

H T  
W A  
G G

Hochschule Konstanz  
Fakultät Architektur  
und Gestaltung

Masterarbeit

# Wie viel kostet Klimaneutralität?

LCC und LCA Berechnungen  
am Beispiel eines Mehrfamilienhauses

**Richard Georg Mödinger**

**Matrikel-Nr. 299542**

**Sommersemester 2021**

*„Wir können den Wind nicht ändern,  
aber die Segel anders setzen.“*

*Aristoteles*

Masterthesis

## **Wie viel kostet Klimaneutralität?**

LCC und LCA Berechnungen  
am Beispiel eines Mehrfamilienhauses

von

Richard Georg Mödinger

Studiengang Architektur

Sommersemester 2021

Matrikelnummer 299542

Betreuer:

Prof. Dr. Ing. Thomas Stark

Energieeffizientes Bauen

Hochschule Konstanz

Technik, Wirtschaft und Gestaltung

Fakultät Architektur und Gestaltung

Alfred-Wachtel-Straße 8

D-78462 Konstanz

Abschlussdatum: August 2021

## **Kurzbeschreibung**

Die vorliegende Arbeit untersucht das Treibhauspotential und die Kosten von Mehrfamilienhäusern ökologisch optimierter Bauweise, Anlagentechnik und hohen Gebäudeenergiestandard, im Vergleich zu einer Standard-Bauweise, Anlagentechnik und minimalen Gebäudeenergiestandard.

Durch die Untersuchung von Teilergebnissen der einzelnen Maßnahmen, sollen Handlungspotentiale von Planerern aufgezeigt werden hinsichtlich Klimaneutralität.

Darüber hinaus soll eine Auswirkung der Energiewende aufgezeigt werden und der Klimaneutralität bezüglich der Behandlung von nachwachsenden Baustoffen.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Referenzentwurf Ansichten 1:500.....	9
Abbildung 2:	Referenzentwurf Grundrisse 1:500.....	9
Abbildung 3:	Variante 1 Nachweis GEG.....	10
Abbildung 4:	Variante 2 Nachweis KfW-Effizienzhaus 40.....	11
Abbildung 5:	Berücksichtigte Lebenswegmodule LCC.....	18
Abbildung 6:	Berücksichtigte Lebenswegmodule LCA.....	20
Abbildung 7:	Unschärfe der Daten im zeitlichen Verlauf.....	21
Abbildung 8:	Variante 1 und 2 Lebenszyklusbilanz.....	23
Abbildung 9:	Variante 1 und 2 Teilergebnis Baukonstruktion und technische Anlagen.....	25
Abbildung 10:	Ergebnis Streifenfundament.....	26
Abbildung 11:	Ergebnis Bodenplatte.....	27
Abbildung 12:	Ergebnis Außenwand.....	27
Abbildung 13:	Ergebnis Fenster.....	28
Abbildung 14:	Ergebnis Außentüre.....	29
Abbildung 15:	Ergebnis Dach.....	29
Abbildung 16:	Ergebnis Wohnungstrennwand.....	30
Abbildung 17:	Ergebnis Aufzugsschacht.....	31
Abbildung 18:	Ergebnis Innenwand.....	31
Abbildung 19:	Ergebnis Nebentüre.....	32
Abbildung 20:	Ergebnis Geschossdecke.....	32
Abbildung 21:	Ergebnis Treppe.....	33
Abbildung 22:	Ergebnis Balkon.....	33
Abbildung 23:	Ergebnis Vordach.....	34
Abbildung 24:	Ergebnis technische Anlagen: H, TWW, L.....	35
Abbildung 25:	Ergebnis Photovoltaikanlage.....	35
Abbildung 26:	Ergebnis Aufzugsanlage.....	36
Abbildung 27:	Ergebnis Jahresenergieeinsatz während der Nutzung.....	37
Abbildung 28:	Entwicklung Modul B6 im Bezug auf Energiewende 2050.....	38
Abbildung 29:	Planverkleinerung des Bebauungsplan Riedwiesen.....	44
Abbildung 30:	Planausschnitt des Bebauungsplan Riedwiesen 1:500.....	45
Abbildung 31:	EG und 1.OG 1:200.....	46
Abbildung 32:	2.OG und 3.OG 1:200.....	47
Abbildung 33:	Ansicht Nord und Ost 1:200.....	48
Abbildung 34:	Ansicht Süd und West 1:200.....	49
Abbildung 35:	Variante 1 Fassadenschnitt und Ansicht Süd 1:100.....	50
Abbildung 36:	Variante 2 Fassadenschnitt und Ansicht Süd 1:100.....	51
Abbildung 37:	Dachaufsicht mit PV-Anlage 1:200.....	52
Abbildung 38:	Kostenkennwerte im Vergleich zu anderen MFH.....	141
Abbildung 39:	Einordnung der LCA zu anderen Untersuchungen an MFH.....	142

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Referenzentwurf Kenndaten.....	10
Tabelle 2:	Variante 1 und 2 Konstruktionsaufbauten.....	12-14
Tabelle 3:	Variante 1 und 2 Technische Anlagen.....	14
Tabelle 4:	Variante 1 und 2 Jahresenergiebedarf/-gewinne.....	15
Tabelle 5:	Variante 1 und 2 Lebenszyklusbilanz.....	22
Tabelle 6:	Variante 1 und 2 Teilergebnis Baukonstruktion.....	24
Tabelle 7:	Variante 1 und 2 Teilergebnis technische Anlagen.....	24
Tabelle 8:	Mengenermittlung.....	54-57
Tabelle 9:	Variante 1 technische Anlagen.....	58-60
Tabelle 10:	Variante 2 technische Anlagen.....	61-63
Tabelle 11:	Variante 1 Kurzergebnis.....	64-65
Tabelle 12:	Variante 2 Kurzergebnis.....	66-67
Tabelle 13:	Variante 2 Strom aus erneuerbaren Energien gemäß GEG.....	68
Tabelle 14:	Variante 1 und 2 Jahresenergiebedarfe.....	69
Tabelle 15:	Variante 1 Nachweis nach GEG 2020 für Wohngebäude.....	70-71
Tabelle 16:	Variante 2 Sondernachweis.....	72
Tabelle 17:	Variante 1 Kennwerte LCC.....	74-79
Tabelle 18:	Variante 2 Kennwerte LCC.....	80-85
Tabelle 19:	Variante 1 Berechnung LCC.....	86-98
Tabelle 20:	Variante 2 Berechnung LCC.....	99-112
Tabelle 21:	Variante 1 Kennwerte LCA.....	114-117
Tabelle 22:	Variante 2 Kennwerte LCA.....	118-121
Tabelle 23:	Variante 1 Berechnung LCA.....	122-130
Tabelle 24:	Variante 2 Berechnung LCA.....	131-139

## Abkürzungsverzeichnis

LCA	Ökobilanz	Life Cycle Assessment
LCC	Lebenszykluskostenbetrachtung	Life Cycle Costing
GWP	Treibhausgaspotential	Global Warming Potential
MFH	Mehrfamilienhaus	
WDVS	Wärmedämmverbundsystem	
GEG	Gebäudeenergiegesetz	
WP	Wärmepumpe	
PV	Photovoltaik	
XPS	Polystyrol-Extruderschaumstoff	
EPS	Expandiertes Polystyrol	
GK	Gpskarton	
OSB	Grobspanplatte	
Tsd	Trittschalldämmung	
TW	Trinkwasser	
PP	Polypopylen	
PU	Polyurethan	
WRG	Wärmerückgewinnung	
A	Zusammenfassung von Modul A1-A3 Herstellungsphase in der LCA bzw. Zusammenfassung von A1-A3 Herstellungsphase und A4-A5 Errichtungsphase in der LCC	
B4	Modul Ersatz Nutzungsphase	
B6	Modul Energieeinsatz während der Nutzungsphase	
C	Zusammenfassung von Modul C2-C4 Entsorgungsphase in der LCA bzw. Zusammenfassung von Modul C1-C4 Entsorgungsphase in der LCC	
D	Gutschriften	
TSD	Tausend	
H	technische Anlagen zur Wärmebereitung	
TWW	technische Anlagen zur Trinkwarmwasserbereitung	
L	technische Anlagen zur Lüftung	
PVC-U	Polyvinylchlorid	
PE	Polyethylen	
TL	Trennlage	
HD	mit hoher Dichte	
MDF	mitteldichte Holfaserplatte	
FB	Fußboden	

## Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis .....	4
Tabellenverzeichnis.....	5
Abkürzungsverzeichnis .....	6
Einleitung und Ziele .....	8
1 Grundlagen.....	9
1.1 Referenzentwurf .....	9
1.2 Untersuchte Varianten .....	10
1.3 Betrachtete Systemgrenze .....	16
1.4 Lebenszykluskostenbetrachtung (LCC) .....	17
1.5 Ökobilanz (LCA) .....	19
1.6 Datenumgang .....	21
2 Ergebnis und Bewertung der Maßnahmen .....	22
2.1 Gesamtbilanz .....	22
2.2 Bauteile der Baukonstruktion .....	24
2.3 Bauteile der technischen Anlagen .....	35
2.4 Energiebedarf .....	37
3 Ausblick .....	38
3.1 Energiewende .....	38
3.2 Nachwachsenden Baustoffe .....	39
4 Fazit .....	40
5 Quellenverzeichnis.....	41
Anhang A: Planunterlagen .....	43
Anhang B: Mengen und Nachweise.....	53
Anhang C: Berechnung LCC.....	73
Anhang D: Berechnung LCA.....	113
Anhang E: Plausibilitätsprüfung .....	140
Ehrenwörtliche Erklärung.....	143

## Einleitung und Ziele

Eine der größten Herausforderung unsere Gesellschaft ist der Klimawandel. Das Ziel in Europa ist bis 2050 klimaneutral zu sein, welches gesetzlich vorgeschrieben ist. Bei der Erreichung dieses Zieles nimmt die Bau- und Gebäudewirtschaft eine entscheidende Rolle ein, da rund 38 Prozent der globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen in diesem Bereich entstehen.<sup>1</sup>

Der Energiebedarf von Gebäuden wird immer weiter gesenkt und der Anteil an Effizienzhaus Plus-Gebäude hat sich vergrößert, doch trägt dies der Klimaneutralität nicht unbedingt bei, denn bilanziert man die graue Energie der Baustoffe, des Erhaltungsaufwands und des Rückbaus, sowie der Gebäudetechnik mit, dann ist die Gesamtemissionsbilanz nicht dem Klima zuträglich.<sup>2</sup> Es gilt also nicht nur den Energiebedarf des Gebäudes zu senken, sondern auch die CO<sub>2</sub> Emissionen im Bauprozess.

In dieser Arbeit soll das Treibhauspotential (Global Warming Potential (GWP)) von ökologischer Bauweise untersucht werden. Hierzu wird anhand eines Referenzentwurfs eine übliche Bauweise mit niedrigsten Energiestandard entwickelt und eine dazu ökologisch optimierte Bauweise mit verbesserten Energiestandard. Durch eine Ökobilanz (LCA) und eine Lebenszykluskostenbetrachtung (LCC) für beide Varianten, sollen im Vergleich der beiden Varianten die ergriffenen Maßnahmen hinsichtlich GWP und Kosten eingeschätzt werden.

Weiter wird betrachtet, wie sich die Energiewende auf die Ökobilanz des Gebäudes auswirkt und es wird die Art der Betrachtung von nachwachsenden Baustoffen in der LCA im Bezug auf die Energiewende untersucht.

Ziel dieser Arbeit ist es ein Handlungspotential im Bauwesen hinsichtlich Klimaneutralität aufzuzeigen. Um eine realistischere Einschätzung abbilden zu können, wird der Referenzentwurf auf Basis eines Bebauungsplan entwickelt.

---

1 UN environment programme 2020, S.20

2 Gebäude Energieberater, S.47

# 1 Grundlagen

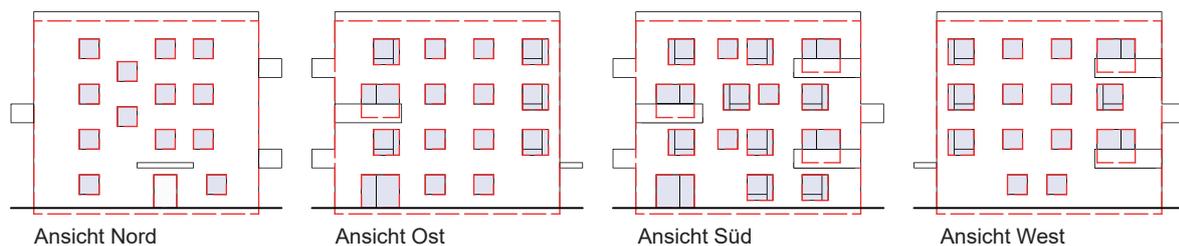
Klimaneutral wird in dieser Arbeit über eine neutrales bis negatives Treibhauspotenzial (Global Warming Potential, GWP) über den gesamten Lebenszyklus definiert. Ökologisch bedeutet in dieser Arbeit ein geringeres GWP eines Bauteils gegenüber dem Bauteil der Vergleichsvariante.

## 1.1 Referenzentwurf

Die Untersuchung wird anhand eines Referenzentwurfs durchgeführt. Entworfen wurde ein nicht unterkellertes 4-geschossiges Mehrfamilienhaus (MFH) mit 7 Wohneinheiten (s. Abbildung 1 und Abbildung 2). Standort des Referenzentwurfs ist das Neubaugebiet Riedwiesen, Winterbach im Rems-Murr-Kreis, Baden-Württemberg. Zulässig ist nach dem vorliegendem Bebauungsplan nur ein Flachdach im gewählten Bereich WA 3 (vgl. Anhang A: Bebauungsplan Riedwiesen).

Abbildung 1: Referenzentwurf Ansichten

Maßstab 1:500



Erschlossen wird das MFH als Zweispänner über eine innen liegende Erschließung, belichtet über die Nordfassade. Im Erdgeschoss befindet sich der Technikraum und Abstellraum, sowie eine 4-Zimmer Wohnung. In den darüber liegenden Geschossen ist jeweils eine 2-Zimmer Wohnung und eine 3-Zimmerwohnung. Das Dach ist als Flachdach ausgebildet. Balkone und Vordach wurden als auskragende Bauteile konzipiert.

Abbildung 2: Referenzentwurf Grundrisse

Maßstab 1:500



Kenndaten des Referenzentwurfs sind in Tabelle 1 aufgelistet.

Tabelle 1: Referenzentwurf Kenndaten

	Referenzentwurf
Vollgeschosse / WE	4 / 7
charakt. Länge	14,8 m
charakt. Breite	14,8 m
Geschosshöhe	3 m
Brutto-Geschossfläche	805 m <sup>2</sup>
Brutto-Volumen	2628 m <sup>3</sup>
Wohnfläche	604 m <sup>2</sup>
A / V	0,44 1/m
Fensterflächenanteil	20,54 %
Dachform	Flachdach

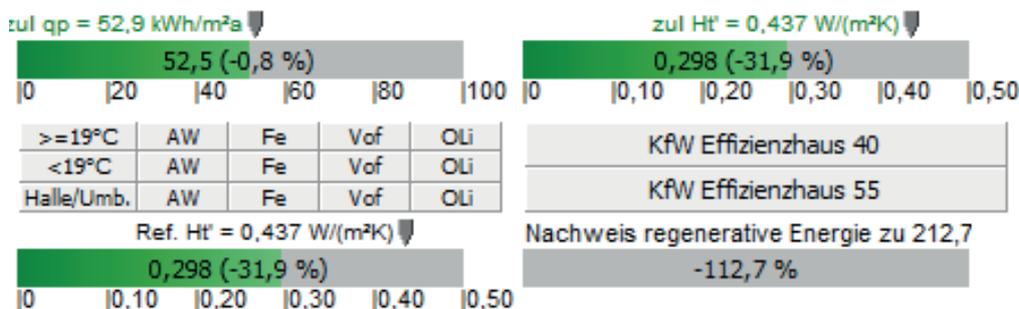
## 1.2 Untersuchte Varianten

### 1.2.1 Variante 1 - übliche Bauweise

Die Untersuchung wurde anhand zwei verschiedener Varianten durchgeführt. Variante 1 stellt die Vergleichsvariante dar. In Variante 1 wird das Mehrfamilienhaus in üblicher Bauweise als Massivbau in Stahlbetonbauweise errichtet. Die Außenwände sind mit Porenbeton-Plansteinen mit Wärmedämmverbundsystem (WDVS) errichtet. Planunterlagen sind in Anhang A hinterlegt.

Die Wärmeversorgung wird über einen Gaskessel in Kombination mit einer Solarthermieanlage für die Warmwasserbereitung bereitgestellt. Als Übergabesystem der Wärme wurde eine Fußbodenheizung gewählt. Ziel der Variante war es, die Bestimmungen nach Gebäudeenergiegesetz (GEG) minimal zu erfüllen (s. Abbildung 3).

Abbildung 3: Variante 1 Nachweis GEG

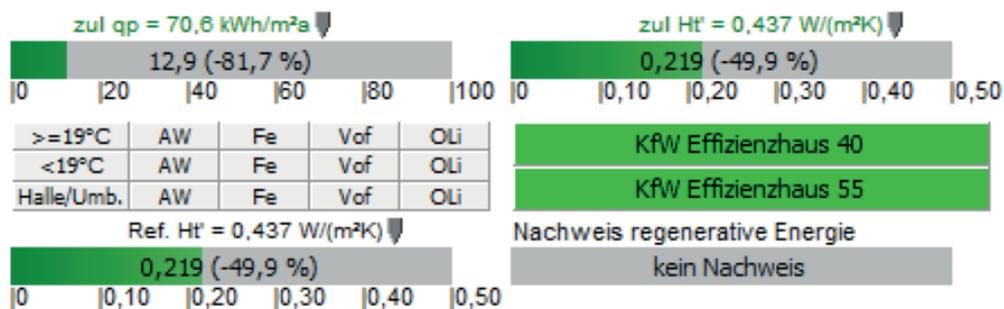


Quelle: Programm BKI Energieplaner, eigene Berechnung

### 1.2.2 Variante 2 - ökologisch optimiert

In Variante 2 wird das Mehrfamilienhaus in ökologisch optimierter Bauweise zur Variante 1 errichtet. Als Bauweise wurde eine Kombination aus Massivbau in Holz und Holzrahmenbau gewählt. Verwendet wurde, so weit möglich nur nachwachsende Baustoffe. Die Bodenplatte, sowie das Streifenfundament, sind in Stahlbeton ausgeführt. Planunterlagen sind in Anhang A hinterlegt. Die Wärmeversorgung wird über einen Luft-Wasser-Wärmepumpe (WP) in Kombination mit einer Photovoltaikanlage (PV-Anlage) bereitgestellt. Als Übergabesystem der Wärme wurde eine Wandheizung gewählt. Ziel der Variante war es, die Auflagen nach GEG zu erfüllen und den Gebäudeenergiestandard KfW-Effizienzhaus 40<sup>3</sup> zu erreichen (s. Abbildung 4).

Abbildung 4: Variante 2 Nachweis KfW-Effizienzhaus 40



Quelle: Programm BKI Energieplaner, eigene Berechnung

Um den Brandschutz weitgehend abzudecken wurde die Baukonstruktion an ein gebautes Beispiel in Holzbauweise angelehnt. Referenz war hierfür das Gebäude „Wohnanlage“ in Ansbach, DE 2013, Deppisch Architekten, Freising.<sup>4</sup> Der Aufzugsschacht wurde in Massivholzbauweise ausgeführt. Referenz hierzu ist das „Kampa Verwaltungsgebäude“ in Aalen, DE 2014, Florian Nagler Architekten, München.<sup>5</sup>

### 1.2.3 Vergleich der Varianten

Auf den folgenden Seiten werden die Konstruktionsaufbauten, technische Anlagen, Jahresenergiebedarfe und Erträge der Varianten aufgeführt (vgl. Tabelle 2 bis Tabelle 4).

3 KfW 2021  
 4 Detail 2017, S. 186 ff.  
 5 ebd., S. 211 ff.

Tabelle 2.1 : Variante 1 und 2 Konstruktionsaufbauten

Dicke	Variante 1	Bauteil	Variante 2	Dicke
<b>50,0 cm</b>		<b>Fundament</b>		<b>60,0 cm</b>
40,0 cm	Stahlbeton		XPS-Dämmung	10,0 cm
10,0 cm	XPS-Dämmung		Stahlbeton	40,0 cm
			XPS-Dämmung	10,0 cm
<b>31,5 cm 0,18 W/m²K</b>		<b>Außenwand</b>	<b>0,13 W/m²K</b>	<b>49,1 cm</b>
1,0 cm	Gipsputz		Lehmputz	3,0 cm
17,5 cm	Porenbetonstein		GK-Platte x2	3,6 cm
12,0 cm	Wärmedämmung EPS		OSB-Platte	1,9 cm
1,0 cm	Putzsystem		Zellulosedämmung	20,0 cm
			Konstruktionsvollholz	
			GK-Platte x2	3,6 cm
			Expandierter Kork	12,0 cm
			Hinterlüftung	3,0 cm
			Stahlprofil	
			Holzlattung	2,0 cm
<b>33,8 cm</b>		<b>Wohnungstrennwand</b>		<b>33,2 cm</b>
1,0 cm	Gipsputz		Lehmputz	1,0 cm
1,8 cm	GK-Platte		GK-Platte x2	3,6 cm
10,0 cm	Mineralwolle		Brettschichtholz	9,0 cm
	Stahlprofil		Mineralwolle	6,0 cm
20,0 cm	Stahlbeton		Brettschichtholz	9,0 cm
1,0 cm	Gipsputz		GK-Platte x2	3,6 cm
			Lehmputz	1,0 cm
<b>15,6 cm</b>		<b>Innenwand</b>		<b>17,2 cm</b>
1,0 cm	Gipsputz		Lehmputz	1,0 cm
1,8 cm	GK-Platte		GK-Platte x2	3,6 cm
10,0 cm	Mineralwolle		Zellulosedämmung	8,0 cm
	Stahlprofil		Konstruktionsvollholz	
1,8 cm	GK-Platte		GK-Platte x2	3,6 cm
1,0 cm	Gipsputz		Lehmputz	1,0 cm
<b>32,8 cm</b>		<b>Aufzugsschacht</b>		<b>32,2 cm</b>
1,0 cm	Gipsputz		Lehmputz	1,0 cm
1,8 cm	GK-Platte		GK-Platte x2	3,6 cm
10,0 cm	Mineralwolle		Brettschichtholz	9,0 cm
	Stahlprofil		GK-Platte x2	3,6 cm
20,0 cm	Stahlbeton		Mineralwolle	6,0 cm
			Brettschichtholz	9,0 cm

Tabelle 2.2: Variante 1 und 2 Konstruktionsaufbauten

Dicke	Variante 1	Bauteil	Variante 2	Dicke
	1,03 W/m <sup>2</sup> K	Fenster	0,91 W/m <sup>2</sup> K	
	Kunststofffenster		Holzfenster	
	3-fach Verglasung		3-fach Verglasung	
	0,7 = g-Wert		g-Wert = 0,6	
mit Verschattungsanlage				
	Rollladen		Jalousie	
	1,80 W/m <sup>2</sup> K	Außentür	0,90 W/m <sup>2</sup> K	
	Kunststoff		Holz	
Innentür				
	Kunststoffbeschichtet		Holz	
76,5 cm	0,16 W/m <sup>2</sup> K	Bodenplatte	0,11 W/m <sup>2</sup> K	83,9 cm
1,0 cm	Laminat		Korkboden	2,0 cm
5,5 cm	Zementestrich		OSB-Platte	1,9 cm
	Trennlage		Holzfaserverplatte	2,0 cm
8,0 cm	EPS-Tsd		Schüttung	8,0 cm
	Abdichtung 2-lagig		Abdichtung 2-lagig	
20,0 cm	Stahlbeton		Stahlbeton	20,0 cm
	Trennlage		Trennlage	
12,0 cm	XPS-Dämmung		XPS-Dämmung	20,0 cm
30,0 cm	Kies		Kies	30,0 cm
34,5 cm		Deckenplatte		28,9 cm
1,0 cm	Laminat		Korkboden	2,0 cm
5,5 cm	Zementestrich		OSB-Platte	1,9 cm
	Trennlage		Holzfaserverplatte	2,0 cm
8,0 cm	EPS-Tsd		Schüttung	8,0 cm
20,0 cm	Stahlbeton		Rieselschutz	
			Brettschichtholz	15,0 cm
42,0 cm	0,26 W/m <sup>2</sup> K	Dach	0,10 W/m <sup>2</sup> K	53,0 cm
6,0 cm	Kies		Vegetationssubstrat	6,0 cm
	Abdichtung 2-lagig		Abdichtung 2-lagig	
16,0 cm	EPS-Dämmung		EPS-Dämmung	32,0 cm
	Dampfsperre		Dampfsperre	
20,0 cm	Stahlbeton		Brettschichtholz	15,0 cm
37,0 cm		Balkon		32,0 cm
3,0 cm	Holzlattung		Holzlattung	3,0 cm
10,0 cm	Hinterlüftung		Hinterlüftung	10,0 cm
	Konstruktionsvollholz		Konstruktionsvollholz	
	Abdichtung 2-lagig		Abdichtung 2-lagig	
4,0 cm	EPS-Dämmung		EPS-Dämmung	4,0 cm
	Notabdichtung		Notabdichtung	
20,0 cm	Stahlbeton		Brettschichtholz	15,0 cm

Tabelle 2.3: Variante 1 und 2 Konstruktionsaufbauten

Dicke	Variante 1	Bauteil	Variante 2	Dicke
<b>Vordach</b>				
30,0 cm				25,0 cm
6,0 cm	Kies		Vegetationssubstrat	6,0 cm
	Abdichtung 2-lagig		Abdichtung 2-lagig	
4,0 cm	EPS-Dämmung		EPS-Dämmung	4,0 cm
	Notabdichtung		Notabdichtung	
20,0 cm	Stahlbeton		Brettschichtholz	15,0 cm
<b>Treppe</b>				
	Stahlbeton		Brettschichtholz	
<b>Dachfenster</b>				
1,03 W/m <sup>2</sup> K			0,91 W/m <sup>2</sup> K	
	Kunststofffenster		Holzfenster	
	3-fach Verglasung		3-fach Verglasung	
0,7 = g-Wert			g-Wert = 0,6	

Tabelle 3: Variante 1 und 2 Technische Anlagen

Variante 1	Technische Anlage	Variante 2
<b>Trinkwarmwasser-Bereitung</b>		
18,7 m <sup>2</sup>	Solaranlage (südl. Ausrichtung)	
50 W	Zirkulationspumpe	Zirkulationspumpe 50 W
300,0 l	bivalenter TW-Speicher	indirekt beheizter Speicher 300,0 l
172,0 m	PP-Rohr dm 25mm	PP-Rohr dm 25mm 172,0 m
172,0 m	PU-Rohrdämmung	PU-Rohrdämmung 172,0 m
<b>Heizung</b>		
50 kW	Brennwertkessel (Gas)	WP Außenluft-Wasser 20 kW
250 W	Heizkreispumpe	Heizkreispumpe 250 W
172,0 m	PP-Rohr dm 25mm	PP-Rohr dm 25mm 172,0 m
172,0 m	PU-Rohrdämmung	PU-Rohrdämmung 172,0 m
839,7 m <sup>2</sup>	PP-Fußbodenheizung	PP-Wandheizung 520,6 m <sup>2</sup>
<b>Lüftung</b>		
16 Stk	Lüfter in Außenwand mit WRG (60 m <sup>3</sup> /h)	16 Stk
<b>Photovoltaikanlage</b>		
	PV-Module polykristalines Silizium	153,2 m <sup>2</sup>
N/A	flächenbezogener Peakleistungskoeffizient	166,0 W/m <sup>2</sup>
	Ausrichtung horizontal	0,0 °
<b>Aufzugsanlage</b>		
1 Stk	Personenaufzug bis 630kg, behindertengerecht	1 Stk
1,6 m/s	Fahrgeschwindigkeit	Fahrgeschwindigkeit 1,0 m/s
0,5 h/d	Nutzungsdauer	Nutzungsdauer 0,2 h/d

Tabelle 4: Variante 1 und 2 Jahresenergiebedarf/-gewinne

Variante 1	Jahresenergiebedarf	Variante 2
<b>Endenergie</b>		
36.217,00 kWh	Wärmebereitung	12.607,00 kWh
18.120,00 kWh	Haushalt	9.060,00 kWh
1.808,00 kWh	Hilfsenergie	330,00 kWh
1.414,00 kWh	Aufzugsanlage	527,00 kWh
<b>Stromertrag aus PV</b>		
	Stromertrag aus PV-Anlage	19.617,00 kWh
	angerechneter Stromertrag	6.895,00 kWh
	eingespeister Strom	12.722,00 kWh

Es wurde in Variante 1 von einer durchschnittlichen Nutzergruppe mit 30 kWh/(m<sup>2</sup>WFL\*a) ausgegangen. In Variante 2 wurde von einer sparsamen Nutzergruppe ausgegangen mit 15 kWh/(m<sup>2</sup>WFL\*a).

Der Aufzug wurde verschieden bewertet durch ein unterschiedliches Nutzerverhalten. Die Daten hierzu wurden aus der PROSA Kurzstudie Personenaufzüge entnommen. <sup>6</sup>

Die Integration der PV-Anlage bei einem Einstellwinkel von 30° ohne Verschattung, mit entsprechender Leistung, erwies sich als schwierig, weshalb mit einer größeren Fläche mit horizontaler Ausrichtung geplant wurde (vgl. Tabelle 5 und Tabelle 6). Ein Nachweis über die Integration der PV-Anlage auf dem Flachdach ist im Anhang A geführt.

Eine Mengenermittlung wurde für den Referenzentwurf durchgeführt (vgl. Anhang B) und dient als Basis für die Untersuchung der Baukonstruktion. Die Dimensionierung der Gebäudetechnik wurde in Abhängigkeit zur Baukonstruktion mit dem Programm BKI Energieplaner Version 20 für die zwei Varianten bestimmt (vgl. Anhang B).

### 1.3 Betrachtete Systemgrenze

Angenommen wird die Errichtungsphase im 3. Quartal 2020, mit einer Nutzungsphase von 50 Jahren von Anfang 2021 bis Ende 2070 und die anschließende Entsorgungsphase.

Die Bilanzgrenze ist das Gebäude ohne Außenanlagen. Hinsichtlich Kosten und Ökobilanz sind nach DIN 276 folgende Bauteile betrachtet:

300 Bauwerk - Baukonstruktion

- mit 320 Gründung, Unterbau
- 330 Außenwände/Vertikale Baukonstruktionen, außen
- 340 Innenwände/Vertikale Baukonstruktionen, innen
- 350 Decken/Horizontale Baukonstruktionen
- 360 Dächer

400 Bauwerk - Technische Anlagen

- mit 420 Wärmeversorgungsanlagen
- 430 Raumluftechnische Anlagen
- 442 Eigenstromversorgungsanlagen
- 440 Förderanlagen

Der überschüssig erzeugte Strom der PV-Anlage wird in das öffentliche Netz eingespeist und gemäß Kapitel 1.4.4 vergütet. In der Ökobilanz wird der überschüssige Strom nicht gutgeschrieben.

## **1.4 Lebenszykluskostenbetrachtung (LCC)**

### **1.4.1 Methodik**

Die Lebenszykluskostenbetrachtung oder auch Life Cycle Costing (LCC) erfolgt auf Basis der DIN 276 „Kosten im Bauwesen“ und DIN 18960 „Nutzungskosten im Hochbau“ in Form eines Kostenvoranschlags beziehungsweise eines Nutzungskostenvoranschlags ohne die Berücksichtigung der Umsatzsteuer und ohne Berücksichtigung einer Preissteigerung. Der Kostenschlag erfolgt auf der Preisbasis 3.Quartal 2020, netto.

### **1.4.2 Datenbasis**

Als Datenbasis wurde die Datenbank „Positionen – Ausschreibungstexte mit aktuellen Baupreisen“ (Version 8 / Stand 3.Quartal 2020, netto) des Baukosteninformationszentrums Deutscher Architektenkammern (BKI) verwendet.

Die Baupreise werden in „Min-von-mittel-bis-max“ angegeben. Für die Kostenkalkulation werden die mittleren Kosten verwendet.

