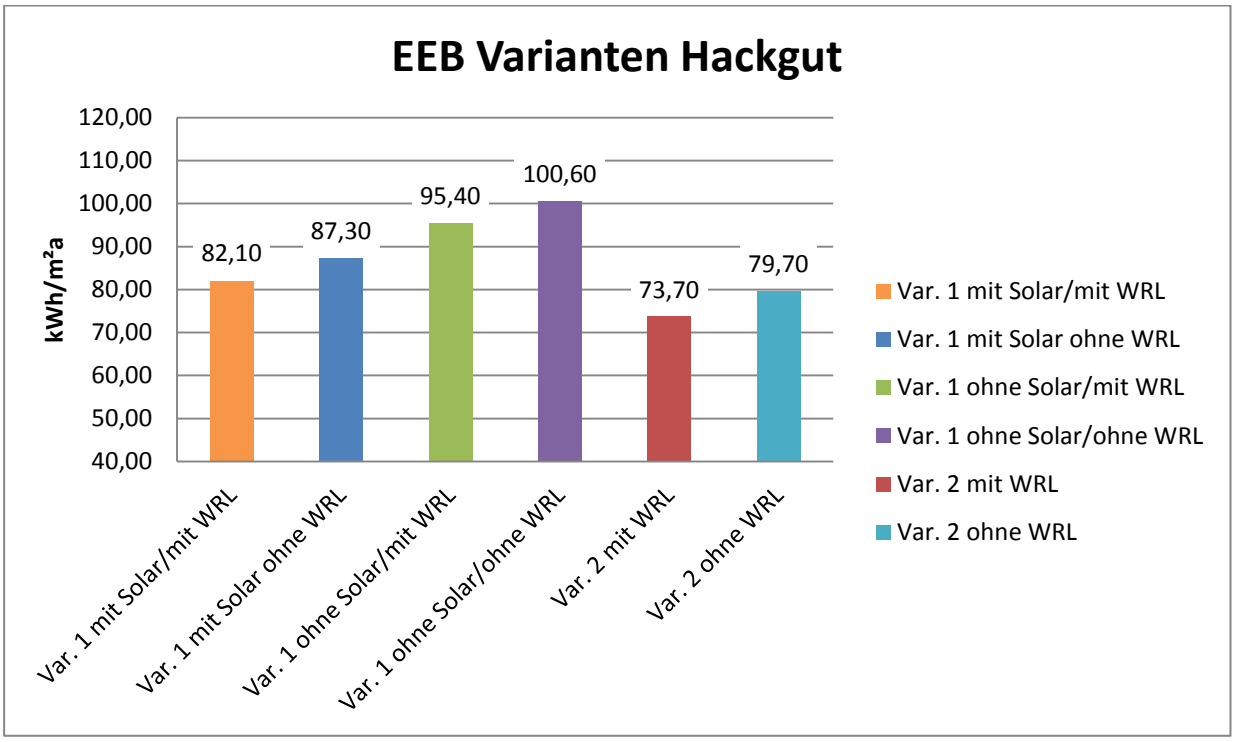


Diagramm 14.3.2

14.3.3 Primärenergiebedarf

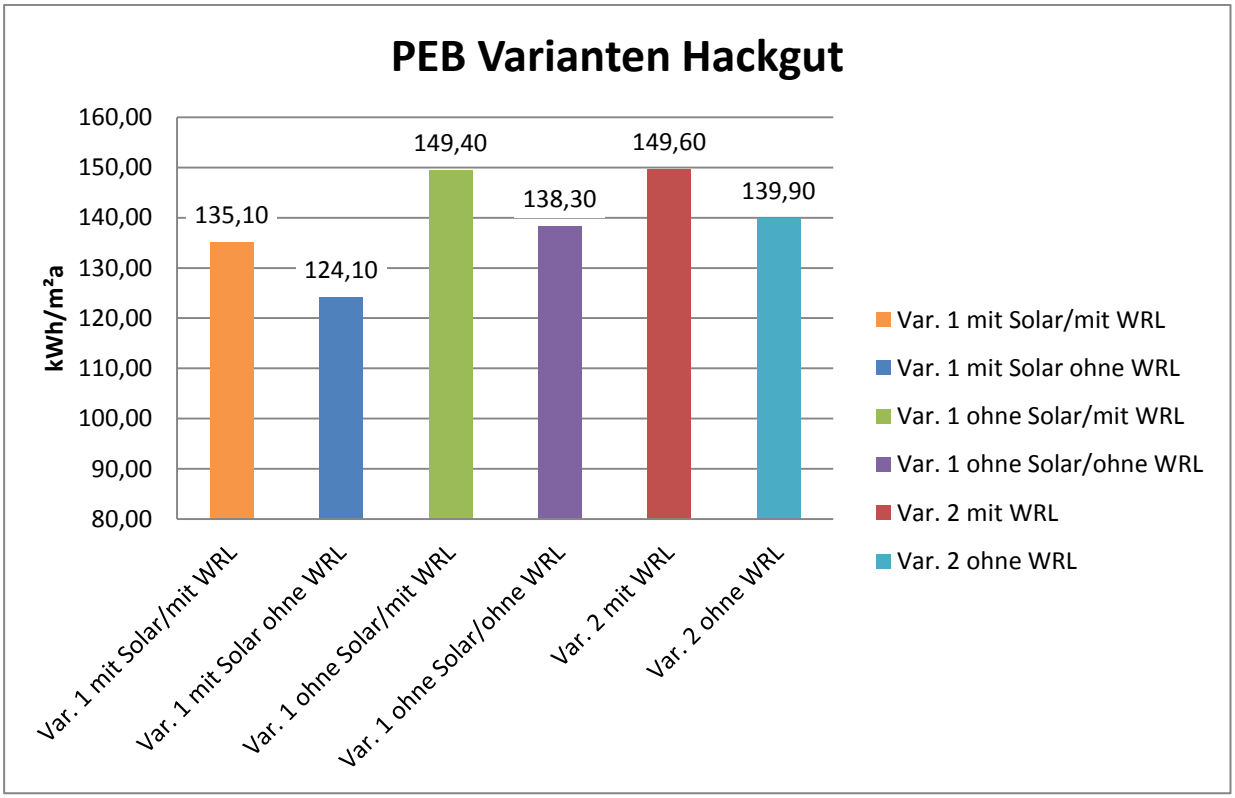


Diagramm14.3.3

14.3.4 Gesamtenergieeffizienz

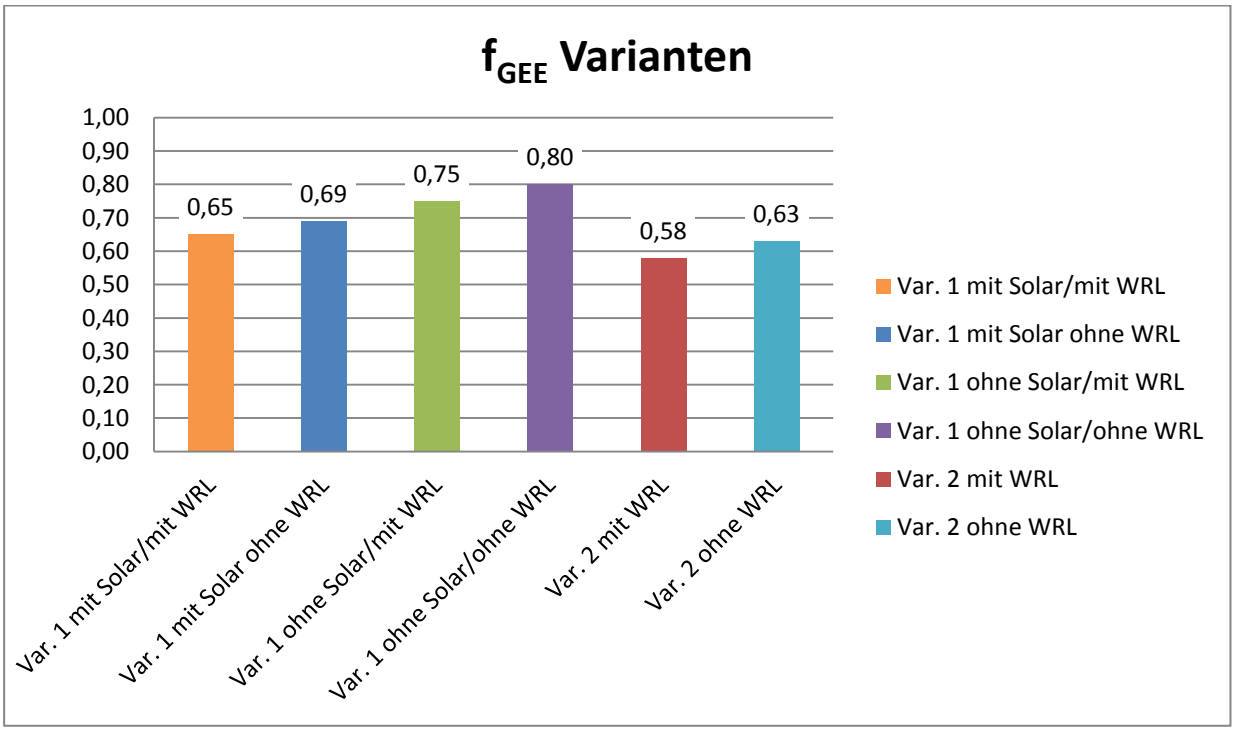


Diagramm 14.3.4

14.3.5 Kohlenstoffdioxid

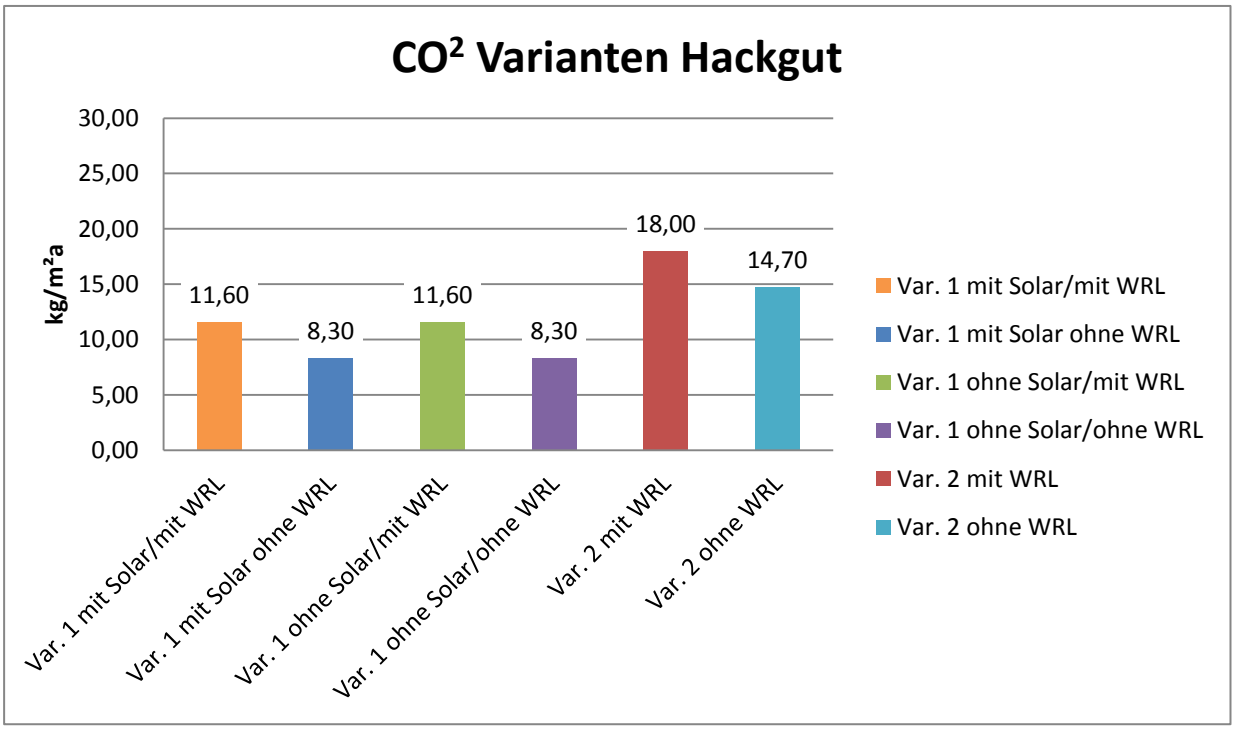


Diagramm 14.3.5

14.4 Fernwärme/Abwärme

14.4.1 Heizwärmebedarf

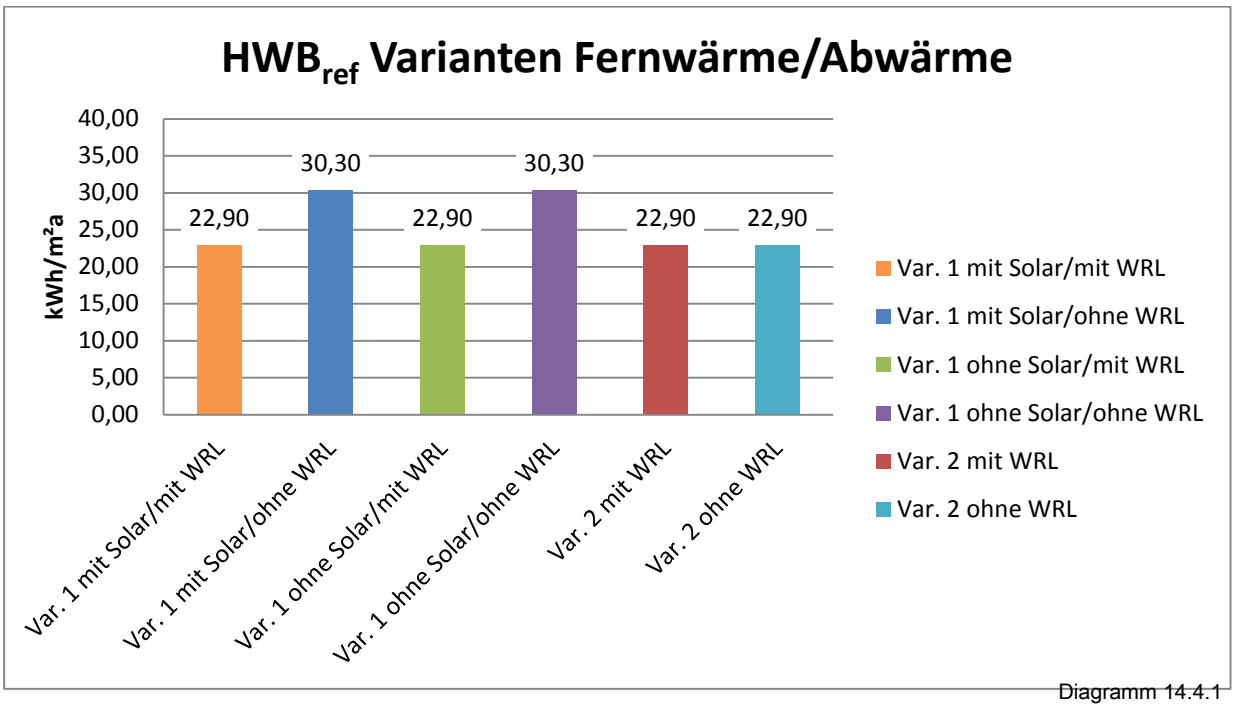


Diagramm 14.4.1

14.4.2 Endenergiebedarf

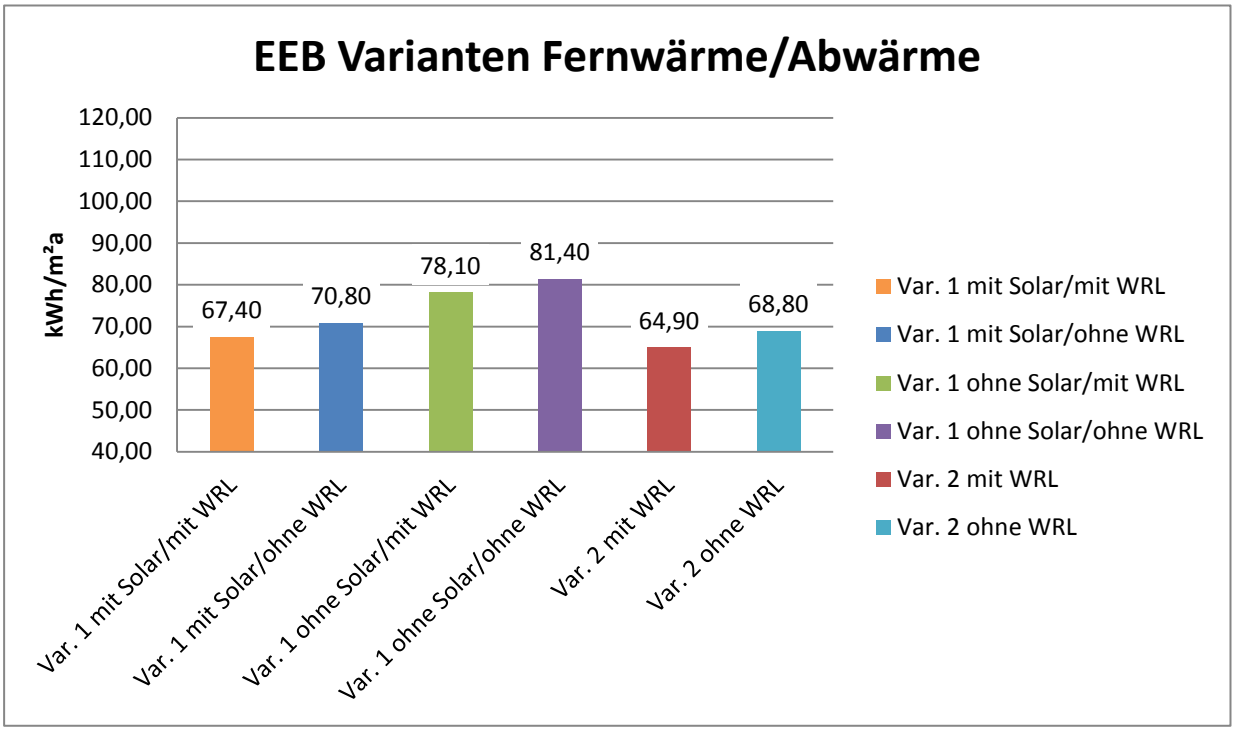


Diagramm 14.4.2

14.4.3 Primärenergiebedarf

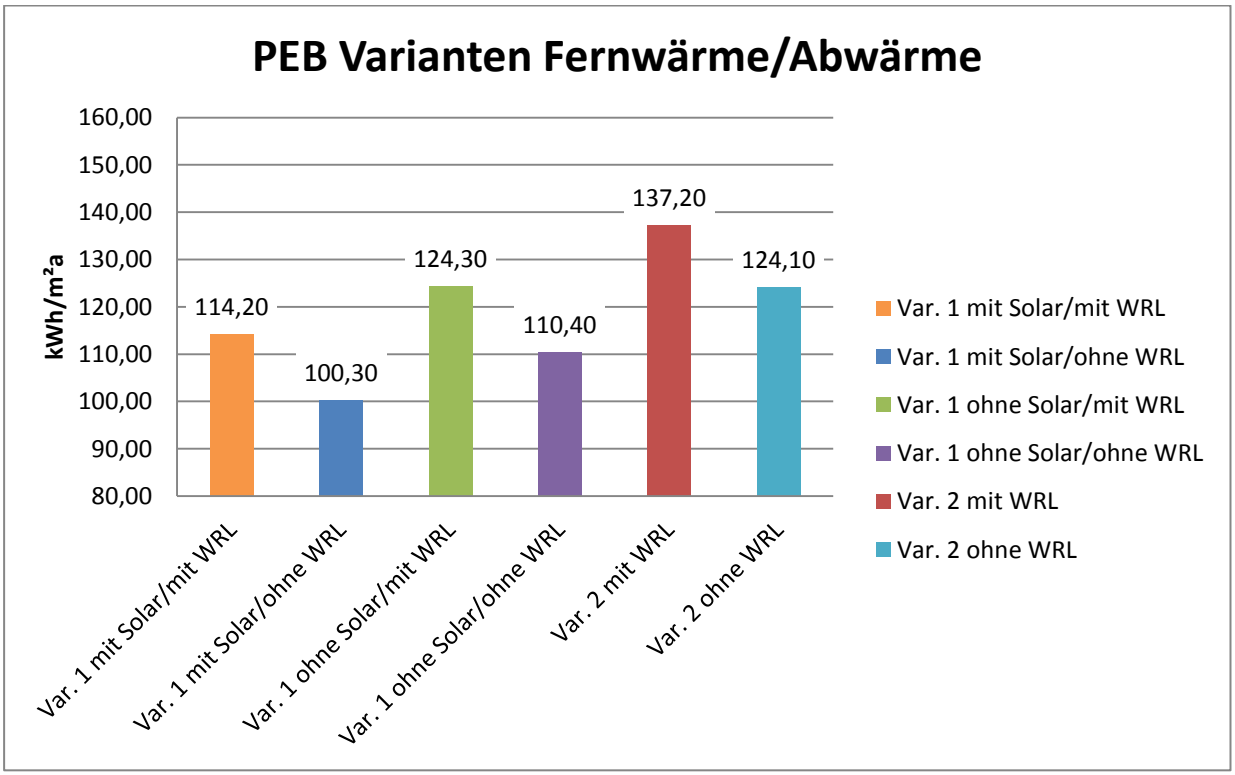


Diagramm 14.4.3

14.4.4 Gesamtenergieeffizienz

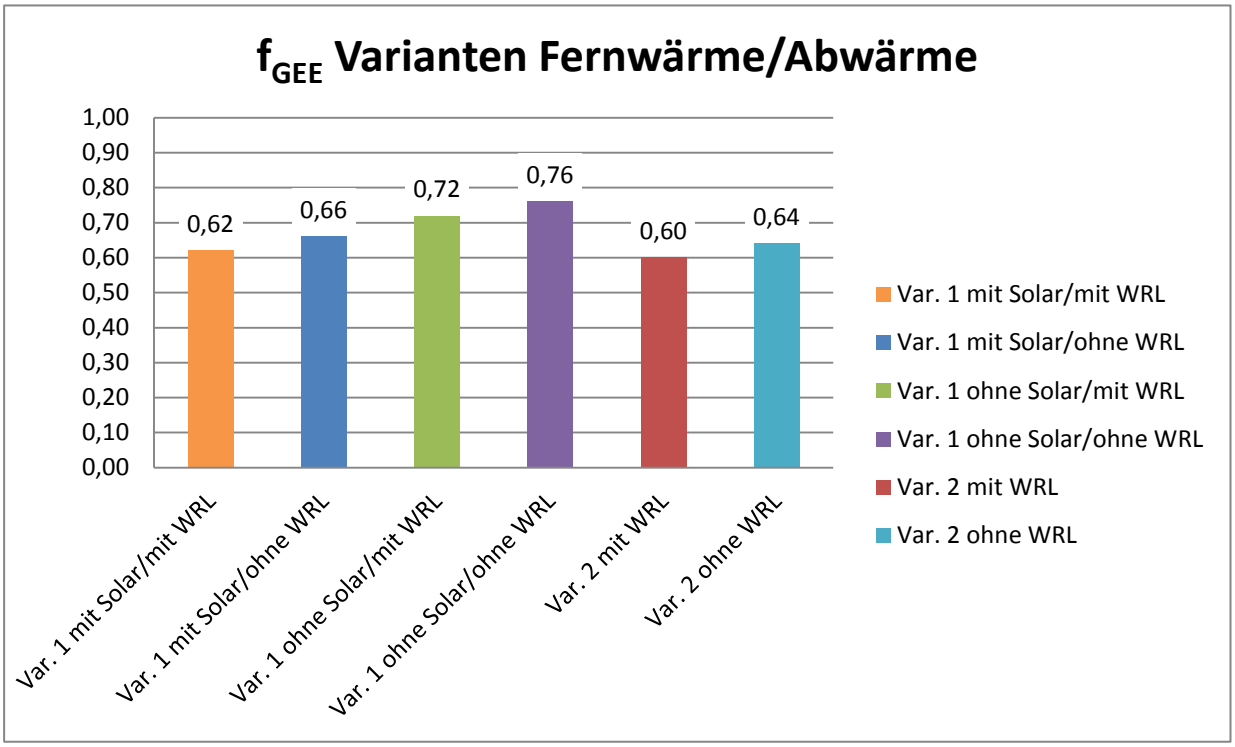


Diagramm 14.4.4

14.4.5 Kohlenstoffdioxid

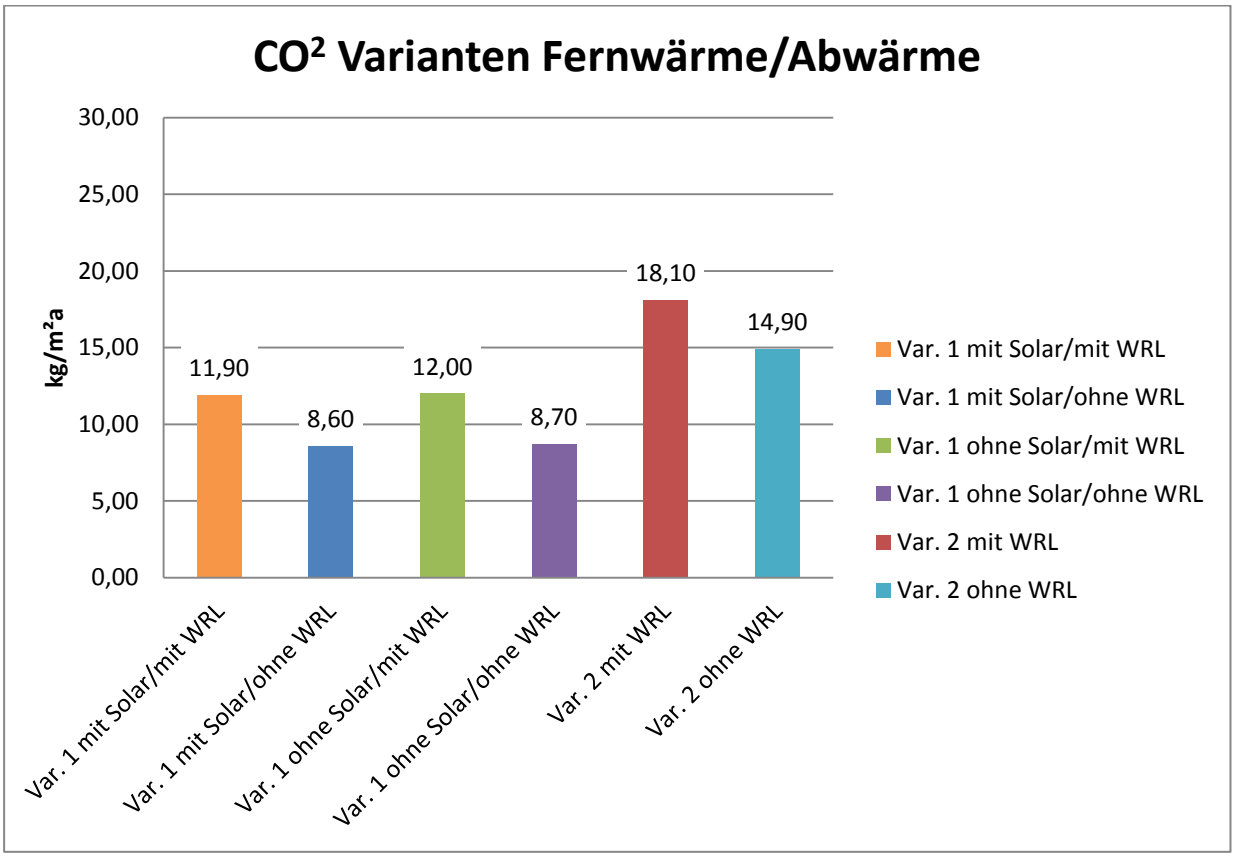


Diagramm 14.4.5

15. Einfluss Energieträger

Grundlage: 3-Spänner 0-System (siehe Punkt 3.1, Seite 21-23)

Im Anschluss werden verschiedenen Energieträger mit den verschiedenen Haustechnikvarianten gegenübergestellt. Wiederum ist hier zu beachten, dass es sich bei der Variante 1, der Warmwasseraufbereitung gebäudezentral kombiniert mit der Raumheizung und es sich bei Variante 2, der Warmwasseraufbereitung gebäudedezentral mit Warmwasserversorgung durch Elektroboiler, handelt.