### **1.4.3 Berücksichtigte Module**

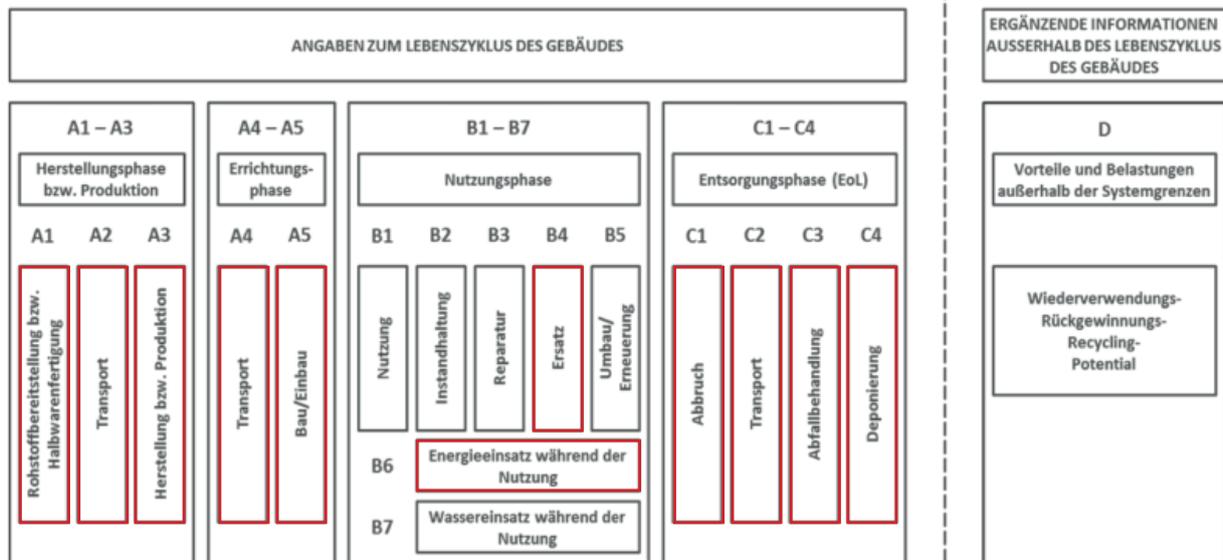
Nach DIN EN 15978 gibt es diverse Lebenswegmodule, die für eine Berechnung der Ökobilanz eines Gebäudes berücksichtigt werden können. Für die Darstellung der Ergebnisse wird äquivalent zur Ökobilanz vorgegangen. Die berücksichtigten Module sind in Abbildung 5 (S.18) rot markiert.

Die Module Herstellungsphase (A1-A3) und Errichtungsphase (A4-A5) sind zusammengefasst (A) berücksichtigt zur Abbildung der Neubaukosten, Betriebsgebundene Kosten im Modul Ersatz (B4), Verbrauchsgebundene Kosten im Modul Energieeinsatz während der Nutzung (B6) und Abrisskosten im Modul Entsorgungsphase (C1-C4) (C).

Das Modul B4 wird über den Austausch von Materialien und Konstruktionen gebildet und setzt sich aus Modul A und C zusammen.

Die Nutzungsdauer der einzelnen Materialien und Konstruktionen wurde aus dem Leitfaden „Nutzungsdauern von Bauteilen für Lebenszyklusanalysen nach Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen“ und der VDI 2067 „Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen“ entnommen.

Abbildung 5: Berücksichtigte Lebenswegmodule LCC



Quelle: Darstellung nach DIN EN 15978

#### 1.4.4 Externe Daten

Die verbrauchsgebundenen Kosten werden bei Strom mit brutto 38,8 ct/kWh und bei Gas mit 6,99 ct/kWh berechnet. <sup>8</sup> Eine Umrechnung in netto ist vorgenommen (Anhang C). Der Vergütungssatz der überschüssigen Erträge der PV-Anlage wurde mit 10,0 ct/kWh berechnet. <sup>9</sup>

Um eine ökologisch interessante Alternative, zu den in der Datenbank hinterlegten Kosten von Dämmungen, darstellen zu können wurde die Wärmedämmung Kork hinzugefügt. Diese ist mit 69,78 EUR/m<sup>2</sup> berechnet bei einer Stärke von 12 cm.

7 BMWi 2021  
8 ebd.

## 1.5 Ökobilanz (LCA)

### 1.5.1 Methodik

Bei der Ökobilanz oder auch Life Cycle Assessment (LCA) handelt es sich um eine genormte Methode zur Quantifizierung der Umweltwirkungen von Prozessen, Produkten oder Dienstleistungen. Die notwendige Transparenz zur Bewertung der verursachten Umweltwirkungen ist durch die Standardisierung der Methode nach DIN ISO 14044 gegeben. Definiert wird die LCA über die DIN EN 15978.

Mit Hilfe der Ergebnisse der LCA lassen sich die potentiellen Umweltwirkungen des Betrachteten Systems darstellen, mögliche Schwachstellen erkennen und Maßnahmen zur ökologischen Optimierung eines Produktes ableiten. Die LCA wird also nicht nur zu einer Berechnung eines fertigen Produktes angewendet, sondern darüber hinaus um in einem iterativen Prozess zu einer Optimierung des Produktes zu führen.

Durch den definierten Rahmen können verschiedene Materialien, Konstruktionen und ganze Entwürfe auf einer vergleichbaren Basis gegeneinander abgewägt werden und es kann eine Entscheidung aufgrund eines erweiterten Betrachtungsrahmens neben Kriterien wie den architektonischen Anspruch oder der Kosten getroffen werden.

### 1.5.2 Datenbasis

Als Datenbasis wurde die Ökobaudat gemäß DIN EN 15804+A1 (2021-II vom 25.06.2021) verwendet. Diese Ökobaudat-Datensätze werden aktuell im Rahmen des Bewertungssystems Nachhaltiges Bauen als verbindliche Datenbasis adressiert.<sup>9</sup> Dies ermöglicht eine Vergleichbarkeit mit anderen Studien. Die ÖKOBAUDAT bietet eine umfangreiche Datenbasis für die Auswahl von Ökobilanzdaten von Baumaterialien und Energieträgern und ist in sich konsistent durch die Konformität zur DIN EN 15804+A1 und der Basis auf der GaBi-Datenbank.<sup>10</sup>

Die gewählte Datenbank fasst eine Gesamtzahl von 930 Datensätze generisch und produktspezifisch auf Wirkkategorieebene nach DIN EN 15804. Nach DIN EN 15804 „Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte“ werden über den gesamten Produktlebenszyklus alle entstehenden Umwelteinwirkungen von der Rohstoffbereitstellung über die Herstellung und Nutzung hin zur Verwertung am Lebensende berücksichtigt, weiter sind darüber hinaus Daten zum Potential von Baumaterialien am Lebensende (Gutschrift (D)) gegeben.

---

9 Ökobaudat 2021

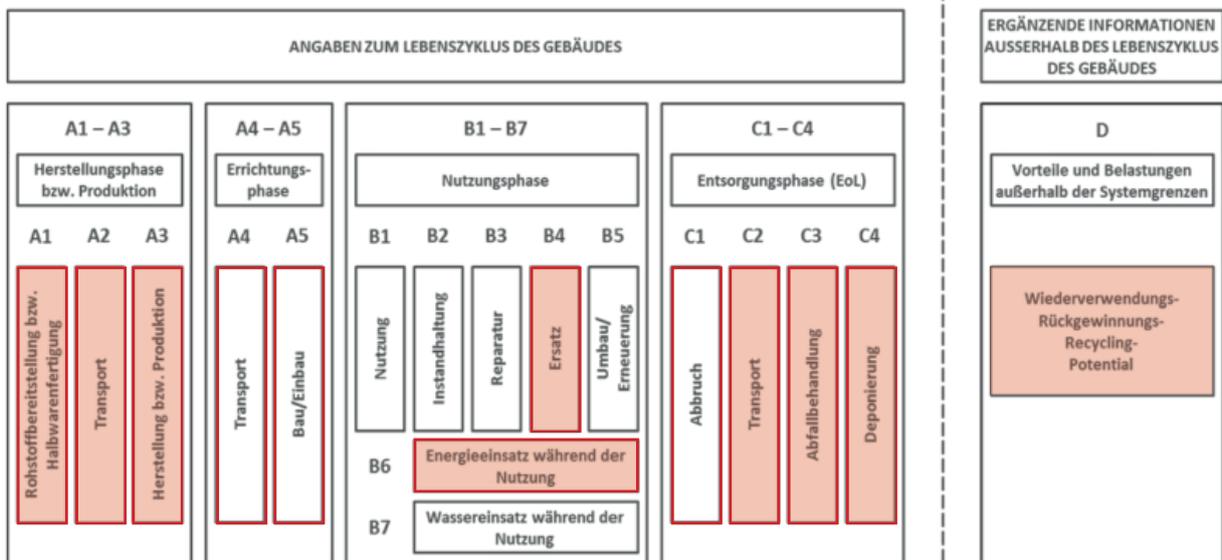
10 ebd.

Die Lebensdauer der einzelnen Materialien und Konstruktionen wurde aus dem Leitfaden „Nutzungsdauern von Bauteilen für Lebenszyklusanalysen nach Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen“ und der VDI 2067 „Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen“ entnommen.

### 1.5.4 Berücksichtigte Module

Für die Darstellung der Ergebnisse wurden die Module Herstellungsphase (A1-A3), Ersatz (B4), Energieeinsatz während der Nutzung (B6), Entsorgungsphase ohne Abbruch (C2-C4) berücksichtigt. Darüber hinaus wird auch das Modul Vorteile und Belastungen außerhalb der Systemgrenze (D) abgebildet. Die berücksichtigten Module sind in Abbildung 6 rot hinterlegt.

Abbildung 6: Berücksichtigte Lebenswegmodule LCA

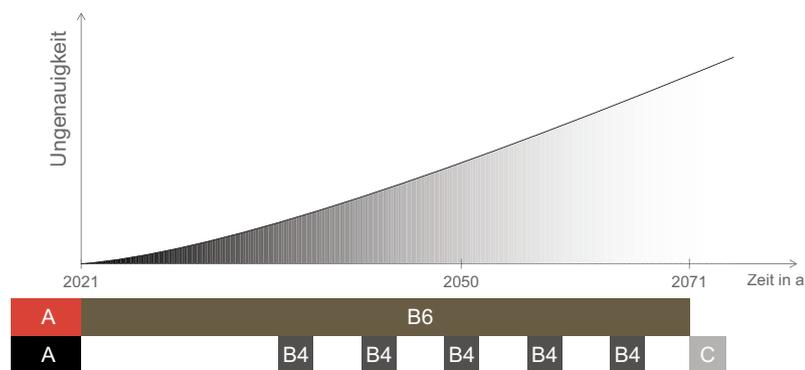


Quelle: Darstellung nach DIN EN 15978

## 1.6 Datenumgang

Bei der LCC und der LCA handelt es sich um einen in die Zukunft transportierten Ist-Zustand. Da ein Betrachtungszeitraum von 50 Jahren angesetzt wird, sind diese Werte zu einem Zeitpunkt X nach 2021 nicht mehr identisch zu den aktuellen Werten. Aus diesem Grund wird die Ökobaudat aktualisiert.<sup>11</sup> Die Ungenauigkeit der Daten nimmt also zu, je weiter die Betrachtung voranschreitet (s. Abbildung 7). Dies beeinflusst die Module B4, B6 und C. In der LCA können die Module B und C als ein zukünftiges Potential zur Reduzierung des GWP betrachtet werden.

Abbildung 7: Unschärfe der Daten im zeitlichen Verlauf



Bei der LCC kommt hinzu, dass nur ein sehr kleiner Datensatz im Modul C in der Datenbank vorhanden ist, sodass viele Materialien ohne Information zu Modul C behandelt wurden. Die Ergebnisse des Moduls C (B4) fließen dennoch in die LCC ein, da sie eine Tendenz der Varianten in der Entsorgungsphase aufzeigen.

## 2 Ergebnis und Bewertung der Maßnahmen

In den folgenden Kapitel werden das Ergebnis und die Teilergebnisse dargestellt. Es wird eine Bewertung der Maßnahmen von Variante 2 - ökologisch optimiert zu Variante 1 - übliche Bauweise vorgenommen. Des Weiteren werden weitere Maßnahmen vorgestellt.

Die Berechnung der LCC ist in Anhang C hinterlegt. Die Berechnung der LCA ist in Anhang D hinterlegt. Eine Plausibilitätsprüfung wurde in Anhang E vorgenommen.

### 2.1 Gesamtbilanz

Der Vergleich der Lebenszyklusbetrachtung zeigt auf, dass in Variante 2 mit 17,84 % Mehrkosten zu rechnen ist und dabei das GWP auf 50 % reduziert wird (s. Tabelle 5). Damit ist Variante 2 - ökologisch optimiert ökologischer als Variante 1, jedoch nicht klimaneutral, da das GWP positiv ist.

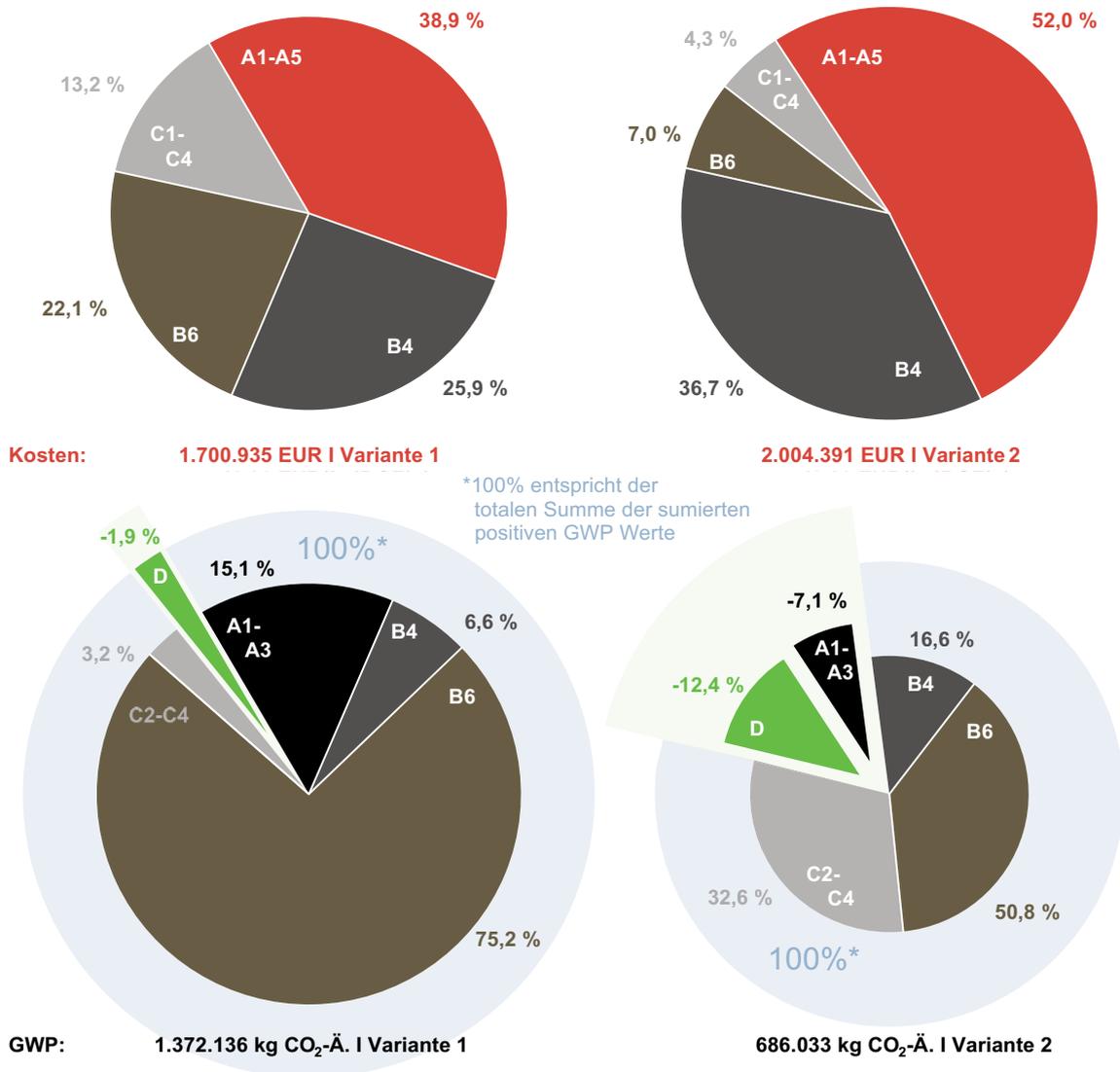
Tabelle 5: Variante 1 und 2 Lebenszyklusbilanz

Kosten	A1-A5	B4	B6	C1-C4		Gesamt
<b>Variante 1</b>	660.746	440.130	375.676	224.383		<b>1.700.935 EUR</b>
<b>Variante 2</b>	1.041.350	735.957	140.394	86.690		<b>2.004.391 EUR</b>
<b>V2 / V1</b>	157,60 %	167,21 %	37,37 %	38,63 %		<b>117,84 %</b>
GWP	A1-A3	B4	B6	C2-C4	D	Gesamt
<b>Variante 1</b>	216.462	92.331	1.076.229	46.116	-59.002	<b>1.372.136 kg CO<sub>2</sub>-Äqv.</b>
<b>Variante 2</b>	-80.144	150.678	460.587	295.048	-134.590	<b>691.579 kg CO<sub>2</sub>-Äqv.</b>
<b>V2 / V1</b>	- 37,02 %	163,19 %	42,80 %	639,80 %	228,11 %	<b>50,40 %</b>

Auffällig ist, dass in Variante 2 mit 57,6 % Mehrkosten für den Neubau zu rechnen ist und auch die betriebsgebundenen Kosten um 67,2 % erhöht sind. Dagegen sind die verbrauchsgebundenen Kosten auf 37,4 % reduziert und die Abrisskosten auf 38,6 %.

Das negative GWP in Modul A Variante 2 bedeutet, dass mehr CO<sub>2</sub> gebunden wird als emittiert wird bei der Bereitstellung der Bauteile. Auffällig ist, dass in Modul B4 mit 163,2 % GWP und in C mit 639,8 % GWP zu rechnen ist. Das hohe GWP in Modul C leitet sich aus der Freisetzung des gebundenen CO<sub>2</sub> ab und beeinflusst damit Modul B4. Dagegen wird das Modul D deutlich höher angesetzt. Dies liegt vor allem an der thermischen Verwertung von nachwachsenden Baustoffen (vgl. Kapitel 3.2).

Abbildung 8: Variante 1 und 2 Lebenszyklusbilanz



Die in Tabelle 5 dargestellten Ergebnisse sind in Abbildung 8 grafisch aufbereitet dargestellt. Dabei stellt der Kreis die Summe der Beträge dar. Der grüne Bereich bezieht sich auf die Kreisfläche in Abbildung 8.

## 2.1.1 Baukonstruktion und technische Anlagen

Zum besseren Verständnis des Ergebnisses in Modul A, B4 und C werden im folgenden die Baukonstruktion und die technischen Anlagen untersucht.

Tabelle 6: Variante 1 und 2 Teilergebnis Baukonstruktion

Kosten	A1-A5	B4	C1-C4	Gesamt	
Variante 1	526.962	196.106	224.154	<b>947.222 EUR</b>	
Variante 2	871.132	384.596	86.537	<b>1.342.264 EUR</b>	
V2 / V1	165,31 %	196,12 %	38,61 %	<b>141,71 %</b>	
GWP	A1-A3	B4	C2-C4	D	Gesamt
Variante 1	203.594	69.585	41.502	-43.681	<b>271.000 kg CO<sub>2</sub>-Äqv.</b>
Variante 2	-137.235	38.495	289.902	-122.811	<b>68.352 kg CO<sub>2</sub>-Äqv.</b>
V2 / V1	- 67,41 %	55,32 %	698,53 %	281,16 %	<b>25,22 %</b>

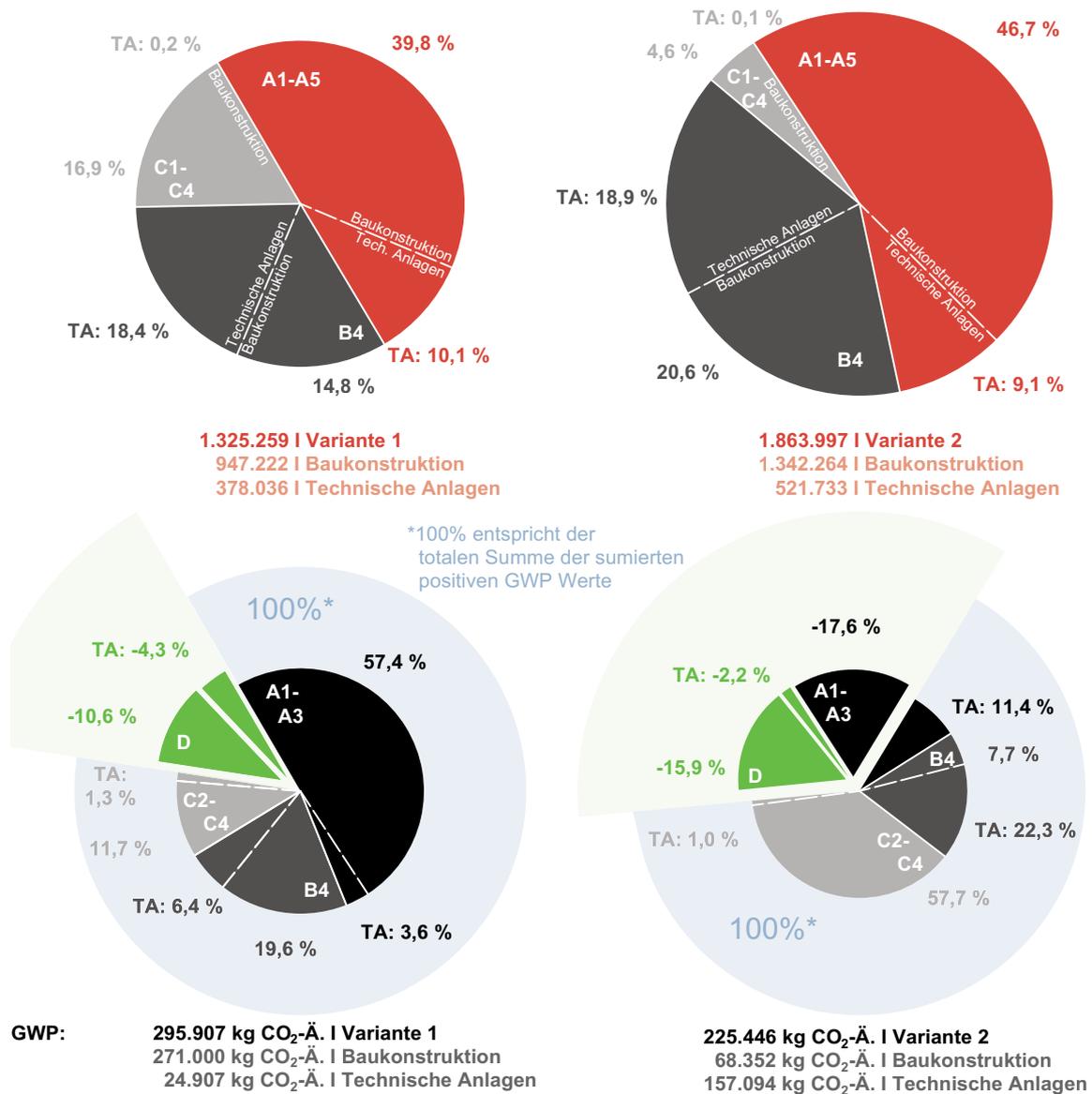
In der Betrachtung der Teilergebnisse der Baukonstruktion fällt das Modul C bei dem GWP deutlich höher aus (vgl. Tabelle 6), hingegen ist dieses Modul bei den technischen Anlagen nur um 11,5 % erhöht (s. Tabelle 7). Damit liegt die Hauptursache in der Baukonstruktion und dabei am Entsorgungsszenario für nachwachsende Rohstoffe, bei der das gebundene CO<sub>2</sub> wieder freigesetzt wird. Dieser Umstand beeinflusst das Ergebnis von B4.

Betrachtet man Modul A und B der technischen Anlagen, dass das GWP 443,7 % bzw. 493,2 % beträgt. Eine genauere Untersuchung dieser Ergebnisse wird in Kapitel 2.2.2 durchgeführt.

Tabelle 7: Variante 1 und 2 Teilergebnis technische Anlagen

Kosten	A1-A5	B4	C1-C4	Gesamt	
Variante 1	133.783	244.024	229	<b>378.036 EUR</b>	
Variante 2	170.218	351.361	153	<b>521.733 EUR</b>	
V2 / V1	127,23 %	143,99 %	66,94 %	<b>138,01 %</b>	
GWP	A1-A3	B4	C2-C4	D	Gesamt
Variante 1	12.868	22.746	4.614	-15.322	<b>24.907 kg CO<sub>2</sub>-Äqv.</b>
Variante 2	57.091	112.182	5.146	-11.779	<b>162.640 kg CO<sub>2</sub>-Äqv.</b>
V2 / V1	443,66 %	493,19 %	111,53 %	76,88 %	<b>652,99 %</b>

Abbildung 9: Variante 1 und 2 Teilergebnis Baukonstruktion und technische Anlagen

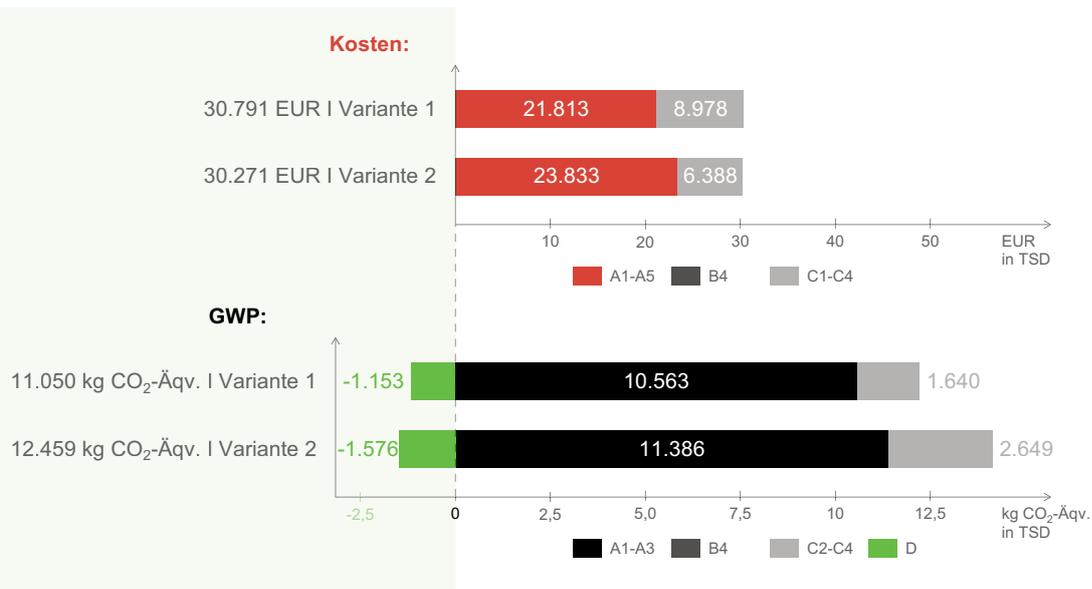


Bei der Darstellung der Ergebnisse der Lebenszyklusbilanz aus Tabelle 6 und 7 in Abbildung 9 stellt der Kreis die Summe der Beträge dar. Der grüne Bereich bezieht sich auf die Kreisfläche in Abbildung 9.

### 2.2.1 Bauteile der Baukonstruktion

Zur genaueren Untersuchung der vorgenommenen Maßnahmen werden die Bauteile im einzelnen betrachtet. Begonnen wird die Betrachtung der Baukonstruktion mit den Bauteilen der thermischen Hülle. Diese weisen ein reduziertes GWP auf, jedoch keine negative Bilanz. Dies liegt vor allem an den erhöhten Anforderungen der Bauteile hinsichtlich Wärmeschutz und der geringen Auswahl an ökologischer Alternativen bei Dämmmaterial bei hoch beanspruchten Bauteilen.

Abbildung 10: Ergebnis Streifenfundament



Das Bauteil Streifenfundament wurde in der Wahl der Baumaterialien gleich behandelt. Zu einer Erhöhung der Kosten und des GWP führt die innere Dämmung des Bauteils (vgl. Abbildung 10). Diese Maßnahme wurde durchgeführt um die erhöhte energetische Anforderung in Variante 2 darzustellen.

Eine Verbesserung des GWP könnte durch eine genaue statische Dimensionierung des Bauteils und einer damit eventuell einhergehende Reduzierung des Volumens an Stahlbeton durchgeführt werden.

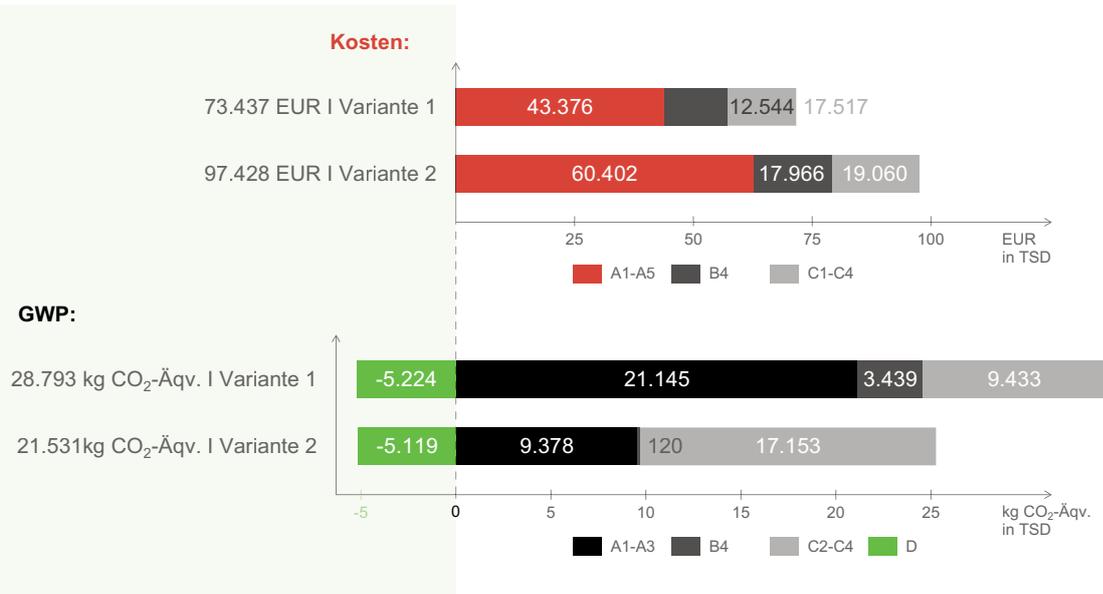
Hauptursache für das GWP ist im Bauteil Bodenplatte der Stahlbeton in beiden Varianten. Dieser hat ein GWP von 12.368 kg CO<sub>2</sub> Äqv.. Durch den veränderten Fußbodenaufbau werden 6.142 kg CO<sub>2</sub> Äqv. gegenüber der Variante 1 eingespart. Maßgeblich ist hierbei der Verzicht auf Estrich. Zu einer Erhöhung des GWP führt die erhöhte energetische Anforderung des Bauteils und die die daraus resultierende Dopplung der Dämmung aus XPS.

Mehrkosten entstehen im Modul A durch den geänderten Fußbodenaufbau von 12.516 EUR und durch die Dopplung der XPS-Dämmung.

Zu Mehrkosten in Variante 2 in Modul C kommt es, da wenige Daten für den Abriss hinterlegt sind und hierbei neben der Betrachtung Abriss Bodenplatte keine Daten vorhanden waren für beispielsweise den Abriss von Estrich. Der Abbau der Schüttung wurde mit insgesamt 2.173 EUR bepreist und bildet die Differenz zwischen Variante 1 und 2.

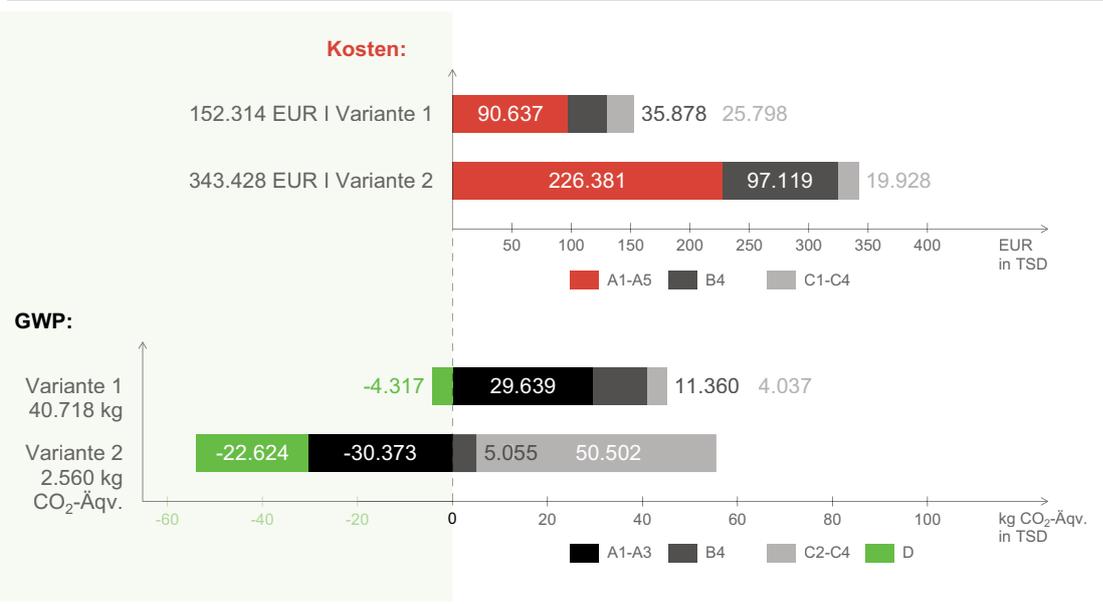
Zur weiteren ökologischen Optimierung ist anzudenken, ob eine klassische Bauweise in der Bodenplatte sinnvoll ist. Bei einer Alternative aus Punktfundamenten und ein auf Massivholzbau angepasster Bauteilaufbau mit gleichem U-Wert könnte das GWP in der LCA um circa 20.500 kg CO<sub>2</sub> Äqv. gesenkt werden, bei einer Steigerung der Kosten in der LCC um circa 135.000 EUR.

Abbildung 11: Ergebnis Bodenplatte



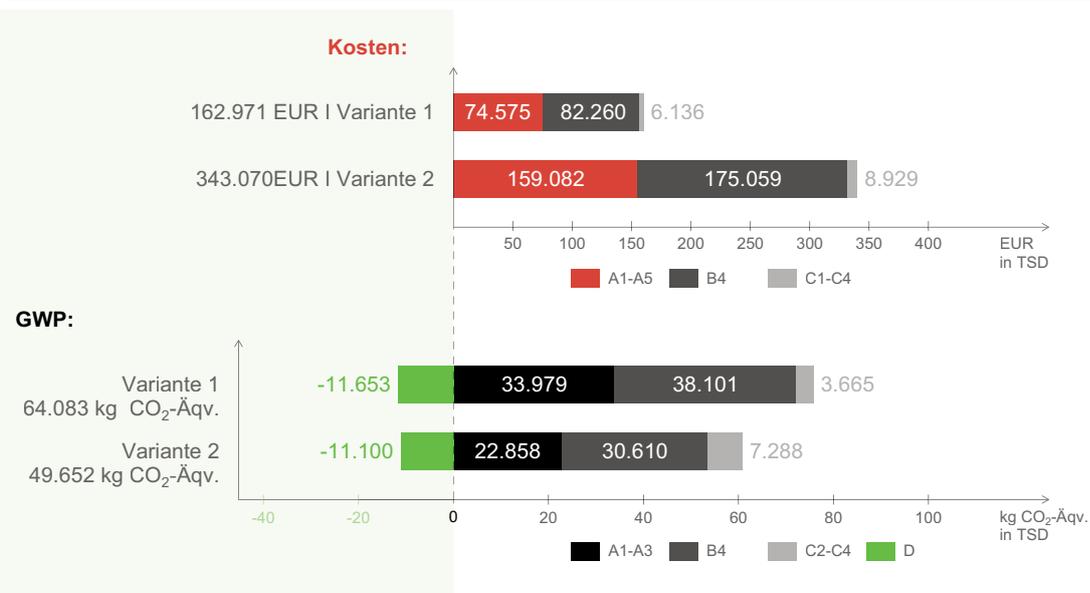
In dem Bauteil Außenwand sind mit 2,5 fachen Mehrkosten zu rechnen (s. Abbildung 12) bei einem Kostenanteil von 28 % an der LCC Baukonstruktion. Grund hierfür ist zum einen der dickere Bauteilaufbau und zum anderen die aufwändiger ausgeführte Fassadenkonstruktion. Darin liegt auch ein großes Potential zur Optimierung der Variante 2 hinsichtlich Kosten. Durch den Verzicht auf eine vorgehängte Fassade könnten die LCC um 104.459,68 EUR gesenkt werden. Für die Energetische Betrachtung des Entwurfs hat es keine Auswirkungen. Die Korkdämmung müsste dabei auch nicht weiter behandelt werden, um den erhöhten Ansprüchen zu genügen. In der LCA hätte diese Maßnahme eine Erhöhung des GWP von 4.700 kg CO<sub>2</sub> Äqv. zur Folge, durch den Verzicht auf die Holzfassade.

Abbildung 12: Ergebnis Außenwand



Es ist auffällig, dass bei dem Bauteil Außenwand keine negative Bilanz des GWP vorliegt. Das liegt vor allem an den im Verhältnis zu anderen Bauteilen, geringen Volumen an Massivholz und den Maßnahmen zur Erfüllung des Brandschutz. Jedoch kann das Bauteil durch den Einsatz einer Holz-Unterkonstruktion der Fassade neutral bilanziert werden hinsichtlich des GWP. Der Brandschutz in Form einer 4-fachen Gipskartonplatte hat ein GWP von 3.759,07 kg CO<sub>2</sub> Äqv..

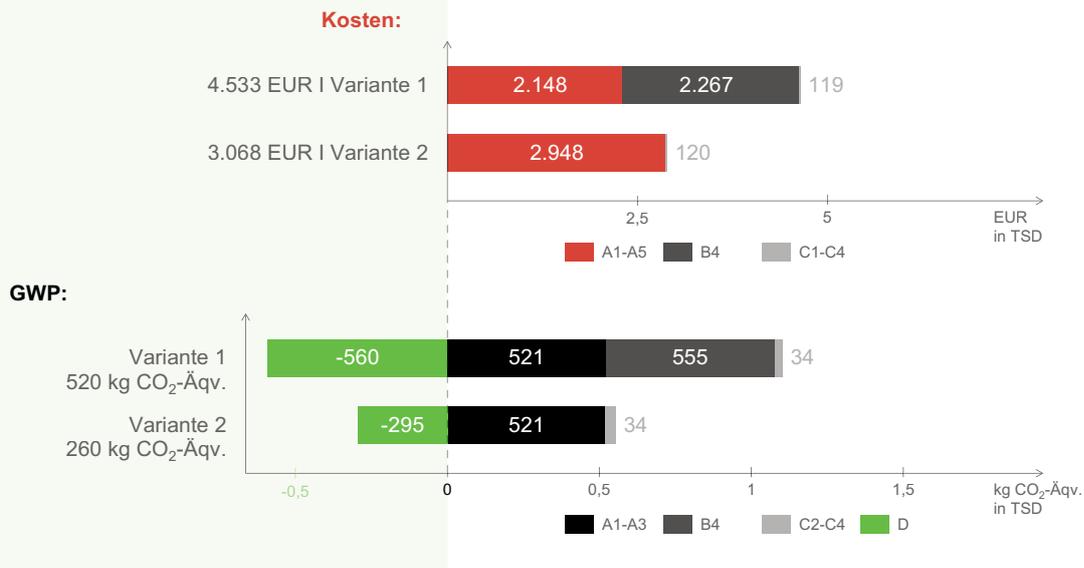
Abbildung 13: Ergebnis Fenster



Holzfenster sind um das 2-fache teurer und sparen dabei ein geringeres GWP von 10.300 kg CO<sub>2</sub> Äqv.(vgl. Abbildung 13). Auch ist die Verschattungsanlage (Jalousie) um das 2-fache teurer als ein Rollladensystem und es wird dabei das GWP nicht reduziert (beide Varianten werden mit 33.722 kg CO<sub>2</sub> Äqv. bilanziert). Eine Optimierung der LCA (und LCC) könnte hier durch den Einbau eines Holzfensterladers vorgenommen werden. Diese Verschattungsanlage aus Holz hat ein GWP von -6.642 kg CO<sub>2</sub> Äqv.. Durch diese Maßnahme könnte der GWP des Bauteils auf 9.288 kg CO<sub>2</sub> gesenkt werden, bei reduzierten Kosten.

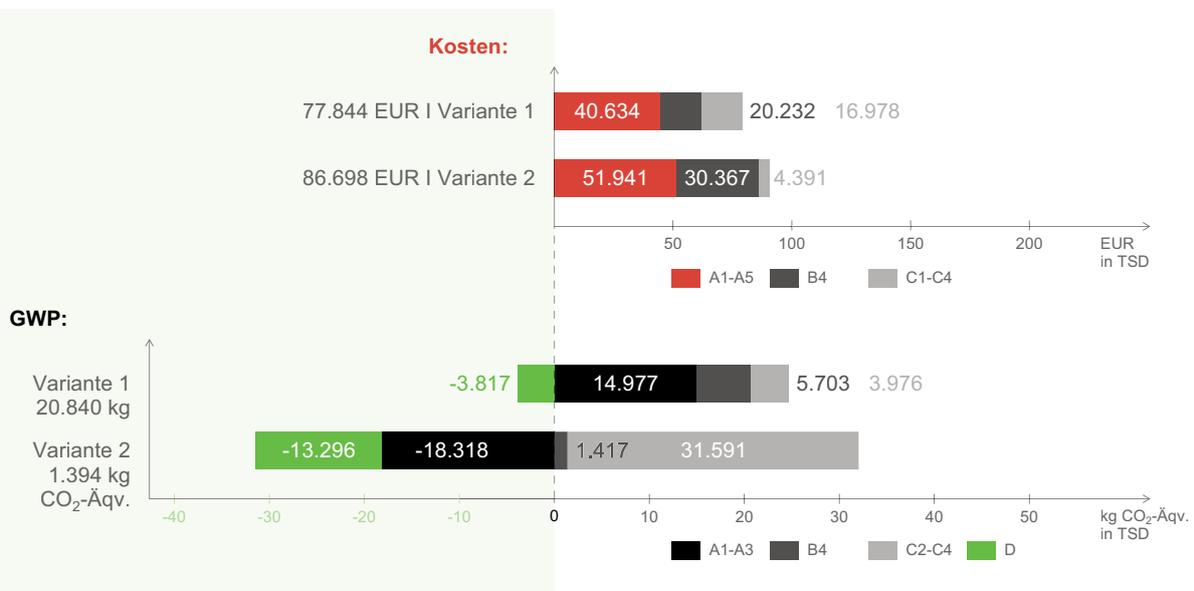
Geht man bei der ökologisch optimierten Variante von einem Kunststofffenster mit einem U<sub>w</sub>-Wert von 0,68 W/m<sup>2</sup>K aus, so würde sich in der LCA das GWP um 41.689 kg CO<sub>2</sub> Äqv.. reduzieren. Ein Ergebnis, dass den Einsatz von Kunststofffenster hinsichtlich Nachhaltigkeit rechtfertigt, da bessere U-Werte bei Kunststofffenster erzielbar sind und dadurch das höhere GWP langfristig mehr als ausgeglichen werden.

Abbildung 14: Ergebnis Außentüre



Gerechnet wurde in der LCA für das Bauteil Außentüre in Variante 1 und 2 mit den gleichen Daten, da es keine zu vergleichende Alternativen in den Datenbank gab. Jedoch wurde im Modul B4 eine geringere Nutzungsdauer der Variante 1 ermittelt, weshalb es zu einer Erneuerung des Bauteils in der Lebenszyklusbetrachtung kommt und damit zu erhöhten GWP und Kosten (vgl. Abbildung 14). Dieser Umstand zeigt, hier in geringen Ausmaß bezogen auf das Bauvolumen des Bauteils, die unbedingte Betrachtung des Modul B4.

Abbildung 15: Ergebnis Dach

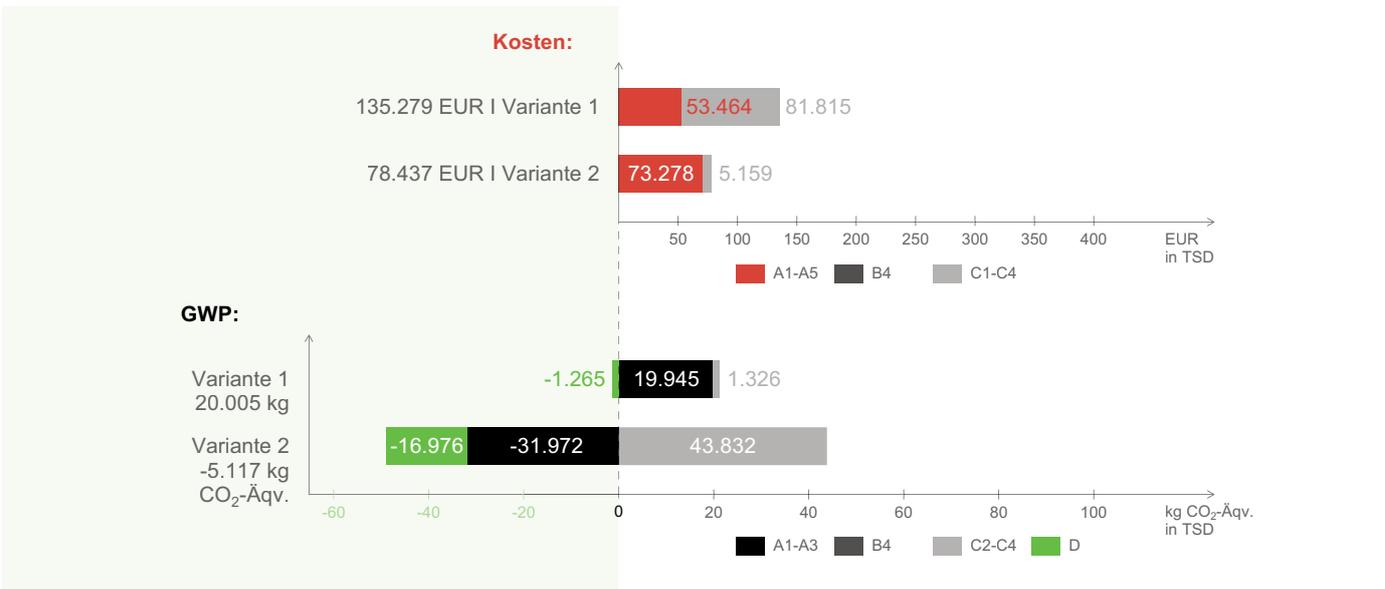


In diesem Bauteil wird das Potenzial von Massivholzbau zu Stahlbeton sichtbar. Hierbei fällt das GWP im Modul A für Variante 2 deutlich geringer aus. So kann das GWP um 19.446 kg CO<sub>2</sub> Äqv. verringert werden durch eine ökologische Optimierung (vgl. Abbildung 15).

Eine weitere Optimierung des GWP könnte durch den Ersatz der EPS-Dämmung durch expandiertes Kork vorgenommen werden. Bei Einsatz in gleichen Volumen könnte das GWP des Bauteils auf -2.658 kg CO<sub>2</sub> Äqv. reduziert werden. In der Bilanzierung wurde dies nicht angewandt, da keine gebauten Beispiele vorliegen.

Im folgenden werden die innen liegende Bauteile behandelt. Auffällig ist, dass das GWP bei diesen Bauteilen erheblich gesenkt werden konnte. In der Regel haben die Bauteile ein negatives GWP. Begonnen wird die Betrachtung mit den vertikalen Bauteilen, gefolgt von den horizontalen Bauteilen.

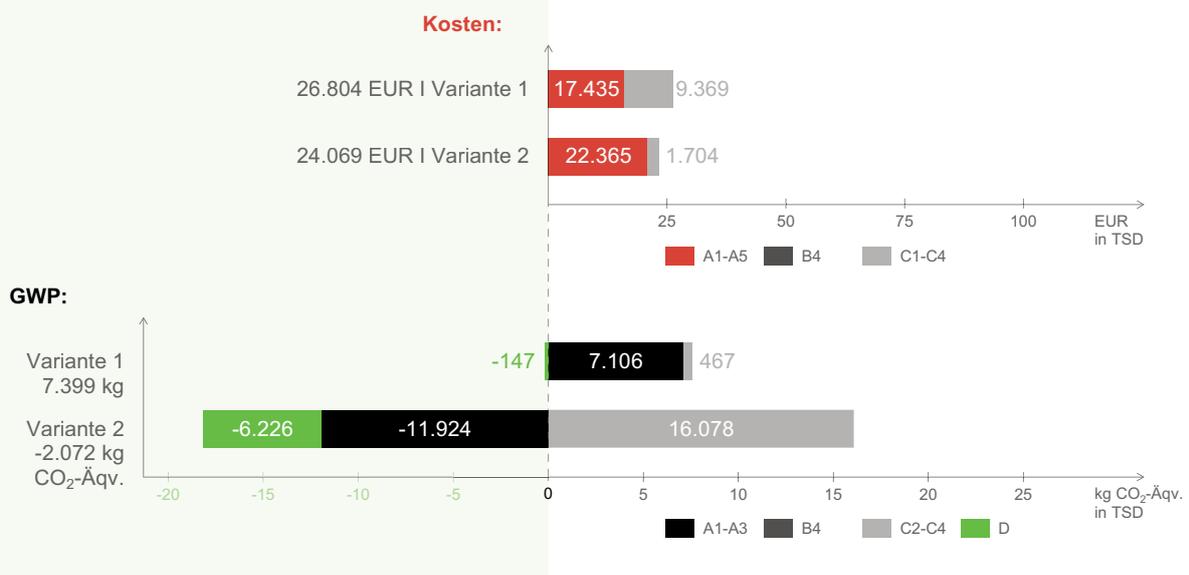
Abbildung 16: Ergebnis Wohnungstrennwand



Durch den Einsatz von Massivholzelementen konnte das GWP um 25.122 kg CO<sub>2</sub> Äqv. reduziert werden bei geringeren Kosten (vgl. Abbildung 16). Die Mehrkosten fallen Modul C in Variante 2 an durch aufwendigere Abrissarbeiten bei Stahlbeton im Vergleich zu Holzbau. In der Datenbank ist kein Wert für das Modul C1 von Massivholzelementen hinterlegt. Jedoch ist auch nur mit geringen Kosten zu rechnen, da diese ohne großen Zeitaufwand abgebaut werden können.

Das Bauteil Aufzugsschacht verhält sich ähnlich wie das Bauteil Wohnungstrennwand (vgl. Abbildung 17).

Abbildung 17: Ergebnis Aufzugsschacht



In dem Bauteil Innenwand konnte eine Optimierung des GWP erzielt werden bei gestiegenen Kosten von 216 % (vgl. Abbildung 18). Zu einer Erhöhung kommt es vor allem durch die Beplankung mit Gipskartonplatten. Diese Maßnahme ist mit Mehrkosten von 9.082 EUR verbunden; ob diese Maßnahme zur Erfüllung der Brandschutzanforderungen notwendig ist wurde nicht genauer untersucht.

Abbildung 18: Ergebnis Innenwand

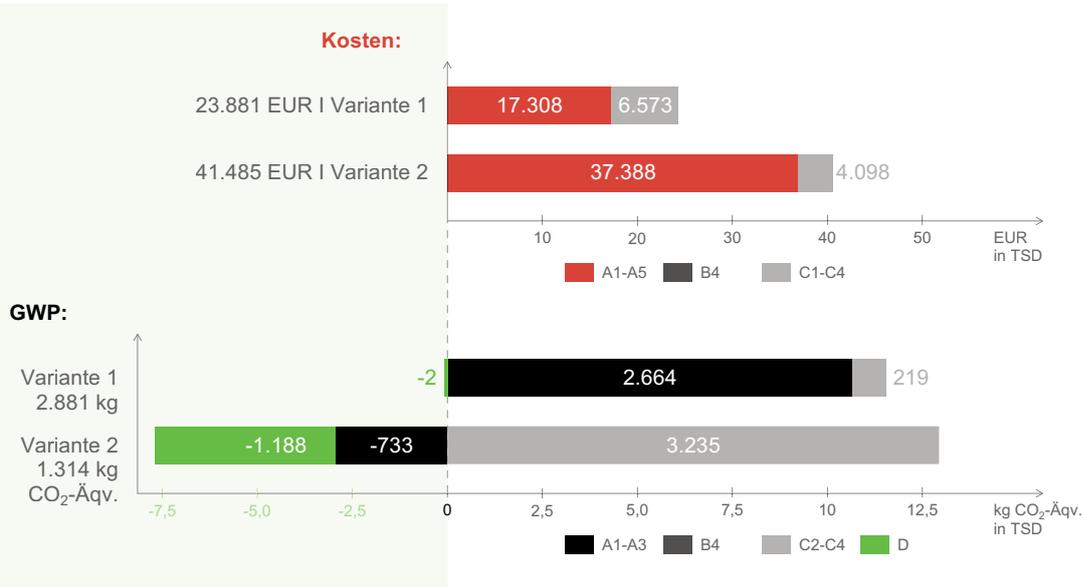
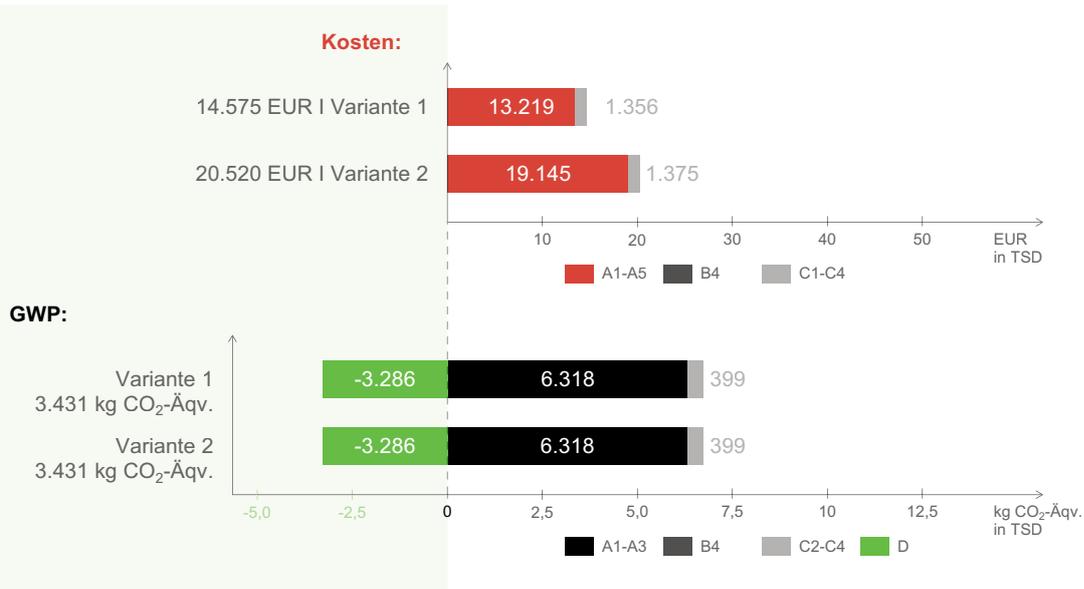
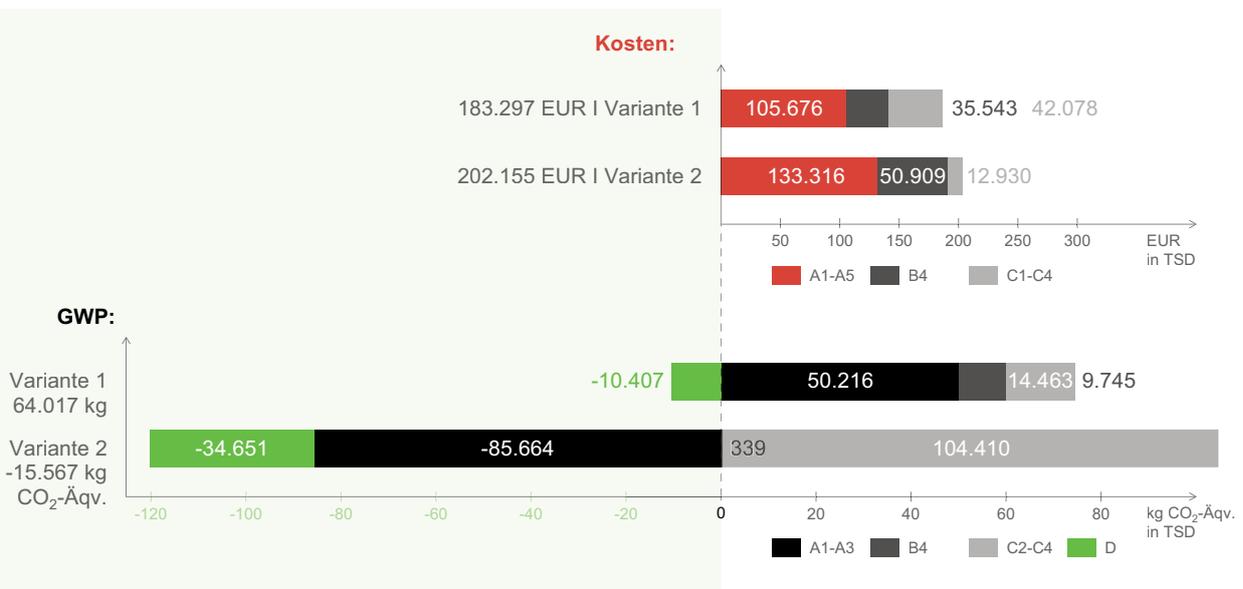


Abbildung 19: Ergebnis Nebentüre



Gerechnet wurde in der LCA für das Bauteil Nebentüre in Variante 1 und 2 mit den gleichen Daten, weshalb zu den gleichen Ergebnis kommt (vgl. Abbildung 19) da es keine zu vergleichende Alternativen in den Datenbank gab. Auch konnte keine Unterscheidung zwischen Zimmertüren, Wohnungstüren und Aufzugstüre vorgenommen werden. In der LCC sind Daten hinterlegt, weshalb es zu einer Kostensteigerung kommt.

Abbildung 20: Ergebnis Geschosdecke



Durch den Einsatz von Massivholzelementen und den ökologisch verbesserten Fußbodenaufbau konnte das GWP um 79.584 kg CO<sub>2</sub> Äqv. reduziert werden zu einer negativen Bilanz von -15.567 kg CO<sub>2</sub> Äqv. (vgl. Abbildung 20). Eine Brandschutz Maßnahme wird im Treppenhaus vorgenommen durch die Beplankung mit Gipskartonplatten.

In den Bauteilen Treppe, Balkon und Vordach konnte das GWP reduziert werden bei Mehrkosten (vgl. Abbildung 21, 22 und 23)

Abbildung 21: Ergebnis Treppe

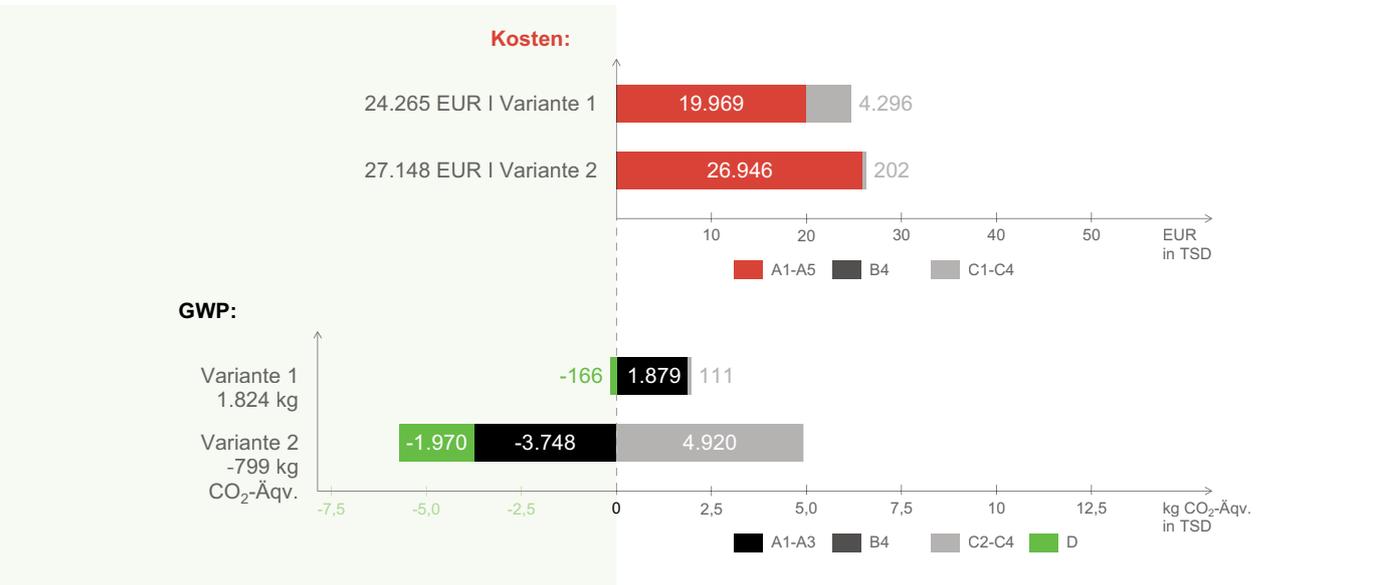


Abbildung 22: Ergebnis Balkon

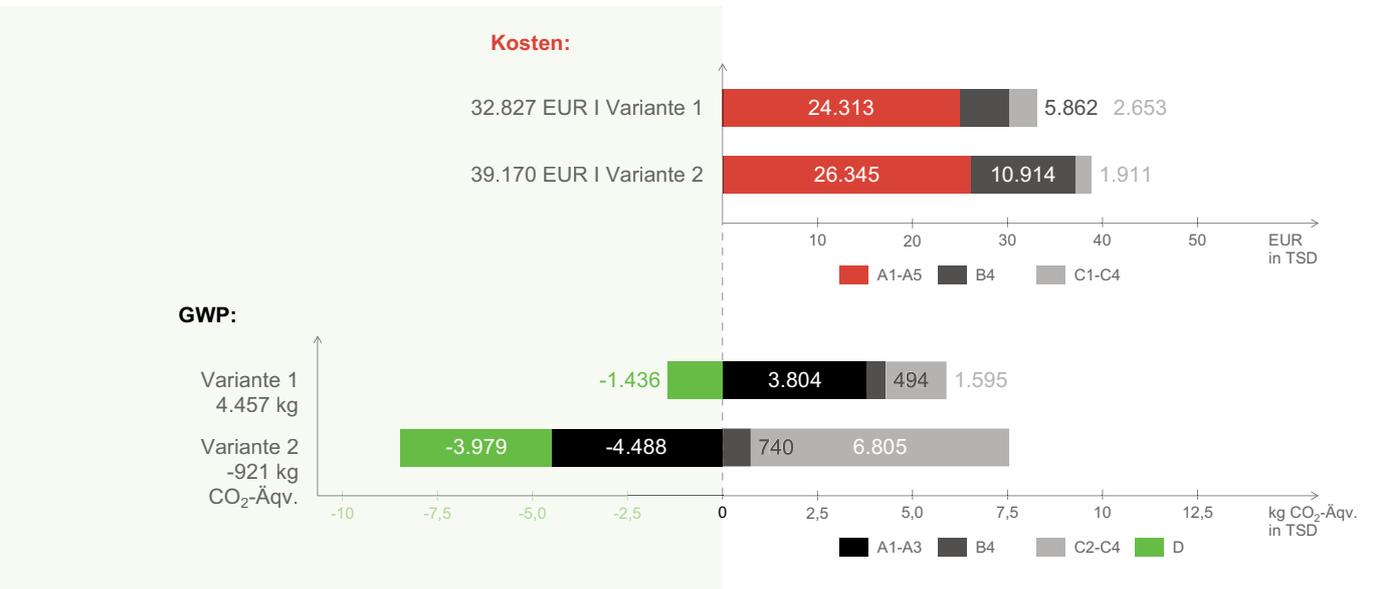
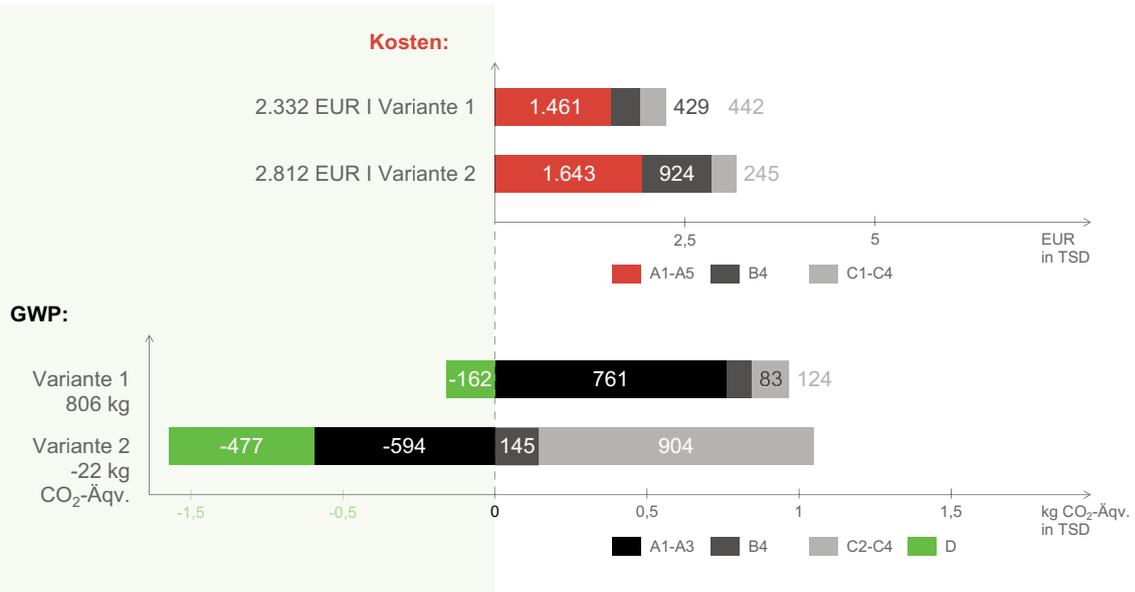


Abbildung 23: Ergebnis Vordach



## 2.2.2 Bauteile der technischen Anlagen

Die technischen Anlagen zur Wärmebereitung (H) und Trinkwarmwasserbereitung (TWW) sind in Variante 2 günstiger und sind im GWP deutlich reduziert (vgl. Abbildung 24). Jedoch muss das System der Variante 2 unbedingt in Verbindung mit der PV-Anlage betrachtet werden (vgl. Abbildung 25). Die Lüftungsanlage (L) ist in beiden Varianten gleich konzipiert.