15.1 mit Solar/mit Wohnraumlüftung

15.1.1 Endenergiebedarf

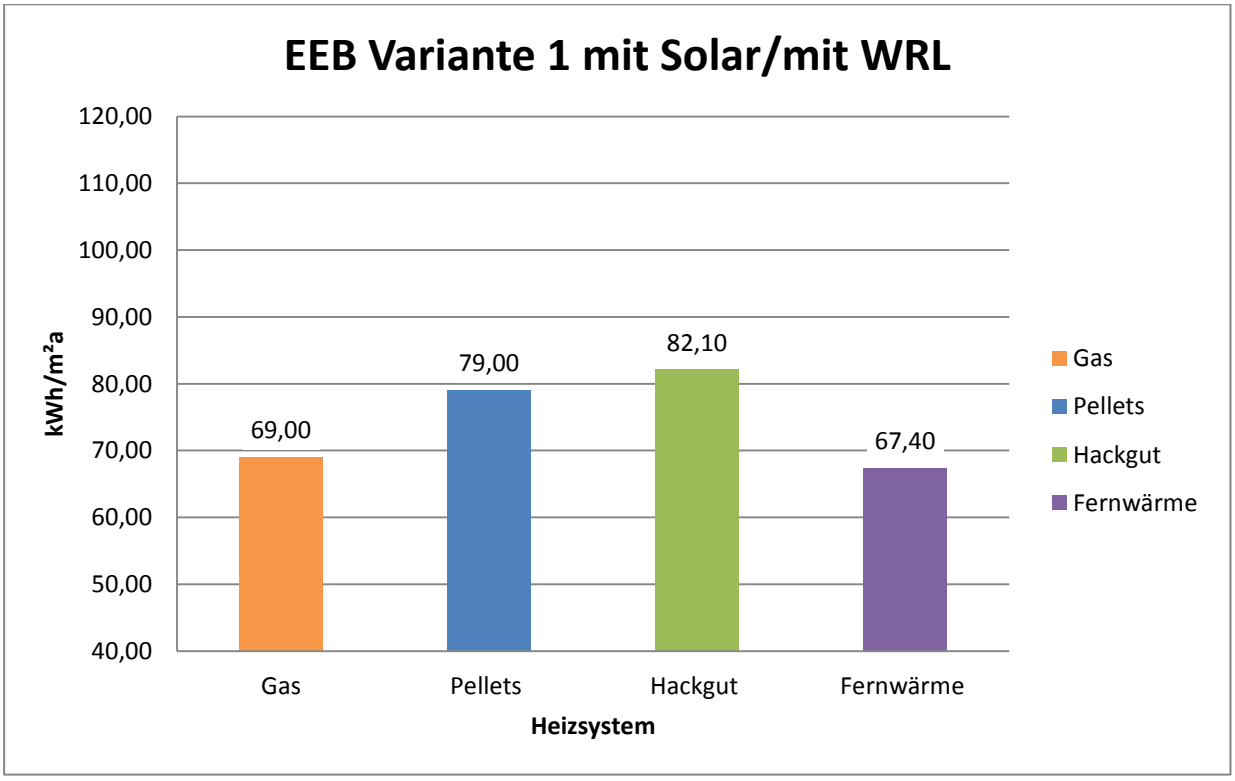


Diagramm 15.1.1

15.1.2 Primärenergiebedarf

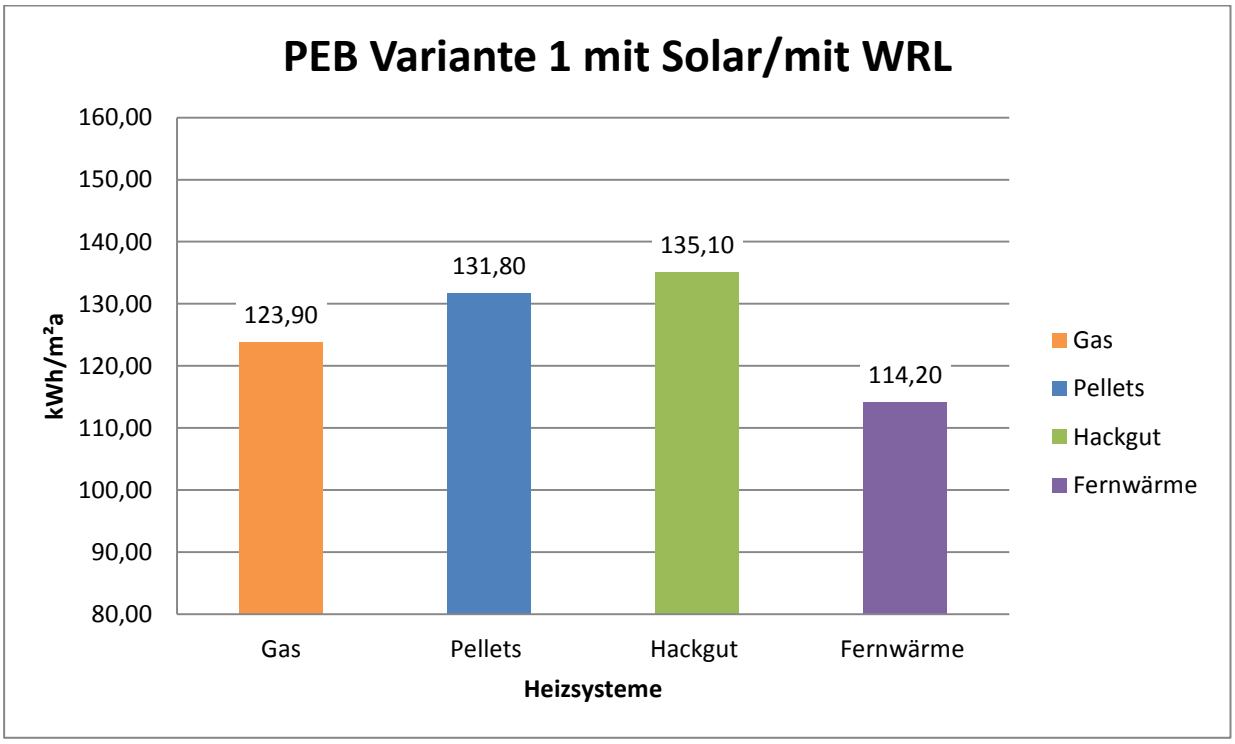


Diagramm 15.1.2

15.1.3 Gesamtenergieeffizienz

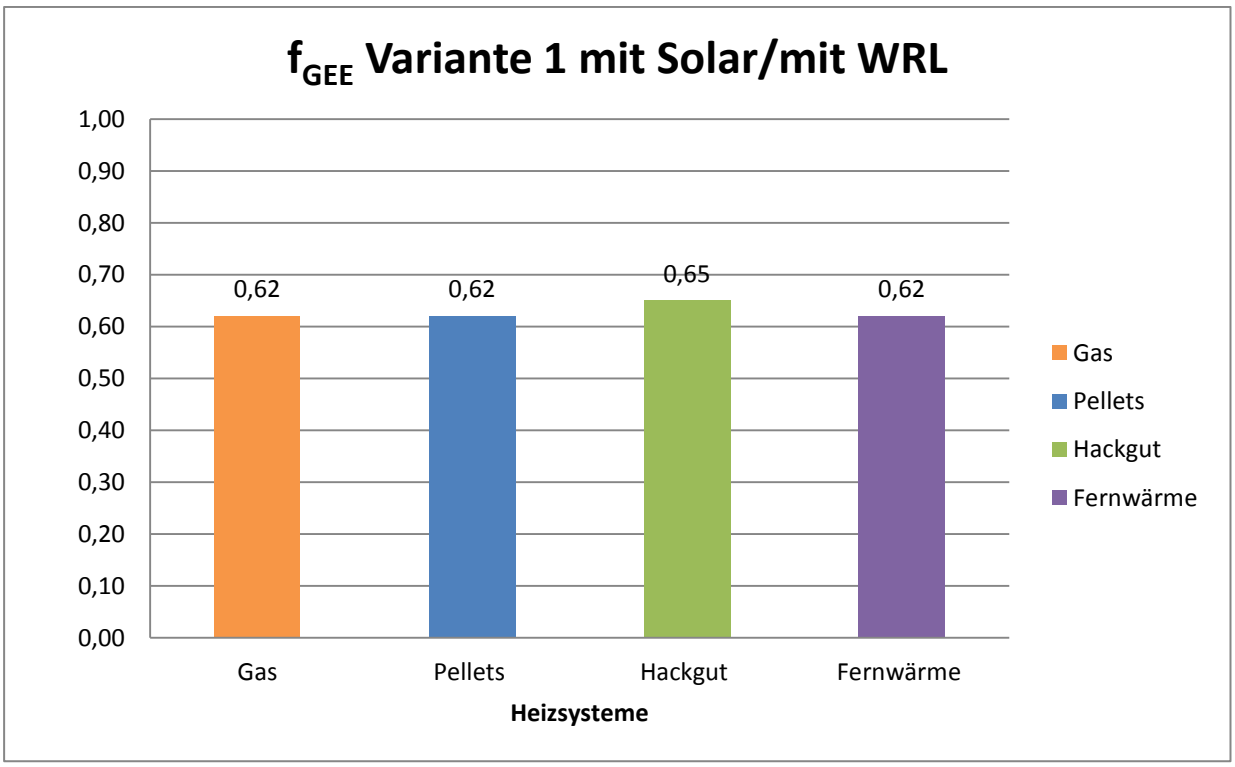


Diagramm 15.1.3

15.1.4 Kohlenstoffdioxid

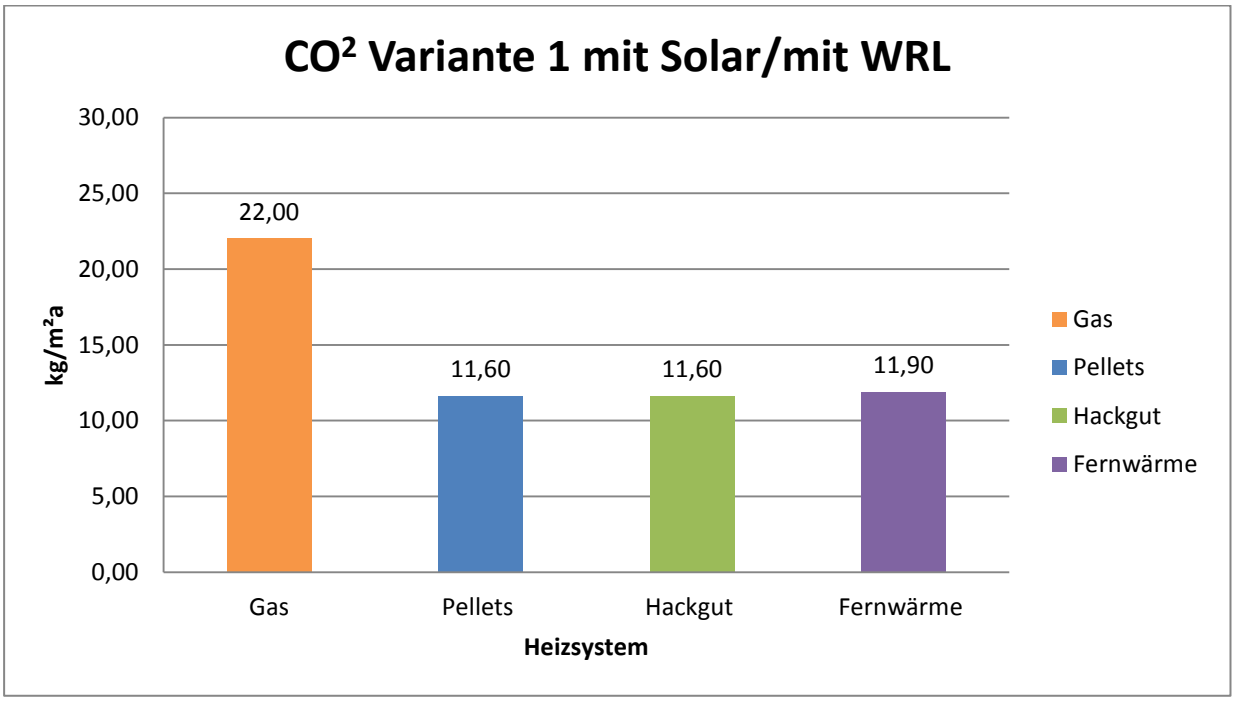


Diagramm 15.1.4

15.2 mit Solar/ohne Wohnraumlüftung

15.2.1 Endenergiebedarf

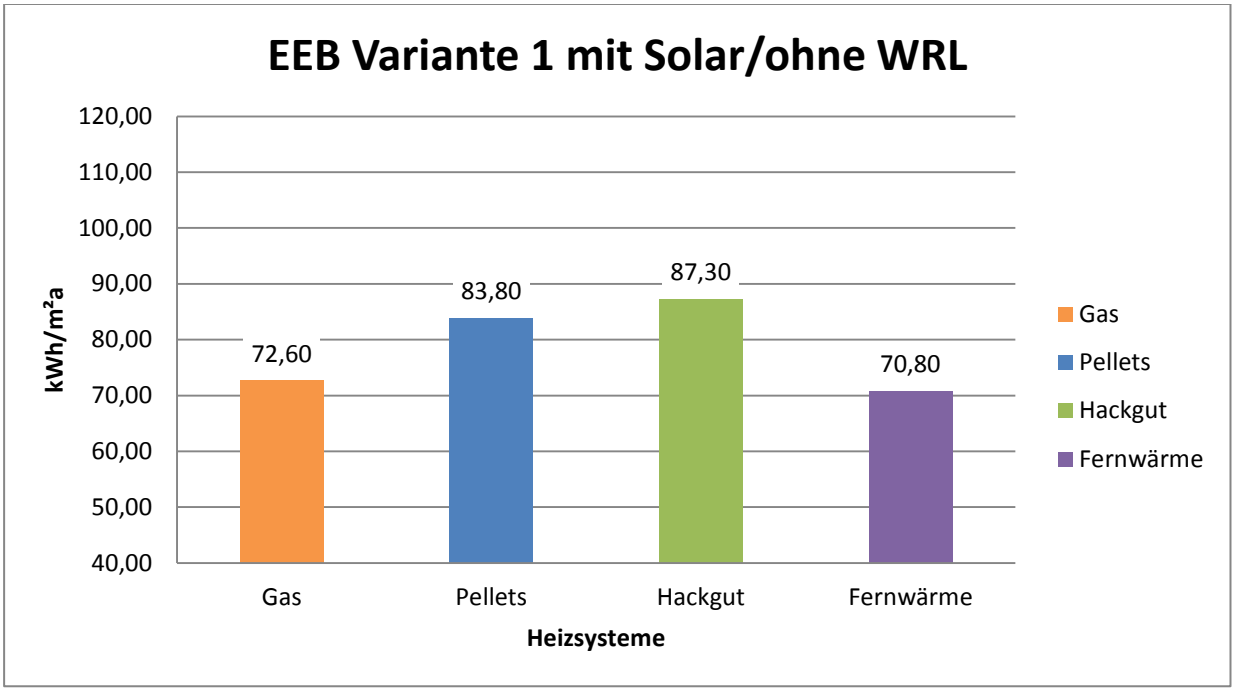


Diagramm 15.2.1

15.2.2 Primärenergiebedarf

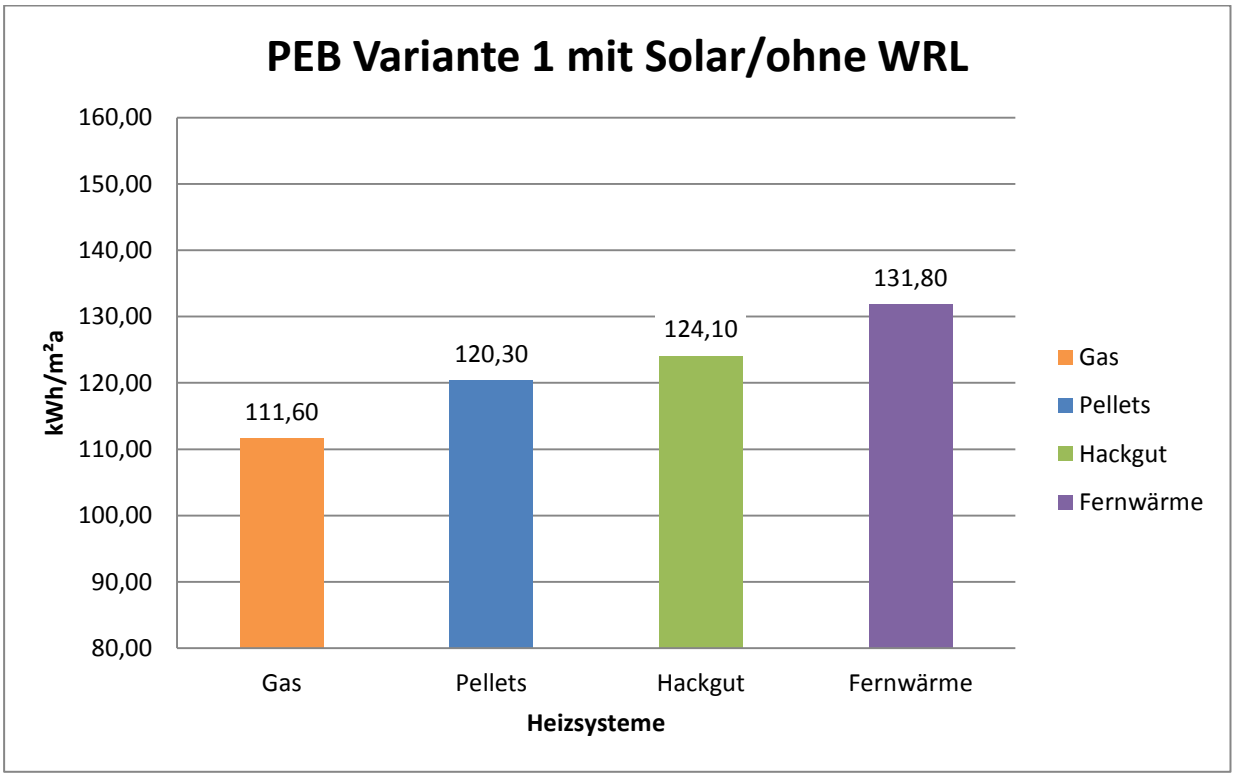


Diagramm 15.2.2

15.2.3 Gesamtenergieeffizienz

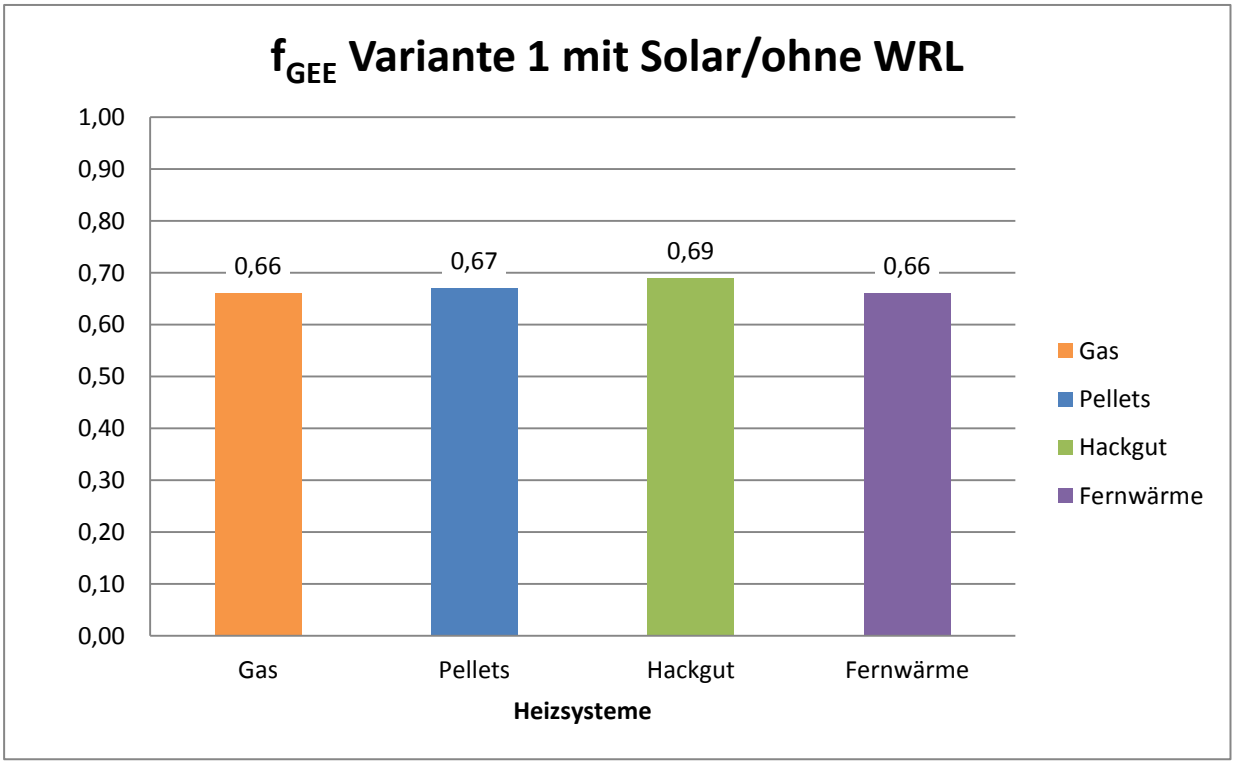


Diagramm 15.2.3

15.2.4 Kohlenstoffdioxid

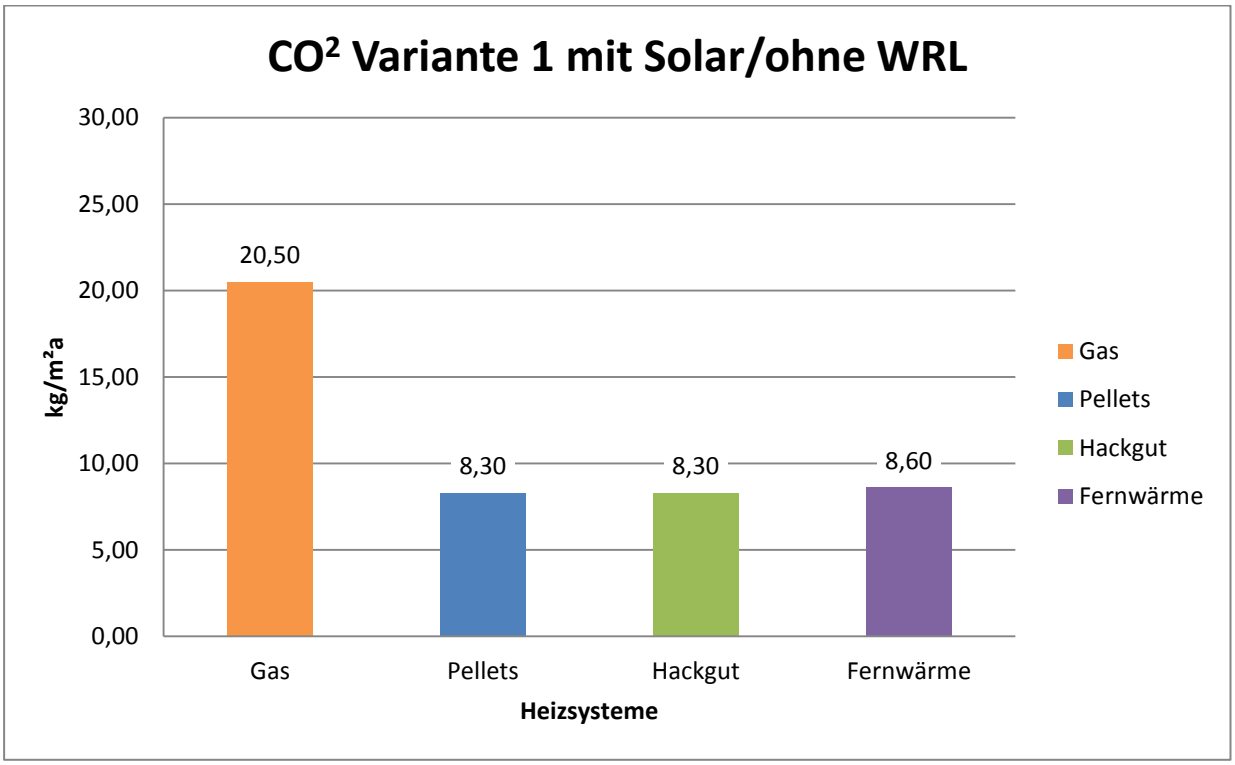


Diagramm 15.2.4

15.3 ohne Solar/mit Wohnraumlüftung

15.3.1 Endenergiebedarf

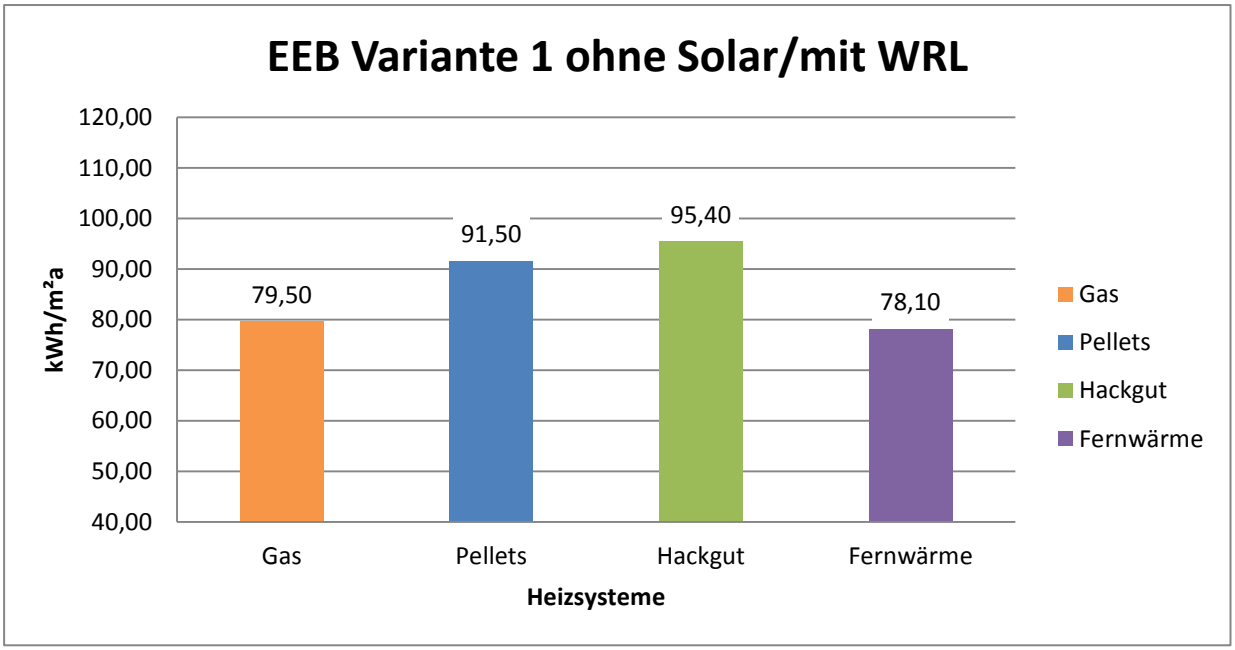