Abbildung 24: Ergebnis technische Anlagen: H, TWW, L

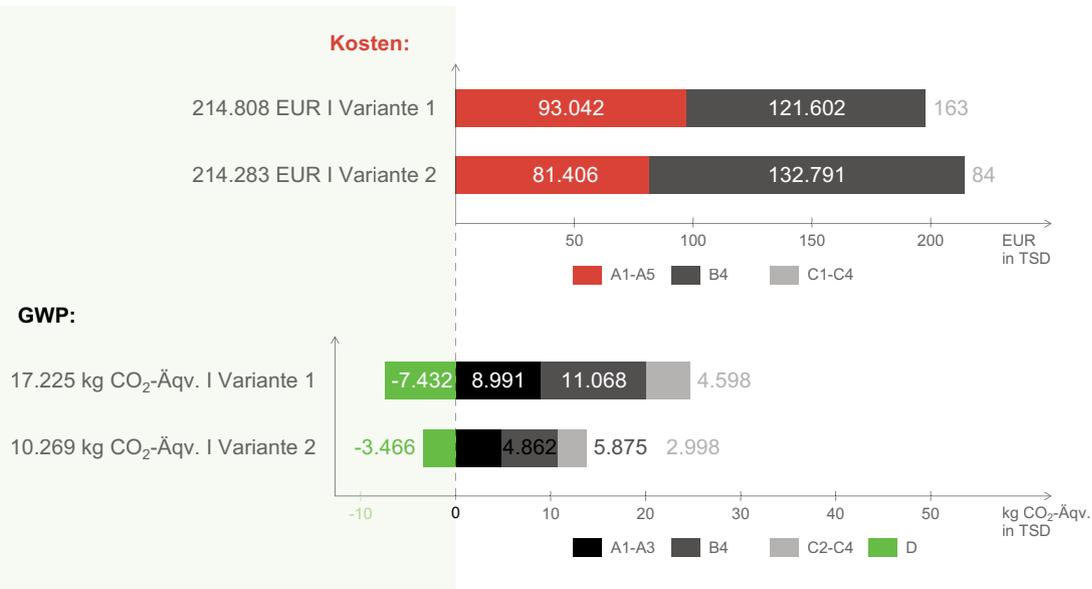
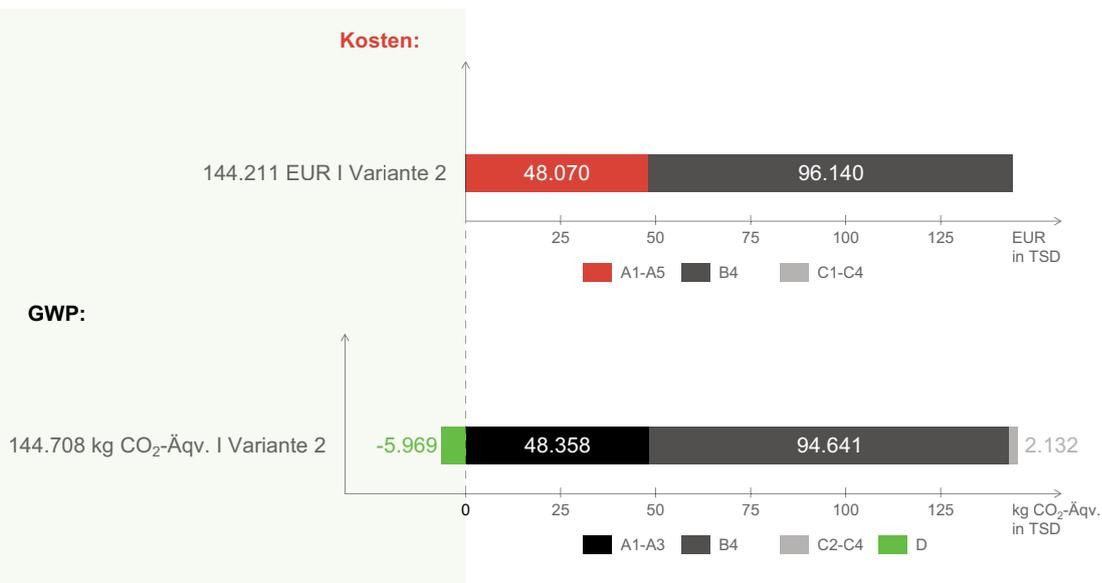


Abbildung 25: Ergebnis Photovoltaikanlage

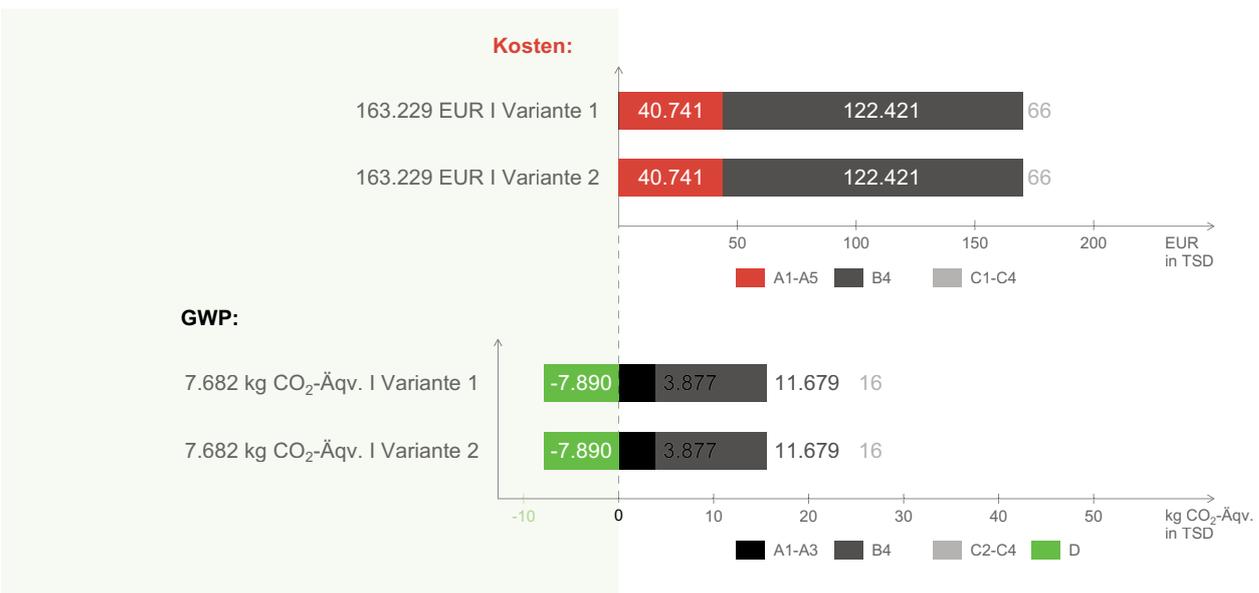


Auffällig ist, dass das GWP sehr hoch ist. Würde die gleiche Fläche der PV-Anlage auf 30° nach Süden ausgerichtet, würden sich die Kosten um 5.452 EUR senken und das GWP wäre um 19.922 kg CO<sub>2</sub> Äqv. reduziert. Bei einem Verzicht auf die PV-Anlage wären die Kosten

um 8.207 EUR erhöht und das GWP um 58.505 kg CO<sub>2</sub> Äqv. höher. Dieser Umstand zeigt den ökologischen Mehrwert der Anlage.

Weiter wurde in der LCA keine „Vergütung“ des eingespeisten Stroms vorgenommen. Wird dies angenommen, so würde sich das GWP um 203.196 kg CO<sub>2</sub> Äqv. reduzieren. Durch die Integration einer PV-Anlage, wird nicht nur der Energiebedarf des Gebäudes zum Teil mit erneuerbaren Energien gedeckt, sondern auch das öffentliche Netz entlastet, was zu einer schnelleren Deckung der Energie durch 100 % erneuerbare Energien führt. Darüber hinaus wird durch die Einspeisung in das öffentliche Netz der Anteil erneuerbarer Energien erhöht, was wiederum auch zu einer schnelleren Deckung von 100 % erneuerbarer Energien führt.

Abbildung 26: Ergebnis Aufzugsanlage

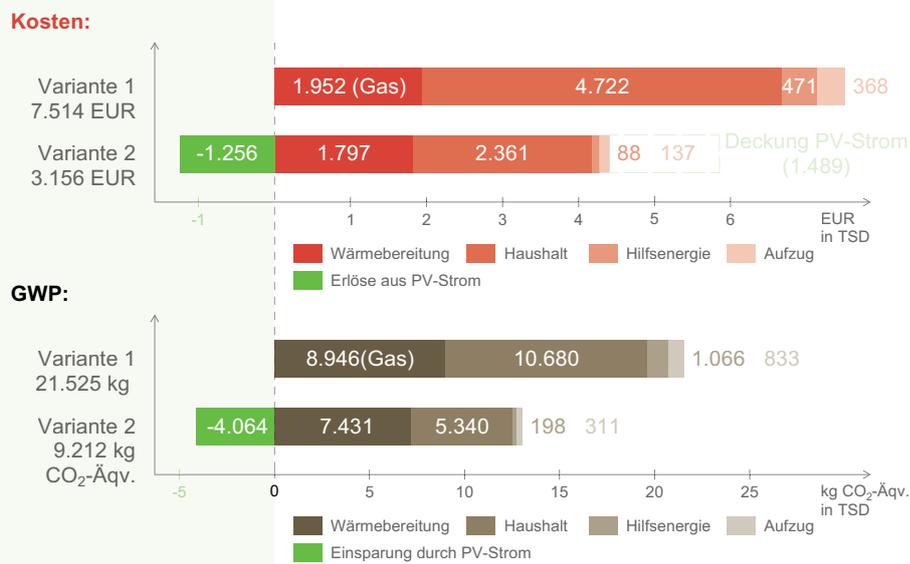


Die Aufzugsanlage wurde in beiden Varianten gleich behandelt (vgl. Abbildung 26). Jedoch nicht in der Nutzung (vgl. Abbildung 27). Bei einem Verzicht auf einen Aufzug könnte in der LCA das GWP um 47.260 kg CO<sub>2</sub> Äqv. verringert werden bei einer gleichzeitigen Verringerung der Kosten um 182.113 EUR.

### 2.3 Energieeinsatz während der Nutzung

In Modul B6 konnte der Kostenanteil, sowie der Anteil am GWP deutlich reduziert werden (vgl. Abbildung 27). Im Folgendem sollen die Maßnahmen untersucht werden.

Abbildung 27: Ergebnis Jahresenergieeinsatz während der Nutzung



Geht man in Variante 2 von einer gleichen Nutzergruppe aus, wären die LCC um 129.311EUR erhöht und in der LCA das GWP um 293.138 kg CO<sub>2</sub> Äqv. erhöht. Dies zeigt sowohl den Kostenvorteil, als auch den Vorteil hinsichtlich GWP der gewählten technischen Anlagen und zeigt auch das Potenzial der Bewohner auf. Eine Schulung des Verhaltens der Nutzer ist unbedingt notwendig hinsichtlich eines ökologischen Nutzerverhaltens.

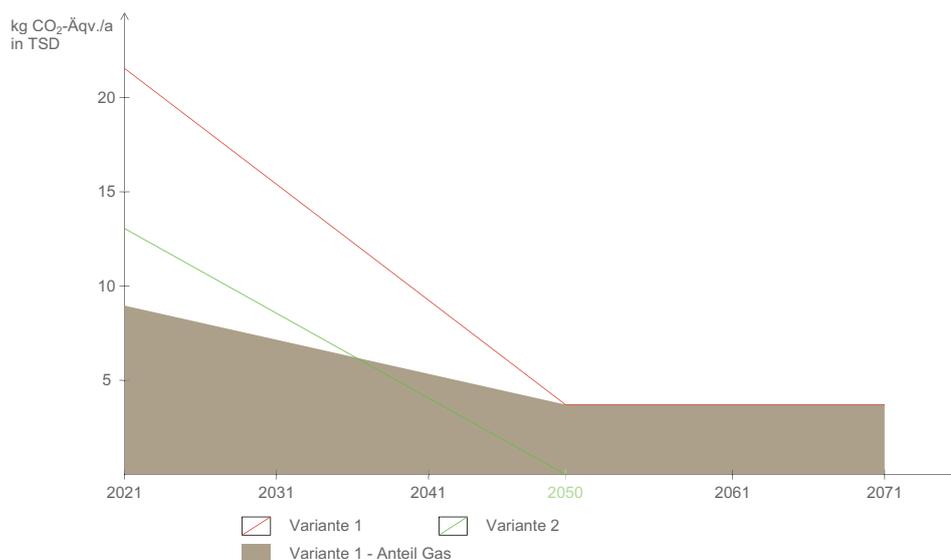
### 3 Ausblick

In diesem Kapitel wird die Auswirkung der Energiewende hinsichtlich GWP über eine Prognose in der LCA abgeschätzt sowie eine genauere Betrachtung von nachwachsenden Baustoffen vorgenommen.

#### 3.1 Energiewende

Im Folgendem wird eine Prognose des GWP im Hinblick auf die Energiewende im Jahr 2050 gestellt. Angenommen wird, dass das GWP von Strom aus dem öffentlichen Netz linear bis 2050 auf 0,00 kg CO<sub>2</sub> Äqv./kWh gesenkt wird. Dies würde bedeuten, dass eine Deckung von 100 % des Strombedarfs durch erneuerbare Energien vorliegt. Für Gas aus dem öffentlichen Netz wird eine lineare Senkung auf 0,1 kg CO<sub>2</sub> Äqv./kWh bis 2050 durch das Beimischen von Biogas angenommen. Diese Maßnahmen sind im Modul B6 darstellbar (vgl. Abbildung 28).

Abbildung 28: Entwicklung Modul B6 im Bezug auf Energiewende 2050



Für die Untersuchung bedeutet die Prognose ein GWP für das Modul B6 der LCA ein GWP von 440.677 kg CO<sub>2</sub> Äqv. in Variante 1 und damit eine Reduktion von 635.552 kg CO<sub>2</sub> Äqv.. In Variante 2 ein GWP von 133.570 kg CO<sub>2</sub> Äqv. und damit eine Reduktion von 327.017 kg CO<sub>2</sub> Äqv..

Das bedeutet, dass Variante 1 immer noch ein höheres GWP hat als Variante 2 in der LCA berechnet, und, dass das GWP von Variante weiter reduziert wird auf knapp die Hälfte.

Diese Energiewende hat neben Modul B6 in der Untersuchung Einfluss auf das Modul B4 und C. Dabei würde es zu einer starken Reduktion von Modul B4 kommen durch ein reduziertes GWP in der Herstellungsphase. Die Auswirkungen auf Modul C wären dabei gering einzuschätzen, da nur in einem sehr geringen Umfang Energieaufwendige Prozesse vorliegen.

Auf Basis dieser Prognose kann gefolgert werden, dass mit Erreichen der Klimawende klimaneutrales Bauen immer einfacher wird, da energieintensive Prozesse im Lebenszyklus durch erneuerbare Energien gedeckt werden.

### 3.2 Nachwachsende Baustoffe

Nachwachsende Baustoffe unterscheiden sich grundlegend von nicht kohlenstoffbasierten Baustoffen in der Lebenszyklusbetrachtung. Nachwachsende Rohstoffe entziehen der Atmosphäre  $\text{CO}_2$  und speichern dieses in Form von Kohlenstoff ein. Unter Betrachtung des gesamten Lebenszyklus sind diese Speicher wieder in Modul C zu leeren. In der vorangegangenen Untersuchung wird in Modul D eine thermische Verwertung dieser Baustoffe angenommen. Dabei wird Energie gewonnen die nicht durch fossile Energieträger gedeckt werden muss, weshalb ein negatives Potenzial angesetzt wird. Was zu einer negativen Bilanz der Baustoffe führt in der LCA führt.

In naher Zukunft kann davon ausgegangen werden, dass das Standardverfahren thermische Verwertung nicht mehr vorgenommen wird. Diese Maßnahme hat in Modul D zur Folge, dass Holzbauprodukte nur noch stofflich verwertet werden können und damit eine deutlich geringere Einschätzung des Potenzials. Im Beispiel Brettschichtholz liegt der Kohlenstoffgehalt bei 216,66kg, <sup>12</sup> das entspricht einer Speicherung von 802,26 kg  $\text{CO}_2$  Äqv./m<sup>3</sup>. Das Recyclingpotential bei einer thermischen Verwertung liegt bei -319,1 kg  $\text{CO}_2$  Äqv./m<sup>3</sup> und bei einer stofflichen Verwertung bei -13,28 kg  $\text{CO}_2$  Äqv./m<sup>3</sup>. <sup>13</sup>

Bei Erreichung der Energiewende ist das Modul D fraglich in der Anwendung für die LCA, da keine fossilen Energieträger ersetzt werden können. Um nun von einer negativen Bilanz bezüglich GWP ausgehen zu können, müsste man eine dauerhafte Verwendung der nachwachsenden Rohstoffe annehmen. Man muss also den Lebenszyklus dieser Materialien gegen unendlich denken, damit die temporäre Einspeicherung von  $\text{CO}_2$  nicht verloren geht. Das bedeutet zum Beispiel eine immer wiederkehrende Verwendung der Baustoffe, beziehungsweise eine dauerhafte Lagerung. Ein Beispiel für die dauerhafte Lagerung könnte Holz als Zuschlagsstoff in Mineralischen Baustoffen sein.

---

12 Ökobaudat 2021

13 ebd.

## 4 Fazit

Die LCA hat zum Ergebnis, dass das GWP durch nachwachsende Baustoffe und integrierten erneuerbaren Energien mit darauf aufgelegter Gebäudetechnik gesenkt wird, jedoch keine Klimaneutralität erreicht wird. Dabei verursacht der Einsatz von nachwachsenden Baustoffen Mehrkosten. Eine Tendenz zu geringeren Kosten in der Entsorgungsphase ist in der LCC ablesbar.

Die gewählte Datenbank „Positionen – Ausschreibungstexte mit aktuellen Baupreisen“ ist nicht für eine LCC geeignet, da nur wenige Kosten für die Entsorgungsphase hinterlegt sind. Darüber hinaus weist die Datenbank nur eine geringe Menge an ökologischen Baustoffen auf. Durch die Bedeutung der Datenbank für die Baubranche, kann durch eine weitere Ergänzung von ökologischen Bauteilen die Klimaneutralität gefördert werden, da dies eine Planungssicherheit hinsichtlich Kosten im ökologischem Bauen fördert.

Es konnte festgestellt werden, dass einzelne ökologische Optimierungen auf Bauteilebene unter Umständen nicht zu einer Verbesserung der Gesamtbilanz führen. Eine ganzheitliche Betrachtung ist darum unbedingt notwendig, wie dies auch der Fall bei einer PV-Anlage ist. Die Maßnahme der Integration einer PV-Anlagen ist zwar mit einem großen Kostenanteil und GWP-Anteil in der Errichtungsphase und dem Modul Ersatz verbunden, diese Nachteile werden jedoch über die Nutzungsphase mehr als ausgeglichen. Darüber hinaus fördert die PV-Anlage die Energiewende.

Eine Pflicht für die Ausbildung eines Flachdachs im Bebauungsplan ist dabei für die optimale Integration von PV-Anlagen nicht zuträglich. Eine Förderung von erneuerbaren Energien und damit von ökologischem Bauen wäre durch Erlaubnis von geneigten Dächern gegeben.

Das Nutzungsverhalten der Bewohner nimmt einen großen Einfluss auf das GWP und die Kosten ein. Ein energieeffizientes Nutzungsverhalten ist zu dabei zu fördern.

Mit Erreichen der Klimawende sinkt das GWP zur Bereitstellung der Energieversorgung. Darüber hinaus ist ein geringeres GWP in Modul B4 und C anzusetzen. Inwiefern dabei Energie durch thermische Verwertung von nachwachsenden Baustoffen gewonnen werden kann ist fraglich. Dies gilt auch für die Verwendung von fossilen Energieträgern.

Durch das Erreichen der Klimawende wird in Zukunft klimaneutrales Bauen leichter, da energieintensive Prozesse in der Herstellungsphase durch erneuerbare Energien gedeckt werden. Die Einspeicherung von CO<sub>2</sub> wird dabei an Bedeutung gewinnen.

## Quellenverzeichnis

UN environment programme 2020

UN environment programme (HG): 2020 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector  
Nairobi, Kenya Tel., 2020

Gebäudeenergieberater 2021

Gebäude Energieberater (Hg.): Heft 03-2021  
Stuttgart, 2021

KFW 2021

KFW (HG.): - URL: <https://www.kfw.de>,  
Zugriff: 30.07.2021

Detail 2017

Detail (HG.): Mehrgeschossiger Holzbau  
München 2017

Öko-Institut 2011

Öko-Institut e.V. (Hg.): PROSA Kurzstudie Personenaufzüge, Entwicklung der Vergabekriterien für ein klimaschutzbezogenes Umweltzeichen  
Freiburg 2011

DIN 276

Deutsches Institut für Normierung e.V. (Hg.): DIN 276 Kosten im Hochbau  
Berlin 2018

DIN 18960

Deutsches Institut für Normierung e.V. (Hg.): DIN 18960 Nutzungskosten im Hochbau  
Berlin, 2020

DIN 15978

Deutsches Institut für Normierung e.V. (Hg.): DIN EN 15978 Nachhaltigkeit von Bauwerken - Bewertung der umweltbezogenen Qualität von Gebäuden - Berechnungsmethode; Deutsche Fassung EN 15978:2011  
Berlin 2021

BNB 2021

Deutsches Bundesministerium des Inneren, für Bau und Heimat (Hg.): Nutzungsdauern von Bauteilen (2017) - URL: <https://www.nachhaltigesbauen.de>  
Zugriff 10.08.2021

VDI 2067

Verein Deutscher Ingenieure e.V. (Hg.): Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen, Grundlagen und Kostenberechnung  
Düsseldorf, 2012

BMWi 2021

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hg.): - <https://www.bmwi.de>  
Zugriff: 10.08.2021

DIN ISO 14044

Deutsches Institut für Normierung e.V. (Hg.): DIN EN ISO 14044 Umweltmanagement - Ökobilanz - Anforderungen und Anleitungen; Deutsche Fassung EN ISO 14044:2006 + A1:2018 + A2:2020  
Berlin, 2021

Ökobaudat 2021

Deutsches Bundesministerium des Inneren, für Bau und Heimat (Hg.): ÖKOBAUDAT gemäß EN 15804+A1 - URL: <https://www.oekobaudat.de>  
Zugriff: 10.08.2021

UBA 2019

Umweltbundesamt (Hg.): Energieaufwand für Gebäudekonzepte im Lebenszyklus, Abschlussbericht  
Dessau-Roßlau, 2019

Verwendete Programme:

BKI Energieplaner 20 - Komplettversion, Version 20.0.0.2333

BKI Positionen 8 - Neu- und Altbau, Version 8.0.27

BKI Kostenplaner 2021- Statistik plus, Version 2021.66.5

## **Anhang A: Planunterlagen**

Abbildung 29: Planverkleinerung des Bebauungsplan Riedwiesen

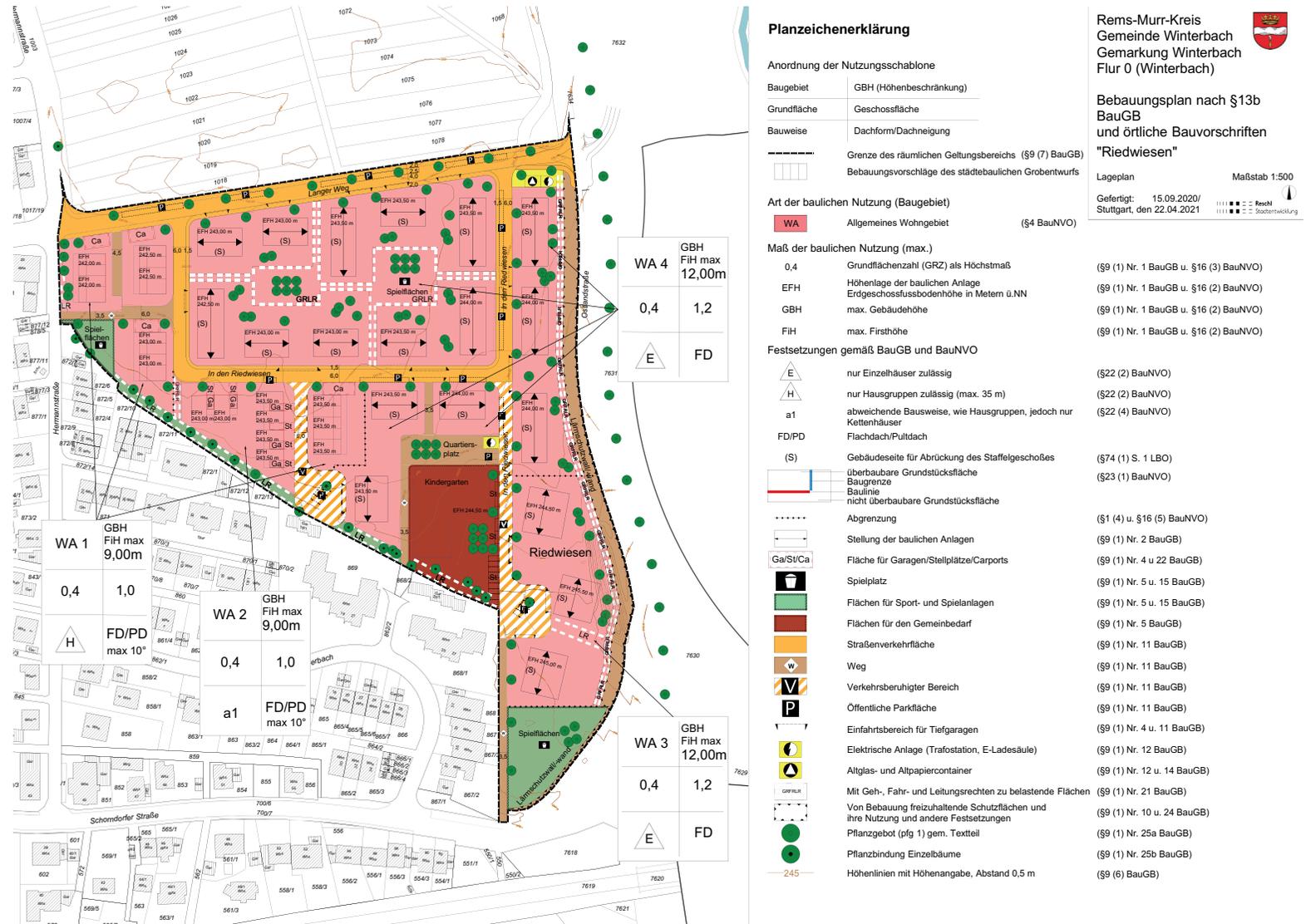
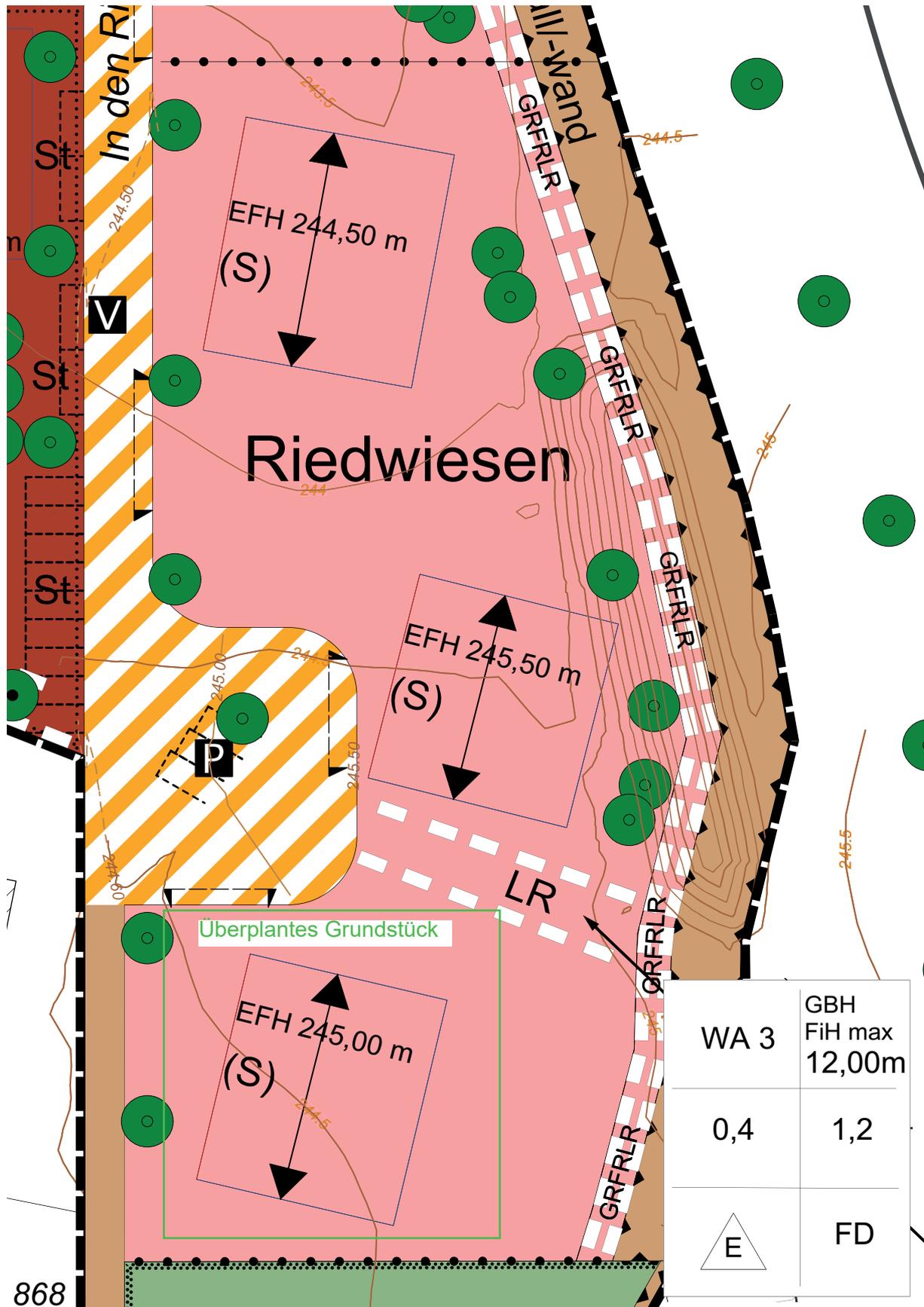