Diagramm 15.3.1

15.3.2 Primärenergiebedarf

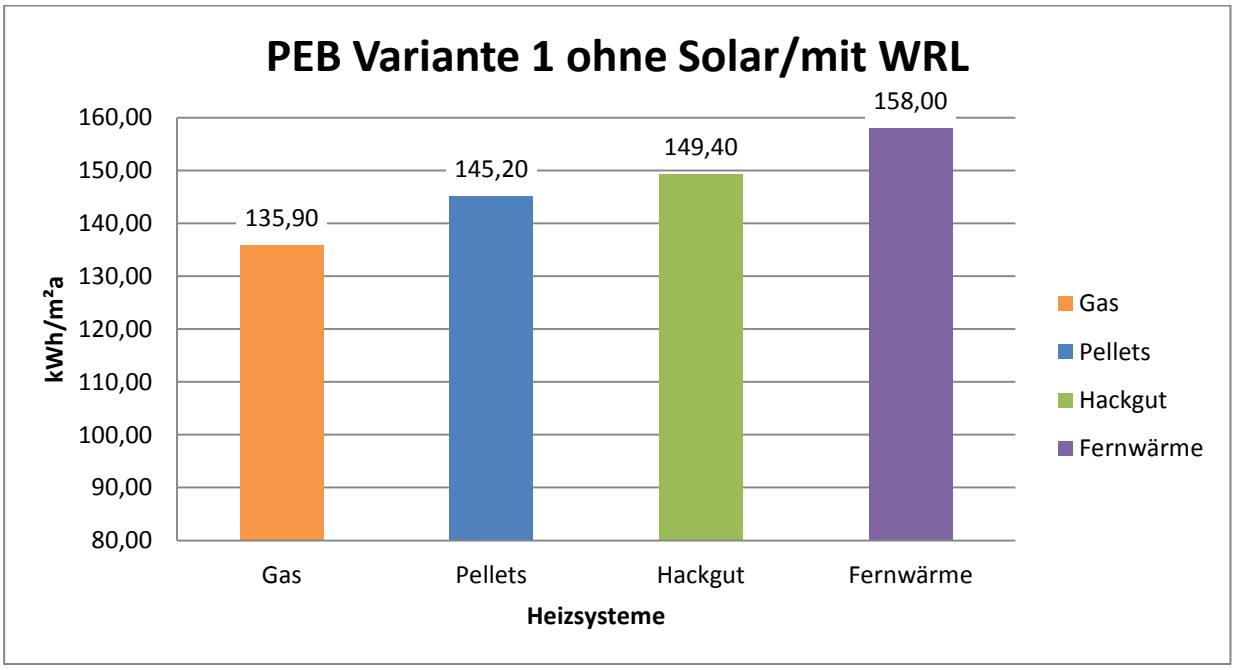


Diagramm 15.3.2

15.3.3 Gesamtenergieeffizienz

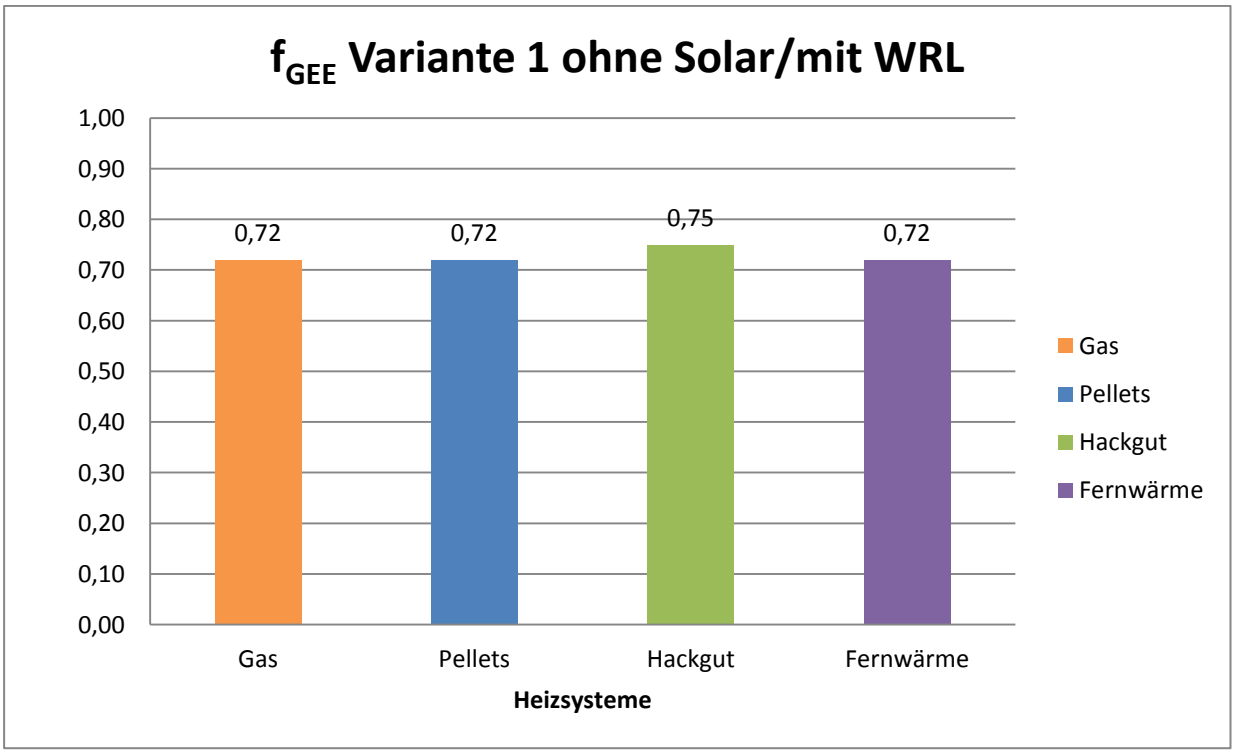


Diagramm 15.3.3

15.3.4 Kohlenstoffdioxid

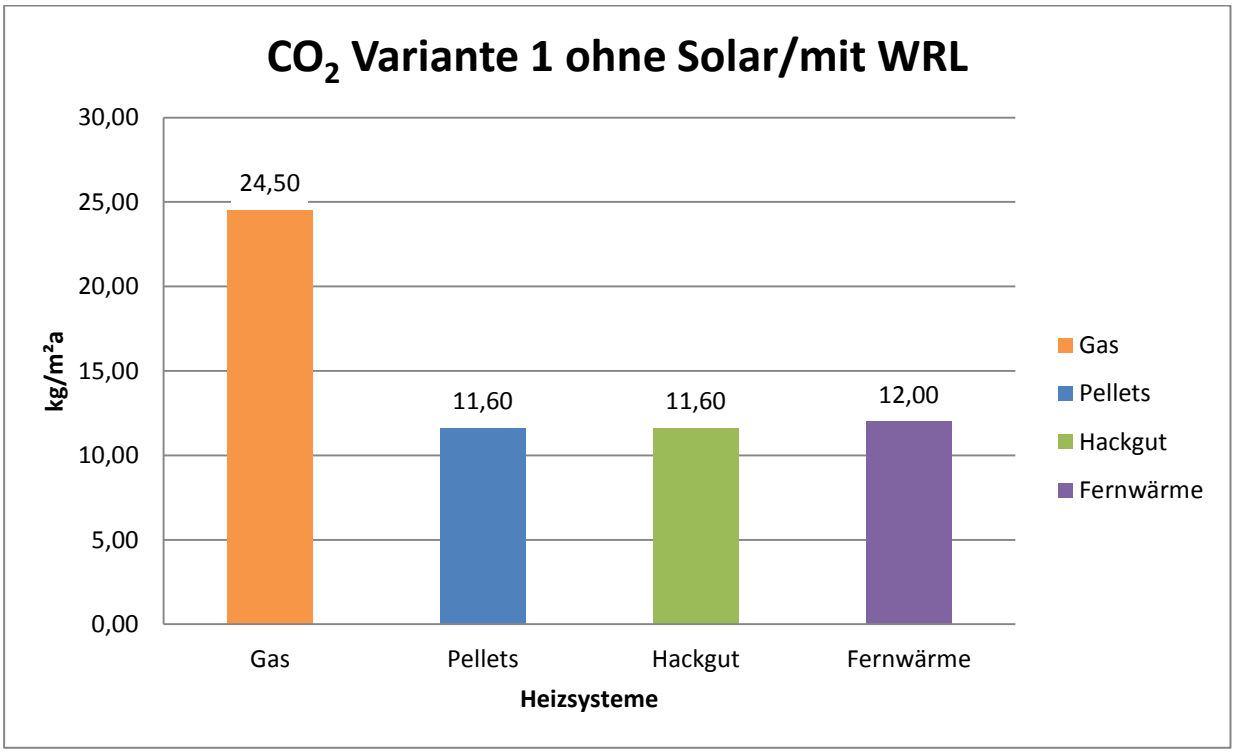


Diagramm 15.3.4

15.4 ohne Solar/ohne Wohnraumlüftung

15.4.1 Endenergiebedarf

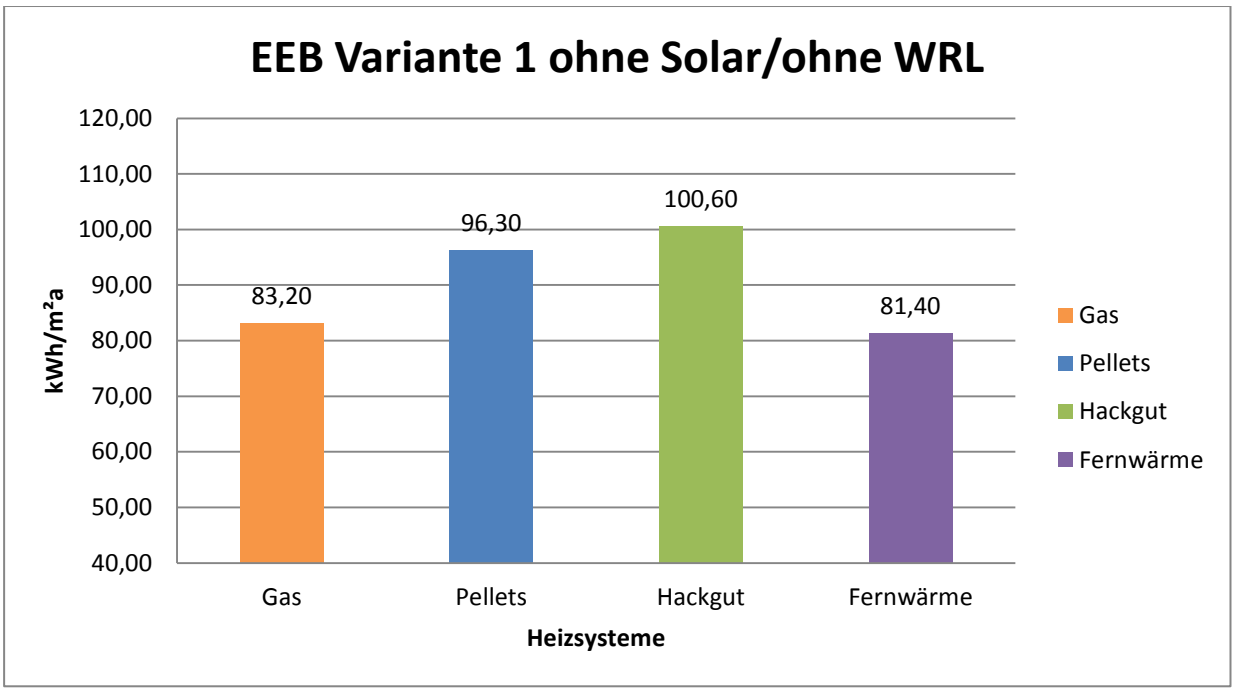


Diagramm 15.4.1

15.4.2 Primärenergiebedarf

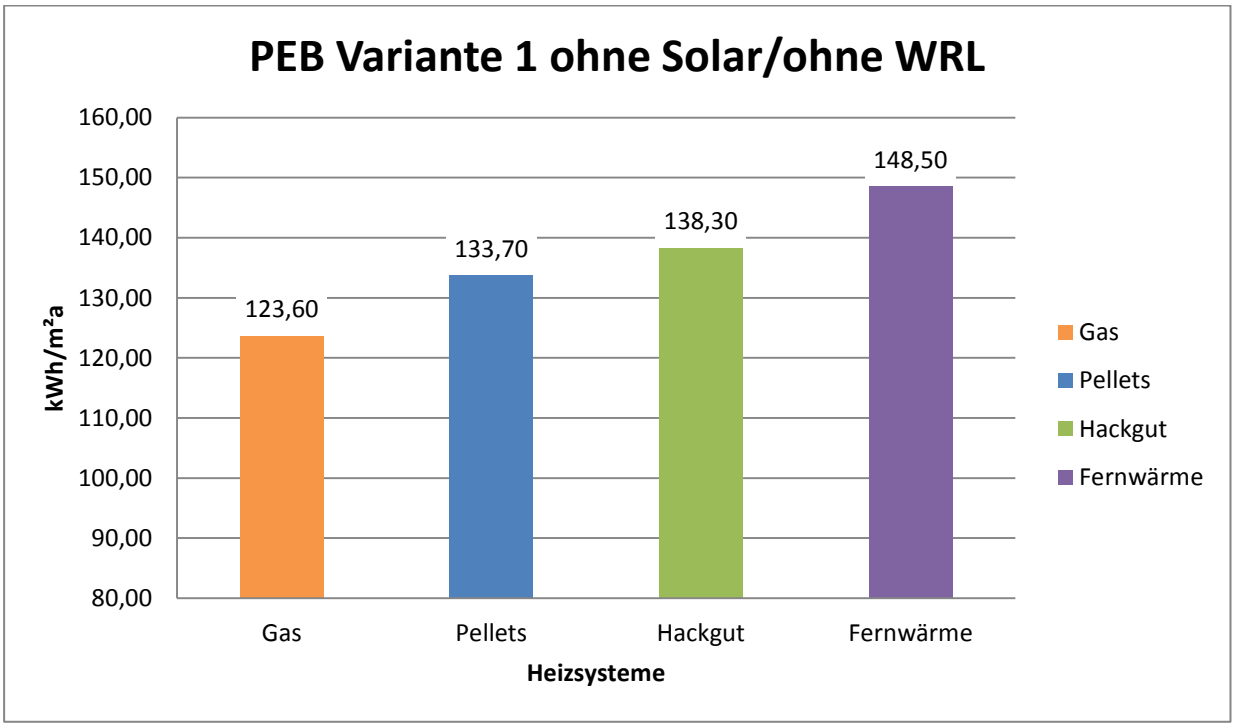


Diagramm 15.4.2

15.4.3 Gesamtenergieeffizienz

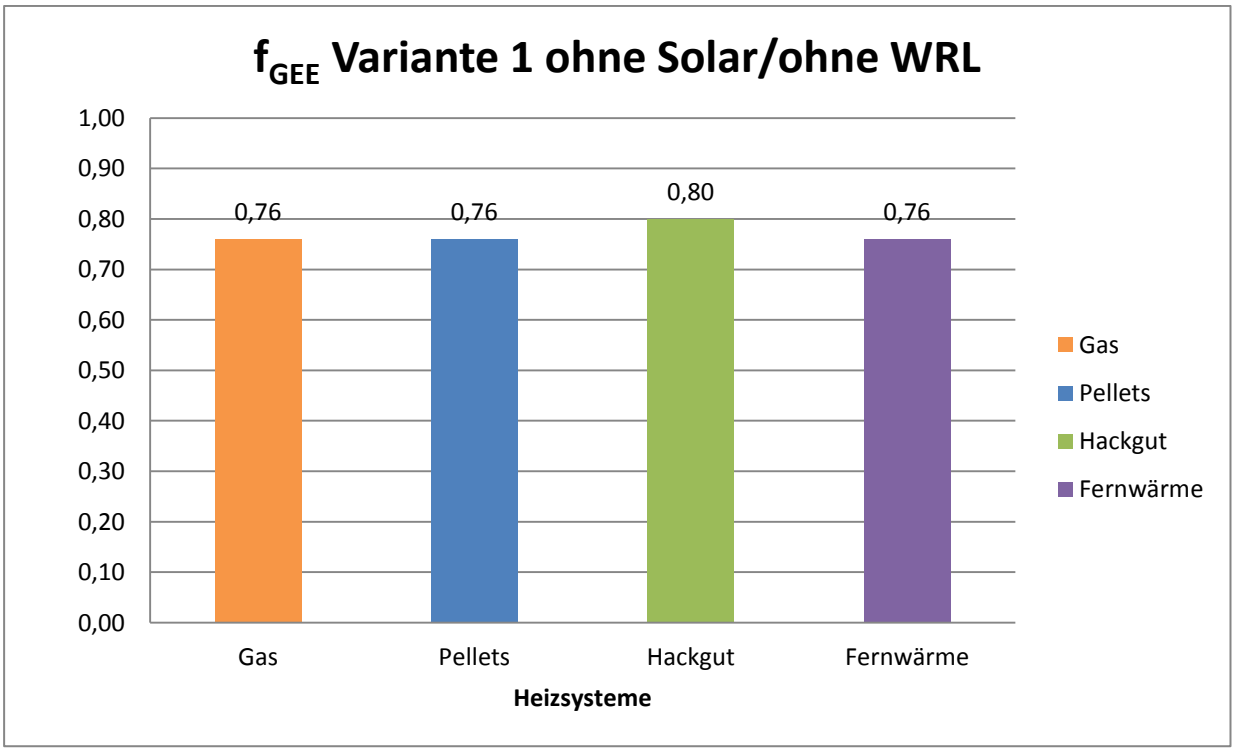


Diagramm 15.4.3

15.4.4 Kohlenstoffdioxid

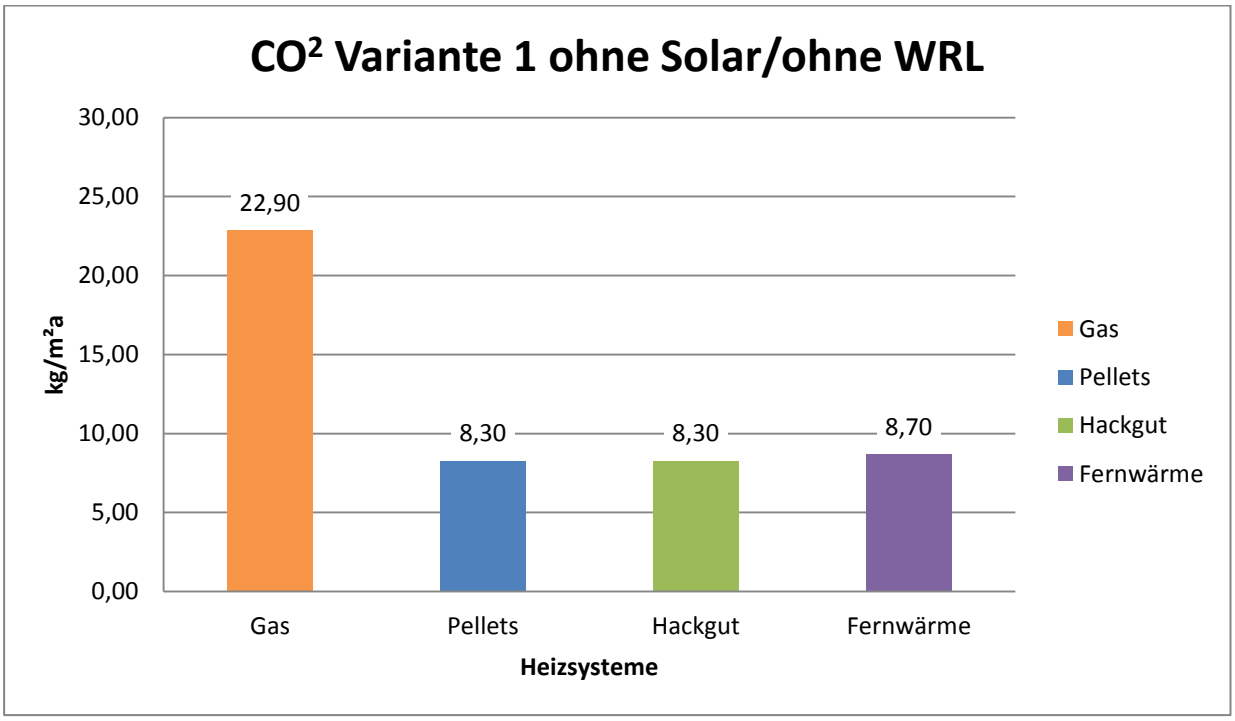


Diagramm 15.4.4

15.5 Variante 2 mit Wohnraumlüftung

15.5.1 Endenergiebedarf

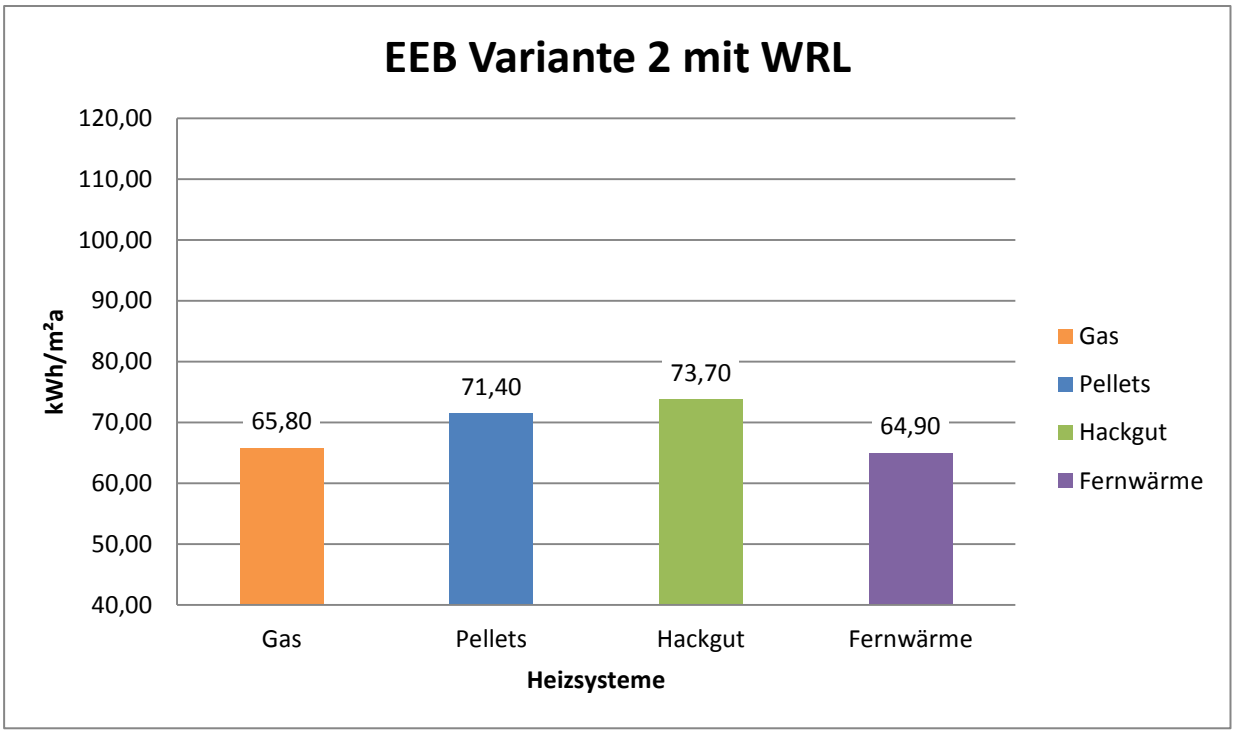


Diagramm 15.5.1

15.5.2 Primärenergiebedarf

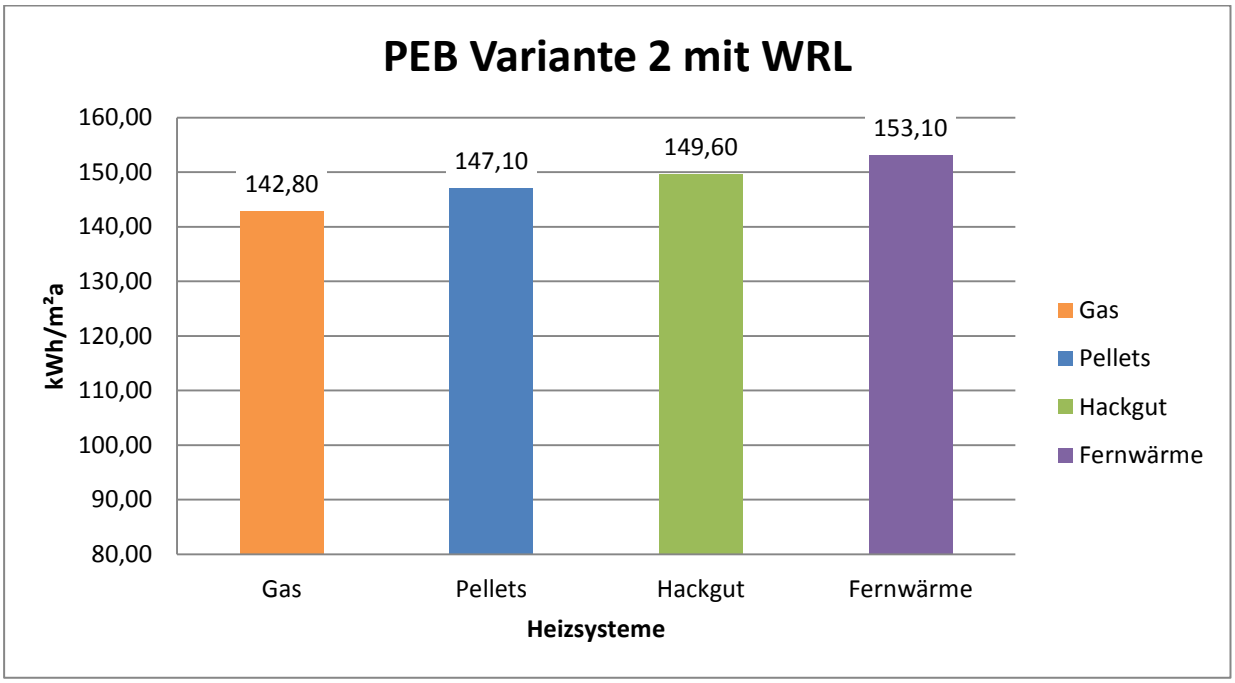


Diagramm 15.5.2

15.5.3 Gesamtenergieeffizienz

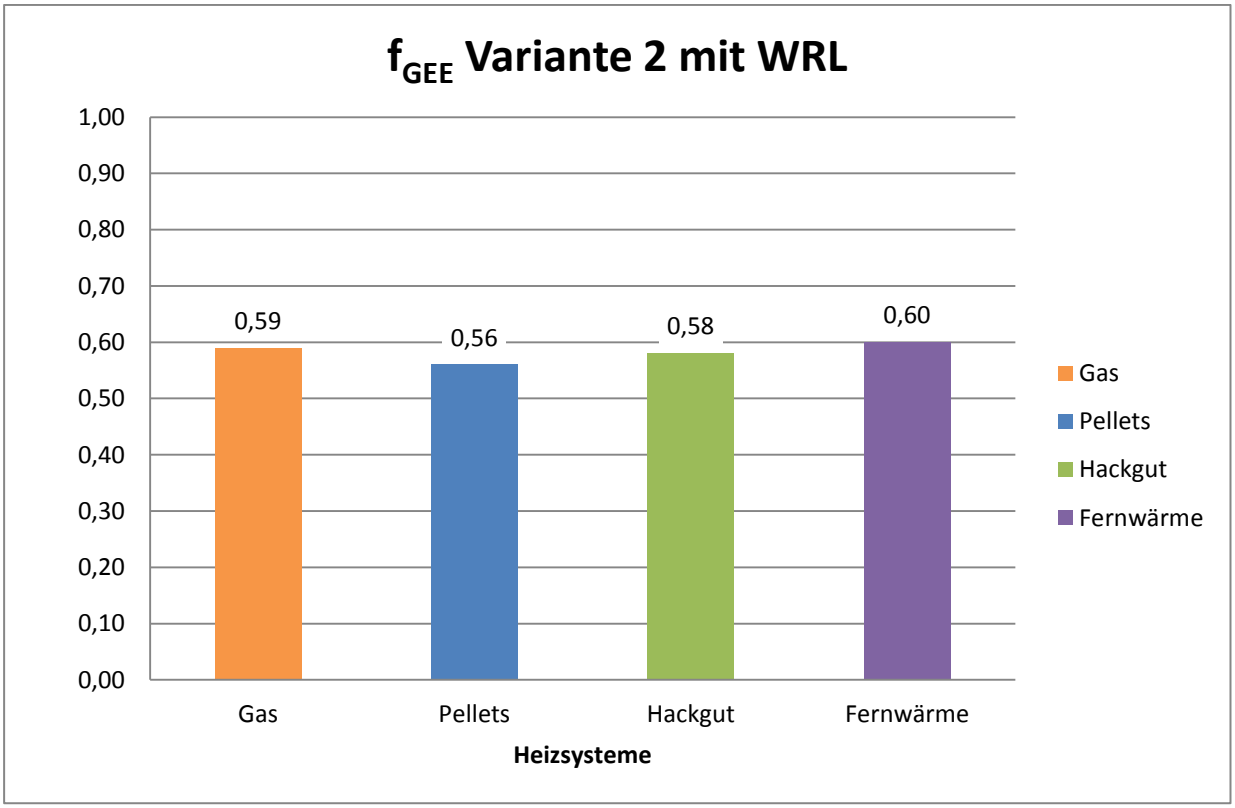


Diagramm 15.5.3

15.5.4 Kohlenstoffdioxid

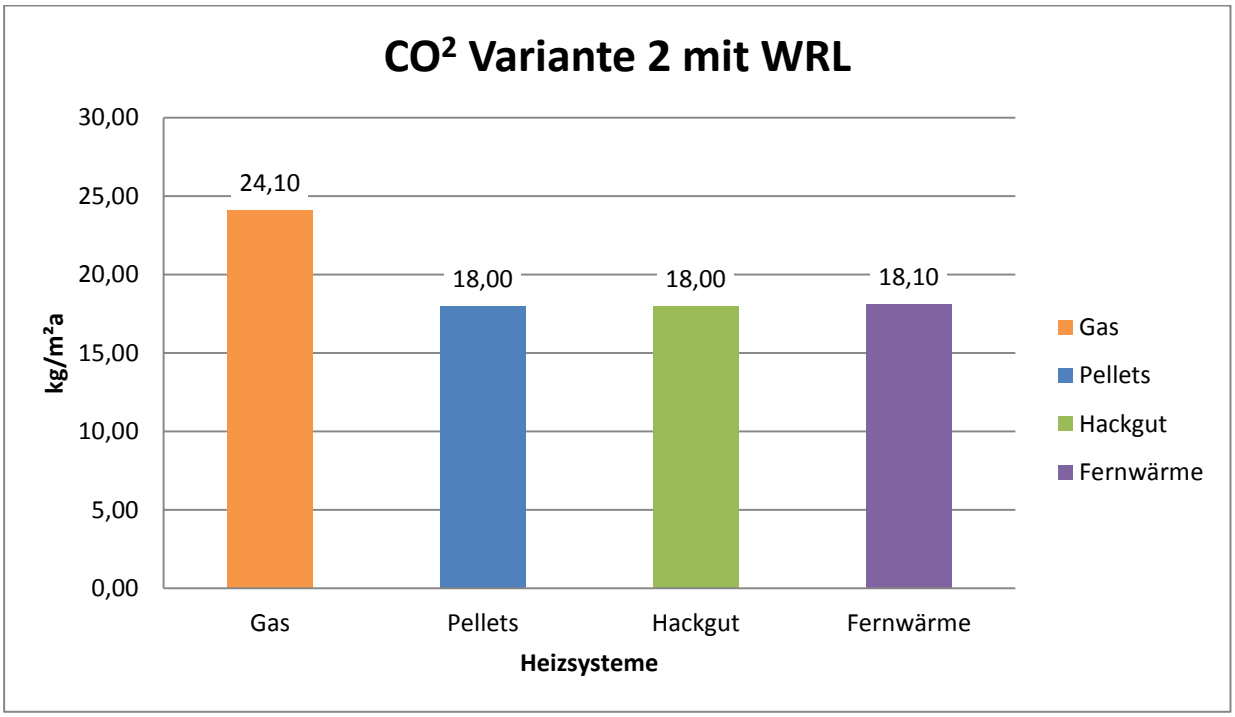


Diagramm 15.5.4

15.6 Variante 2 ohne Wohnraumlüftung

15.6.1 Endenergiebedarf

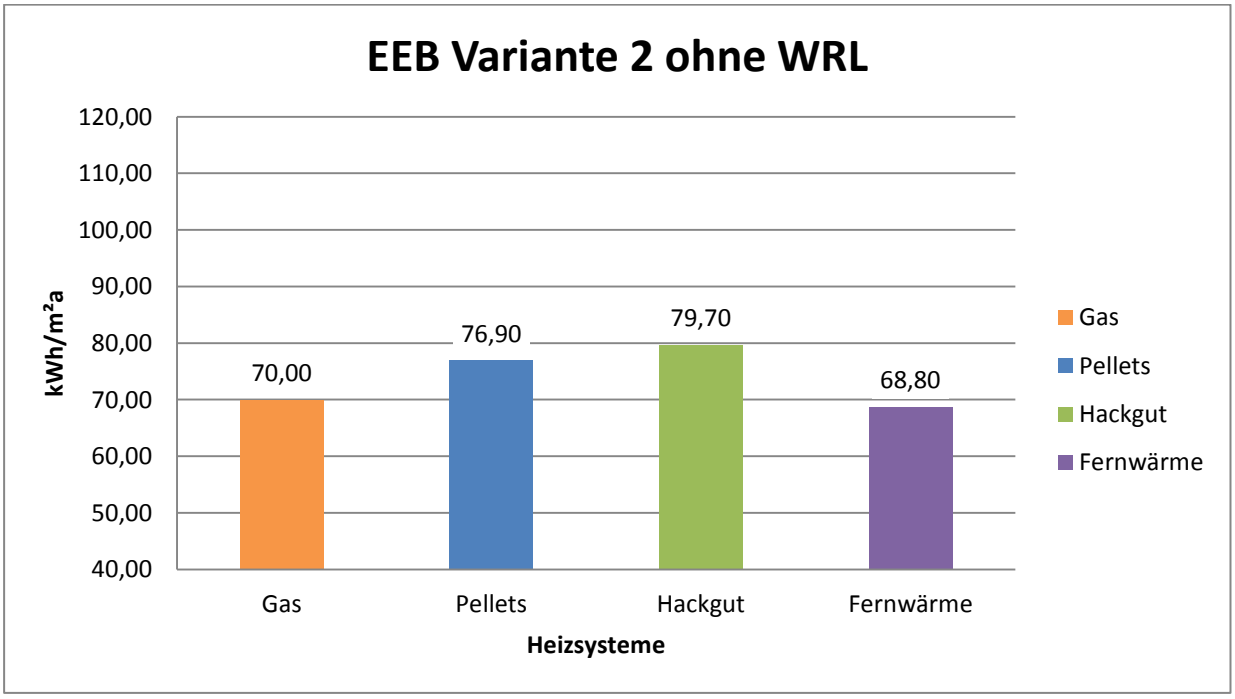


Diagramm 15.6.1

15.6.2 Primärenergiebedarf

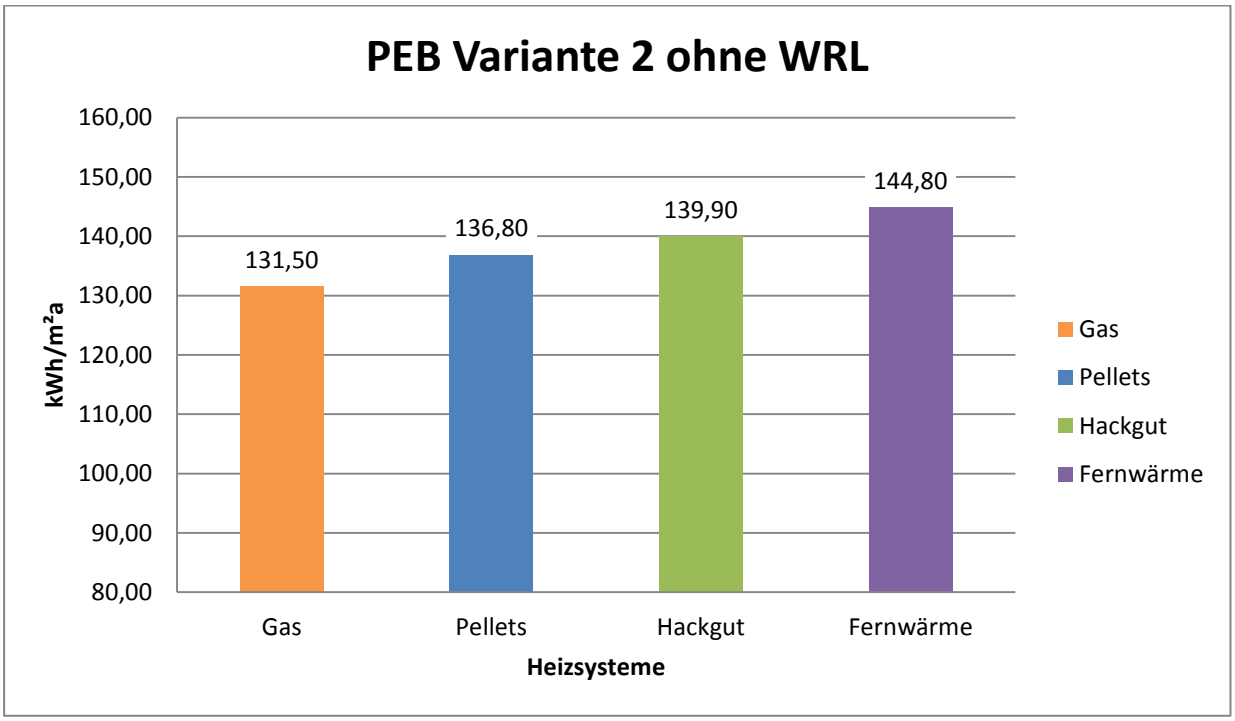


Diagramm 15.6.2

15.6.3 Gesamtenergieeffizienz

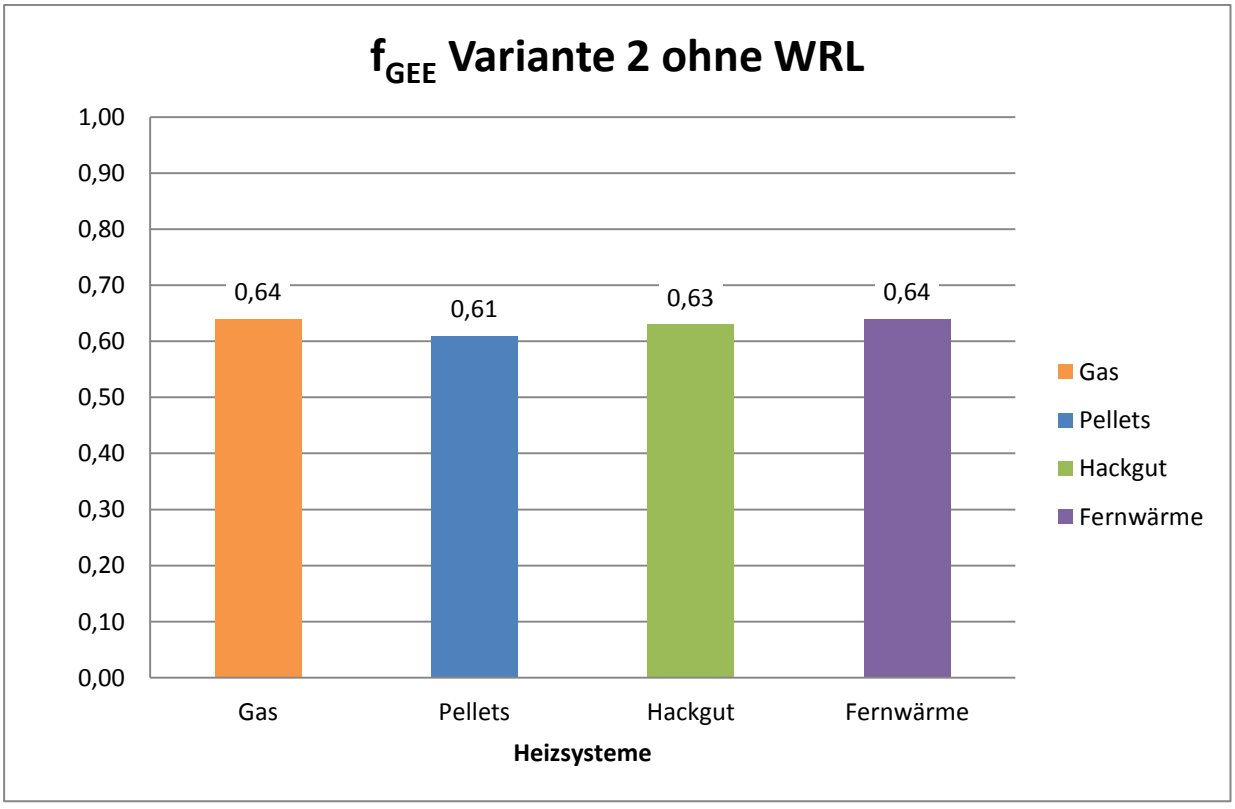


Diagramm 15.6.3

15.6.4 Kohlenstoffdioxid

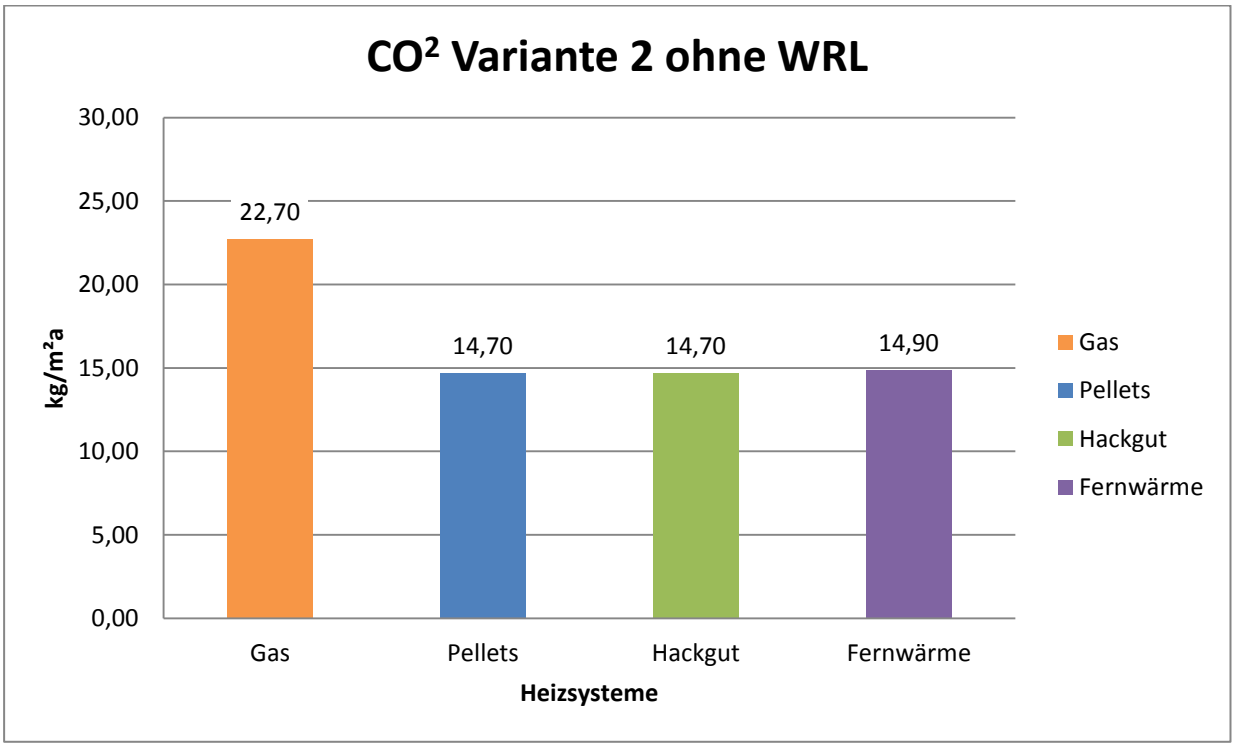


Diagramm 15.6.4

16. Einfluss Kompaktheit

Grundlage: 3-Spänner 0-System (siehe Punkt 3.1, Seite 21-23)

Um herauszufinden wie sich die Werte bei verschiedener Kompaktheit verändern, wurden die schlechteste Kompaktheit 0,57 (3-Spänner EG+1), das 0-System (3-Spänner EG+2) und die beste Kompaktheit 0,35 (2x3-Spänner EG+5), bezogen auf die zwei Mehrfamilienhaustypen, gegenübergestellt.