Abbildung 30: Planausschnitt des Bebauungsplan Riedwiesen

Maßstab 1:500



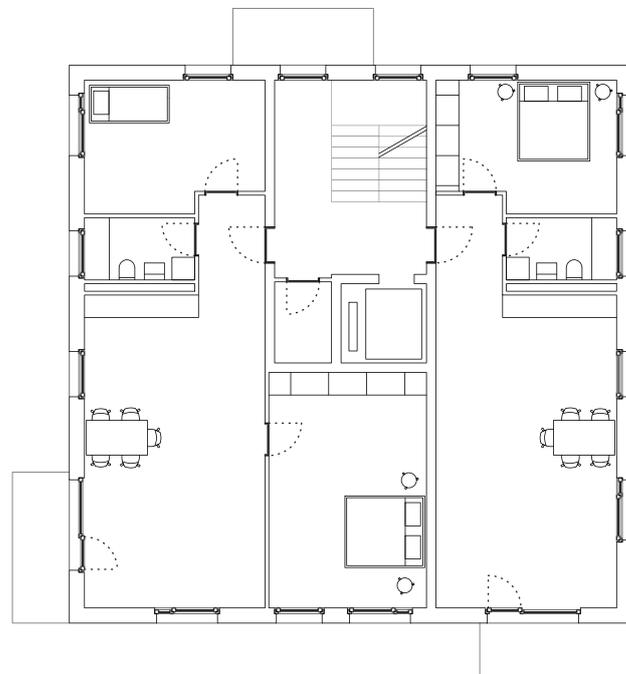
868

Abbildung 31: EG und 1.OG

Maßstab 1:200



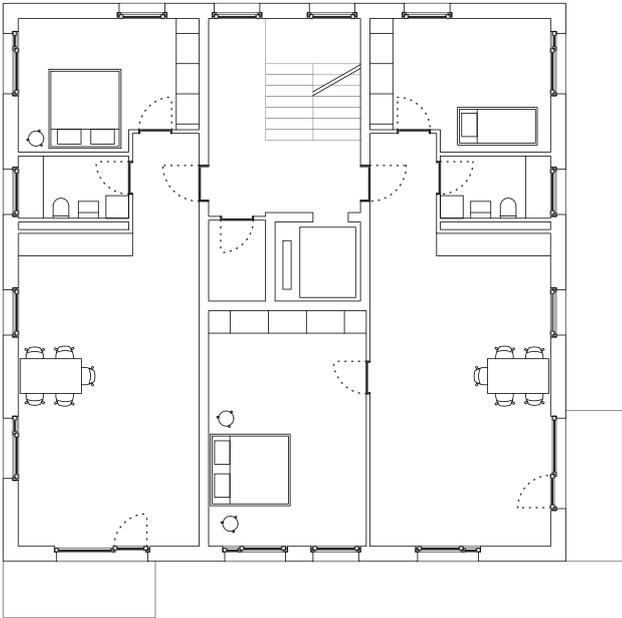
Erdgeschoss



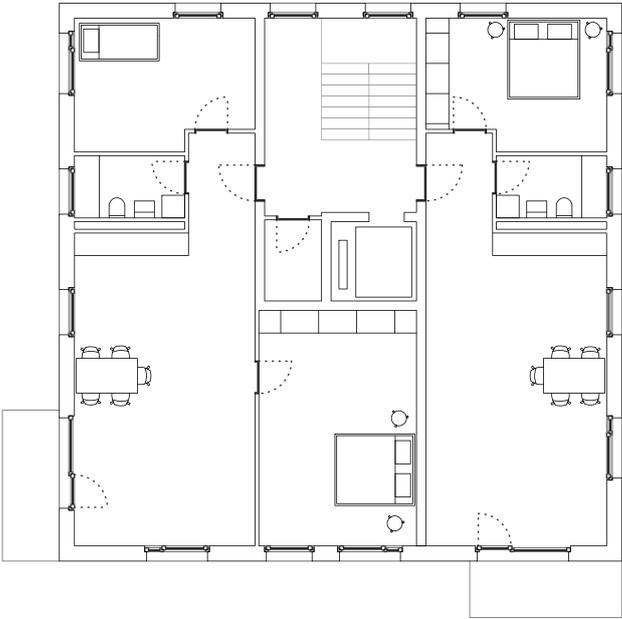
1.Obergeschoss

Abbildung 32: 2.OG und 3.OG

Maßstab 1:200



2.Obergeschoss

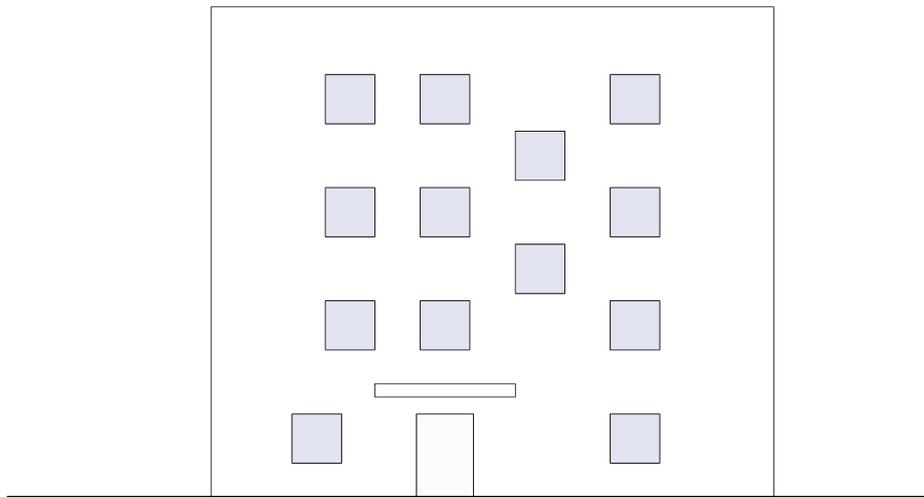


3.Obergeschoss

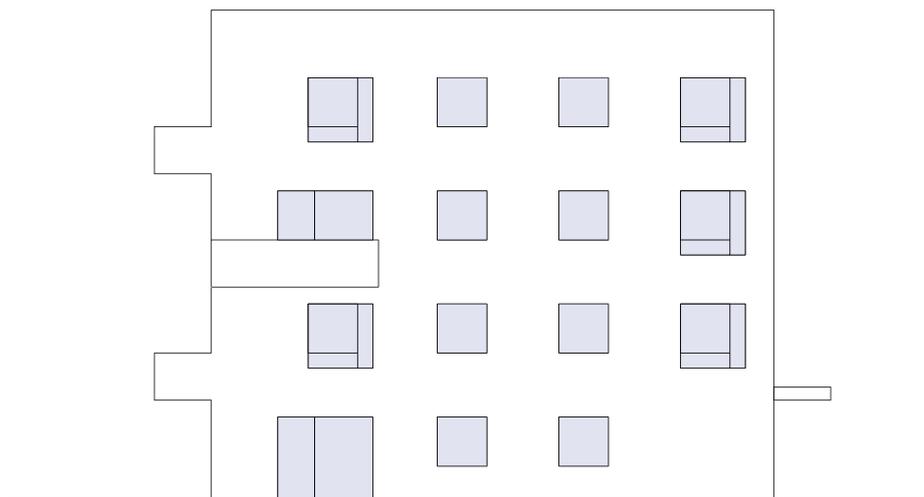


Abbildung 33: Ansicht Nord und Ost

Maßstab 1:200



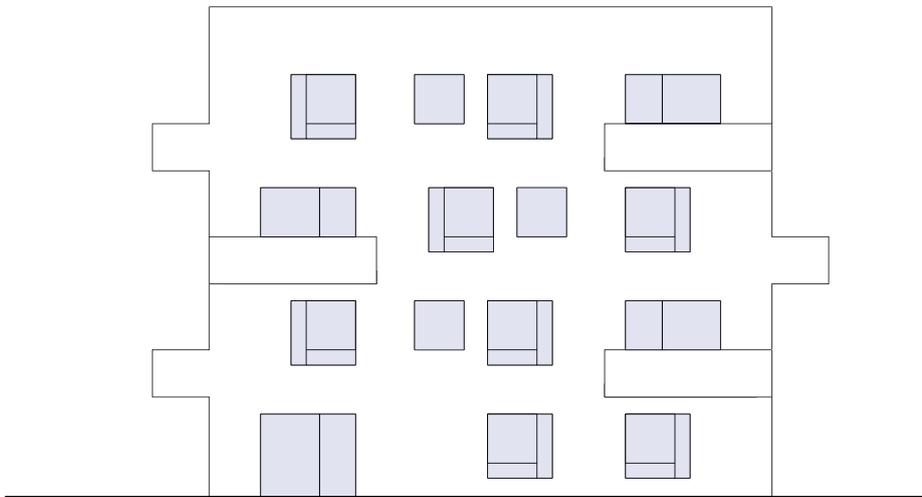
Ansicht Nord



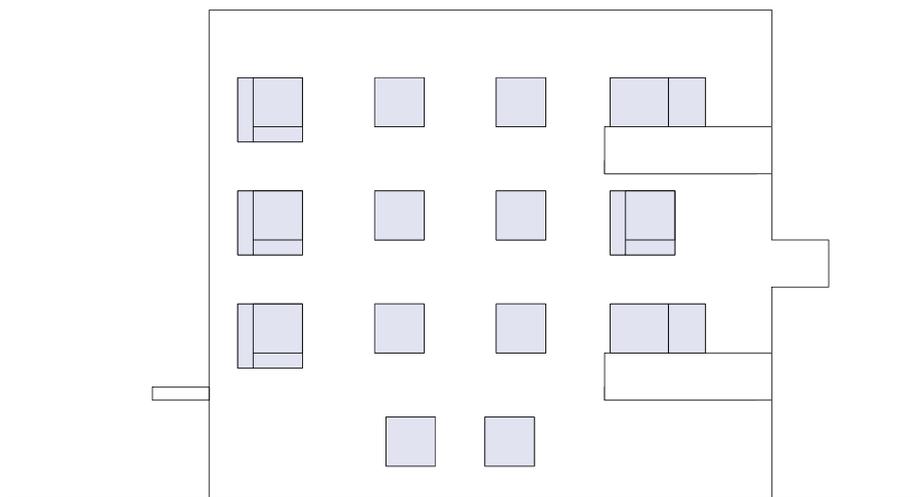
Ansicht Ost

Abbildung 34: Ansicht Süd und West

Maßstab 1:200



Ansicht Nord | M 200



Ansicht Ost | M 200

Abbildung 35: Variante 1 Fassadenschnitt und Ansicht Süd

Maßstab 1:100

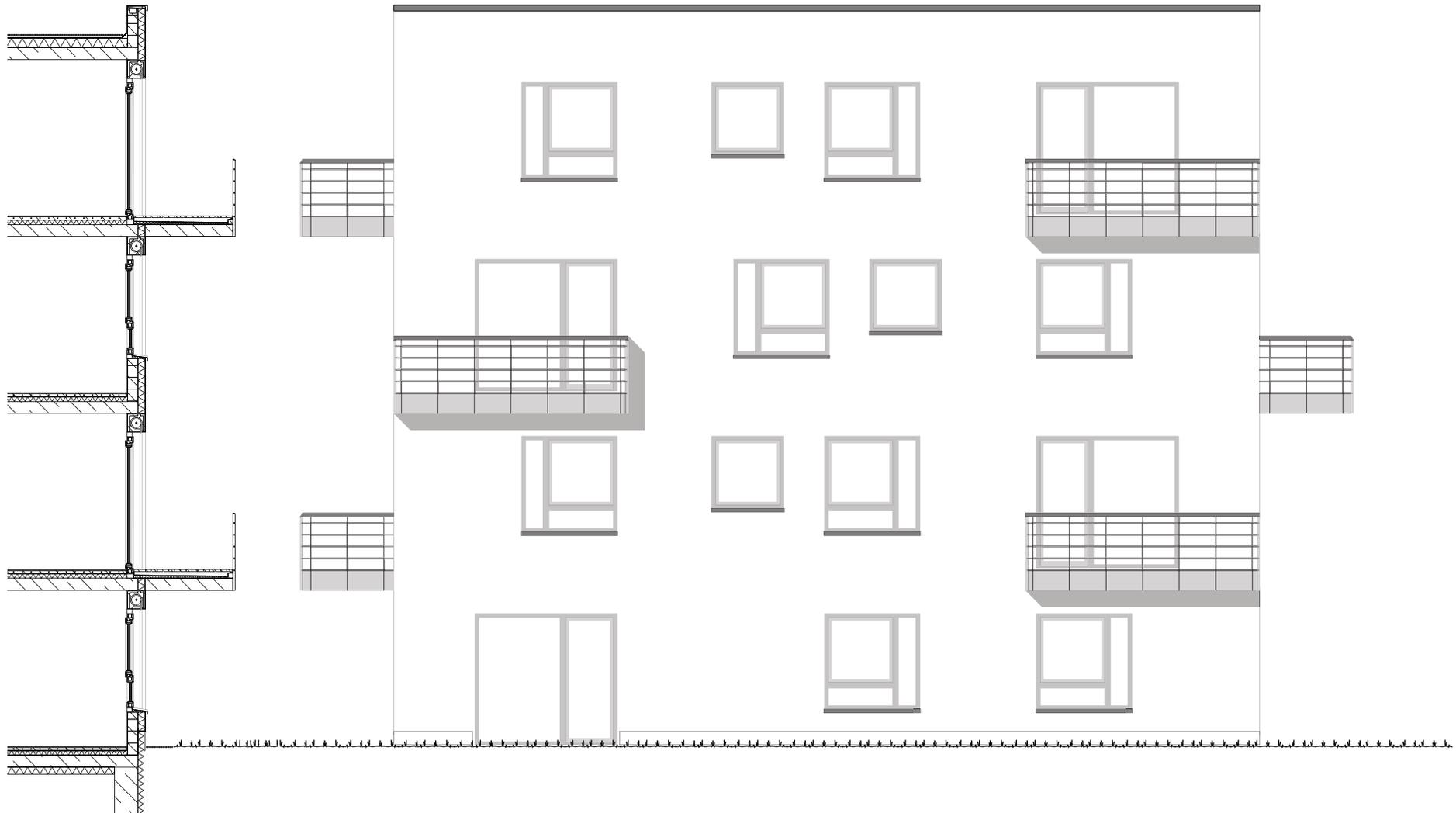
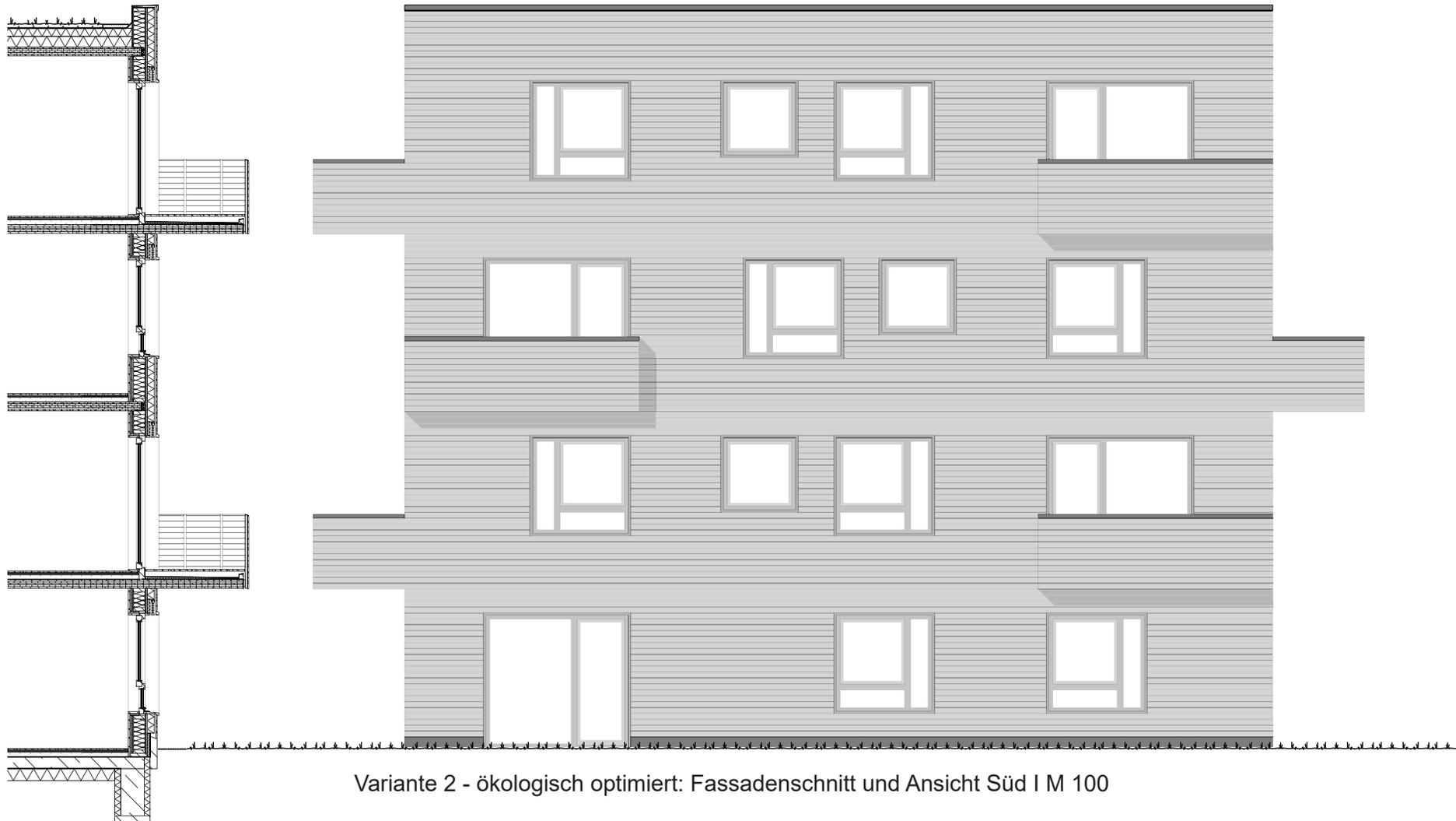


Abbildung 36: Variante 2 Fassadenschnitt und Ansicht Süd

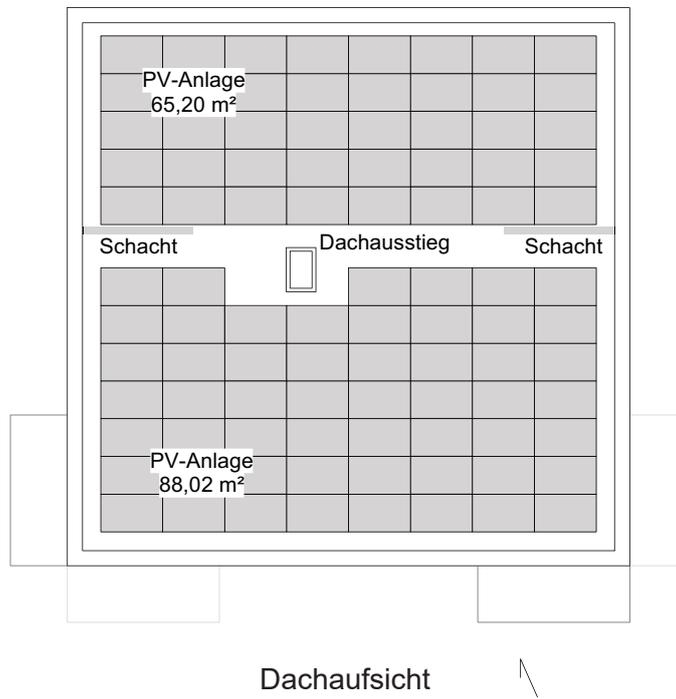
Maßstab 1:100



Variante 2 - ökologisch optimiert: Fassadenschnitt und Ansicht Süd | M 100

Abbildung 37: Dachaufsicht mit PV-Anlage

Maßstab 1:200



## **Anhang B: Mengen und Nachweise**

Tabelle 8.1: Mengenermittlung:

**1 Vertikale Bauteile**

1.1	Fundamente		Länge	Höhe	Faktor	Fläche
	SF01		14,40	0,80	1	11,52
	SF02		14,40	0,80	1	11,52
	SF03		14,40	0,80	1	11,52
	SF04		14,40	0,80	1	11,52
	SF05		14,00	0,80	1	11,20
	SF06		7,50	0,80	1	6,00
	SF07		14,00	0,80	1	11,20
	SF08		9,00	0,80	1	7,20
	SF09		2,10	0,80	1	1,68
	SF10		2,50	0,80	1	2,00
					<b>gesamt:</b>	<b>85,36</b>

1.2	Außenwände		Länge	Höhe	Faktor	Fläche
	AW01	EG	14,40	2,80	1	40,32
	AW02	EG	14,40	2,80	1	40,32
	AW03	EG	14,40	2,80	1	40,32
	AW04	EG	14,40	2,80	1	40,32
	AW05	1.OG	14,40	2,80	1	40,32
	AW06	1.OG	14,40	2,80	1	40,32
	AW07	1.OG	14,40	2,80	1	40,32
	AW08	1.OG	14,40	2,80	1	40,32
	AW09	2.OG	14,40	2,80	1	40,32
	AW10	2.OG	14,40	2,80	1	40,32
	AW11	2.OG	14,40	2,80	1	40,32
	AW12	2.OG	14,40	2,80	1	40,32
	AW13	3.OG	14,40	2,80	1	40,32
	AW14	3.OG	14,40	2,80	1	40,32
	AW15	3.OG	14,40	2,80	1	40,32
	AW16	3.OG	14,40	2,80	1	40,32
	AW17	DG	14,40	0,50	1	7,20
	AW18	DG	14,40	0,50	1	7,20
	AW19	DG	14,40	0,50	1	7,20
	AW20	DG	14,40	0,50	1	7,20
	AT01		1,50	2,13	-1	-3,19
	F01		1,30	1,30	-32	-54,08
	F02		1,70	1,70	-18	-52,02
	F03		2,50	2,20	-8	-44,00
					<b>gesamt:</b>	<b>520,63</b>

Tabelle 8.2: Mengenermittlung:

1.3	Wohnungstrennwand (t)	Länge	Höhe	Faktor	Fläche	
	WW01	EG	14,00	2,80	1	39,20
	WW02	EG	5,15	2,80	1	14,42
	WW03	EG	6,25	2,80	1	17,50
	WW04	EG	4,75	2,80	1	13,30
	WW05	EG	2,90	2,80	1	8,12
	WW06	1.OG	7,50	2,80	1	21,00
	WW07	1.OG	5,15	2,80	1	14,42
	WW08	1.OG	6,25	2,80	1	17,50
	WW09	1.OG	1,50	2,80	1	4,20
	WW10	1.OG	2,90	2,80	1	8,12
	WW11	1.OG	2,90	2,80	1	8,12
	WW12	2.OG	14,00	2,80	1	39,20
	WW13	2.OG	5,15	2,80	1	14,42
	WW14	2.OG	1,50	2,80	1	4,20
	WW15	2.OG	2,90	2,80	1	8,12
	WW16	2.OG	2,90	2,80	1	8,12
	WW17	3.OG	7,50	2,80	1	21,00
	WW18	3.OG	5,15	2,80	1	14,42
	WW19	3.OG	6,25	2,80	1	17,50
	WW20	3.OG	1,50	2,80	1	4,20
	WW21	3.OG	2,90	2,80	1	8,12
	WW22	3.OG	2,90	2,80	1	8,12
	T01		0,95	2,13	-9	-18,17
				<b>gesamt:</b>		<b>295,15</b>
1.4	Innenwand (nt)	Länge	Höhe	Faktor	Fläche	
	IW01	EG	4,75	2,80	1	13,30
	IW02	EG	2,65	2,80	1	7,42
	IW03	EG	9,25	2,80	1	25,90
	IW04	EG	4,40	2,80	1	12,32
	IW05	EG	1,75	2,80	1	4,90
	IW06	1.OG	4,75	2,80	1	13,30
	IW07	1.OG	2,65	2,80	1	7,42
	IW08	1.OG	4,75	2,80	1	13,30
	IW09	1.OG	2,65	2,80	1	7,42
	IW10	1.OG	6,25	2,80	1	17,50
	IW11	2.OG	4,75	2,80	1	13,30
	IW12	2.OG	2,65	2,80	1	7,42
	IW13	2.OG	4,75	2,80	1	13,30
	IW14	2.OG	2,65	2,80	1	7,42
	IW15	2.OG	6,25	2,80	1	17,50
	IW16	3.OG	4,75	2,80	1	13,30
	IW17	3.OG	2,65	2,80	1	7,42
	IW18	3.OG	4,75	0,50	1	2,38
	IW19	3.OG	2,65	0,50	1	1,33
	IW20	3.OG	6,25	2,80	1	17,50
	T03		0,88	2,13	-20	-37,19
				<b>gesamt:</b>		<b>186,45</b>

Tabelle 8.3: Mengenermittlung:

1.5	Aufzugsschacht		Länge	Höhe	Faktor	Fläche
	AS01		2,50	12,00	1	30,00
	AS02		2,35	12,00	1	28,20
	AS03		2,50	12,00	1	30,00
	AS04		2,35	12,00	1	28,20
	T02		0,95	2,13	-4	-8,08
			<b>gesamt:</b>			<b>108,33</b>
1.6	Fenster	Breite	Höhe	Faktor	Umfang	Fläche
	F01	1,30	1,30	32	166,4	54,08
	F02	1,70	1,70	17	115,6	49,13
	F03	2,50	2,20	8	75,2	44,00
			<b>gesamt:</b>			<b>357,20</b>
						<b>147,21</b>
1.7	Außentüren	Breite	Höhe	Faktor	Umfang	Fläche
	AT01	1,50	2,13	1	7,25	3,19
			<b>gesamt:</b>			<b>7,25</b>
						<b>3,19</b>
1.8	Nebentüren	Breite	Höhe	Faktor	Umfang	Fläche
	T01	0,95	2,13	9	55,35	18,17
	T02	0,95	2,13	4	24,6	8,08
	T03	0,88	2,13	20	120	37,19
			<b>gesamt:</b>			<b>199,95</b>
						<b>63,43</b>
2 Horizontale Bauteile						
2.1	Bodenplatte		Länge	Breite	Faktor	Fläche
	BP01	EG	14,80	14,80	1	219,04
			<b>gesamt:</b>			<b>219,04</b>
2.2	Deckenplatte		Länge	Breite	Faktor	Fläche
	DP01	1.OG	14,80	14,80	1	219,04
		AA01	2,75	2,60	-1	-7,15
		TRA01	2,50	2,00	-1	-5,00
	DP02	2.OG	14,80	14,80	1	219,04
		AA02	2,75	2,60	-1	-7,15
		TRA02	2,50	2,00	-1	-5,00
	DP03	3.OG	14,80	14,80	1	219,04
		AA03	2,75	2,60	-1	-7,15
		TRA03	2,50	2,00	-1	-5,00
			<b>gesamt:</b>			<b>620,67</b>
2.3	Dach		Länge	Breite	Faktor	Fläche
	DA01	DG	14,80	14,80	1	219,04
		DF01	0,78	1,18	-1	-0,92
			<b>gesamt:</b>			<b>218,12</b>

Tabelle 8.4: Mengenermittlung:

<b>2.4</b>	<b>Balkonplatte</b>		<b>Länge</b>	<b>Breite</b>	<b>Faktor</b>	<b>Fläche</b>	
	B01	1.OG	4,00	1,50	1	6,00	
	B02	1.OG	4,00	1,50	1	6,00	
	B03	2.OG	4,00	1,50	1	6,00	
	B04	2.OG	4,00	1,50	1	6,00	
	B05	3.OG	4,00	1,50	1	6,00	
	B06	3.OG	4,00	1,50	1	6,00	
					<b>gesamt:</b>	<b>36,00</b>	
<b>2.5</b>	<b>Vordach</b>		<b>Länge</b>	<b>Breite</b>	<b>Faktor</b>	<b>Fläche</b>	
	VD01	1.OG	4,00	1,50	1	6,00	
					<b>gesamt:</b>	<b>6,00</b>	
<b>2.6</b>	<b>Treppen</b>		<b>Länge</b>	<b>Breite</b>	<b>Dicke</b>	<b>Faktor</b>	<b>Volumen</b>
	Fertigteiltreppe		2,00	1,25	0,4	6	6,00
						<b>gesamt:</b>	<b>6,00</b>
<b>2.7</b>	<b>Dachfenster</b>		<b>Breite</b>	<b>Länge</b>	<b>Faktor</b>	<b>Umfang</b>	<b>Fläche</b>
	DF01		0,78	1,18	1	3,92	0,92
						<b>gesamt:</b>	<b>0,92</b>

Tabelle 9.1: Variante 1 technische Anlagen

## Übersicht der Anlagentechnik DIN V 18599:2018-09

Alle mit (\*) gekennzeichneten Werte sind Standardwerte gemäß DIN V 18599:2018-09

### Trinkwarmwasser-Bereitung

#### Trinkwarmwasser Kreis für zentrale TW-Verteilung: Kreis TW

Bedarfsdeckung durch Erzeugungseinheit "Erzeugungseinheit TW":	100 %
Verteilung mit Zirkulationsleitungen	
Netztyp I: Steigstrangtyp	
Gruppe 1: Wohnen	
Laufzeit der Zirkulationspumpe z:	16,5 h/d*

#### Trinkwarmwasser Erzeugungseinheit: Erzeugungseinheit TW

#### Trinkwarmwasser Übergabe: Übergabe Wohnbereich

Deckungsanteil TW an Zone "Wohnbereich":	100 %
--	-------

#### Trinkwarmwasser Verteilerleitung: Verteilerleitungen

- Verteilung liegt in den Zonen: Wohnbereich	
Isolierung der Leitung:	Standard nach 1995
Länge der Verteiler-Leitungen $L_V$ :	24,0 m
längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient U von $L_V$ :	0,20 W/(mK)*

#### Trinkwarmwasser Strangleitung: Strangleitungen

- Verteilung liegt in den Zonen: Wohnbereich	
Isolierung der Leitung:	Standard nach 1995
Länge der Strangleitungen $L_S$ :	36,0 m
längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient U von $L_S$ :	0,25 W/(mK)*

#### Trinkwarmwasser Stickleitung: Stickleitungen

- Verteilung liegt in den Zonen: Wohnbereich	
Isolierung der Leitung:	Standard nach 1995
Länge der Stickleitungen $L_{SL}$ :	112,0 m
längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient U von $L_{SL}$ :	0,25 W/mK*

#### Trinkwarmwasser Zirkulationspumpe: Zirkulationsspumpe

Dimensionierung der Zirkulationspumpe	optimiert
Regelung der Zirkulationspumpe	geregelt
Pumpenleistung der Zirkulationspumpe $P_{Pump}$ :	10 W*
Differenzdruck Trinkwassererwärmer $\Delta p_{App}$ :	1 kPa*
maximale Rohrleitungslänge $L_{max}$ :	58,6 m*

#### Trinkwarmwasser bivalenter Solarspeicher: bivalenter TW-Speicher

Speicher liegt in Zone: Wohnbereich	
Speicher-Volumen des Bereitschaftsteils $V_{s,aux}$ :	326 l*
Bereitschafts-Wärmeverlust $q_{B,s}$ :	2,52 kWh/d*
Speicher-Volumen des Solarteils $V_{s,sol}$ :	742 l*

#### Trinkwarmwasser solare TW-Erwärmung: Solaranlage

Art des Kollektors:	Flachkollektor
Ausrichtung des Kollektorfeldes (Süden = 0°, Osten = -90°)	-20 °
Neigung des Kollektorfeldes (horizontal = 0°)	30 °
Kollektorfläche $A_c$ :	18,7 m <sup>2</sup> *
Konversionsfaktor $\eta_0$ :	0,770 *
Einstrahlwinkelkorrekturfaktor bei 50° $K_{hem(50^\circ)}$ :	0,900 *
Wärmeverlustkoeffizient $k_1$ :	3,500 W/m <sup>2</sup> K*
Wärmeverlustkoeffizient $k_2$ :	0,020 W/m <sup>2</sup> K*

#### Trinkwarmwasser Erzeugung durch Heizungserzeuger: Heizungskessel

### Heizung

#### Heizung Heizkreis für Raumheizung: Heizkreis Raumheizung

Bedarfsdeckung durch Erzeugungseinheit "Erzeugungseinheit Heizung":	100 %
Art der Verteilung:	Zweirohrheizung

Quelle: Programm BKI Energieplaner, eigene Berechnung

Tabelle 9.2: Variante 1 technische Anlagen

Netztyp I: Etagenring	
Gruppe 1: Wohnen	
- kein hydraulischer Abgleich	
- keine Vorlauftemperaturadaption	
<b>Heizung Erzeugungseinheit: Erzeugungseinheit Heizung</b>	
Vorlauftemperatur $\vartheta_{VL}$ :	55 °C
Rücklauftemperatur $\vartheta_{RL}$ :	45 °C
<b>Heizung Übergabe freie Heizflächen: Übergabe Wohnbereich</b>	
Deckungsanteil H an Zone "Wohnbereich":	100 %
Art der Verteilung:	P-Regler 1K
Einzelraumregelung:	keine
Ort der Übergabe:	Außenwand
Art des Reglers:	elektromotorischer Stellantrieb
Anzahl der Übergaben:	0
Elektrische Nennleistungsaufnahme der Regelung mit Hilfsenergie $P_C$ :	0,10 W*
<b>Heizung Verteilerleitung: Verteilerleitungen</b>	
- Verteilung liegt in den Zonen: Wohnbereich	
Isolierung der Leitung:	Standard nach 1995
Länge der Verteilerleitung $L_V$ :	392,0 m*
längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient U von $L_V$ :	0,20 W/(mK)*
<b>Heizung Strangleitung: Strangleitungen</b>	
- Verteilung liegt in den Zonen: Wohnbereich	
Isolierung der Leitung:	Standard nach 1995
Länge der Strangleitungen $L_S$ :	9,2 m*
längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient U von $L_S$ :	0,25 W/(mK)*
<b>Heizung Anbindeleitung: Anbindeleitungen</b>	
- Verteilung liegt in den Zonen: Wohnbereich	
Isolierung der Leitung:	Standard nach 1995
Länge der Anbindeleitung $L_A$ :	83,3 m*
längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient U von $L_A$ :	0,25 W/(mK)*
<b>Heizung Heizkreispumpe: Heizkreispumpe</b>	
- intermittierender Betrieb	
- hydraulischer Abgleich erfolgt	
Dimensionierung der Heizkreispumpe	optimiert
Regelung der Heizkreispumpe	$\Delta p$ konstant
Pumpenleistung $P_{Pump}$ :	168,62 W*
Differenzdruck Wärmeerzeuger $\Delta p_{WE}$ :	74 kPa*
Anteiliger Heizkörpermassenstrom m:	0 %*
Korrekturfaktor Absenkung/Abschaltung $f_{P,A}$ :	0,60*
Verhältnis minimaler Volumenstrom $V_{min}/V$ :	-1,0*
Differenzdruck Wärmemengenzähler $\Delta p_{WMZ}$ :	10 kPa*
Differenzdruck Strangarmaturen $\Delta p_{Stanga}$ :	1 kPa*
<b>Heizung Brennwertkessel: Brennwertkessel</b>	
Erzeuger liegt in Zone: Wohnbereich	
Energieträger:	Erdgas H
- Brennwertkessel Gas, verbessert	
- Gebläsebrenner	
- keine integrierte Pumpensteuerung	
- elektrische Kesselsteuerung	
- mehrere Prozessbereiche/Kessel im Parallelbetrieb	
Bereitschaftswärmeverlust bei mittl. Temperatur 70°C $q_{B,70}$ :	0,010*
Bei Wärmeerzeugerprüfung Lastbereich mit Teillast $\beta_{k,pl}$ :	0,300*
Kesselwirkungsgrad bei Teillast $\eta_{k,Plnt}$ :	1,04*
Kesselwirkungsgrad bei Nennleistung $\eta_{k,Pn}$ :	0,95*

Quelle: Programm BKI Energieplaner, eigene Berechnung

Tabelle 9.3: Variante 1 technische Anlagen

elektr. Leistungsaufnahme Kessel bei Nennleistung $P_{aux,Pn}$ :	0,23 kW*
elektr. Leistungsaufnahme Kessel bei Teillast $P_{aux,Pint}$ :	0,08 kW*
elektr. Leistungsaufnahme Kessel bei Schlummerbetrieb $P_{aux,P0}$ :	0,01 kW*
Kessel-Nennleistung $Q_N$ :	30,1 kW*

### Lüftung

#### Wohnungslüftungsanlage Warmluftkreis: Kreis WLA

Bedarfsdeckung durch Erzeugungseinheit "Erzeugungseinheit WLA": 100 %

#### Erzeugungseinheit Wohnungslüftungsanlage: Erzeugungseinheit WLA

- Sommer-Bypass vorhanden
- WLA wird ganzjährig betrieben  
(R = Wärmeleitwiderstand des Gehäuses des Lüftungsgerätes)
- Abschaltung Zuluft

Art der Lüftungsanlage: dezentral  
 Ventilatorart: Gleichstrom (DC)  
 Auslegungstemperatur Zuluft: 35 °C  
 Temperatur für Aktivierung des Frostschutzbetriebs: 0 °C

Korrekturfaktor bei intermittierendem Frostschutzbetrieb  $f_z$ : 1,00 \*  
 bezogene Leistungsaufnahme der Ventilatoren  $p_{el,vent}$ : 0,10 W/(m³/h)\*

#### Luft-Übergabe: Übergabe Wohnbereich

Deckungsanteil Luft an Zone "Wohnbereich": 100 %

- Lage der Luftauslässe
- Außenwand-Luftauslässe
- Art der Temperaturregelung
- Einzelraumregelung PI-Regler (mit Optimierungsfunktion)

### Kühlung

Keine Eintragungen!