16.1 Heizwärmebedarf

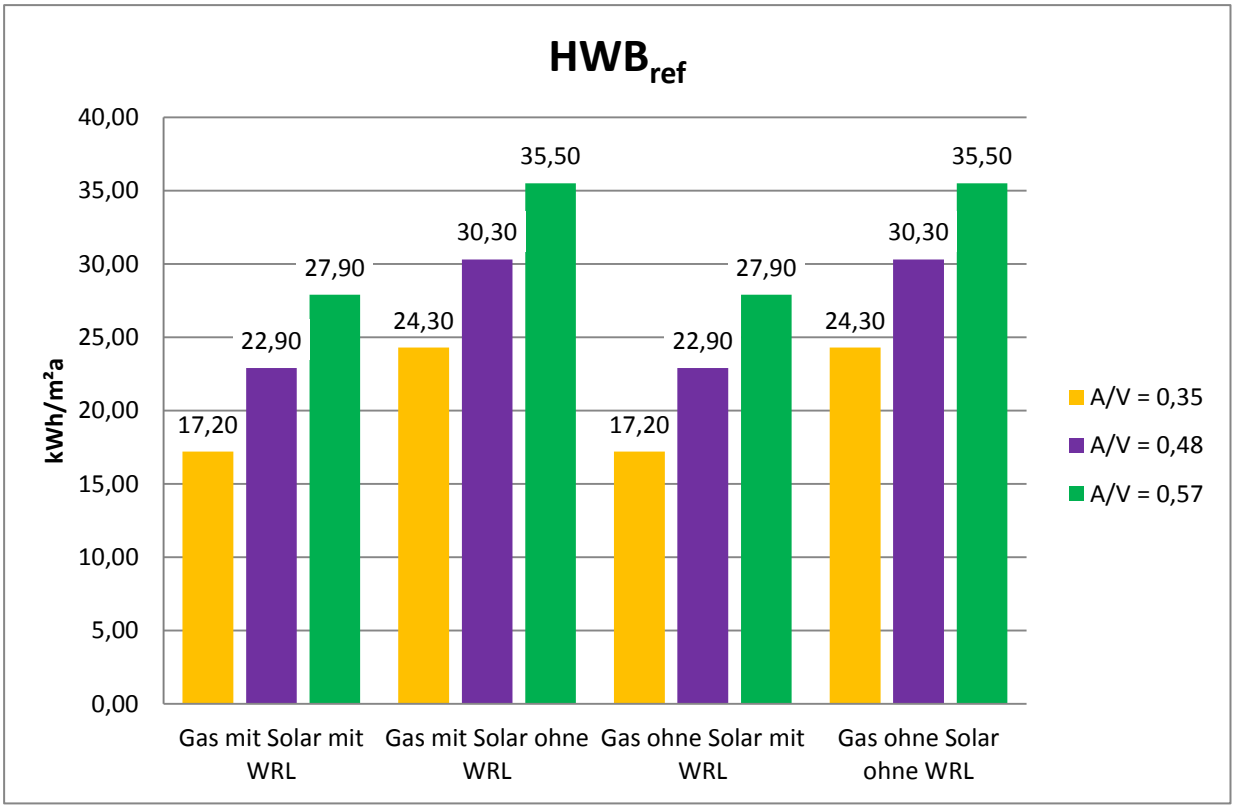


Diagramm16.1

16.2 Endenergiebedarf

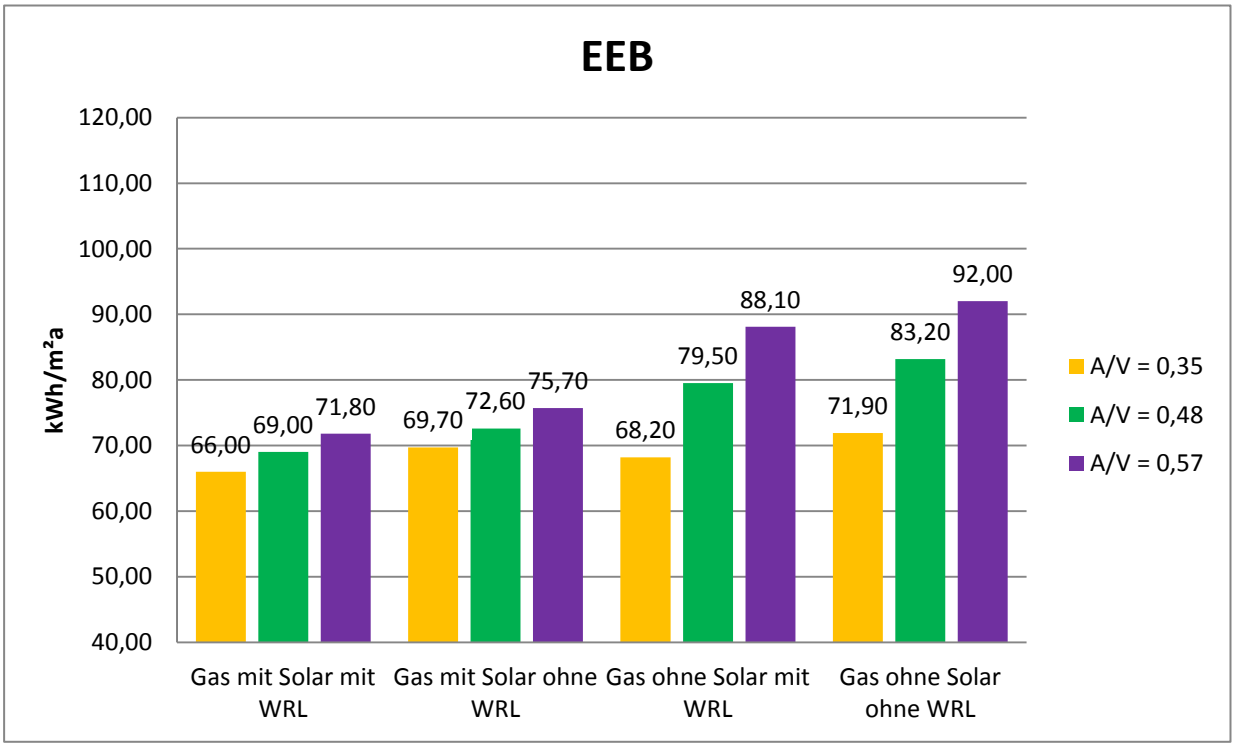


Diagramm 16.2

16.3 Primärenergiebedarf

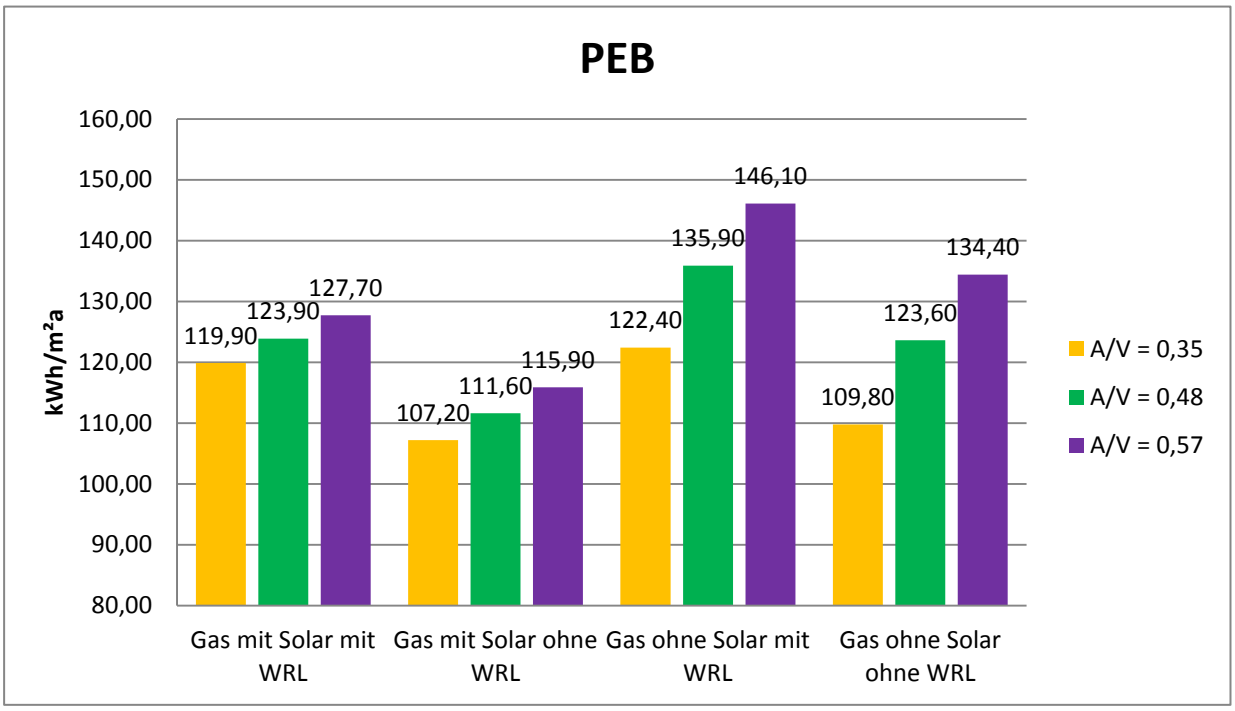


Diagramm 16.3

16.4 Kohlenstoffdioxid

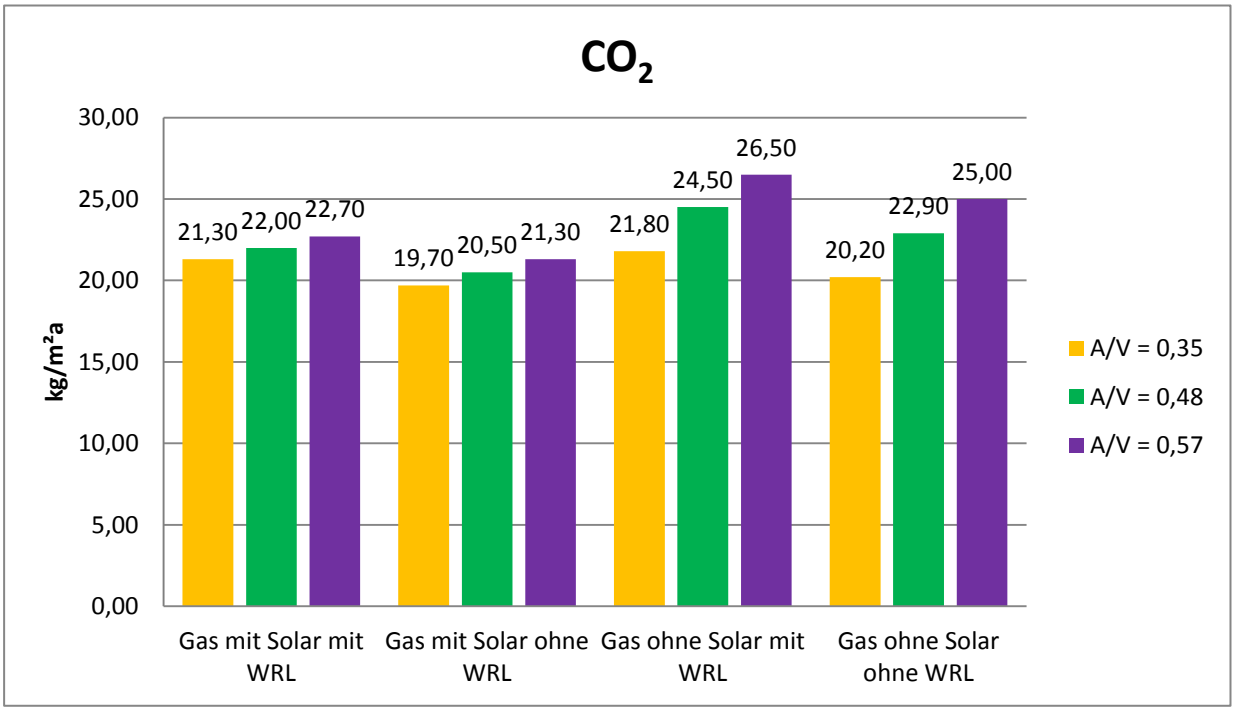


Diagramm 16.4

16.5 Gesamtenergieeffizienz

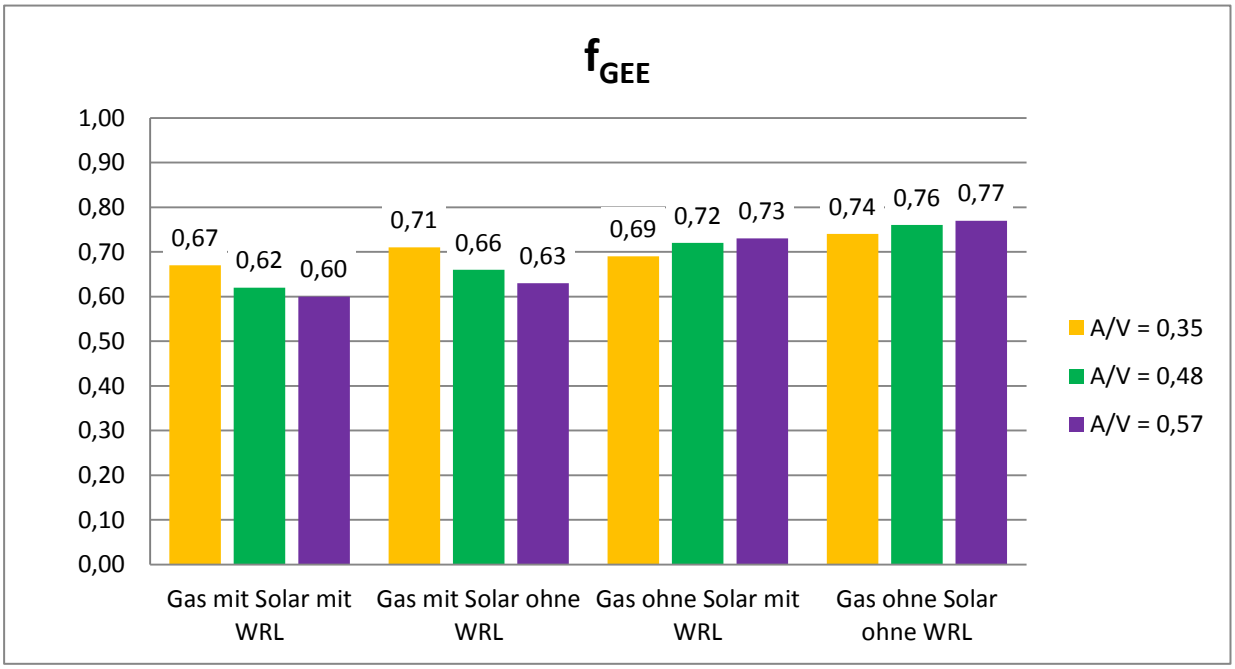


Diagramm 16.1

17. HWB und f_{GEE} im Verhältnis A/V

Grundlage: 0-System (siehe Punkt 3.1, Seite 21-23)

Die Kompaktheit des Gebäudes sowie der Heizwärmebedarf sind bei der Neubauförderungsverordnung sowie bei der OIB Richtlinie 6 zwei der wichtigsten Faktoren. Die nachstehenden Diagramme veranschaulichen, wo unser 0-System als 3-Spänner beziehungsweise 2x3-Spänner steht.

17.1 HWB zu A/V-Verhältnis

17.1.1 HWB zu A/V-Verhältnis Richtlinien

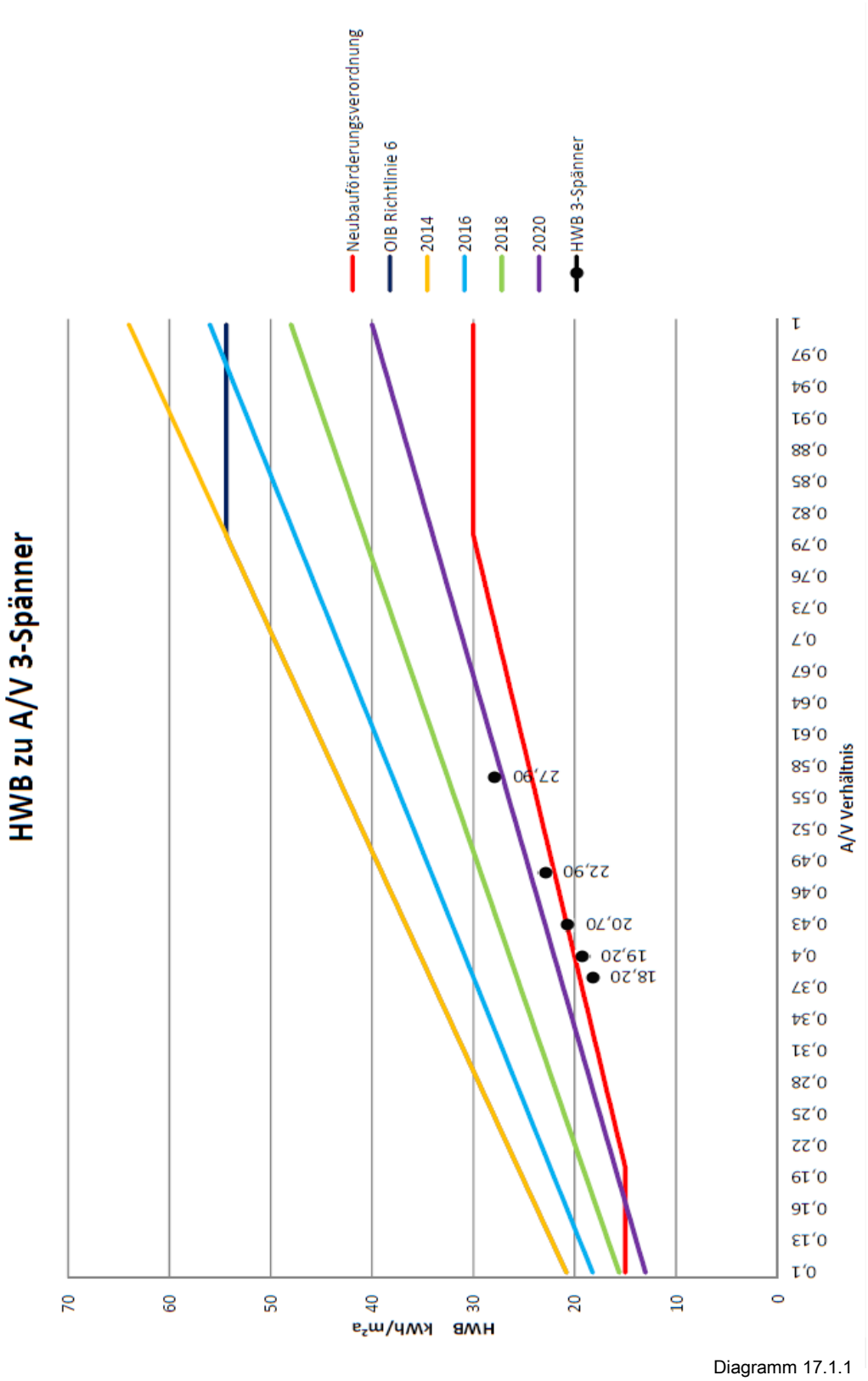


Diagramm 17.1.1

17.1.2 HWB zu A/V-Verhältnis 2x3-Spänner

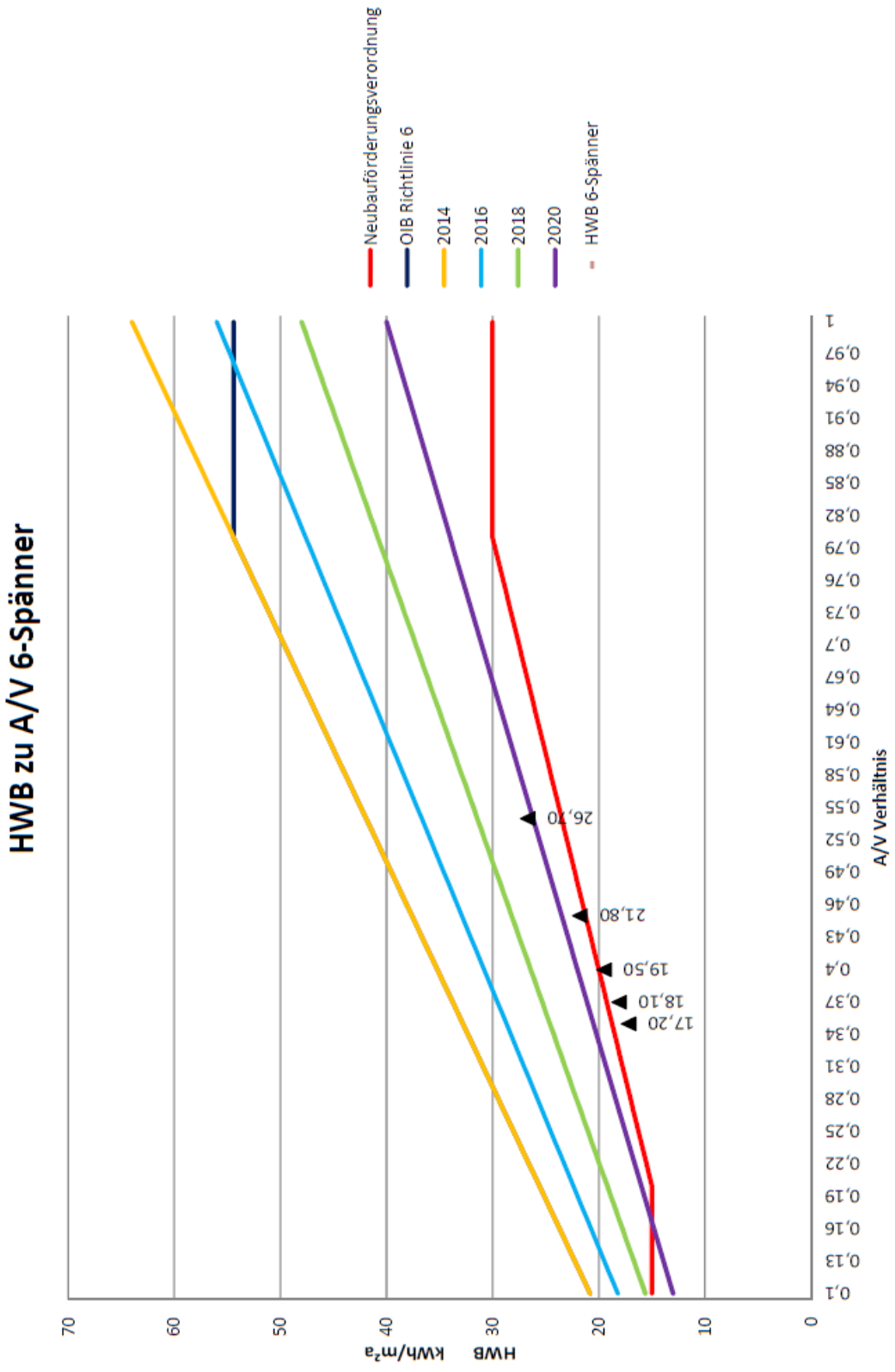


Diagramm 17.1.2

17.1.3 HWB zu A/V-Verhältnis 3 und 2x3-Spänner

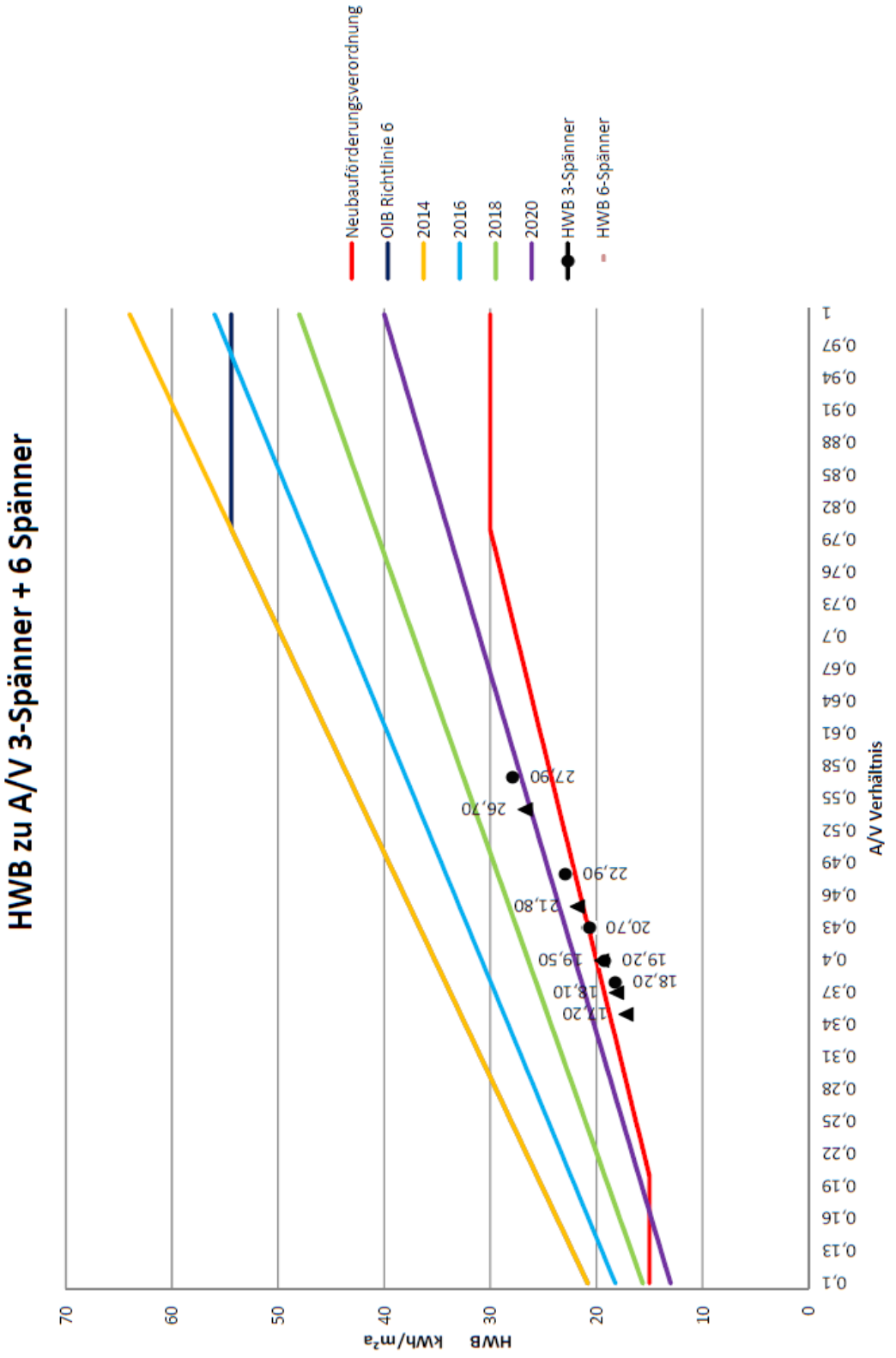


Diagramm 17.1.3

17.1.4 HWB zu A/V-Verhältnis 3-Spänner ohne Wohnraumlüftung

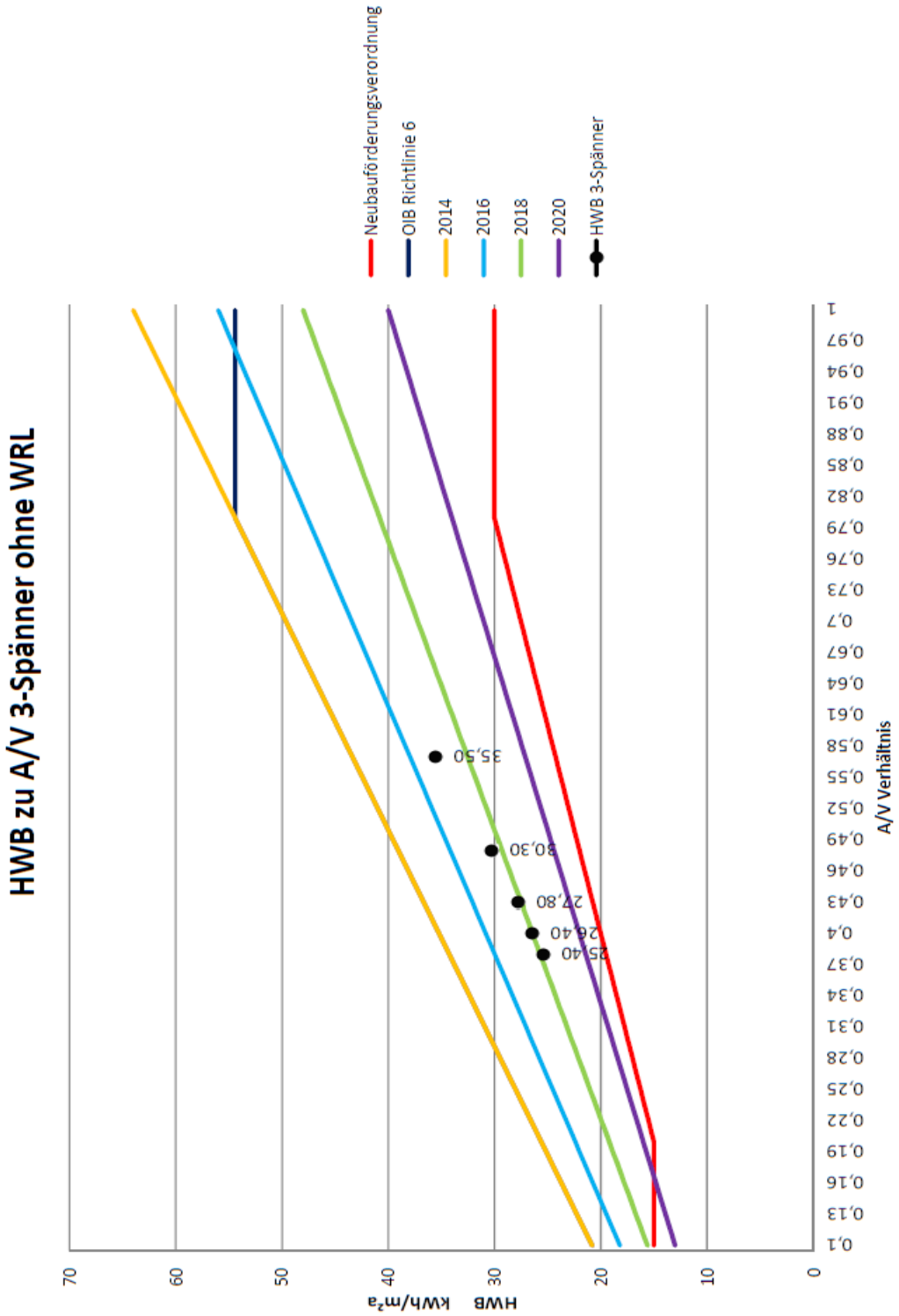


Diagramm 17.1.4

17.1.5 HWB zu A/V-Verhältnis 2x3-Spänner ohne Wohnraumlüftung

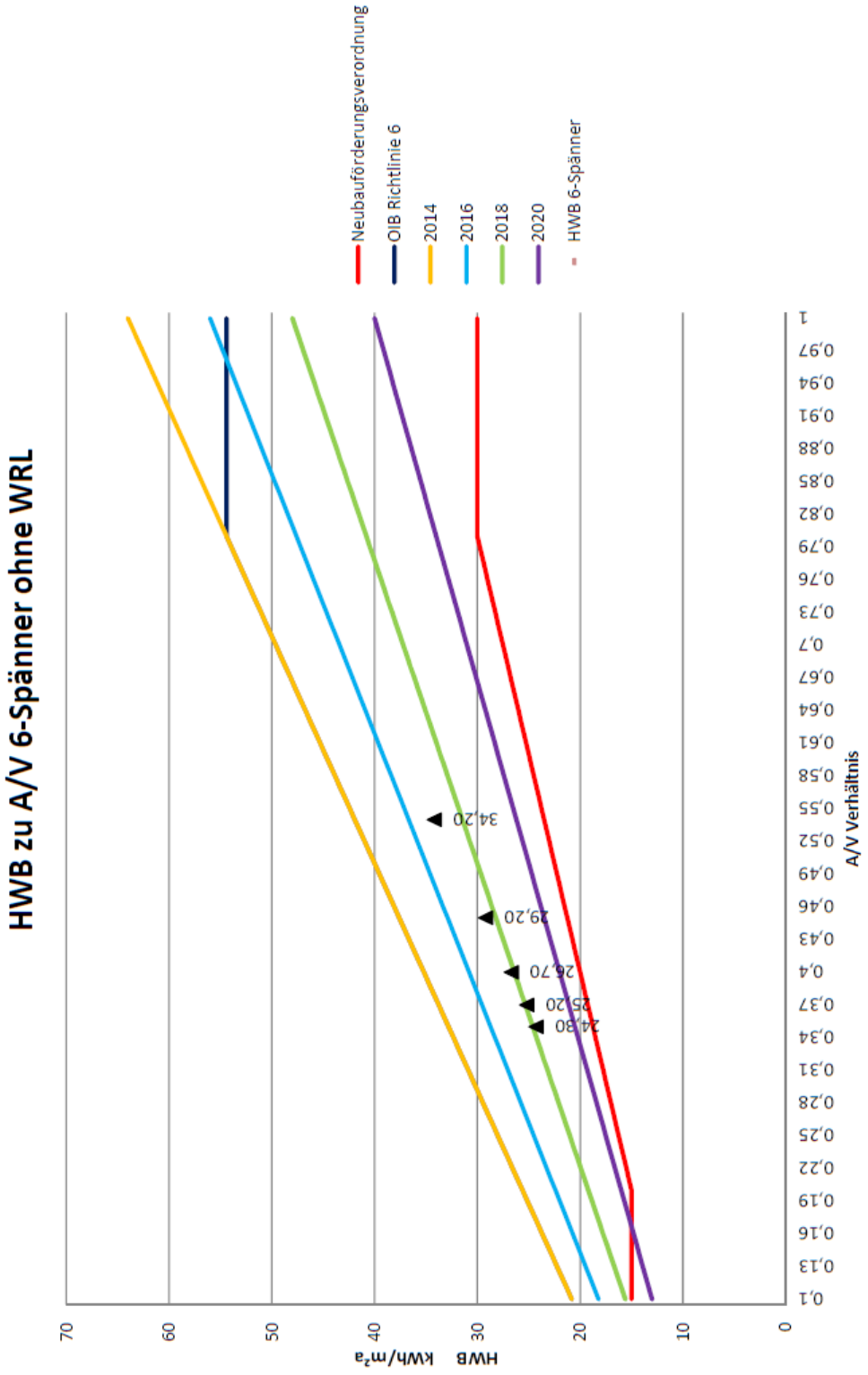


Diagramm 17.1.5

17.1.6 HWB zu A/V-Verhältnis 3- und 2x3-Spänner ohne Wohnraumlüftung

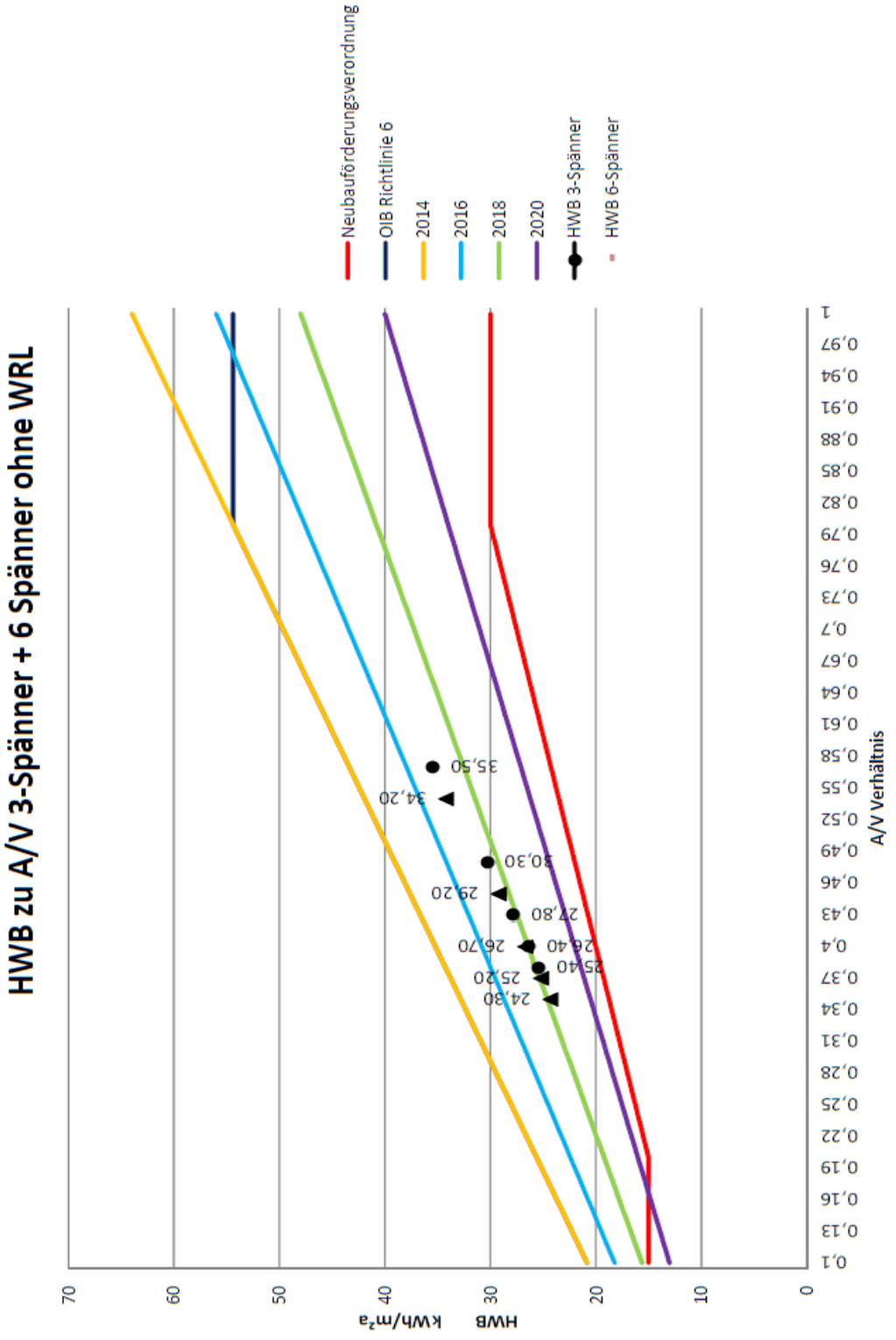


Diagramm 17.1.6

17.2 f_{GEE} zu A/V-Verhältnis

17.2.1 f_{GEE} zu A/V-Verhältnis 3-Spänner

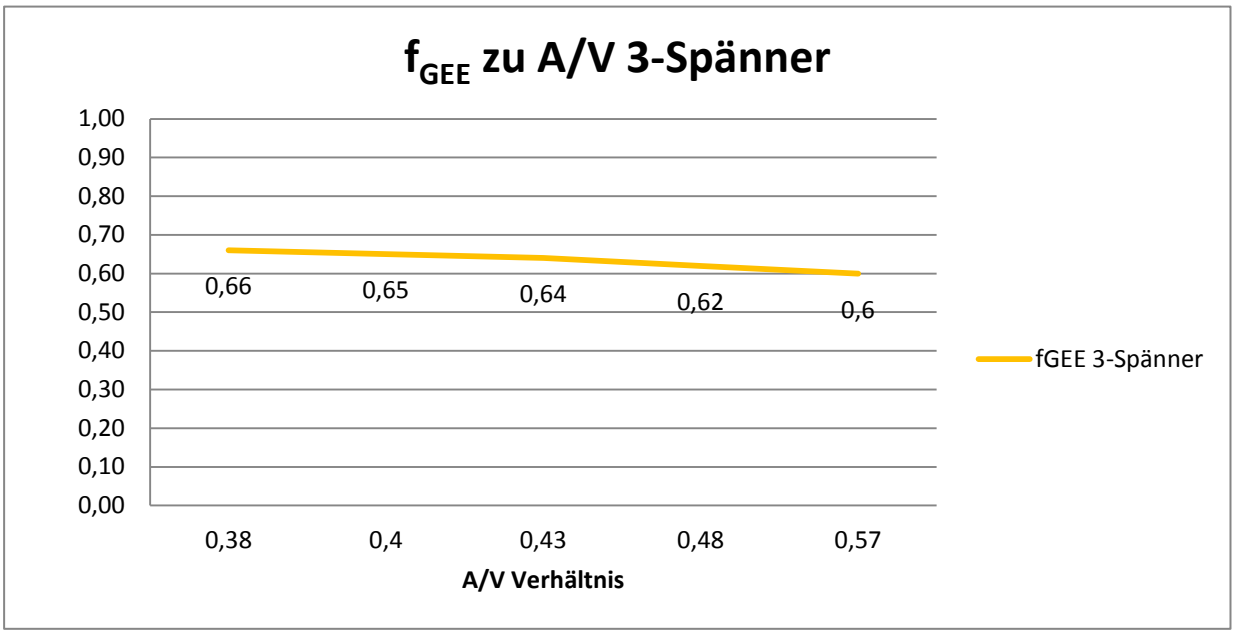


Diagramm 17.2.1

17.2.2 f_{GEE} zu A/V-Verhältnis 6-Spänner

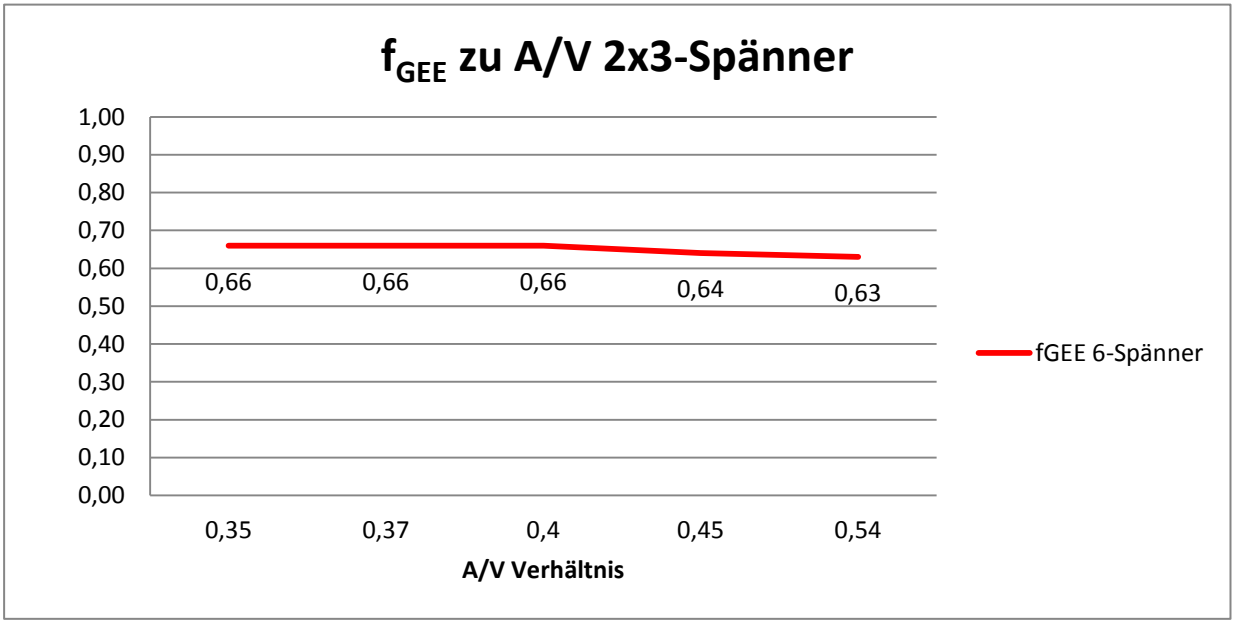


Diagramm 17.2.2

17.2.3 f_{GEE} zu A/V-Verhältnis 3- und 2x3-Spänner

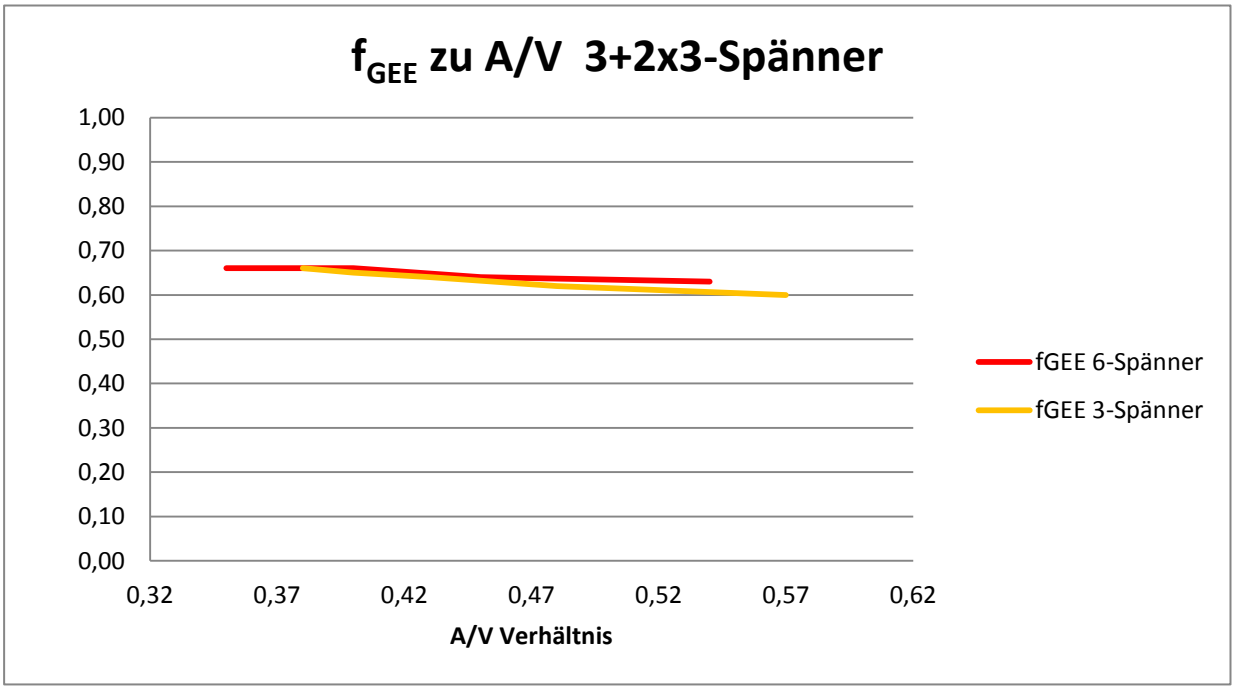


Diagramm 17.2.3

18. Nationaler Plan bis 2020