### Strom aus regenerativer Energie

Keine Eintragungen!

Tabelle 10.1: Variante 2 technische Anlagen

## Übersicht der Anlagentechnik DIN V 18599:2018-09

Alle mit (\*) gekennzeichneten Werte sind Standardwerte gemäß DIN V 18599:2018-09

### Trinkwarmwasser-Bereitung

#### Trinkwarmwasser Kreis für zentrale TW-Verteilung: Kreis TW

Bedarfsdeckung durch Erzeugungseinheit "Erzeugungseinheit TW":	100 %
Verteilung mit Zirkulationsleitungen	
Netztyp I: Steigstrangtyp	
Gruppe 1: Wohnen	
Laufzeit der Zirkulationspumpe z:	16,5 h/d*

#### Trinkwarmwasser Erzeugungseinheit: Erzeugungseinheit TW

#### Trinkwarmwasser Übergabe: Übergabe Wohnbereich

Deckungsanteil TW an Zone "Wohnbereich":	100 %
--	-------

#### Trinkwarmwasser Verteilerleitung: Verteilerleitungen

- Verteilung liegt in den Zonen: Wohnbereich	
Isolierung der Leitung:	Standard nach 1995
Länge der Verteiler-Leitungen $L_V$ :	24,0 m
längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient U von $L_V$ :	0,20 W/(mK)

#### Trinkwarmwasser Strangleitung: Strangleitungen

- Verteilung liegt in den Zonen: Wohnbereich	
Isolierung der Leitung:	Standard nach 1995
Länge der Strangleitungen $L_S$ :	36,0 m
längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient U von $L_S$ :	0,20 W/(mK)

#### Trinkwarmwasser Stichelung: Stichelungen

- Verteilung liegt in den Zonen: Wohnbereich	
Isolierung der Leitung:	Standard nach 1995
Länge der Stichelungen $L_{SL}$ :	112,0 m
längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient U von $L_{SL}$ :	0,20 W/mK

#### Trinkwarmwasser Zirkulationspumpe: Zirkulationsspumpe

Dimensionierung der Zirkulationspumpe	optimiert
Regelung der Zirkulationspumpe	geregelt
Pumpenleistung der Zirkulationspumpe $P_{Pump}$ :	10 W
Differenzdruck Trinkwassererwärmer $\Delta p_{App}$ :	1 kPa*
maximale Rohrleitungslänge $L_{max}$ :	58,6 m*

#### Trinkwarmwasser indirekt beheizter Speicher: indirekt beheizter TW-Speicher

Speicher liegt in Zone: Wohnbereich	
Speicher-Volumen $V_s$ :	224 l*
Bereitschafts-Wärmeverlust $q_{B,s}$ :	2,09 kWh/d*

### Heizung

#### Heizung Heizkreis für Raumheizung: Heizkreis Raumheizung

Bedarfsdeckung durch Erzeugungseinheit "Erzeugungseinheit Heizung":	100 %
Art der Verteilung:	Zweirohrheizung
Netztyp I: Etagenring	
Gruppe 1: Wohnen	
- kein hydraulischer Abgleich	
- keine Vorlauftemperaturadaption	

#### Heizung Erzeugungseinheit: Erzeugungseinheit Heizung

Vorlauftemperatur $\vartheta_{VL}$ :	55 °C
Rücklauftemperatur $\vartheta_{RL}$ :	45 °C

#### Heizung Übergabe freie Heizflächen: Übergabe Wohnbereich

Deckungsanteil H an Zone "Wohnbereich":	100 %
---	-------

Quelle: Programm BKI Energieplaner, eigene Berechnung

Tabelle 10.2: Variante 2 technische Anlagen

Art der Verteilung:	P-Regler 1K
Einzelraumregelung:	Netzwerkbetrieb mit selbstständiger Anpassung und Interaktion
Ort der Übergabe:	Außenwand
Art des Reglers:	elektromotorischer Stellantrieb
Anzahl der Übergaben:	7
Elektrische Nennleistungsaufnahme der Regelung mit Hilfsenergie $P_C$ :	0,10 W*
<b>Heizung Verteilerleitung: Verteilerleitungen</b>	
- Verteilung liegt in den Zonen: Wohnbereich	
Isolierung der Leitung:	Standard nach 1995
Länge der Verteilerleitung $L_V$ :	392,0 m
längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient $U$ von $L_V$ :	0,20 W/(mK)*
<b>Heizung Strangleitung: Strangleitungen</b>	
- Verteilung liegt in den Zonen: Wohnbereich	
Isolierung der Leitung:	Standard nach 1995
Länge der Strangleitungen $L_S$ :	9,2 m
längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient $U$ von $L_S$ :	0,25 W/(mK)*
<b>Heizung Anbindeleitung: Anbindeleitungen</b>	
- Verteilung liegt in den Zonen: Wohnbereich	
Isolierung der Leitung:	Standard nach 1995
Länge der Anbindeleitung $L_A$ :	83,3 m
längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient $U$ von $L_A$ :	0,25 W/(mK)*
<b>Heizung Heizkreispumpe: Heizkreispumpe</b>	
- intermittierender Betrieb	
- hydraulischer Abgleich erfolgt	
Dimensionierung der Heizkreispumpe	optimiert
Regelung der Heizkreispumpe	$\Delta p$ konstant
Pumpenleistung $P_{Pump}$ :	60,32 W*
Differenzdruck Wärmeerzeuger $\Delta p_{WE}$ :	1 kPa*
Anteiliger Heizkörpermassenstrom $m$ :	0 %*
Korrekturfaktor Absenkung/Abschaltung $f_{p,A}$ :	0,60 *
Verhältnis minimaler Volumenstrom $V_{min}/V$ :	-1,0 *
Differenzdruck Wärmemengenzähler $\Delta p_{WMZ}$ :	10 kPa*
Differenzdruck Strangarmaturen $\Delta p_{Stanga}$ :	1 kPa*
<b>Elektrowärmepumpe Heizung: WP Außenluft-Wasser</b>	
Energieträger:	Strom
Typ:	Luft-Wasser
Art der Wärmeübergabe:	Flächenheizung leicht
Abstand der Rohre $a_{Rohre}$ :	20 cm
Temperaturdifferenz bei der Prüfstandsmessung nach DIN EN 14511 $\Delta \vartheta_M$ :	5 K*
Leistungsbedarf des Sekundärkreises $\phi_{sek,aux}$ :	0,1 kW*
Druckabfall der Sekundärseite (Wärmesenke) $\Delta p_{sek}$ :	10 kPa*
Volumenstrom Sekundärseite $V_{sek}$ :	15 m <sup>3</sup> /h*
Einsatzgrenztemperatur $\vartheta_{lfc}$ :	-10 °C*
Bivalenzpunkt $\vartheta_{bp}$ :	-2 °C*
Leistung $Q_N$ :	19,5 kW*
max. Vorlauftemperatur $\vartheta_{max,HP}$ :	45 °C*

## Lüftung

### Wohnungslüftungsanlage Warmluftkreis: Kreis WLA

Bedarfsdeckung durch Erzeugungseinheit "Erzeugungseinheit WLA": 100 %

### Erzeugungseinheit Wohnungslüftungsanlage: Erzeugungseinheit WLA

- Sommer-Bypass vorhanden
- WLA wird ganzjährig betrieben
- (R = Wärmeleitwiderstand des Gehäuses des Lüftungsgerätes)

Quelle: Programm BKI Energieplaner, eigene Berechnung

Tabelle 10.3: Variante 2 technische Anlagen

---

- Abschaltung Zuluft	
Art der Lüftungsanlage	zentral
Ventilatorart	Gleichstrom (DC)
Auslegungstemperatur Zuluft:	35 °C
Temperatur für Aktivierung des Frostschutzbetriebs:	0 °C
Korrekturfaktor bei intermittierendem Frostschutzbetrieb $f_z$ :	1,00 *
bezogene Leistungsaufnahme der Ventilatoren $p_{el,vent}$ :	0,10 W/(m <sup>3</sup> /h)*
<b>Luft-Übergabe: Übergabe Wohnbereich</b>	
Deckungsanteil Luft an Zone "Wohnbereich":	100 %
Lage der Luftauslässe	
- Außenwand-Luftauslässe	
Art der Temperaturregelung	
- Einzelraumregelung PI-Regler (mit Optimierungsfunktion)	

### Kühlung

Keine Eintragungen!

### Strom aus regenerativer Energie

#### Strom-Speicher: Stromspeicher

Technologie des Strom-Speichers:

- Lithium-Akku

#### Strom aus regenerativer Energie - PV-Anlage: Photovoltaikanlage

Anzahl Module:	94
Modulfläche Netto (ohne Randeinfassung):	1,63 m <sup>2</sup>
Neigung der Module gegen die Horizontale:	0°
Himmelsrichtung der Module:	S
Technologie der PV-Module:	
- polykristallines Silizium	
Ventilation der Module:	
- gut belüftet/freistehend	
flächenbezogener Peakleistungskoeffizient $K_{pk}$ :	0,166
Systemleistungsfaktor $f_{perf}$ :	0,800

Tabelle 11.1: Variante 1 Kurzergebnis

Berechnung vom 18.08.2021 02:11:02  
 BKI Energieplaner Version 20.0.9  
 Berechnungsmodus: Energieausweis und GEG-Nachweis nach GEG § 80 Abs. 1 (Neubau, Umbau)  
 Klimaregion: Referenzklima  
 Berechnungsvorschrift: GEG 2020 mit DIN V 18599:2018-09

<b>Bauphysik:</b>	<b>Gesamtgebäude</b>	
	thermisch konditioniertes Volumen $V_e$	2629 m <sup>3</sup>
	Nettogrundfläche $A_N$	841 m <sup>2</sup>
	Verhältnis $A/V_e$	0,44 1/m
	Luftvolumen $V$	2103 m <sup>3</sup>
	Fläche Gebäudehülle $A$	1151,7 m <sup>2</sup>
	Fläche Außenwände $A_{AW}$	566,4 m <sup>2</sup>
	Fläche Außentüren $A_{Tur}$	3,2 m <sup>2</sup>
	Fläche Fenster $A_F$	147,2 m <sup>2</sup>
	Fensteranteil $A_W/(A_{AW} + A_W)$	20,54 %
<b>Primärenergie:</b>	Primärenergiebedarf gesamt $Q_p$	44163 kWh/a
	Primärenergiebedarf Heizung $Q_{h,p}$	35789 kWh/a
	Primärenergiebedarf Kälte $Q_{c,p}$	0 kWh/a
	Primärenergiebedarf Trinkwarmwasser $Q_{w,p}$	7048 kWh/a
	Primärenergiebedarf Lüftung (Hilfsenergie) $W_{rv,p}$	1326 kWh/a
	Primärenergieanteil regenerativer Strom GEG 2020	0 kWh/a
<b>Endenergie:</b> (incl. Hilfsenergie)	Endenergiebedarf gesamt $Q_f$ (brennwertbezogen)	43088 kWh/a
	Endenergiebedarf Heizung $Q_{h,e}$	35522 kWh/a
	Endenergiebedarf Kälte $Q_{c,e}$	0 kWh/a
	Endenergiebedarf Trinkwarmwasser $Q_{w,e}$	6830 kWh/a
	Endenergiebedarf Lüftung (Hilfsenergie) $W_{rv}$	737 kWh/a
	Endenergiebedarf gesamt $Q_{f,Hi}$ (heizwertbezogen)	38997 kWh/a
<b>Endenergie:</b> (nach Bedarfsdeckung)	Wärmeerzeugung Raumwärme $Q_{h,f}$	34796 kWh/a
	Wärmeerzeugung WLA-Heizfunktion $Q_{h^*,f}$	0 kWh/a
	Kälteerzeugung Raumkühlung $Q_{c,f}$	0 kWh/a
	Warmwasserbereitung $Q_{w,f}$	6485 kWh/a
<b>Hilfsenergie:</b>	Hilfsenergiebedarf gesamt $W_f$	1808 kWh/a
	Hilfsenergiebedarf Heizung $W_h$	726 kWh/a
	Hilfsenergiebedarf Kühlsystem $W_c$	0 kWh/a
	Hilfsenergiebedarf Trinkwarmwasser $W_w$	345 kWh/a
	Hilfsenergiebedarf Lüftung $W_{rv}$	737 kWh/a
<b>Nutzenergie:</b>	Nutzenergiebedarf Summe Bedarf $Q_b$	30015 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Heizung $Q_{h,b} + Q_{rv,b}$	24881 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Kälte $Q_{c,b}$	0 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Trinkwarmwasser $Q_{w,b}$	5134 kWh/a
<b>Wärmebilanz Heizung:</b>	spezifischer Transmissionswärmeverlust $H_T^*$ : ( $H_T^*$ nach DIN 4108-6 und GEG 2020)	0,298 W/(m <sup>2</sup> K)
	spezifischer Wärmebrückenverlust $H_{T,WB}^*$ :	0,000 W/(m <sup>2</sup> K)
	spezifischer Heizwärmebedarf $q_h$	29,6 kWh/(m <sup>2</sup> a)
	Transmissionswärmeverluste $Q_t$	30016 kWh/a
	Lüftungswärmeverluste $Q_v$	36675 kWh/a
	solare Warmegewinne $Q_s$	20742 kWh/a
	interne Warmegewinne $Q_i$	21067 kWh/a
	CO <sub>2</sub> -Emission:	9938 kg/a
	Differenz CO <sub>2</sub> -Emission zum Referenzgebäude:	3336 kg/a
<b>Ergebnisse für das Referenzgebäude nach GEG 2020:</b>		
<b>Primärenergie:</b> (Referenzgebäude)	Primärenergiebedarf gesamt $Q_p$	59363 kWh/a
	Primärenergiebedarf Heizung $Q_{h,p}$	50663 kWh/a
	Primärenergiebedarf Kälte $Q_{c,p}$	0 kWh/a
	Primärenergiebedarf Trinkwarmwasser $Q_{w,p}$	7598 kWh/a
	Primärenergiebedarf Lüftung (Hilfsenergie) $W_{rv,p}$	1102 kWh/a

Quelle: Programm BKI Energieplaner, eigene Berechnung

Tabelle 11.2: Variante 1 Kurzergebnis

---

	Primärenergiebedarf für GEG-Nachweis $Q_p$	44522 kWh/a
<b>Endenergie:</b> (Referenzgebäude) (incl. Hilfsenergie)	Endenergiebedarf gesamt $Q_f$	58333 kWh/a
	Endenergiebedarf Heizung $Q_{h,e}$	50381 kWh/a
	Endenergiebedarf Kälte $Q_{c,e}$	0 kWh/a
	Endenergiebedarf Trinkwarmwasser $Q_{w,e}$	7339 kWh/a
	Endenergiebedarf Lüftung (Hilfsenergie) $W_{lv}$	612 kWh/a
<b>Endenergie:</b> (Referenzgebäude) (nach Bedarfsdeckung)	Wärmeerzeugung Raumwärme $Q_{h,f}$	49472 kWh/a
	Wärmeerzeugung RLT-Heizfunktion $Q_{h,f}^*$	0 kWh/a
	Warmwasserbereitung $Q_{w,f}$	6937 kWh/a
<b>Hilfsenergie:</b> (Referenzgebäude)	Hilfsenergiebedarf gesamt $W_f$	1923 kWh/a
	Hilfsenergiebedarf Heizung $W_h$	909 kWh/a
	Hilfsenergiebedarf Trinkwarmwasser $W_w$	402 kWh/a
	Hilfsenergiebedarf Lüftung $W_{lv}$	612 kWh/a
<b>Nutzenergie:</b> (Referenzgebäude)	Nutzenergiebedarf Summe Bedarf $Q_b$	39425 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Heizung $Q_{h,b}$	34291 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Warmwasser $Q_{w,b}$	5134 kWh/a
	spezifischer Transmissionswärmeverlust Ref. $H_T'$ :	0,437 W/(m <sup>2</sup> K)
	CO <sub>2</sub> -Emission Referenzgebäude:	13274 kg/a

Tabelle 12.1: Variante 2 Kurzergebnis

Berechnung vom 18.08.2021 02:09:26  
 BKI Energieplaner Version 20.0.9  
 Berechnungsmodus: Referenzgebäude mit Randbedingungen des KfW-Effizienzhaus  
 Klimaregion: Referenzklima  
 Berechnungsvorschrift: GEG 2020 mit DIN V 18599:2018-09

<b>Bauphysik:</b>	<b>Gesamtgebäude</b>	
	thermisch konditioniertes Volumen $V_e$	2628 m <sup>3</sup>
	Nettogrundfläche $A_N$	841 m <sup>2</sup>
	Verhältnis $A/V_e$	0,44 1/m
	Luftvolumen $V$	2103 m <sup>3</sup>
	Fläche Gebäudehülle $A$	1151,7 m <sup>2</sup>
	Fläche Außenwände $A_{AW}$	566,4 m <sup>2</sup>
	Fläche Außentüren $A_{Tür}$	3,2 m <sup>2</sup>
	Fläche Fenster $A_F$	147,2 m <sup>2</sup>
	Fensteranteil $A_W/(A_{AW} + A_W)$	20,54 %
<b>Primärenergie:</b>	Primärenergiebedarf gesamt $Q_p$	10874 kWh/a
	Primärenergiebedarf Heizung $Q_{h,p}$	7453 kWh/a
	Primärenergiebedarf Kälte $Q_{c,p}$	0 kWh/a
	Primärenergiebedarf Trinkwarmwasser $Q_{w,p}$	3120 kWh/a
	Primärenergiebedarf Lüftung (Hilfsenergie) $W_{rv,p}$	301 kWh/a
	Primärenergieanteil regenerativer Strom GEG 2020	12412 kWh/a
<b>Endenergie:</b> (incl. Hilfsenergie)	Endenergiebedarf gesamt $Q_f$ (brennwertbezogen)	6041 kWh/a
	Endenergiebedarf Heizung $Q_{h,e}$	4141 kWh/a
	Endenergiebedarf Kälte $Q_{c,e}$	0 kWh/a
	Endenergiebedarf Trinkwarmwasser $Q_{w,e}$	1733 kWh/a
	Endenergiebedarf Lüftung (Hilfsenergie) $W_{rv}$	167 kWh/a
	Endenergiebedarf gesamt $Q_{f,Hi}$ (heizwertbezogen)	12937 kWh/a
<b>Endenergie:</b> (nach Bedarfsdeckung)	Wärmeerzeugung Raumwärme $Q_{h,f}$	3996 kWh/a
	Wärmeerzeugung WLA-Heizfunktion $Q_{h,f}^*$	0 kWh/a
	Kälteerzeugung Raumkühlung $Q_{c,f}$	0 kWh/a
	Warmwasserbereitung $Q_{w,f}$	1716 kWh/a
	Endenergieanteil regenerativer Strom GEG 2020	6895 kWh/a
<b>Hilfsenergie:</b>	Hilfsenergiebedarf gesamt $W_f$	330 kWh/a
	Hilfsenergiebedarf Heizung $W_h$	145 kWh/a
	Hilfsenergiebedarf Kühlsystem $W_c$	0 kWh/a
	Hilfsenergiebedarf Trinkwarmwasser $W_w$	18 kWh/a
	Hilfsenergiebedarf Lüftung $W_{rv}$	167 kWh/a
<b>Nutzenergie:</b>	Nutzenergiebedarf Summe Bedarf $Q_b$	22122 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Heizung $Q_{h,b} + Q_{rv,b}$	16988 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Kälte $Q_{c,b}$	0 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Trinkwarmwasser $Q_{w,b}$	5134 kWh/a
<b>Wärmebilanz Heizung:</b>	spezifischer Transmissionswärmeverlust $H_T^1$ : ( $H_T^1$ nach DIN 4108-6 und GEG 2020)	0,219 W/(m <sup>2</sup> K)
	spezifischer Wärmebrückenverlust $H_{T,WB}^1$ :	0,000 W/(m <sup>2</sup> K)
	spezifischer Heizwärmebedarf $q_h$	20,2 kWh/(m <sup>2</sup> a)
	Transmissionswärmeverluste $Q_t$	22156 kWh/a
	Lüftungswärmeverluste $Q_v$	31442 kWh/a
	solare Warmegewinne $Q_s$	17344 kWh/a
	interne Warmegewinne $Q_i$	19267 kWh/a
	CO <sub>2</sub> -Emission:	3383 kg/a
	Differenz CO <sub>2</sub> -Emission zum Referenzgebäude:	9890 kg/a
<b>Ergebnisse für das Referenzgebäude nach GEG 2020:</b> (Randbedingungen für das KfW-Effizienzhaus)		
<b>Primärenergie:</b> (Referenzgebäude)	Primärenergiebedarf gesamt $Q_p$	59363 kWh/a
	Primärenergiebedarf Heizung $Q_{h,p}$	50663 kWh/a
	Primärenergiebedarf Kälte $Q_{c,p}$	0 kWh/a
	Primärenergiebedarf Trinkwarmwasser $Q_{w,p}$	7598 kWh/a

Quelle: Programm BKI Energieplaner, eigene Berechnung

Tabelle 12.2: Variante 2 Kurzergebnis

	Primärenergiebedarf Lüftung (Hilfsenergie) $W_{rv,p}$	1102 kWh/a
<b>Endenergie:</b> (Referenzgebäude) (incl. Hilfsenergie)	Endenergiebedarf gesamt $Q_f$	58332 kWh/a
	Endenergiebedarf Heizung $Q_{h,e}$	50381 kWh/a
	Endenergiebedarf Kälte $Q_{c,e}$	0 kWh/a
	Endenergiebedarf Trinkwarmwasser $Q_{w,e}$	7339 kWh/a
	Endenergiebedarf Lüftung (Hilfsenergie) $W_{rv}$	612 kWh/a
<b>Endenergie:</b> (Referenzgebäude) (nach Bedarfsdeckung)	Wärmeerzeugung Raumwärme $Q_{h,f}$	49472 kWh/a
	Wärmeerzeugung RLT-Heizfunktion $Q_{h,f}^*$	0 kWh/a
	Warmwasserbereitung $Q_{w,f}$	6937 kWh/a
<b>Hilfsenergie:</b> (Referenzgebäude)	Hilfsenergiebedarf gesamt $W_f$	1923 kWh/a
	Hilfsenergiebedarf Heizung $W_h$	909 kWh/a
	Hilfsenergiebedarf Trinkwarmwasser $W_w$	402 kWh/a
	Hilfsenergiebedarf Lüftung $W_{rv}$	612 kWh/a
<b>Nutzenergie:</b> (Referenzgebäude)	Nutzenergiebedarf Summe Bedarf $Q_b$	39425 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Heizung $Q_{h,b}$	34291 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Warmwasser $Q_{w,b}$	5134 kWh/a
	spezifischer Transmissionswärmeverlust Ref. $H_T'$ :	0,437 W/(m <sup>2</sup> K)
	CO <sub>2</sub> -Emission Referenzgebäude:	13274 kg/a

Tabelle 13: Variante 2 Strom aus erneuerbaren Energien gemäß GEG

**Stromertrag aus Berechnung nach DIN V 18599-9:2018-09**

Die Berechnung erfolgt nach DIN V 18599-9:2018-09. Für die solare Einstrahlung wird die Strahlungsstärke des Referenzklimas Potsdam unter Verwendung von Neigung und Ausrichtung angesetzt.

gesamte Peakleistung/Nennleistung der PV-Anlagen 25,43 kW

**PV-Erträge**

Monat	Stromertrag aus PV [kWh]	Strom Bedarf [kWh]	angerechneter Stromertrag [kWh]
Januar	395	1923	395
Februar	541	1747	541
März	1322	1241	1241
April	2492	651	651
Mai	3011	538	538
Juni	3178	508	508
Juli	2861	515	515
August	2452	517	517
September	1675	534	534
Oktober	1049	814	814
November	409	1750	409
Dezember	232	2199	232
<b>Gesamt</b>	<b>19617</b>	<b>12937</b>	<b>6895</b>

gesamter Strombedarf (Endenergie/Hilfsenergie) des Gebäudes: 12937 kWh/a  
 durch regenerativ erzeugten Strom gedeckter Bedarf (Endenergie): 6895 kWh/a  
 Deckungsanteil regenerativer Strom am gesamten Strombedarf: 53,3 %  
 gesamte angerechnete Primärenergie aus regenerativ erzeugtem Strom: 12412 kWh/a

Tabelle 14: Variante 1 und 2 Jahresenergiebedarfe

Variante 1 – übliche Bauweise	Jahresenergiebedarf		
	Energiebedarf [kWh/m <sup>2</sup> /a]	Wohnfläche [m <sup>2</sup> ]	Gesamt [kWh/a]
<b>Strombedarf:</b>			
Nutzenergie Haushalt	30	604	18.120,00
Hilfsenergie von TW, RLT, H			1.808,00
Aufzug 630 kg, 1,6m/s, 0,5h/d			1.414,00
			<b>21.342,00</b>
<b>Stromerträge:</b>			
-			0,00
			<b>0,00</b>
			<b>Gesamt Jahresstrombedarf: 21.342,00</b>
<b>Gasbedarf</b>			
Endenergie Wärmebereitung			36.217,00
			<b>Gesamt Jahresgasbedarf: 36.217,00</b>
Variante 2 – ökologisch optimiert			
<b>Strombedarf:</b>			
Nutzenergie Haushalt (sparsam)	15	604	9.060,00
Hilfsenergie von TW, RLT, WLA, H, Reg			330,00
Aufzug 630 kg, 1m/s, 0,2h/d			527,00
Endenergie Wärmebereitung			12.607,00
			<b>Jahresstrombedarf: 22.524,00</b>
<b>Stromerträge:</b>			
Stromertrag aus PV-Anlage			19.617,00
angerechneter Stromertrag			6.895,00
eingespeister Strom			12.722,00
			<b>angerechneter Stromertrag: 6.895,00</b>
			<b>Gesamt Jahresstrombedarf: 15.629,00</b>

Tabelle 15.1: Variante 1 Nachweis nach GEG 2020 für Wohngebäude

**Der Nachweis wird mit den ab 1. November 2020 geltenden Anforderungen des GEG geführt.**

**Nachweis des spez. Transmissionswärmeverlustes**

zul.  $H_T' = 0,437 \text{ W/(m}^2\text{K)}$   
(zul.  $H_T'$  aus  $H_T'$  Referenzgebäude)

vorh.  $H_T' = 342,69/1151,67 = 0,298 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  (-31,9 %)

**Der Nachweis wurde erfüllt!**

**Nachweis des Jahres-Primärenergiebedarfes (Monatsbilanzverfahren)**

$A_N = 841,1 \text{ m}^2$

Wohngebäude:

zul.  $q_P = 52,9 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$   
( $q_P$  Referenzgebäude nach GEG 2020 Anlage 1)

vorh.  $q_P = 52,5 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$   
( $q_P$  nachzuweisendes Gebäude: -0,8 %)

**Der Nachweis wurde erfüllt!**

**Nachweis der Nutzung erneuerbarer Energie**

Der folgende Nachweis der Nutzung von erneuerbaren Energien wird nach dem ab 1. November 2020 gültigen GEG geführt. Der Aussteller des Nachweises stellt auch die gemäß GEG notwendigen Nachweise und Bescheinigungen zusammen. Der Nachweis ist nur zusammen mit diesen Anlagen gültig.

**Wärme- und Kälteenergiebedarf (Summe der Erzeugernutzenergieabgaben)**

Heizung	$Q_{h,outg}$	32499 kWh/a
Trinkwarmwasser	$Q_{w,outg}$	12804 kWh/a
Wohnungslüftung	$Q_{rv,h,outg}$	0 kWh/a
Wohnungskühlung	$Q_{rv,c,outg}$	0 kWh/a
<b>Summe</b>	<b><math>Q_{outg}</math></b>	<b>45303 kWh/a</b>

**Deckung durch erneuerbare Energie nach GEG**

**Geothermie und Umweltwärme**

Wärmepumpe

Der Wärmeenergiebedarf Heizung, Kühlung und Warmwasser des Gebäudes beträgt 45303 kWh/a. Durch die Wärmepumpe werden 0 kWh/a gedeckt. Der Anteil Wärmeenergie des Gebäudes, welcher durch die Wärmepumpe gedeckt wird, beträgt damit 0,0%.

Die vorhandene Wärmepumpe erfüllt damit aufgrund GEG § 37 die Anforderung nach GEG § 10 Absatz 2 Nr. 3 zu 0,0%.

**Strom aus erneuerbarer Energie**

Das Wohngebäude mit 4 Geschossen hat eine Gebäudenutzfläche von 841,1 m<sup>2</sup>. Die Nennleistung der PV-Anlage beträgt 0,00 kW. Notwendig sind mindestens  $0,03 \text{ kW/m}^2 \cdot A_n / \eta_g = 6,31 \text{ kW}$ .

Die vorhandene PV-Anlage erfüllt damit aufgrund GEG § 36 die Anforderung nach GEG § 10 Absatz 2 Nr. 3 zu 0,0%.

Quelle: Programm BKI Energieplaner, eigene Berechnung

Tabelle 15.2: Variante 1 Nachweis nach GEG 2020 für Wohngebäude

---

**Maßnahmen zur Einsparung von Energie**

Es werden die für das konkrete Gebäude zu erfüllenden Anforderungen an die Wärmedämmung der Gebäudehülle nach dem GEG in der jeweils geltenden Fassung um mindestens 15 Prozent unterschritten.

zulässiger Transmissionswärmeverlust: 0,437 W/(m<sup>2</sup>K)  
vorhandener Transmissionswärmeverlust: 0,298 W/(m<sup>2</sup>K) (Unterschreitung um 31,9%)

Die vorhandene Unterschreitung erfüllt damit aufgrund GEG § 45 die Anforderung nach GEG § 10 Abs. 2 Nr. 3.