Ein weiterer wichtiger Punkt in Oberösterreich ist der Nationale Plan bis 2020.In den Diagrammen wird veranschaulicht, welche Werte man bis 2020 erreichen muss um eine Förderung zu erhalten. Weiters ist die Wohnbauförderungsverordnung und der Ist-Wert unseres 0-Systems, mit und ohne Wohnraumlüftung, enthalten.

Anschließend folgen dann die Grenzwerte für Primärenergiebedarf, Kohlenstoffdioxid und Gesamtenergieeffizienz.

Grundlage: 3-Spänner 0-System (siehe Punkt 3.1, Seite 21-23)

Variante 1: Warmwasseraufbereitung gebäudezentral mit Raumheizung
Variante 2: Warmwasseraufbereitung gebäudedezentral mit Warmwasserversorgung durch Elektroboiler

18.1 Primärenergiebedarf

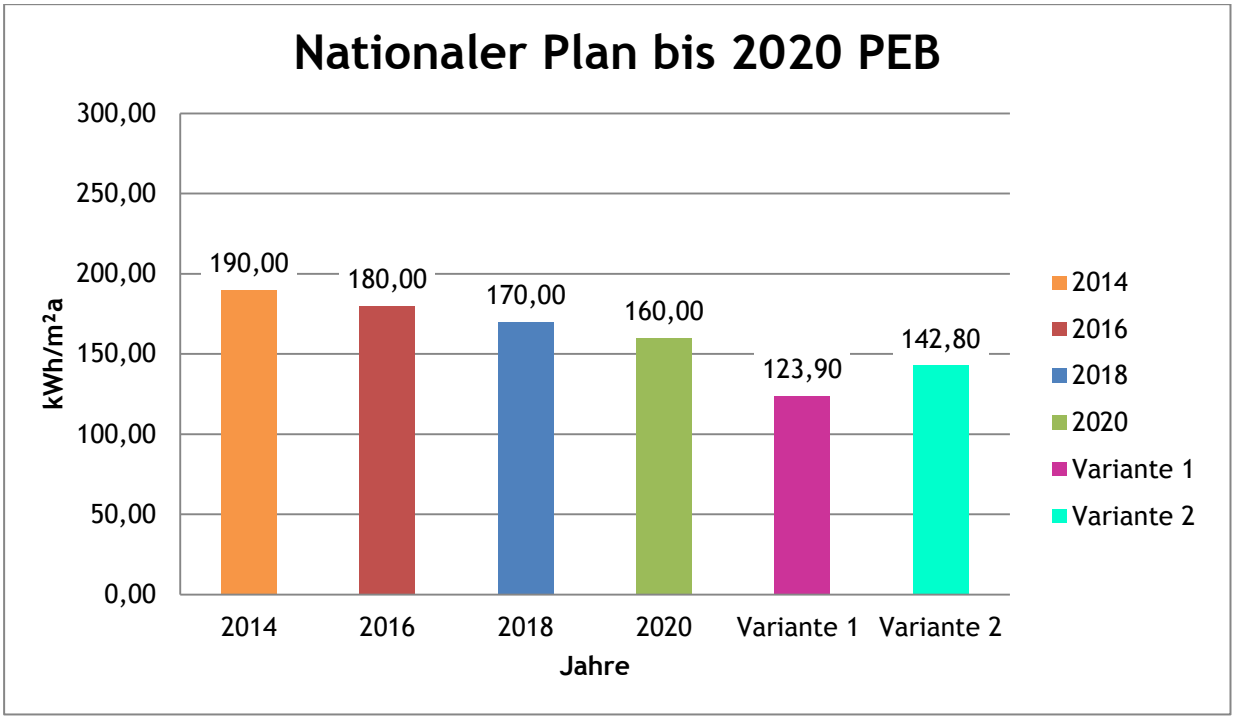


Diagramm 18.1

18.2 Gesamtenergieeffizienz

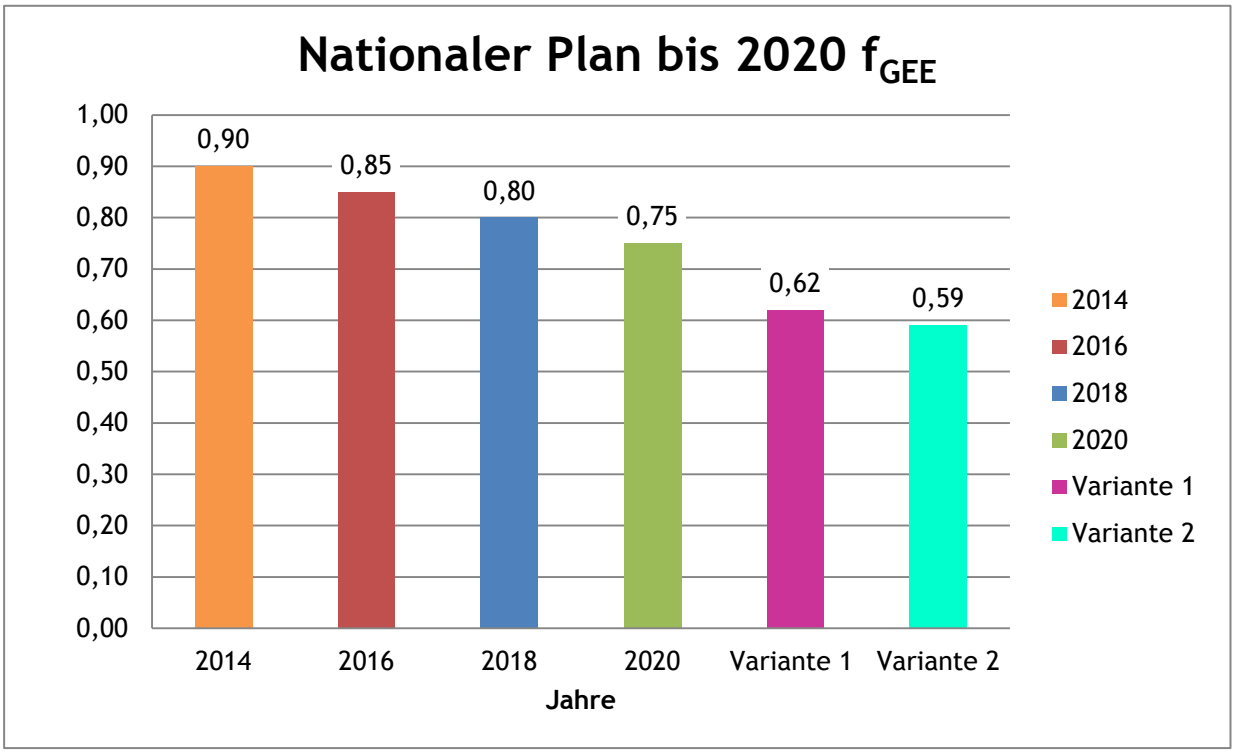


Diagramm 18.2

18.3 Kohlenstoffdioxid

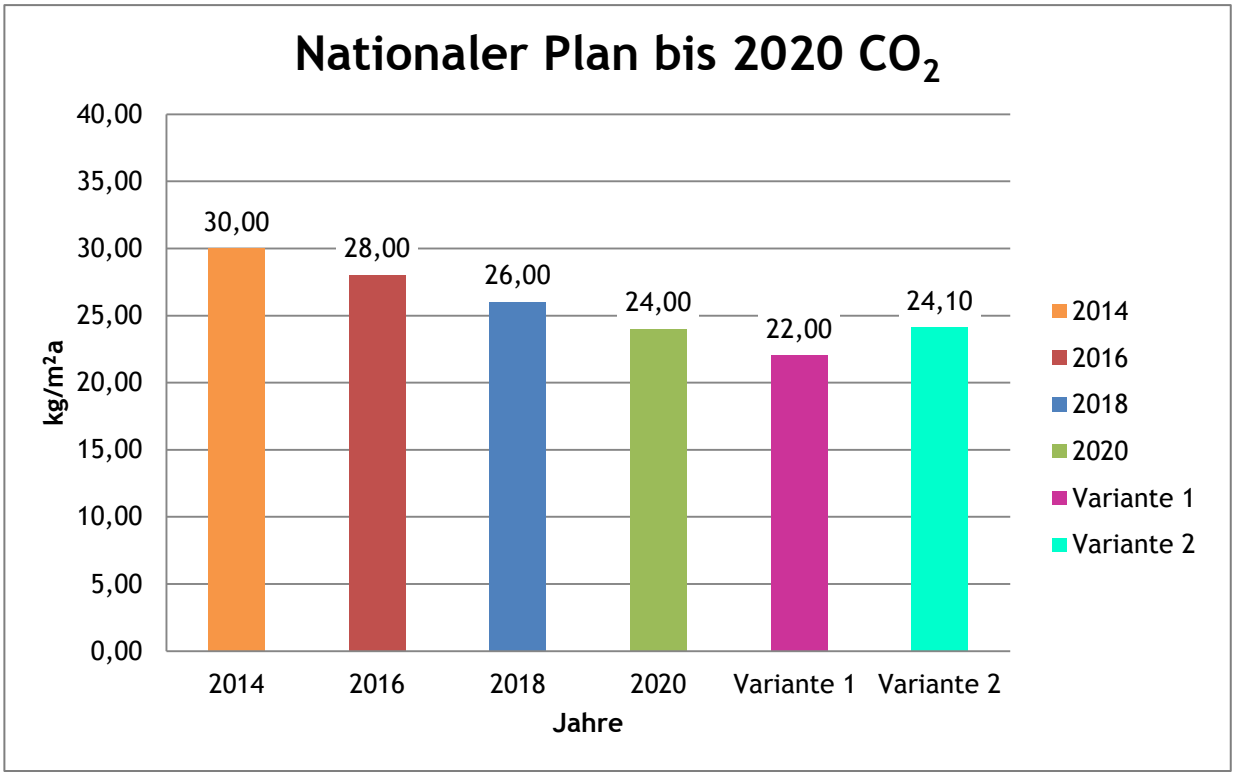


Diagramm 18.3

18.4 3-Spänner

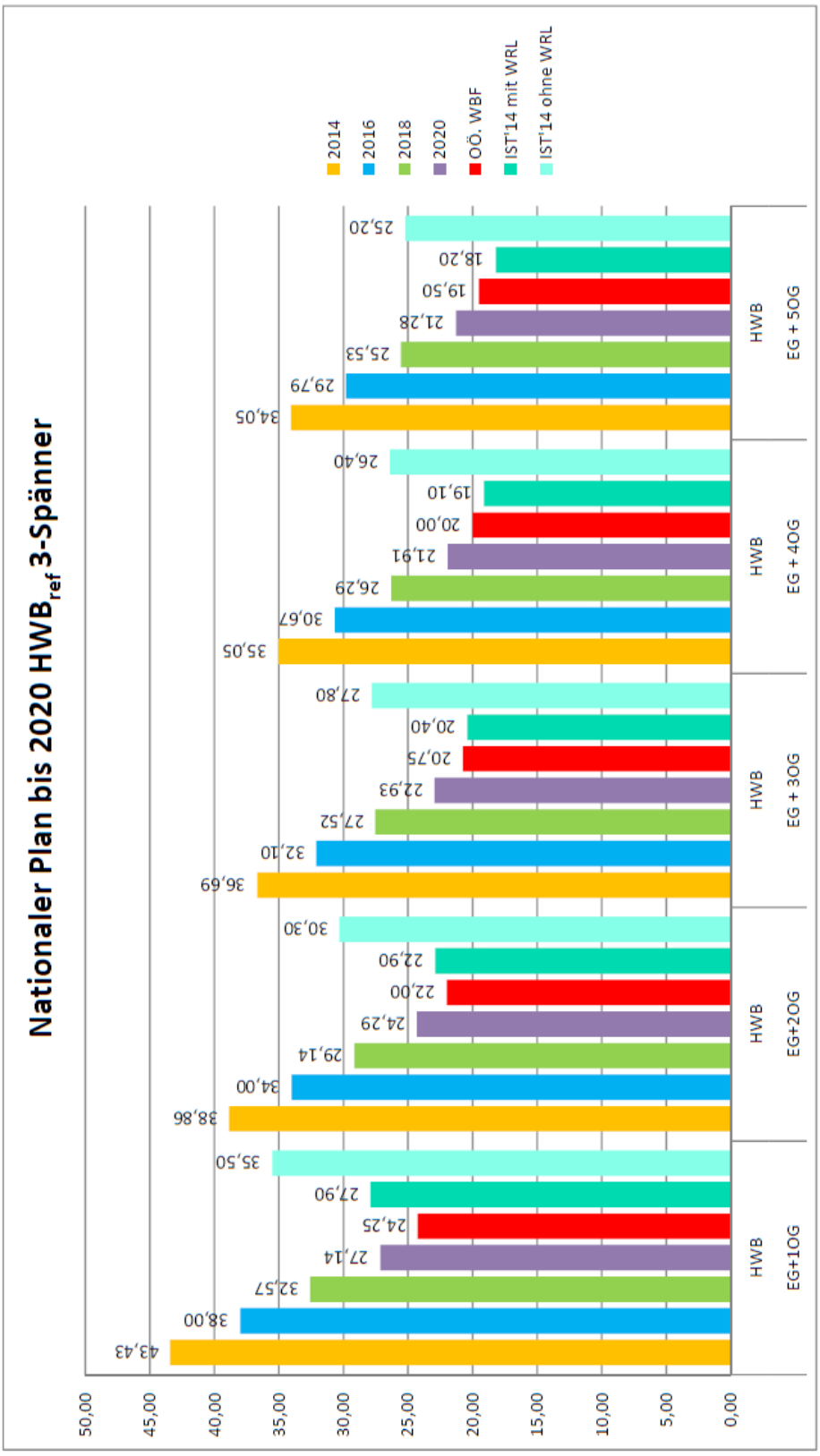


Diagramm 18.4

18.5 2x3-Spänner

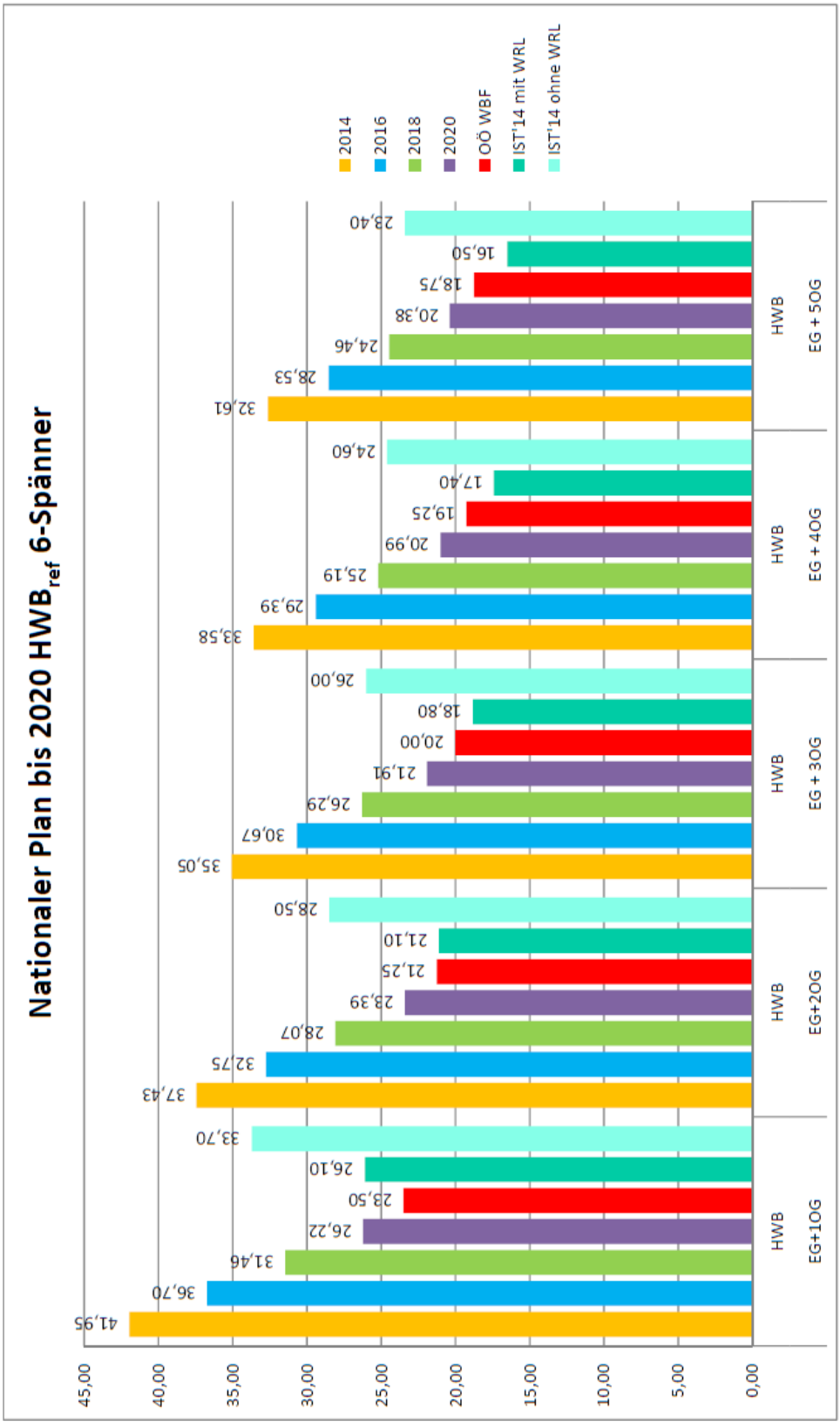


Diagramm 18.5

19. Zusammenfassung

Wärmedämmwerte der Bauteile	U-Werte (W/m²K)
Außenwand	0,16
Decke zu Keller	0,21
Warme Zwischendecke	0,44
Flachdach zu 2.OG	0,12

Einflussfaktoren	**Auswirkung auf**	
	Δf_{GEE}	ΔHWB_{ref}
Bauteile		
Außenwand	0,06	5,9
Kellerdecke	0,02	2,5
Flachdach	0,03	2,8
Einfluss Fenster		
Änderung der Verglasung von 2-Scheiben auf 3-Scheiben	0,02	2,1
Änderung der Verglasung von 2-Scheiben auf 3-Scheiben Solar	0,03	3,1
Änderung der Verglasung von 2-Scheiben auf 3-Scheiben Passiv/Solar	0,05	4,6
Einfluss Keller gedämmt		
Variante mit Kellerdämmung	0,01	1,4

Einfluss Geometrie

zwischen EG+1 (0,57) und EG+5 (0,38) (3-Spänner)	0,05	9,7
Zwischen EG+1 (0,54) und EG+5 (0,35) (6-Spänner)	0,03	9,6

Einfluss Orientierung

Änderung der Orientierung von Süd auf Südost bzw. Südwest	0,01	1,0
Änderung der Orientierung von Süd auf Ost bzw. West	0,03	2,5
Änderung der Orientierung von Süd auf Nord	0,04	3,7

Zusammenfassend für alle Untersuchungen der Gebäudehülle 0-System

= $\boldsymbol{\Delta HWB = 0,1 kWh/m^2a \triangleq \Delta fGEE = 0,01}$

Einfluss Haustechnik:

Einfluss Solaranlage

Solaranlage von 0,0m² auf 2,5m² Kollektorfläche	0,10	0,0
Solaranlage von 2,5m² auf 5,0m² Kollektorfläche	0,10	0,0
Solaranlage von 2,5m² auf 7,5m² Kollektorfläche	0,14	0,0
Solaranlage von 2,5m² auf 10,0m² Kollektorfläche	0,16	0,0

Einfluss Wohnraumlüftung

Änderung auf Wirkungsgrad 0,6/Luftdichtheit 0,6	0,03	6,0
Änderung auf Wirkungsgrad 0,85/Luftdichtheit 1,5	0,05	5,2
Änderung auf Wirkungsgrad 0,85/Luftdichtheit 0,6	0,09	8,3

Einfluss Fußbodenheizung

Variante ohne Fußbodenheizung	0,03	1,3

Energieträger (ausgehend von Gas mit Solar und Wohnraumlüftung)

mit Solar ohne Wohnraumlüftung	0,04	7,4
ohne Solar mit Wohnraumlüftung	0,10	0,0
ohne Solar ohne Wohnraumlüftung	0,14	7,4

20. Anhang

20.1 Literaturverzeichnis

Energiekennzahlen – Parameterstudie
Diplomarbeit 2012
Fritz Wahl, Ing. Stefan Hollaus

OIB-Richtlinie 6
Österreichisches Institut für Bautechnik
Schenkenstraße 4
1010 Wien
(www.oib.or.at)

OIB-Richtlinie 6 Begriffsbestimmungen
Österreichisches Institut für Bautechnik
Schenkenstraße 4
1010 Wien
(www.oib.or.at)

Nationaler Plan
OIB-Dokument z. Definition d. Niedrigstenergiegebäudes u. z. Festlegung v. Zwischenzielen
Dezember 2012
Österreichisches Institut für Bautechnik
Schenkenstraße 4
1010 Wien
(www.oib.or.at)

Oö. Neubauförderungs-Verordnung 2013
Landesgesetzblatt für Oberösterreich
Jahrgang 2013 (8. Juli 2013)
(www.ris.bka.gv.at)

Energieausweis 2007

http://www.energieausweis-sanierung.at/images/energieausweis.jpg

Energieausweis 2011

http://www.ovi.at/_images/Bilderwelten/EnergieAusweis_2011_WG1web.jpg

http://www.austrotherm.at/upload/folder/bauphysik.pdf

http://www.austrotherm.at/upload/folder/bauphysik.pdf

http://hausbauer.at/bauratgebersite.php?submenue=10&secsubmenue=30&thirdsubmenue=10&fourthsubmenue=15&fithsubmenue=20

20.2 Verzeichnis Tabellen und Diagramme

Nr.	Bezeichnung	Quelle	Seite
2.8	Konversionsfaktoren	OIB Richtlinie 6	15
2.12	Kompaktheit	Neubauverordnung	18
2.13.1	OIB-Anforderung bis 2020	Nationaler Plan	19
2.13.2	Zwischenziele Nationaler Plan	Nationaler Plan	20
4.1	U-Wert Dämmstärken 0-30 – Außenwand	Lettner/Rittberger/Weiermann	32
4.1.1	U-Wert Dämmstärken 10-30 – Außenwand	Lettner/Rittberger/Weiermann	33
4.2	U-Wert Dämmstärken 0-20 – Kellerdecke	Lettner/Rittberger/Weiermann	34
4.3	U-Wert Dämmstärken 0-40 – Flachdach	Lettner/Rittberger/Weiermann	35
4.3.1	U-Wert Dämmstärken 20-40 – Flachdach	Lettner/Rittberger/Weiermann	36
6.1.1	HWB/U-Wert Außenwand	Lettner/Rittberger/Weiermann	45
6.1.2	EEB/U-Wert Außenwand	Lettner/Rittberger/Weiermann	46
6.1.3	PEB/U-Wert Außenwand	Lettner/Rittberger/Weiermann	46
6.1.4	CO^2/U-Wert Außenwand	Lettner/Rittberger/Weiermann	47
6.1.5	f_{GEE}/U-Wert Außenwand	Lettner/Rittberger/Weiermann	47
6.2.1	HWB/U-Wert Kellerdecke	Lettner/Rittberger/Weiermann	48
6.2.2	EEB/U-Wert Kellerdecke	Lettner/Rittberger/Weiermann	48
6.2.3	PEB/U-Wert Kellerdecke	Lettner/Rittberger/Weiermann	49
6.2.4	CO^2/U-Wert Kellerdecke	Lettner/Rittberger/Weiermann	49
6.2.5	f_{GEE}/U-Wert Kellerdecke	Lettner/Rittberger/Weiermann	50
6.3.1	HWB/U-Wert Flachdach	Lettner/Rittberger/Weiermann	51
6.3.2	EEB/U-Wert Flachdach	Lettner/Rittberger/Weiermann	51
6.3.3	PEB/U-Wert Flachdach	Lettner/Rittberger/Weiermann	52
6.3.4	CO^2/U-Wert Flachdach	Lettner/Rittberger/Weiermann	52
6.3.5	f_{GEE}/U-Wert Flachdach	Lettner/Rittberger/Weiermann	53
7.1.1	HWB/Geschoße 3-Spänner	Lettner/Rittberger/Weiermann	54
7.1.2	EEB/Geschoße 3-Spänner	Lettner/Rittberger/Weiermann	55
7.1.3	PEB/Geschoße 3-Spänner	Lettner/Rittberger/Weiermann	55
7.1.4	CO^2/Geschoße 3-Spänner	Lettner/Rittberger/Weiermann	56
7.1.5	f_{GEE}/Geschoße 3-Spänner	Lettner/Rittberger/Weiermann	56
7.1.6	HEB/Geschoße 3-Spänner	Lettner/Rittberger/Weiermann	57
7.2.1	HWB/Geschoße 2x3-Spänner	Lettner/Rittberger/Weiermann	58
7.2.2	EEB/Geschoße 2x3-Spänner	Lettner/Rittberger/Weiermann	58
7.2.3	PEB/Geschoße 2x3-Spänner	Lettner/Rittberger/Weiermann	59
7.2.4	CO^2/Geschoße 2x3-Spänner	Lettner/Rittberger/Weiermann	59
7.2.5	f_{GEE}/Geschoße 2x3-Spänner	Lettner/Rittberger/Weiermann	60
7.2.6	HEB/Geschoße 2x3-Spänner	Lettner/Rittberger/Weiermann	60
8.1	HWB Fenster Vergleich	Lettner/Rittberger/Weiermann	61
8.2	EEB Fenster Vergleich	Lettner/Rittberger/Weiermann	62
8.3	PEB Fenster Vergleich	Lettner/Rittberger/Weiermann	62
8.4	CO^2 Fenster Vergleich	Lettner/Rittberger/Weiermann	63
8.5	f_{GEE} Fenster Vergleich	Lettner/Rittberger/Weiermann	63
8.6	HEB Fenster Vergleich	Lettner/Rittberger/Weiermann	64
9.1	HWB Ausrichtung	Lettner/Rittberger/Weiermann	65
9.2	EEB Ausrichtung	Lettner/Rittberger/Weiermann	66
9.3	PEB Ausrichtung	Lettner/Rittberger/Weiermann	66
9.4	f_{GEE} Ausrichtung	Lettner/Rittberger/Weiermann	67

Nr.	Bezeichnung	Quelle	Seite
9.5	CO^2 Ausrichtung	Lettner/Rittberger/Weiermann	67
9.6	HEB Ausrichtung	Lettner/Rittberger/Weiermann	68
10.1.1	HWB/U-Wert FB-Heizung Kellerdecke	Lettner/Rittberger/Weiermann	69
10.1.2	EEB/U-Wert FB-Heizung Kellerdecke	Lettner/Rittberger/Weiermann	70
10.1.3	PEB/U-Wert FB-Heizung Kellerdecke	Lettner/Rittberger/Weiermann	70
10.1.4	f_{GEE}/U-Wert FB-Heizung Kellerdecke	Lettner/Rittberger/Weiermann	71
10.1.5	CO^2/U-Wert FB-Heizung Kellerdecke	Lettner/Rittberger/Weiermann	71
10.1.6	HEB/U-Wert FB-Heizung Kellerdecke	Lettner/Rittberger/Weiermann	72
10.2.1	HWB/Fußboden-/Radiatorenheizung	Lettner/Rittberger/Weiermann	73
10.2.2	EEB/Fußboden-/Radiatorenheizung	Lettner/Rittberger/Weiermann	73
10.2.3	PEB/Fußboden-/Radiatorenheizung	Lettner/Rittberger/Weiermann	74
10.2.4	f_{GEE}/Fußboden-/Radiatorenheizung	Lettner/Rittberger/Weiermann	74
10.2.5	CO^2/Fußboden-/Radiatorenheizung	Lettner/Rittberger/Weiermann	75
10.2.6	HEB/Fußboden-/Radiatorenheizung	Lettner/Rittberger/Weiermann	75
11.1	HWB Kellervarianten	Lettner/Rittberger/Weiermann	76
11.2	EEB Kellervarianten	Lettner/Rittberger/Weiermann	76
11.3	PEB Kellervarianten	Lettner/Rittberger/Weiermann	77
11.4	f_{GEE} Kellervarianten	Lettner/Rittberger/Weiermann	77
11.5	CO^2 Kellervarianten	Lettner/Rittberger/Weiermann	78
11.6	HEB Kellervarianten	Lettner/Rittberger/Weiermann	78
12.1	HWB Einfluss Wohnraumlüftung	Lettner/Rittberger/Weiermann	79
12.2	EEB Einfluss Wohnraumlüftung	Lettner/Rittberger/Weiermann	80
12:3	PEB Einfluss Wohnraumlüftung	Lettner/Rittberger/Weiermann	80
12.4	f_{GEE} Einfluss Wohnraumlüftung	Lettner/Rittberger/Weiermann	81
12.5	CO^2 Einfluss Wohnraumlüftung	Lettner/Rittberger/Weiermann	81
12.6	HEB Einfluss Wohnraumlüftung	Lettner/Rittberger/Weiermann	82
13.1	EEB Variante Solar	Lettner/Rittberger/Weiermann	83
13.2	PEB Variante Solar	Lettner/Rittberger/Weiermann	84
13,3	f_{GEE} Variante Solar	Lettner/Rittberger/Weiermann	84
13.4	CO^2 Variante Solar	Lettner/Rittberger/Weiermann	85
14.1.1	HWB Gasheizung	Lettner/Rittberger/Weiermann	86
14.1.2	EEB Gasheizung	Lettner/Rittberger/Weiermann	87
14.1.3	PEB Gasheizung	Lettner/Rittberger/Weiermann	87
14.1.4	f_{GEE} Gasheizung	Lettner/Rittberger/Weiermann	88
14.1.5	CO^2 Gasheizung	Lettner/Rittberger/Weiermann	88
14.2.1	HWB Pellets	Lettner/Rittberger/Weiermann	89
14.2.2	EEB Pellets	Lettner/Rittberger/Weiermann	89
14.2.3	PEB Pellets	Lettner/Rittberger/Weiermann	90
14.2.4	f_{GEE} Pellets	Lettner/Rittberger/Weiermann	90
14.2.5	CO^2 Pellets	Lettner/Rittberger/Weiermann	91
14.3.1	HWB Hackgut	Lettner/Rittberger/Weiermann	91
14.3.2	EEB Hackgut	Lettner/Rittberger/Weiermann	92
14.3.3	PEB Hackgut	Lettner/Rittberger/Weiermann	92
14.3.4	f_{GEE} Hackgut	Lettner/Rittberger/Weiermann	93
14.3.5	CO^2 Hackgut	Lettner/Rittberger/Weiermann	93
14.4.1	HWB Fernwärme/Abwärme	Lettner/Rittberger/Weiermann	94
14.4.2	EEB Fernwärme/Abwärme	Lettner/Rittberger/Weiermann	94
14.4.3	PEB Fernwärme/Abwärme	Lettner/Rittberger/Weiermann	95

Nr.	Bezeichnung	Quelle	Seite
14.4.4	f_{GEE} Fernwärme/Abwärme	Lettner/Rittberger/Weiermann	95
14.4.5	CO^2 Fernwärme/Abwärme	Lettner/Rittberger/Weiermann	96
15.1.1	EEB mit Solar/mit Wohnraumlüftung	Lettner/Rittberger/Weiermann	97
15.1.2	PEB mit Solar/mit Wohnraumlüftung	Lettner/Rittberger/Weiermann	98
15.1.3	f_{GEE} mit Solar/mit Wohnraumlüftung	Lettner/Rittberger/Weiermann	98
15.1.4	CO^2 mit Solar/mit Wohnraumlüftung	Lettner/Rittberger/Weiermann	99
15.2.1	EEB mit Solar/ohne Wohnraumlüftung	Lettner/Rittberger/Weiermann	99
15.2.2	PEB mit Solar/ohne Wohnraumlüftung	Lettner/Rittberger/Weiermann	100
15.2.3	f_{GEE} mit Solar/ohne Wohnraumlüftung	Lettner/Rittberger/Weiermann	100
15.2.4	CO^2 mit Solar/ohne Wohnraumlüftung	Lettner/Rittberger/Weiermann	101
15.3.1	EEB ohne Solar/mit Wohnraumlüftung	Lettner/Rittberger/Weiermann	101
15.3.2	PEB ohne Solar/mit Wohnraumlüftung	Lettner/Rittberger/Weiermann	102
15.3.3	f_{GEE} ohne Solar/mit Wohnraumlüftung	Lettner/Rittberger/Weiermann	102
15.3.4	CO^2 ohne Solar/mit Wohnraumlüftung	Lettner/Rittberger/Weiermann	103
15.4.1	EEB ohne Solar/ohne Wohnraumlüftung	Lettner/Rittberger/Weiermann	103
15.4.2	PEB ohne Solar/ohne Wohnraumlüftung	Lettner/Rittberger/Weiermann	104
15.4.3	f_{GEE} ohne Solar/ohne Wohnraumlüftung	Lettner/Rittberger/Weiermann	104
15.4.4	CO^2 ohne Solar/ohne Wohnraumlüftung	Lettner/Rittberger/Weiermann	105
15.5.1	EEB Variante 2 mit Wohnraumlüftung	Lettner/Rittberger/Weiermann	105
15.5.2	PEB Variante 2 mit Wohnraumlüftung	Lettner/Rittberger/Weiermann	106
15.5.3	f_{GEE} Variante 2 mit Wohnraumlüftung	Lettner/Rittberger/Weiermann	106
15.5.4	CO^2 Variante 2 mit Wohnraumlüftung	Lettner/Rittberger/Weiermann	107
15.6.1	EEB Variante 2 ohne Wohnraumlüftung	Lettner/Rittberger/Weiermann	107
15.6.2	PEB Variante 2 ohne Wohnraumlüftung	Lettner/Rittberger/Weiermann	108
15.6.3	f_{GEE} Variante 2 ohne Wohnraumlüftung	Lettner/Rittberger/Weiermann	108
15.6.4	CO^2 Variante 2 ohne Wohnraumlüftung	Lettner/Rittberger/Weiermann	109
16.1	HWB – A/V, Solar, Wohnraumlüftung	Lettner/Rittberger/Weiermann	110
16.2	EEB – A/V, Solar, Wohnraumlüftung	Lettner/Rittberger/Weiermann	111
16.3	PEB – A/V, Solar, Wohnraumlüftung	Lettner/Rittberger/Weiermann	111
16.4	CO^2 – A/V, Solar, Wohnraumlüftung	Lettner/Rittberger/Weiermann	112
16.5	f_{GEE} – A/V, Solar, Wohnraumlüftung	Lettner/Rittberger/Weiermann	112
17.1.1	HWB zu A/V-Verhältnis Richtlinien	Lettner/Rittberger/Weiermann	114
17.1.2	HWB zu A/V-Verhältnis 2x3-Spänner	Lettner/Rittberger/Weiermann	115
17.1.3	HWB zu A/V-Verhältnis 3+ 2x3-Spänner	Lettner/Rittberger/Weiermann	116
17.1.4	HWB zu A/V-Verhältnis 3-Spänner ohne WRL	Lettner/Rittberger/Weiermann	117
17.1.5	HWB zu A/V-Verhältnis 2x3-Spänner ohne WRL	Lettner/Rittberger/Weiermann	118
17.1.6	HWB zu A/V-Verhältnis 3+2x3-Spänner ohne WRL	Lettner/Rittberger/Weiermann	119
17.2.1	f_{GEE} zu A/V-Verhältnis 3-Spänner	Lettner/Rittberger/Weiermann	120
17.2.2	f_{GEE} zu A/V-Verhältnis 2x3-Spänner	Lettner/Rittberger/Weiermann	120
17.2.3	f_{GEE} zu A/V-Verhältnis 3-+ 2x3-Spänner	Lettner/Rittberger/Weiermann	121
18.1	PEB Nationaler Plan bis 2020	Lettner/Rittberger/Weiermann	122
18.2	f_{GEE} Nationaler Plan bis 2020	Lettner/Rittberger/Weiermann	123
18.3	CO^2 Nationaler Plan bis 2020	Lettner/Rittberger/Weiermann	123
18.4	HWB Nationaler Plan 3-Spänner	Lettner/Rittberger/Weiermann	124
18.5	HWB Nationaler Plan 2x3-Spänner	Lettner/Rittberger/Weiermann	125

20.3 Abbildungsverzeichnis

Nr.	Bezeichnung	Quelle	Seite
2.1.1	Wärmeleitfähigkeit = Lambda-Wert	http://www.austrotherm.at/upload/folder/bauphysik.pdf	8
2.1.2	Wärmeübergangswiderstand	http://hausbauer.at/bauratgebersite.php?submenue=10&secsubmenue=30&thirdsubmenue=10&fourthsubmenue=15&fithsubmenue=20	9
2.1.3	Wärmedurchgangskoeffizient = U-Wert	http://www.austrotherm.at/upload/folder/bauphysik.pdf	10
2.2.1	Energieausweis lt. OIB RL 6 2007	http://www.energieausweis-sanierung.at/images/energieausweis.jpg	11
2.2.2	Energieausweis lt. OIB RL 6 2011	http://www.ovi.at/_images/Bilderwelten/EnergieAusweis_2011_WG1web.jpg	11
2.4	Heizwärmebedarf HWB	Diplomarbeit Wahl, Hollaus	13
2.10	Überblick Klassifizierung Energieausweis	Energieausweis 2011	16
3.1.1	Raumwärme- und Warmwasserbereitung Variante 1	Land Oberösterreich Abt. Umwelttechnik	22
3.1.2	Raumwärme- und Warmwasserbereitung Variante 2	Land Oberösterreich Abt. Umwelttechnik	22
3.2.1	Außenwand 25cm HLZ + 20cm WDVS	Eingabe GEQ	24
3.2.2	Decke zu Keller unkonditioniert, ungedämmt	Eingabe GEQ	25
3.2.3	Warme Zwischendecke	Eingabe GEQ	26
3.2.4	Flachdach	Eingabe GEQ	27
3.3.1	Raumheizung	Eingabe GEQ	28
3.3.2	Warmwasserbereitung	Eingabe GEQ	29
3.3.3	Lüftung	Eingabe GEQ	30
3.3.4	Solaranlage	Eingabe GEQ	31

Curriculum Vitae

Claudia Lettner

Bäckerstraße 36, 4332 Au an der Donau

geboren am 19.12.1991 in Linz

claudia.lettner@gmx.at

1998 – 2002	Volksschule Naarn
2002 – 2006	Hauptschule Naarn
2006 – 2010	BORG Perg
Sommer 2008	Synthesa Capatect Produktion (Ferialpraktikum)
Sommer 2009	Oberbank Perg (Ferialpraktikum)
Sommer 2010	Synthesa Capatect Produktion (Ferialpraktikum)
2010 – 2011	JKU Linz, Kulturwissenschaften
Sommer 2011	Synthesa Capatect Produktion (Ferialpraktikum)
2011 – 2014	Kolleg Bautechnik Hochbau
Sommer 2012	Ingenieurbüro Ganglberger Perg (Ferialpraktikum)
Sommer 2013	Stadtgemeinde Perg Bautechnikabteilung (Ferialpraktikum)

Curriculum Vitae

Philipp Johannes Rittberger

Patrichsham 15/2,4762 St. Willibald

geboren am 10.09.1986 in Rohrbach

philipp.rittberger@gmx.at

1993 – 1997	Volkschule Bruck-Waasen
1997 – 2001	Hauptschule Peuerbach
2001 – 2002	Polytechnische Schule Grieskirchen
2002 – 2005	Berufsschule Freistadt
2010 – 2014	Abendkolleg Bautechnik Hochbau
2002 – 2005	Lehre als Maurer Firma Humer – Bau
2005 – Jan. 2007	Maurer Firma Humer – Bau
Jan. 2007 – Jun. 2007	Präsenzdienst Kaserne Wels
Jul. 2007 – Sept. 2012	Maurer Firma Humer – Bau
Okt. 2012 – Apr.2013	Bauleiter Firma Fellner - Bau
Apr.2013 – Dez.2013	Maurer Firma Humer – Bau
Jan.2014 – lfd.	Bautechniker Firma Humer – Bau

Curriculum Vitae

Silvia Maria Weiermann

Wiesnerstraße 7, 4950 Altheim

geboren am 09.08.1987 in Braunau

silvia_weiermann@gmx.at

1993-1997	Volksschule Altheim
1997-2001	Hauptschule Altheim
2001-2006	HLW Braunau
2003	Praktikum Volksbank Altheim
2004	Berufspraktikum Hotel Reiterhof Saalbach
2005	Berufspraktikum Hotel Reiterhof Saalbach
2006-2009	TU Wien
Seit 2007	Spiel-Sport-Zweirad Hatzmann
2011-2014	Kolleg Hochbau Bautechnik HTL1 Linz

Diplomarbeit

Energiekennzahlen – Parameterstudie f_{GEE} für Mehrfamilienhaus – Neubau

Betreuer:

Prof. Bmst. Dipl.-Ing. Reinhard Schild

Verfasser:

Claudia Lettner
Bäckerstraße 36, 4332 Au an der Donau
0664 54 900 65
claudia.lettner@gmx.at

Philipp Johannes Rittberger
Patrichsham 15/2, 4762 St. Willibald
0680 211 28 65
philipp.rittberger@gmx.at

Silvia Maria Weiermann
Wiesnerstraße 7, 4950 Altheim
0664 92 120 93
silvia_weiermann@gmx.at