**Mit den angegebenen Maßnahmen ist der Nachweis der Nutzung erneuerbarer Energie nach GEG § 10 Absatz 2 Nr. 3 erfüllt.**

Tabelle 16: Variante 2 Sondernachweise

**Berechnungen gemäß GEG 2020 und technischen Regeln der KfW zur Berechnung eines KfW-Effizienzhauses (Stand 05.2020) mit DIN V 18599:2018-09 Das Referenzgebäude weicht von der Berechnung nach GEG 2020 ab und kann nicht für einen Energieausweis herangezogen werden.**

(BKI Energieplaner Version 20.0.9)

Bei der Berechnung wurde regenerativer Strom berücksichtigt:	
gesamter Strombedarf (Endenergie/Hilfsenergie) des Gebäudes:	12937 kWh/a
durch regenerative Erzeugung gedeckter Strombedarf (Endenergie):	6895 kWh/a
Deckungsanteil regenerativ erzeugter Strom am Bedarf:	53,3 %
Abzug Primärenergie durch regenerativ erzeugten Strom:	12412 kWh/a

### Sondernachweis: KfW Effizienzhaus 40

Der reguläre EnEV-Nachweis muss als Voraussetzung für Sondernachweise erfüllt sein.  
-> **eingehalten**

spezifischer Transmissionswärmeverlust Referenzgebäude $H_T'$ (100%-Wert):	0,437 W/(m <sup>2</sup> K)
max. Prozentwert des spezifischen Transmissionswärmeverlustes $H_T'$ des Referenzgebäudes:	55 %
Höchstwert des spezifischen Transmissionswärmeverlustes $H_T'$ : $0,55 * 0,437 =$	0,240 W/(m <sup>2</sup> K)
vorhandener Wert des spezifischen Transmissionswärmeverlustes $H_T'$ :	0,219 W/(m <sup>2</sup> K)
-> <b>eingehalten (Unterschreitung um 8,9%)</b>	

max. Prozentwert des zul. Primärenergiebedarfes zul. $Q_p$ gemäß GEG 2020:	40 %
zulässiger Primärenergiebedarf (Neubau) zul. $Q_p$ gemäß GEG 2020:	70,6 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Höchstwert des Primärenergiebedarfes $Q_p$ : $0,40 * 70,6 =$	28,2 kWh/(m <sup>2</sup> a)
vorhandener Wert des Primärenergiebedarfes $Q_p$ :	12,9 kWh/(m <sup>2</sup> a)
-> <b>eingehalten (Unterschreitung um 54,2%)</b>	

**Der Sondernachweis KfW Effizienzhaus 40 ist eingehalten.**

### Sondernachweis: KfW Effizienzhaus 55

Der reguläre EnEV-Nachweis muss als Voraussetzung für Sondernachweise erfüllt sein.  
-> **eingehalten**

spezifischer Transmissionswärmeverlust Referenzgebäude $H_T'$ (100%-Wert):	0,437 W/(m <sup>2</sup> K)
max. Prozentwert des spezifischen Transmissionswärmeverlustes $H_T'$ des Referenzgebäudes:	70 %
Höchstwert des spezifischen Transmissionswärmeverlustes $H_T'$ : $0,70 * 0,437 =$	0,306 W/(m <sup>2</sup> K)
vorhandener Wert des spezifischen Transmissionswärmeverlustes $H_T'$ :	0,219 W/(m <sup>2</sup> K)
-> <b>eingehalten (Unterschreitung um 28,4%)</b>	

max. Prozentwert des zul. Primärenergiebedarfes zul. $Q_p$ gemäß GEG 2020:	55 %
zulässiger Primärenergiebedarf (Neubau) zul. $Q_p$ gemäß GEG 2020:	70,6 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Höchstwert des Primärenergiebedarfes $Q_p$ : $0,55 * 70,6 =$	38,8 kWh/(m <sup>2</sup> a)
vorhandener Wert des Primärenergiebedarfes $Q_p$ :	12,9 kWh/(m <sup>2</sup> a)
-> <b>eingehalten (Unterschreitung um 66,7%)</b>	

**Der Sondernachweis KfW Effizienzhaus 55 ist eingehalten.**

## **Anhang C: Berechnung LCC**

Tabelle 17.1: Variante 1 Kennwerte LCC

## 1 Vertikale Bauteile

Kostenstand: 3. Quartal 2020 netto

	Kostengruppe	Position	Nummer	Referenzfluss- eigenschaften	Arbeitszeit [h]	Facharbeiter [Eur/h]	Facharbeiter [Eur]	Kosten Mittel [Eur]
<b>1.1 Fundament</b>								
Sauberkeitsschicht; Beton, 10cm	326	013	009	m <sup>2</sup>	0,07	50,62	3,54	15,67
Fundament, Ortbeton C 25/30, bewehrt	322	013	021	m <sup>3</sup>	0,80	50,62	40,50	165,32
Schalung, Fundamente, rau	322	013	022	m <sup>2</sup>	0,60	50,62	30,37	30,55
Betonstahlmatten, Bst 500M/B500B	351	013	171	kg	0,02	50,62	1,01	1,47
Perimeterdämmung, XPS, 100mm	326	013	154	m <sup>2</sup>	0,24	50,62	12,15	24,25
Fundamente abbrechen, Stahlbeton	394	384	004	m <sup>3</sup>	2,80	48,67	136,28	135,58
Entsorgung, Gemische	394	387	005	t	0,00	48,72	0,00	24,85
Deponierung, Beton	394	387	012	t	0,00	48,72	0,00	17,78
Deponierung, Gemische	394	387	014	t	0,00	48,72	0,00	26,91
<b>1.2 Außenwand</b>								
Gipsputz, IW, einlagig, Q2, geglättet	345	023	055	m <sup>2</sup>	0,20	47,83	9,57	13,99
Wandfliesen, 10x20cm	345	024	025	m <sup>2</sup>	0,90	49,23	44,31	62,71
Haftbrücke, Fliesenbelag	353	024	003	m <sup>2</sup>	0,05	49,23	2,46	2,96
Betonsteine 17,5cm, tragend	331	012	105	m <sup>2</sup>	0,70	49,72	34,80	92,45
WDVS, Wärmed., EPS 035, 140mm	335	023	088	m <sup>2</sup>	0,30	47,83	14,35	39,09
Außenputz, AW, zweilagig, org. Oberputz	335	023	120	m <sup>2</sup>	0,25	47,83	11,96	17,03
Attikaabdeckung Aluminiumblech	335	038	041	m	0,45	47,83	21,52	83,23
Entsorgung, Gipsbaustoffe	394	387	010	t	0,00	48,72	0,00	149,76
Wandfliesen entfernen	394	384	095	m <sup>2</sup>	0,22	49,23	10,83	14,59
Wand Porenbeton, 17,5cm entfernen	394	384	015	m <sup>2</sup>	0,60	48,72	29,23	35,54
Wärmedämmung entfernen	394	384	037	m <sup>2</sup>	0,10	48,72	4,87	7,86
Blechabdeckung entfernen	394	384	038	m	0,12	48,72	5,85	6,04
Deponierung, Beton	394	387	012	t	0,00	48,72	0,00	17,78
Deponierung, Gemische	394	387	014	t	0,00	48,72	0,00	26,91
<b>1.3 Wohnungstrennwand (tragend)</b>								
Gipsputz, IW, einlagig, Q2, geglättet	345	023	055	m <sup>2</sup>	0,20	47,83	9,57	13,99
Wandfliesen, 10x20cm	345	024	025	m <sup>2</sup>	0,90	49,23	44,31	62,71
Haftbrücke, Fliesenbelag	353	024	003	m <sup>2</sup>	0,05	49,23	2,46	2,96
Metall-UK, 100mm, Gips einlagig, Schalls.	342	039	051	m <sup>2</sup>	0,70	48,72	34,10	54,51
Wand, SB C25/30, 20cm, Schalung	331	013	049	m <sup>2</sup>	0,70	50,62	35,43	92,45
Entsorgung, Gipsbaustoffe	394	387	010	t	0,00	48,72	0,00	149,76
Wandfliesen entfernen	394	384	095	m <sup>2</sup>	0,22	49,23	10,83	14,59
Innenwand entfernen, Stahlbeton, bis 25cm	394	384	019	m <sup>3</sup>	4,60	48,72	224,11	234,45
Montagewand entfernen, GK	394	384	114	m <sup>2</sup>	0,28	48,72	13,64	18,67
Wärmedämmung entfernen	394	384	037	m <sup>2</sup>	0,10	48,72	4,87	7,86
Deponierung, Beton	394	387	012	t	0,00	48,72	0,00	17,78
Deponierung, Gemische	394	387	014	t	0,00	48,72	0,00	26,91

Tabelle 17.2: Variante 1 Kennwerte LCC

## 1 Vertikale Bauteile

Kostenstand: 3. Quartal 2020 netto

	Kostengruppe	Position	Nummer	Referenzfluss- eigenschaften	Arbeitszeit [h]	Facharbeiter [Eur/h]	Facharbeiter [Eur]	Kosten Mittel [Eur]
<b>1.4 Innenwand (nicht tragend)</b>								
Gipsputz, IW, einlagig, Q2, geglättet	345	023	055	m <sup>2</sup>	0,20	47,83	9,57	13,99
Wandfliesen, 10x20cm	345	024	025	m <sup>2</sup>	0,90	49,23	44,31	62,71
Haftbrücke, Fliesenbelag	353	024	003	m <sup>2</sup>	0,05	49,23	2,46	2,96
Metall-UK, 100mm, Gips einlagig, Schalls.	342	039	051	m <sup>2</sup>	0,70	48,72	34,10	54,51
Entsorgung, Gipsbaustoffe	394	387	010	t	0,00	48,72	0,00	149,76
Wandfliesen entfernen	394	384	095	m <sup>2</sup>	0,22	49,23	10,83	14,59
Montagewand entfernen, GK	394	384	114	m <sup>2</sup>	0,28	48,72	13,64	18,67
Wärmedämmung entfernen	394	384	037	m <sup>2</sup>	0,10	48,72	4,87	7,86
Deponierung, Gemische	394	387	014	t	0,00	48,72	0,00	26,91
<b>1.5 Aufzugsschacht</b>								
Gipsputz, IW, einlagig, Q2, geglättet	345	023	055	m <sup>2</sup>	0,20	48,72	9,74	13,99
Metall-UK, 100mm, Gips einlagig, Schalls.	342	039	051	m <sup>2</sup>	0,70	48,72	34,10	54,51
Wand, SB C25/30, 20cm, Schalung	331	013	049	m <sup>2</sup>	0,70	55,76	39,03	92,45
Entsorgung, Gipsbaustoffe	394	387	010	t	0,00	48,72	0,00	149,76
Innenwand entfernen, Stahlbeton, bis 25cm	394	384	019	m <sup>3</sup>	4,60	48,72	224,11	234,45
Montagewand entfernen, GK	394	384	114	m <sup>2</sup>	0,28	48,72	13,64	18,67
Wärmedämmung entfernen	394	384	037	m <sup>2</sup>	0,10	48,72	4,87	7,86
Deponierung, Beton	394	387	012	t	0,00	48,72	0,00	17,78
Deponierung, Gemische	394	387	014	t	0,00	48,72	0,00	26,91
<b>1.6 Fenster</b>								
Kunststofffenster, mehrteilig, über 1,7m <sup>2</sup>	334	026	024	St	3,50	53,43	187,01	783,04
Abdichtung, Fensteranschluss	334	026	044	m	0,17	53,43	9,08	23,93
Fensterbank, außen, Aluminium	334	026	042	m	0,30	53,43	16,03	34,75
Rolladenkasten, Leichtbeton	331	012	153	m	0,40	49,72	19,89	73,30
Rolladen, Führungsschiene, Gurtwickler	338	030	004	St	0,60	53,72	32,23	206,05
Fenster entfernen, Kunststoff, bis 3,5m <sup>2</sup>	394	384	105	St	1,05	48,72	51,16	83,16
Blechabdeckung entfernen	394	384	038	m	0,12	48,72	5,85	6,04
Entsorgung, Gemische	394	387	005	t	0,00	48,72	0,00	24,85
Deponierung, Gemische	394	387	014	t	0,00	48,72	0,00	26,91
<b>1.7 Außentüre</b>								
Haustürelement, Kunststoff, einflügelig	334	026	003	St	5,50	53,43	293,87	2.147,94
Hauseingangstür, entfernen	394	384	106	St	1,30	48,67	63,27	114,63
Deponierung, Gemische	394	387	014	t	0,00	48,72	0,00	26,91
<b>1.8 Nebentüre</b>								
Stahleckzarge, innen, 0,875x2m	344	027	030	St	1,20	53,08	63,70	123,59
Türblatt, einflügelig, kunststofffb., 0,875x2m	344	027	016	St	0,10	53,08	5,31	276,99
Wandschalung, Türe 0,885m	341	013	063	St	1,50	55,76	83,64	86,61
Innentüre, Holz, 1-flügelig, entfernen	394	384	108	St	0,60	48,67	29,20	39,87
Deponierung, Gemische	394	387	014	t	0,00	48,72	0,00	26,91

Tabelle 17.3: Variante 1 Kennwerte LCC

## 2 horizontale Bauteile

Kostenstand: 3. Quartal 2020 netto

	Kostengruppe	Position	Nummer	Referenzfluss- eigenschaften	Arbeitszeit [h]	Facharbeiter [Eur/h]	Facharbeiter [Eur]	Kosten Mittel [Eur]
<b>2.1 Bodenplatte</b>								
Laminat, schwimmend, 7,2mm	352	036	037	m <sup>2</sup>	0,30	47,74	14,32	30,14
Bodenfliesen, 10x20cm	353	024	043	m <sup>2</sup>	0,90	49,23	44,31	63,40
Haftbrücke, Fliesenbelag	353	024	003	m <sup>2</sup>	0,05	49,23	2,46	2,96
Heizestrich, CT C25 F4 S65 H45	352	025	030	m <sup>2</sup>	0,25	45,77	11,44	17,68
Trennlage, Dämmung, Estrich	352	025	014	m <sup>2</sup>	0,03	45,77	1,37	0,86
Wärmed., EPS 80mm 040 DEO dm	352	025	019	m <sup>2</sup>	0,07	45,77	3,20	7,90
Bodenabdichtung, Bodenf., G200DD	325	018	025	m <sup>2</sup>	0,20	51,59	10,32	12,28
Voranstrich, Abdichtung, BetonBP	325	018	002	m <sup>2</sup>	0,03	51,59	1,55	2,53
Untergrund reinigen	325	018	001	m <sup>2</sup>	0,02	51,59	1,03	1,47
Bodenplatte Ortbeton C 25/30, bis 20cm	322	013	034	m <sup>2</sup>	0,30	50,62	15,19	27,45
Betonstahlmatten, Bst 500M/B500B	351	013	171	kg	0,02	50,62	1,01	1,47
Trennlage, PE-Folie, auf Kiesfilter	325	013	005	m <sup>2</sup>	0,02	50,62	1,01	1,58
Perimeterd., Bodenplatte, XPS, 120mm	326	013	155	m <sup>2</sup>	0,24	50,62	12,15	31,11
Tragschicht Schotter 0/45, 30cm	326	013	004	m <sup>2</sup>	0,10	50,62	5,06	13,77
Filtervlies, Klasse 2	326	013	002	m <sup>2</sup>	0,01	50,62	0,51	3,29
Bodenfliesen, entfernen	394	384	094	m <sup>2</sup>	0,20	48,67	9,73	16,00
Entsorgung, Gemische	394	387	005	t	0,00	48,72	0,00	24,85
Kunststoffbahn entfernen	394	384	074	m <sup>2</sup>	0,07	48,67	3,41	4,69
Bodenabdichtung entfernen, 2-lagig	394	384	055	m <sup>2</sup>	0,10	48,67	4,87	19,86
Bodenplatte entfernen, Stahlbeton	394	384	006	m <sup>3</sup>	3,00	48,67	146,01	192,58
Deponierung, Gemische	394	387	014	t	0,00	48,72	0,00	26,91
Deponierung, Beton	394	387	012	t	0,00	48,72	0,00	17,78
<b>2.2 Deckenplatte</b>								
Laminat, schwimmend, 7,2mm	352	036	037	m <sup>2</sup>	0,30	47,74	14,32	30,14
Bodenfliesen, 10x20cm	353	024	043	m <sup>2</sup>	0,90	49,23	44,31	63,40
Haftbrücke, Fliesenbelag	353	024	003	m <sup>2</sup>	0,05	49,23	2,46	2,96
Heizestrich, CT C25 F4 S65 H45	352	025	030	m <sup>2</sup>	0,25	45,77	11,44	17,68
Trennlage, Dämmung, Estrich	352	025	014	m <sup>2</sup>	0,03	45,77	1,37	0,86
Wärmed., EPS 80mm 040 DEO dm	352	025	019	m <sup>2</sup>	0,07	45,77	3,20	7,90
Decke, Ortbeton, SB2, C25/30, WO	351	013	094	m <sup>3</sup>	0,80	50,62	40,50	145,21
Betonstahlmatten, Bst 500M/B500B	351	013	171	kg	0,02	50,62	1,01	1,47
Schalung, Decken, glatt	351	013	096	m <sup>2</sup>	0,80	50,62	40,50	36,67
Bodenfliesen, entfernen	394	384	094	m <sup>2</sup>	0,20	48,67	9,73	16,00
Entsorgung, Gemische	394	387	005	t	0,00	48,72	0,00	24,85
Kunststoffbahn entfernen	394	384	074	m <sup>2</sup>	0,07	48,67	3,41	4,69
Geschossdecke entfernen, Stahlbeton, 25cm	394	384	023	m <sup>3</sup>	3,80	48,67	184,95	251,27
Deponierung, Gemische	394	387	014	t	0,00	48,72	0,00	26,91
Deponierung, Beton	394	387	012	t	0,00	48,72	0,00	17,78

Tabelle 17.4: Variante 1 Kennwerte LCC

## 2 horizontale Bauteile

Kostenstand: 3. Quartal 2020 netto

	Kostengruppe	Position	Nummer	Referenzfluss- eigenschaften	Arbeitszeit [h]	Facharbeiter [Eur/h]	Facharbeiter [Eur]	Kosten Mittel [Eur]
<b>2.3 Dach</b>								
Kiesschüttung, 16/32, Dach	363	021	093	m <sup>2</sup>	0,16	52,85	8,46	10,96
Dachabdichtung PYE PV 200 S5, o. Lage	363	021	040	m <sup>2</sup>	0,14	52,85	7,40	14,28
Dachabdichtung KSP, PYE, untere Lage	363	021	039	m <sup>2</sup>	0,12	52,85	6,34	12,93
Gefälledämmung DAA, EPS, i. M. 160Mm	363	021	022	m <sup>2</sup>	0,20	52,85	10,57	31,03
Dampfsperre, Alu-Verbundfolie	363	021	014	m <sup>2</sup>	0,04	52,85	2,11	4,44
Decke, Ortbeton, SB2, C25/30, WO	351	013	094	m <sup>3</sup>	0,80	50,62	40,50	145,21
Betonstahlmatten, Bst 500M/B500B	351	013	171	kg	0,02	50,62	1,01	1,47
Schalung, Decken, glatt	351	013	096	m <sup>2</sup>	0,80	50,62	40,50	36,67
Entsorgung Boden/Steine	394	387	001	t	0,00	48,72	0,00	18,57
Bitumendachbahn entfernen, 2-lagig	394	384	065	m <sup>2</sup>	0,24	48,67	11,68	11,58
Entsorgung, Gemische	394	387	005	t	0,00	48,72	0,00	24,85
Kunststoffbahn entfernen	394	384	074	m <sup>2</sup>	0,07	48,67	3,41	4,69
Geschossdecke entfernen, Stahlbeton, 25cm	394	384	023	m <sup>3</sup>	3,80	48,67	184,95	251,27
Deponierung, Gemische	394	387	014	t	0,00	48,72	0,00	26,91
Deponierung, Beton	394	387	012	t	0,00	48,72	0,00	17,78
<b>2.4 Balkonplatte</b>								
Balkon-/Terrassengeländer, Außenbereich	359	031	016	m	2,40	53,30	127,92	291,14
Bauschnittholz, C24, Nadelholz	361	016	002	m <sup>3</sup>	0,00	52,25	0,00	393,49
Abbund, Bauschnittholz, Decken	361	016	010	m	0,20	52,25	10,45	7,97
Holzrost außen, zweilagig, Bohlen-Belag	520	016	100	m <sup>2</sup>	1,50	52,25	78,38	103,10
Dachabdichtung PYE PV 200 S5, o. Lage	363	021	040	m <sup>2</sup>	0,14	52,25	7,32	14,28
Dachabdichtung KSP, PYE, untere Lage	363	021	039	m <sup>2</sup>	0,12	52,25	6,27	12,93
Stb-Fertigteil, Balkonplatte	351	013	130	m <sup>2</sup>	1,50	50,62	75,93	186,90
Entsorgung, Metall, gemischt	394	387	007	t	0,00	48,72	0,00	44,10
Bitumendachbahn entfernen, 2-lagig	394	384	065	m <sup>2</sup>	0,24	48,67	11,68	11,58
Entsorgung, Gemische	394	387	005	t	0,00	48,72	0,00	24,85
Entsorgung, Altholz A II	394	387	006	t	0,00	48,72	0,00	46,91
Geschossdecke entfernen, Stahlbeton, 25cm	394	384	023	m <sup>3</sup>	3,80	48,67	184,95	251,27
Deponierung, Gemische	394	387	014	t	0,00	48,72	0,00	26,91
Deponierung, Altholz A II	394	387	015	t	0,00	48,72	0,00	37,44
Deponierung, Beton	394	387	012	t	0,00	48,72	0,00	17,78

Tabelle 17.5: Variante 1 Kennwerte LCC

## 2 horizontale Bauteile

Kostenstand: 3. Quartal 2020 netto

	Kostengruppe	Position	Nummer	Referenzfluss- eigenschaften	Arbeitszeit [h]	Facharbeiter [Eur/h]	Facharbeiter [Eur]	Kosten Mittel [Eur]
<b>2.5 Vordach</b>								
Bauschnittholz, C24, Nadelholz	361	016	002	m <sup>3</sup>	0,00	52,25	0,00	393,49
Abbund, Bauschnittholz, Decken	361	016	010	m	0,20	52,25	10,45	7,97
Kiesschüttung, 16/32, Dach	363	021	093	m <sup>2</sup>	0,16	53,68	8,59	10,96
Dachabdichtung PYE PV 200 S5, o. Lage	363	021	040	m <sup>2</sup>	0,14	53,68	7,52	14,28
Dachabdichtung KSP, PYE, untere Lage	363	021	039	m <sup>2</sup>	0,12	53,68	6,44	12,93
Stb-Fertigteil, Balkonplatte	351	013	130	m <sup>2</sup>	1,50	50,62	75,93	186,90
Entsorgung Boden/Steine	394	387	001	t	0,00	48,72	0,00	18,57
Bitumendachbahn entfernen, 2-lagig	394	384	065	m <sup>2</sup>	0,24	48,67	11,68	11,58
Entsorgung, Gemische	394	387	005	t	0,00	48,72	0,00	24,85
Entsorgung, Altholz A II	394	387	006	t	0,00	48,72	0,00	46,91
Geschossdecke entfernen, Stahlbeton, 25cm	394	384	023	m <sup>3</sup>	3,80	48,67	184,95	251,27
Deponierung, Gemische	394	387	014	t	0,00	48,72	0,00	26,91
Deponierung, Altholz A II	394	387	015	t	0,00	48,72	0,00	37,44
Deponierung, Beton	394	387	012	t	0,00	48,72	0,00	17,78
<b>2.6 Treppe</b>								
Brüstungs-/Treppengeländer, Lochblechf.	359	031	018	m	2,30	53,30	122,59	256,96
Treppenstufe, Laminat	352	036	043	St	0,25	47,74	11,94	24,25
Stb-Fertigteiltreppe, einläufig, 7 Stufen	351	013	114	St	1,40	50,62	70,87	899,60
Entsorgung, Metall, gemischt	394	387	007	t	0,00	48,72	0,00	44,10
Entsorgung, Gemische	394	387	005	t	0,00	48,72	0,00	24,85
Stahlbetontreppe entfernen	394	384	025	St	12,00	48,67	584,04	626,83
Deponierung, Gemische	394	387	014	t	0,00	48,72	0,00	26,91
Deponierung, Beton	394	387	012	t	0,00	48,72	0,00	17,78
<b>2.7 Dachfenster</b>								
Wohndachfenster, bis 1,00m <sup>2</sup>	362	016	083	St	1,90	52,25	99,28	856,56
Abdichtung, Fensteranschluss	335	016	055	m	0,06	52,25	3,14	19,73
Fenster ausbauen, Kunststoff, bis 1,5m <sup>2</sup>	394	326	005	St	0,80	53,43	42,74	40,56
Entsorgung, Gemische	394	387	005	t	0,00	48,72	0,00	24,85
Deponierung, Gemische	394	387	014	t	0,00	48,72	0,00	26,91

Tabelle 17.6: Variante 1 Kennwerte LCC

**3 Technische Anlagen**

Kostenstand: 3. Quartal 2020 netto

	Kostengruppe	Position	Nummer	Referenzfluss-eigenschaften	Arbeitszeit [h]	Facharbeiter [Eur/h]	Facharbeiter [Eur]	Kosten Mittel [Eur]
<b>3.1 Trinkwarmwasser-Bereitung</b>								
Flach-Solarkollektor, thermisch 10-20m <sup>2</sup>	421	040	026	St	5,80	-		8.362,73
Umwälzpumpen, bis 2,50m <sup>3</sup> /h	422	040	053	St	0,70	-		299,86
Trinkwasserspeicher	421	040	050	St	5,80	-		1.918,44
Rohrleitung, PE-X dm 25mm	422	041	032	m	0,14	-		13,50
Entsorgung, Gemische	394	387	005	t	0,00	48,72	0,00	24,85
Deponierung, Gemische	394	387	014	t	0,00	48,72	0,00	26,91
<b>3.2 Heizung</b>								
Gas-Brennwerttherme, Wand, bis 50kW	421	040	003	St	4,10	-		4.616,44
Umwälzpumpen, bis 5,00m <sup>3</sup> /h	422	040	053	St	0,80	-		475,20
Rohrleitung, PE-X 25mm	422	041	032	m	0,14	-		13,50
FB-Heizung PP, Rohrleitung, PE-X 25mm	422	041	032	m	0,14	-		13,50
Entsorgung, Gemische	394	387	005	t	0,00	48,72	0,00	24,85
Deponierung, Gemische	394	387	014	t	0,00	48,72	0,00	26,91
<b>3.3 Lüftung</b>								
KWL-Lüftungsg., dez. bis 100m <sup>3</sup> /h, WRG	431	075	042	St	1,35	-		1.711,34
Entsorgung, Gemische	394	387	005	t	0,00	48,72	0,00	24,85
Deponierung, Gemische	394	387	014	t	0,00	48,72	0,00	26,91
<b>3.4 PV-Anlage</b>								
-								
<b>3.5 Fahrstuhl</b>								
Personenaufzug bis 630kg, behinderteng.	461	069	002	St	220,00	71,78	15791,60	40.740,96
Entsorgung, Gemische	394	387	005	t	0,00	48,72	0,00	24,85
Deponierung, Gemische	394	387	014	t	0,00	48,72	0,00	26,91

Variante 1 – übliche Bauweise

**Kosten**

**4 Energiebedarf**

	Referenzfluss-eigenschaften	Umsatzsteuer [%]	Energiesteuer [%]	Kosten netto [Eur]
<b>4.1 Strom</b>				
durchschnittlicher Strompreis 2020, Netto*	kWh	0,34	16,00	6,90
				0,26
<b>4.3 Gas</b>				
durchschnittlicher Gaspreis 2020, Netto*	kWh	0,07	16,00	7,00
				0,05

\* Vgl. BMWi 2021

Tabelle 18.1: Variante 2 Kennwerte LCC

1 Vertikale Bauteile		Kostenstand: 3. Quartal 2020 netto						
	Kostengruppe	Position	Nummer	Referenzfluss- eigenschaften	Arbeitszeit [h]	Facharbeiter [Eur/h]	Facharbeiter [Eur]	Kosten Mittel [Eur]
<b>1.1 Fundament</b>								
	326	013	009	m <sup>2</sup>	0,07	50,62	3,54	15,67
	322	013	021	m <sup>3</sup>	0,80	50,62	40,50	165,32
	322	013	022	m <sup>2</sup>	0,60	50,62	30,37	30,55
	351	013	171	kg	0,02	50,62	1,01	1,47
	326	013	154	m <sup>2</sup>	0,24	50,62	12,15	24,25
	394	384	004	m <sup>3</sup>	2,80	48,67	136,28	135,58
	394	387	005	t	0,00	48,72	0,00	24,85
	394	387	012	t	0,00	48,72	0,00	17,78
	394	387	014	t	0,00	48,72	0,00	26,91
<b>1.2 Außenwand</b>								
	345	023	065	m <sup>2</sup>	0,42	47,83	20,09	38,56
	345	024	025	m <sup>2</sup>	0,90	49,23	44,31	62,71
	353	024	003	m <sup>2</sup>	0,05	49,23	2,46	2,96
	353	039	030	m <sup>2</sup>	0,12	48,72	5,85	12,15
	337	016	086	m <sup>2</sup>	1,30	52,25	67,93	139,04
	335	023	094	m <sup>2</sup>	0,35	47,83	16,74	69,78
	335	038	004	m <sup>2</sup>	0,24	55,76	13,38	55,94
	335	038	023	m <sup>2</sup>	0,76	55,76	42,38	72,35
	335	038	041	m	0,45	55,76	25,09	83,23
	394	384	095	m <sup>2</sup>	0,22	49,23	10,83	14,59
	394	387	010	t	0,00	48,72	0,00	149,76
	394	387	006	t	0,00	48,72	0,00	46,91
	394	387	007	t	0,00	48,72	0,00	44,10
	394	384	036	m <sup>2</sup>	0,25	48,72	12,18	15,41
	364	039	103	m <sup>2</sup>	0,20	48,72	9,74	18,85
	394	384	086	m	0,12	48,72	5,85	6,04
	394	387	014	t	0,00	48,72	0,00	26,91
	394	387	015	t	0,00	48,72	0,00	37,44
<b>1.3 Wohnungstrennwand (tragend)</b>								
	345	023	065	m <sup>2</sup>	0,42	47,83	20,09	38,56
	345	024	025	m <sup>2</sup>	0,90	49,23	44,31	62,71
	353	024	003	m <sup>2</sup>	0,05	49,23	2,46	2,96
	353	039	030	m <sup>2</sup>	0,12	48,72	5,85	12,15
	351	016	096	m <sup>2</sup>	0,20	52,25	10,45	100,45
	364	039	103	m <sup>2</sup>	0,20	48,72	9,74	18,85
	394	384	095	m <sup>2</sup>	0,22	49,23	10,83	14,59
	394	387	010	t	0,00	48,72	0,00	149,76
	394	387	006	t	0,00	48,72	0,00	46,91
	394	384	037	m <sup>2</sup>	0,10	48,72	4,87	7,86
	394	387	014	t	0,00	48,72	0,00	26,91
	394	387	015	t	0,00	48,72	0,00	37,44

Tabelle 18.2: Variante 2 Kennwerte LCC

## 1 Vertikale Bauteile

Kostenstand: 3. Quartal 2020 netto

	Kostengruppe	Position	Nummer	Referenzfluss- eigenschaften	Arbeitszeit [h]	Facharbeiter [Eur/h]	Facharbeiter [Eur]	Kosten Mittel [Eur]
<b>1.4 Innenwand (nicht tragend)</b>								
Lehmputz, Innenwand, zweilagig	345	023	065	m <sup>2</sup>	0,42	47,83	20,09	38,56
Wandfliesen, 10x20cm	345	024	025	m <sup>2</sup>	0,90	49,23	44,31	62,71
Haftbrücke, Fliesenbelag	353	024	003	m <sup>2</sup>	0,05	49,23	2,46	2,96
Bekleidung Brandschutzplatte	353	039	030	m <sup>2</sup>	0,12	48,72	5,85	12,15
Holzständer 10cm, Sperrholz, WF	342	016	087	m <sup>2</sup>	0,65	52,25	33,96	69,38
Wandfliesen entfernen	394	384	095	m <sup>2</sup>	0,22	48,67	10,71	14,59
Entsorgung, Gipsbaustoffe	394	387	010	t	0,00	48,72	0,00	149,76
Holzständerwand abbrechen	394	384	042	m <sup>2</sup>	0,38	48,67	18,49	18,71
Deponierung, Gemische	394	387	014	t	0,00	48,72	0,00	26,91
Deponierung, Altholz A II	394	387	015	t	0,00	48,72	0,00	37,44
<b>1.5 Aufzugsschacht</b>								
Lehmputz, Innenwand, zweilagig	345	023	065	m <sup>2</sup>	0,42	48,72	20,46	38,56
Bekleidung Brandschutzplatte	353	039	030	m <sup>2</sup>	0,12	48,72	5,85	12,15
Massivholzplatte 200mm, gehobelt	351	016	096	m <sup>2</sup>	0,20	47,83	9,57	100,45
Mineralwolle Dämmung	364	039	103	m <sup>2</sup>	0,20	48,72	9,74	18,85
Entsorgung, Gipsbaustoffe	394	387	010	t	0,00	48,72	0,00	149,76
Entsorgung, Altholz A II	394	387	006	t	0,00	48,72	0,00	46,91
Wanddämmung Mineralwolle entfernen	394	384	037	m <sup>2</sup>	0,10	48,72	4,87	7,86
Deponierung, Gemische	394	387	014	t	0,00	48,72	0,00	26,91
Deponierung, Altholz A II	394	387	015	t	0,00	48,72	0,00	37,44
<b>1.6 Fenster</b>								
Holzfenster, mehrt., Passivhaus, >2,5m <sup>2</sup>	334	026	015	St	3,20	53,43	170,98	1.914,92
Abdichtung, Fensteranschluss	335	016	055	m	0,06	53,43	3,21	19,73
Bekleidung, Leibung, Holzbrett	334	026	042	m	0,30	52,25	15,68	34,75
Jalousie, außen, elektrisch	338	030	006	St	1,80	53,72	96,70	534,58
Fenster ausbauen, Holz, bis 3,5m <sup>2</sup>	394	384	102	St	1,00	53,43	53,43	74,78
Leibungsbekleidung, Holz, entfernen	394	384	113	m	0,12	48,72	5,85	12,31
Entsorgung, Gemische	394	387	005	t	0,00	48,72	0,00	24,85
Deponierung, Gemische	394	387	014	t	0,00	48,72	0,00	26,91
Deponierung, Altholz A II	394	387	015	t	0,00	48,72	0,00	37,44
<b>1.7 Außentüre</b>								
Haustürelement, Holz, Passivhaus, einfl.	334	026	005	St	5,80	53,43	309,89	2947,82
Hauseingangstür, entfernen	394	384	106	St	1,30	48,67	63,27	114,63
Deponierung, Altholz A II	394	387	015	t	0,00	48,72	0,00	37,44
<b>1.8 Nebentüre</b>								
Türöffnung, Holz-Innenwand, 0,875x2m	340	016	089	St	1,10	52,25	57,48	29,04
Holz-Umfassungszarge, innen, 0,875x2m	344	027	038	St	1,10	53,08	58,39	204,77
Türblatt, einflügelig, Vollspan, 0,875x2m	344	027	21	St	0,20	53,08	10,62	346,35
Innentüre, Holz, 1-flügelig, entfernen	394	384	108	St	0,60	48,67	29,20	39,87
Deponierung, Altholz A II	394	387	015	t	0,00	48,72	0,00	37,44

Tabelle 18.3: Variante 2 Kennwerte LCC

## 2 horizontale Bauteile

Kostenstand: 3. Quartal 2020 netto

	Kostengruppe	Position	Nummer	Referenzfluss- eigenschaften	Arbeitszeit [h]	Facharbeiter [Eur/h]	Facharbeiter [Eur]	Kosten Mittel [Eur]
<b>2.1 Bodenplatte</b>								
Bodenbelag, Naturkorkparkett, 12mm	353	036	036	m <sup>2</sup>	0,24	47,74	11,46	43,17
Bodenfliesen, 10x20cm	353	024	043	m <sup>2</sup>	0,90	49,23	44,31	63,40
Haftbrücke, Fliesenbelag	353	024	003	m <sup>2</sup>	0,05	49,23	2,46	2,96
Innenbekleidung, OSB/2, 18mm	336	016	028	m <sup>2</sup>	0,20	52,25	10,45	18,11
Unterdeckung, WF 20mm	335	016	063	m <sup>2</sup>	0,20	52,25	10,45	23,17
Ausgleichsschüttung, in Decke	351	016	099	m <sup>2</sup>	0,16	52,25	8,36	19,40
Bodenabdichtung, Bodenf., G200DD	325	018	025	m <sup>2</sup>	0,20	51,59	10,32	12,28
Voranstrich, Abdichtung, BetonBP	325	018	002	m <sup>2</sup>	0,03	51,59	1,55	2,53
Untergrund reinigen	325	018	001	m <sup>2</sup>	0,02	51,59	1,03	1,47
Bodenplatte Ortbeton C 25/30, bis 20cm	322	013	034	m <sup>2</sup>	0,30	50,62	15,19	27,45
Betonstahlmatten, Bst 500M/B500B	351	013	171	kg	0,02	50,62	1,01	1,47
Trennlage, PE-Folie, auf Kiesfilter	325	013	005	m <sup>2</sup>	0,02	50,62	1,01	1,58
Perimeterd., Bodenplatte, XPS, 120mm	326	013	155	m <sup>2</sup>	0,24	50,62	12,15	31,11
Tragschicht Schotter 0/45, 30cm	326	013	004	m <sup>2</sup>	0,10	50,62	5,06	13,77
Filtervlies, Klasse 2	326	013	002	m <sup>2</sup>	0,01	50,62	0,51	3,29
Bodenfliesen, entfernen	394	384	094	m <sup>2</sup>	0,20	48,67	9,73	16,00
Schüttung entfernen, Mineralisch	394	384	049	m <sup>2</sup>	0,10	48,67	4,87	9,92
Bodenabdichtung entfernen, 2-lagig	394	384	055	m <sup>2</sup>	0,10	48,67	4,87	19,86
Bodenplatte entfernen, Stahlbeton	394	384	006	m <sup>3</sup>	3,00	48,67	146,01	192,58
Kunststoffbahn entfernen	394	384	074	m <sup>2</sup>	0,07	48,67	3,41	4,69
Entsorgung, Gemische	394	387	005	t	0,00	48,72	0,00	24,85
Entsorgung, Altholz A II	394	387	006	t	0,00	48,72	0,00	46,91
Deponierung, Beton	394	387	012	t	0,00	48,72	0,00	17,78
Deponierung, Gemische	394	387	014	t	0,00	48,72	0,00	26,91
Deponierung, Altholz A II	394	387	015	t	0,00	48,72	0,00	37,44
<b>2.2 Deckenplatte</b>								
Bodenbelag, Naturkorkparkett, 12mm	353	036	036	m <sup>2</sup>	0,24	47,74	11,46	43,17
Bodenfliesen, 10x20cm	353	024	043	m <sup>2</sup>	0,90	49,23	44,31	63,40
Haftbrücke, Fliesenbelag	353	024	003	m <sup>2</sup>	0,05	49,23	2,46	2,96
Innenbekleidung, OSB/2, 18mm	336	016	028	m <sup>2</sup>	0,20	52,25	10,45	18,11
Unterdeckung, WF 20mm	335	016	063	m <sup>2</sup>	0,20	52,25	10,45	23,17
Ausgleichsschüttung, in Decke	351	016	099	m <sup>2</sup>	0,16	52,25	8,36	19,40
Unterdeckbahn	363	016	065	m <sup>2</sup>	0,08	52,25	4,18	5,74
MassivholzD, Brettstapel, 150mm, sicht	351	016	093	m <sup>2</sup>	0,20	52,25	10,45	112,10
Bodenfliesen, entfernen	394	384	094	m <sup>2</sup>	0,20	48,67	9,73	16,00
Schüttung entfernen, Mineralisch	394	384	049	m <sup>2</sup>	0,10	48,67	4,87	9,92
Entsorgung, Altholz A II	394	387	006	t	0,00	48,72	0,00	46,91
Deponierung, Gemische	394	387	014	t	0,00	48,72	0,00	26,91
Deponierung, Altholz A II	394	387	015	t	0,00	48,72	0,00	37,44

Tabelle 18.4: Variante 2 Kennwerte LCC

## 2 horizontale Bauteile

Kostenstand: 3. Quartal 2020 netto

	Kostengruppe	Position	Nummer	Referenzfluss- eigenschaften	Arbeitszeit [h]	Facharbeiter [Eur/h]	Facharbeiter [Eur]	Kosten Mittel [Eur]
<b>2.3 Dach</b>								
Kiesfangleiste, Lochblech	363	021	092	m	0,04	52,85	2,11	19,04
Kiesstreifen, 16/32, 50 cm	363	021	095	m	0,16	52,85	8,46	10,07
Einschichtsubstrat, ext. Dachbegrünung	363	003	187	m <sup>2</sup>	0,09	53,68	4,83	17,63
Dachabdichtung PYE PV 200 S5, Wurzels.	363	021	043	m <sup>2</sup>	0,20	52,85	10,57	19,17
Dachabdichtung KSP, PYE, untere Lage	363	021	039	m <sup>2</sup>	0,12	52,85	6,34	12,93
Gefälledämmung DAA, EPS, i. M. 160Mm	363	021	022	m <sup>2</sup>	0,20	50,62	10,12	31,03
Dampfsperre, Alu-Verbundfolie	363	021	014	m <sup>2</sup>	0,04	50,62	2,02	4,44
MassivholzD, Brettstapel, 150mm, sicht	351	016	093	m <sup>2</sup>	0,20	52,25	10,45	112,10
Entsorgung, Metall, gemischt	394	387	007	t	0,00	48,72	0,00	44,10
Entsorgung Boden/Steine	394	387	001	t	0,00	48,72	0,00	18,57
Bitumendachbahn entfernen, 2-lagig	394	384	065	m <sup>2</sup>	0,24	48,67	11,68	11,58
Entsorgung, Gemische	394	387	005	t	0,00	48,72	0,00	24,85
Entsorgung, Altholz A II	394	387	006	t	0,00	48,72	0,00	46,91
Deponierung, Gemische	394	387	014	t	0,00	48,72	0,00	26,91
Deponierung, Altholz A II	394	387	015	t	0,00	48,72	0,00	37,44
<b>2.4 Balkonplatte</b>								
Balkon-/Terrassengeländer, Außenbereich	359	031	016	m	2,40	53,30	127,92	291,14
Fassadenbekleidung Holz, Stülpschalung	335	038	023	m <sup>2</sup>	0,76	55,76	42,38	72,35
Holzrost außen, zweilagig, Bohlen-Belag	520	016	100	m <sup>2</sup>	1,50	52,25	78,38	103,10
Bauschnittholz, C24, Nadelholz	361	016	002	m <sup>3</sup>	0,00	52,25	0,00	393,49
Abbund, Bauschnittholz, Decken	361	016	010	m	0,20	52,25	10,45	7,97
Dachabdichtung PYE PV 200 S5, Wurzels.	363	021	043	m <sup>2</sup>	0,20	52,25	10,45	19,17
Dachabdichtung KSP, PYE, untere Lage	363	021	039	m <sup>2</sup>	0,12	52,25	6,27	12,93
MassivholzD, Brettstapel, 150mm, sicht	351	016	093	m <sup>2</sup>	0,20	52,25	10,45	112,10
Entsorgung, Metall, gemischt	394	387	007	t	0,00	48,72	0,00	44,10
Außenwandbekleidung entfernen, Holz	394	384	036	m <sup>2</sup>	0,25	48,72	12,18	15,41
Bitumendachbahn entfernen, 2-lagig	394	384	065	m <sup>2</sup>	0,24	48,67	11,68	11,58
Entsorgung, Gemische	394	387	005	t	0,00	48,72	0,00	24,85
Bitumendachbahn entfernen, 1-lagig	394	384	064	m <sup>2</sup>	0,20	48,67	9,73	8,42
Entsorgung, Altholz A II	394	387	006	t	0,00	48,72	0,00	46,91
Deponierung, Gemische	394	387	014	t	0,00	48,72	0,00	26,91
Deponierung, Altholz A II	394	387	015	t	0,00	48,72	0,00	37,44

Tabelle 18.5: Variante 2 Kennwerte LCC

## 2 horizontale Bauteile

Kostenstand: 3. Quartal 2020 netto

	Kostengruppe	Position	Nummer	Referenzfluss- eigenschaften	Arbeitszeit [h]	Facharbeiter [Eur/h]	Facharbeiter [Eur]	Kosten Mittel [Eur]
<b>2.5 Vordach</b>								
UK Aluminium, VHF	335	038	004	m <sup>2</sup>	0,24	55,76	13,38	55,94
Fassadenbekleidung Holz, Stülpschalung	335	038	023	m <sup>2</sup>	0,76	52,25	39,71	72,35
Bauschnittholz, C24, Nadelholz	361	016	002	m <sup>3</sup>	0,00	52,25	0,00	393,49
Abbund, Bauschnittholz, Decken	361	016	010	m	0,20	52,25	10,45	7,97
Einschichtsubstrat, ext. Dachbegrünung	363	003	187	m <sup>2</sup>	0,09	53,68	4,83	17,63
Dachabdichtung PYE PV 200 S5, Wurzels.	363	021	043	m <sup>2</sup>	0,20	52,25	10,45	19,17
Dachabdichtung KSP, PYE, untere Lage	363	021	039	m <sup>2</sup>	0,12	52,25	6,27	12,93
MassivholzD, Brettstapel, 150mm, sicht	351	016	093	m <sup>2</sup>	0,20	52,25	10,45	112,10
Entsorgung, Metall, gemischt	394	387	007	t	0,00	48,72	0,00	44,10
Außenwandbekleidung entfernen, Holz	394	384	036	m <sup>2</sup>	0,25	48,72	12,18	15,41
Entsorgung Boden/Steine	394	387	001	t	0,00	48,72	0,00	18,57
Bitumendachbahn entfernen, 2-lagig	394	384	065	m <sup>2</sup>	0,24	48,67	11,68	11,58
Entsorgung, Gemische	394	387	005	t	0,00	48,72	0,00	24,85
Bitumendachbahn entfernen, 1-lagig	394	384	064	m <sup>2</sup>	0,20	48,67	9,73	8,42
Entsorgung, Altholz A II	394	387	006	t	0,00	48,72	0,00	46,91
Deponierung, Gemische	394	387	014	t	0,00	48,72	0,00	26,91
Deponierung, Altholz A II	394	387	015	t	0,00	48,72	0,00	37,44
<b>2.6 Treppe</b>								
Brüstungs-/Treppengeländer, Flachstahlf.	359	031	017	m	2,50	53,30	133,25	340,46
Holzterrasse	352	016	101	St	20,00	52,25	1045,00	4.930,39
Entsorgung, Metall, gemischt	394	387	007	t	0,00	48,72	0,00	44,10
Entsorgung, Altholz A II	394	387	006	t	0,00	48,72	0,00	46,91
Deponierung, Altholz A II	394	387	015	t	0,00	48,72	0,00	37,44
<b>2.7 Dachfenster</b>								
Wohndachfenster, bis 1,00m <sup>2</sup>	362	016	083	St	1,90	52,25	99,28	856,56
Abdichtung, Fensteranschluss	335	016	055	m	0,06	52,25	3,14	19,73
Bekleidung, Leibung, Holzbrett	334	026	042	m	0,30	52,25	15,68	34,75
Fenster ausbauen, Holz, bis 1,5m <sup>2</sup>	394	326	002	St	0,70	53,43	37,40	46,31
Leibungsbekleidung, Holz, entfernen	394	384	113	m	0,12	48,72	5,85	12,31
Entsorgung, Gemische	394	387	005	t	0,00	48,72	0,00	24,85
Deponierung, Gemische	394	387	014	t	0,00	48,72	0,00	26,91
Deponierung, Altholz A II	394	387	015	t	0,00	48,72	0,00	37,44

Tabelle 18.6: Variante 2 Kennwerte LCC

**3 Technische Anlagen**

Kostenstand: 3. Quartal 2020 netto

	Kostengruppe	Position	Nummer	Referenzfluss- eigenschaften	Arbeitszeit [h]	Facharbeiter [Eur/h]	Facharbeiter [Eur]	Kosten Mittel [Eur]
<b>3.1 Trinkwarmwasser-Bereitung</b>								
Umwälzpumpen, bis 2,50m³/h	422	040	053	St	0,70	-		299,86
Trinkwasserspeicher	421	040	050	St	5,80	-		1.918,44
Rohrleitung, PE-X dm 25mm	422	041	032	m	0,14	-		13,50
Entsorgung, Gemische	394	387	005	t	0,00	48,72	0,00	24,85
Deponierung, Gemische	394	387	014	t	0,00	48,72	0,00	26,91
<b>3.2 Heizung</b>								
Wärmepumpe, 10-20 kW, Luft	421	040	041	St	6,00	-		18.573,71
Umwälzpumpen, bis 5,00m³/h	422	040	053	St	0,80	-		475,20
Rohrleitung, PE-X 25mm	422	041	032	m	0,14	-		13,50
FB-Heizung PP, Rohrleitung, PE-X 25mm	422	041	032	m	0,14	-		13,50
Entsorgung, Gemische	394	387	005	t	0,00	48,72	0,00	24,85
Deponierung, Gemische	394	387	014	t	0,00	48,72	0,00	26,91
<b>3.3 Lüftung</b>								
KWL-Lüftungsg., dez. bis 100m³/h, WRG	431	075	042	St	1,35	-		1.711,34
Entsorgung, Gemische	394	387	005	t	0,00	48,72	0,00	24,85
Deponierung, Gemische	394	387	014	t	0,00	48,72	0,00	26,91
<b>3.4 PV-Anlage</b>								
Photovoltaik 10kWp	442	053	045	St	48,00	-		16.023,41
Entsorgung, Gemische	394	387	005	t	0,00	48,72	0,00	24,85
Deponierung, Gemische	394	387	014	t	0,00	48,72	0,00	26,91
<b>3.5 Fahrstuhl</b>								
Personenaufzug bis 630kg, behinderteng.	461	069	002	St	220,00	71,78	15791,60	40.740,96
Entsorgung, Gemische	394	387	005	t	0,00	48,72	0,00	24,85
Deponierung, Gemische	394	387	014	t	0,00	48,72	0,00	26,91

Variante 2 – ökologisch optimiert

**Kosten**

**4 Jahresenergiebedarf**

	Referenzfluss- eigenschaften	Kosten Brutto [Eur]	Umsatzsteuer [%]	Energiesteuer [%]	Kosten netto [Eur]
<b>4.1 Strom</b>					
durchschnittlicher Strompreis 2020, Netto*	kWh	0,34	16,00	6,90	0,26
<b>4.2 Stromeinspeisung</b>					
Vergütungssatz 2020, Netto*	kWh	0,10			0,10

\* Vgl. BMWi 2021

Tabelle 19.1: Variante 1 Berechnung LCC

1 vertikale Bauteile	Maß aus Mengenermittlung	Erneuerungen [Stk]	Anzahl [Stk] oder Anteil [%]	Breite [m] o. Fläche [m²]	Rohdichte [kg/m³, m²,m]	Ergebnis	Kostenstand: 3. Quartal 2020 netto [EUR]		
							A1-A5	B4	C1-C4
<b>1.1 Fundament</b>									
Sauberkeitsschicht; Beton, 10cm	106,70		1	0,6	2400	64,02 m²	1.003,19	0,00	
Fundament, Ortbeton C 25/30, bewehrt	85,36		1	0,4	2400	34,14 m³	5.644,69	0,00	
Schalung, Fundamente, rau	85,36		2			170,72 m²	5.215,50	0,00	
Betonstahlmatten, Bst 500M/B500B	85,36		2,00 %	0,4	7850	5.360,61 kg	7.880,09	0,00	
Perimeterdämmung, XPS, 100mm	85,36		1	0,1	0,32	85,36 m²	2.069,98	0,00	
Fundamente abbrechen, Stahlbeton	85,36		1	0,4		34,14 m³		0,00	4.629,24
Entsorgung, Gemische			1			0,00 t		0,00	0,07
Deponierung, Beton			1			97,31 t		0,00	1.730,18
Deponierung, Gemische			1			97,31 t		0,00	2.618,62
							<b>21.813,45</b>	<b>0,00</b>	<b>8.978,11</b>
<b>1.2 Außenwand</b>									
Gipsputz, IW, einlagig, Q2, geglättet	520,63		96,00 %	0,01	900	499,81 m²	6.992,30	0,00	
Wandfliesen, 10x20cm	520,63		4,00 %			20,83 m²	1.305,95	0,00	
Haftbrücke, Fliesenbelag	520,63		4,00 %			20,83 m²	61,64	0,00	
Betonsteine 17,5cm, tragend	520,63		1	0,175	472	520,63 m²	48.132,47	0,00	
WDVS, Wärmed., EPS 035, 140mm	520,63	1	1	0,12	13,8	520,63 m²	20.351,52	20.351,52	
Außenputz, AW, zweilagig, org. Oberputz	520,63	1	1	0,01	900	520,63 m²	8.866,37	8.866,37	
Attikaabdeckung Aluminiumblech	59,2	1	1	0,003	7850	59,20 m	4.927,22	4.927,22	
Entsorgung, Gipsbaustoffe		1	1			9,18 t		1.375,39	1.375,39
Wandfliesen entfernen	520,63		4,00 %			20,83 m²		0,00	303,84
Wand Porenbeton, 17,5cm entfernen	520,63		1			520,63 m²		0,00	18.503,28
Wärmedämmung entfernen	520,63		1			520,63 m²		0,00	4.092,17
Blechabdeckung entfernen	59,2	1	1			59,20 m		357,57	357,57
Deponierung, Beton			1			43,00 t		0,00	764,62
Deponierung, Gemische			1			14,92 t		0,00	401,48
							<b>90.637,49</b>	<b>35.878,07</b>	<b>25.798,34</b>

Tabelle 19.2: Variante 1 Berechnung LCC

1 vertikale Bauteile	Maß aus Mengenermittlung	Erneuerungen [Stk]	Anzahl [Stk] oder Anteil [%]	Breite [m] o. Fläche [m²]	Rohdichte [kg/m³, m²,m]	Ergebnis	Kostenstand: 3. Quartal 2020 netto [EUR]		
							A1-A5	B4	C1-C4
<b>1.3 Wohnungstrennwand (tragend)</b>									
Gipsputz, IW, einlagig, Q2, geglättet	295,15		188,00 %	0,01	900	554,88 m²	7.762,83	0,00	
Wandfliesen, 10x20cm	295,15		12,00 %			35,42 m²	2.221,07	0,00	
Haftbrücke, Fliesenbelag	295,15		12,00 %			35,42 m²	104,84	0,00	
Metall-UK, 100mm, Gips einlagig, Schalls.	295,15		1			295,15 m²	16.088,69	0,00	
Wand, SB C25/30, 20cm, Schalung	295,15		1	0,2	2400	295,15 m²	27.286,73	0,00	
Entsorgung, Gipsbaustoffe			1			9,78 t		0,00	1.463,97
Wandfliesen entfernen	295,15		12,00 %			35,42 m²		0,00	516,75
Innenwand entfernen, Stahlbeton, bis 25cm	295,15		1			295,15 m³		0,00	69.198,21
Montagewand entfernen, GK	295,15		1			295,15 m²		0,00	5.510,47
Wärmedämmung entfernen	295,15		1			295,15 m²		0,00	2.319,89
Deponierung, Beton			1			141,67 t		0,00	2.518,94
Deponierung, Gemische			1			10,66 t		0,00	286,88
							<b>53.464,17</b>	<b>0,00</b>	<b>81.815,11</b>
<b>1.4 Innenwand</b>									
Gipsputz, IW, einlagig, Q2, geglättet	186,45		180,00 %	0,01	900	335,61 m²	4.695,25	0,00	
Wandfliesen, 10x20cm	186,45		20,00 %			37,29 m²	2.338,49	0,00	
Haftbrücke, Fliesenbelag	186,45		20,00 %			37,29 m²	110,38	0,00	
Metall-UK, 100mm, Gips einlagig, Schalls.	186,45		1			186,45 m²	10.163,53	0,00	
Entsorgung, Gipsbaustoffe			1			6,04 t		0,00	904,71
Wandfliesen entfernen	186,45		20,00 %			37,29 m²		0,00	544,07
Montagewand entfernen, GK	186,45		1			186,45 m²		0,00	3.481,07
Wärmedämmung entfernen	186,45		1			186,45 m²		0,00	1.465,52
Deponierung, Gemische						6,60 t		0,00	177,62
							<b>17.307,64</b>	<b>0,00</b>	<b>6.572,98</b>

Tabelle 19.3: Variante 1 Berechnung LCC

1 vertikale Bauteile	Maß aus Mengenermittlung	Erneuerungen [Stk]	Anzahl [Stk] oder Anteil [%]	Breite [m] o. Fläche [m²]	Rohdichte [kg/m³, m²,m]	Ergebnis	Kostenstand: 3. Quartal 2020 netto [EUR]		
							A1-A5	B4	C1-C4
<b>1.5 Aufzugsschacht</b>									
Gipsputz, IW, einlagig, Q2, geglättet	108,33		100,00 %	0,01	900	108,33 m²	1.515,47	0,00	
Metall-UK, 100mm, Gips einlagig, Schalls.	108,33		1			108,33 m²	5.904,80	0,00	
Wand, SB C25/30, 20cm, Schalung	108,33		1	0,2	2400	108,33 m²	10.014,65	0,00	
Entsorgung, Gipsbaustoffe			1			2,73 t		0,00	408,81
Innenwand entfernen, Stahlbeton, bis 25cm	108,33		1	0,2		21,67 m³		0,00	5.079,36
Montagewand entfernen, GK	108,33		1			108,33 m²		0,00	2.022,43
Wärmedämmung entfernen	108,33		1			108,33 m²		0,00	851,43
Deponierung, Beton			1			52,00 t		0,00	924,49
Deponierung, Gemische			1			3,05 t		0,00	82,20
							<b>17.434,91</b>	<b>0,00</b>	<b>9.368,73</b>
<b>1.6 Fenster</b>									
Kunststofffenster, mehrteilig, über 1,7m²	57,00	1	1			57,00 St	44.633,28	44.633,28	
Abdichtung, Fensteranschluss	357,20	2	1			357,20 m	8.547,80	17.095,59	
Fensterbank, außen, Aluminium	89,30	1	1			89,30 m	3.103,18	3.103,18	
Rolladenkasten, Leichtbeton	89,30		1			89,30 m	6.545,69	0,00	
Rolladen, Führungsschiene, Gurtwickler	57,00	1	1			57,00 St	11.744,85	11.744,85	
Fenster entfernen, Kunststoff, bis 3,5m²	57,00	1	1			57,00 St		4.740,12	4.740,12
Blechabdeckung entfernen	89,30	1	1			89,30 m		539,37	539,37
Entsorgung, Gemische		2	1			8,12 t		403,39	201,69
Deponierung, Gemische			1			24,35 t		0,00	655,24
							<b>74.574,79</b>	<b>82.259,78</b>	<b>6.136,42</b>
<b>1.7 Außentüre</b>									
Haustürelement, Kunststoff, einflügelig	1,00	1	1		149,93	1,00 St	2.147,94	2.147,94	
Hauseingangstür, entfernen	1,00	1	1			1,00 St		114,63	114,63
Deponierung, Gemische		1	1			0,15 t		4,03	4,03
							<b>2.147,94</b>	<b>2.266,60</b>	<b>118,66</b>

Tabelle 19.4: Variante 1 Berechnung LCC

1 vertikale Bauteile	Maß aus Mengenermittlung	Erneuerungen [Stk]	Anzahl [Stk] oder Anteil [%]	Breite [m] o. Fläche [m²]	Rohdichte [kg/m³, m²,m]	Ergebnis	Kostenstand: 3. Quartal 2020 netto [EUR]		
							A1-A5	B4	C1-C4
<b>1.7 Nebentüre</b>									
Stahleckzarge, innen, 0,875x2m	33,00		1		45,12	33,00 St	4.078,47	0,00	
Türblatt, einflügelig, kunststoffb., 0,875x2m	33,00		1			33,00 St	9.140,67	0,00	
Innentüre, Holz, 1-flügelig, entfernen	33,00		1			33,00 St		0,00	1.315,71
Deponierung, Gemische						1,49 t		0,00	40,07
							<b>13.219,14</b>	<b>0,00</b>	<b>1.355,78</b>

Tabelle 19.5: Variante 1 Berechnung LCC

2 horizontale Bauteile	Maß aus Mengenermittlung	Erneuerungen [Stk]	Anzahl [Stk] oder Anteil [%]	Breite [m] o. Fläche [m²]	Rohdichte [kg/m³, m²,m]	Ergebnis	Kostenstand: 3. Quartal 2020 netto [EUR]		
							A1-A5	B4	C1-C4
<b>2.1 Bodenplatte</b>									
Laminat, schwimmend, 7,2mm	219,04	2	95,00 %		7,45	208,09 m²	6.271,77	12.543,54	
Bodenfliesen, 10x20cm	219,04		5,00 %			10,95 m²	694,36	0,00	
Haftbrücke, Fliesenbelag	219,04		5,00 %			10,95 m²	32,42	0,00	
Heizestrich, CT C25 F4 S65 H45	219,04		1	0,055	2400	219,04 m²	3.872,63	0,00	
Trennlage, Dämmung, Estrich	219,04		1		0,14	219,04 m²	188,37	0,00	
Wärmed., EPS 80mm 040 DEO dm	219,04		1	0,08	15	219,04 m²	1.730,42	0,00	
Bodenabdichtung, Bodenf., G200DD	219,04		1		5	219,04 m²	2.689,81	0,00	
Voranstrich, Abdichtung, BetonBP	219,04		1			219,04 m²	554,17	0,00	
Untergrund reinigen	219,04		1			219,04 m²	321,99	0,00	
Bodenplatte Ortbeton C 25/30, bis 20cm	219,04		1	0,2	2400	219,04 m²	6.012,65	0,00	
Betonstahlmatten, Bst 500M/B500B	219,04		2,00 %	0,2	7850	6.877,86 kg	10.110,45	0,00	
Trennlage, PE-Folie, auf Kiesfilter	219,04		1		0,14	219,04 m²	346,08	0,00	
Perimeterd., Bodenplatte, XPS, 120mm	219,04		1	0,12	32	219,04 m²	6.814,33	0,00	
Tragschicht Schotter 0/45, 30cm	219,04		1			219,04 m²	3.016,18	0,00	
Filtervlies, Klasse 2	219,04		1			219,04 m²	720,64	0,00	
Bodenfliesen, entfernen	219,04		5,00 %			10,95 m²		0,00	175,23
Entsorgung, Gemische			1			1,66 t		0,00	41,15
Kunststoffbahn entfernen	219,04		2			438,08 m²		0,00	2.054,60
Bodenabdichtung entfernen, 2-lagig	219,04		1			219,04 m²		0,00	4.350,13
Bodenplatte entfernen, Stahlbeton	219,04		1	0,2		43,81 m³		0,00	8.436,54
Deponierung, Gemische			1			2,81 t		0,00	75,69
Deponierung, Beton			1			134,05 t		0,00	2.383,45
							<b>43.376,27</b>	<b>12.543,54</b>	<b>17.516,80</b>

Tabelle 19.6: Variante 1 Berechnung LCC

2 horizontale Bauteile	Maß aus Mengenermittlung	Erneuerungen [Stk]	Anzahl [Stk] oder Anteil [%]	Breite [m] o. Fläche [m²]	Rohdichte [kg/m³, m²,m]	Ergebnis	Kostenstand: 3. Quartal 2020 netto [EUR]		
							A1-A5	B4	C1-C4
<b>2.2 Deckenplatte</b>									
Laminat, schwimmend, 7,2mm	620,67	2	95,00 %		7,45	589,64 m²	17.771,64	35.543,29	
Bodenfliesen, 10x20cm	620,67		5,00 %			31,03 m²	1.967,52	0,00	
Haftbrücke, Fliesenbelag	620,67		5,00 %			31,03 m²	91,86	0,00	
Heizestrich, CT C25 F4 S65 H45	620,67		1	0,055	2400	620,67 m²	10.973,45	0,00	
Trennlage, Dämmung, Estrich	620,67		1		0,14	620,67 m²	533,78	0,00	
Wärmed., EPS 80mm 040 DEO dm	620,67		1	0,08	15	620,67 m²	4.903,29	0,00	
Decke, Ortbeton, SB2, C25/30, WO	620,67		1	0,2	2400	124,13 m³	18.025,50	0,00	
Betonstahlmatten, Bst 500M/B500B	620,67		2,00 %	0,2	7850	19.489,04 kg	28.648,89	0,00	
Schalung, Decken, glatt	620,67		1			620,67 m²	22.759,97	0,00	
Bodenfliesen, entfernen	620,67		5,00 %			31,03 m²		0,00	496,54
Entsorgung, Gemische			1			14,01 t		0,00	348,15
Kunststoffbahn entfernen	620,67		1			620,67 m²		0,00	2.910,94
Geschossdecke entfernen, Stahlbeton, 25cm	620,67		1	0,2		124,13 m³		0,00	31.191,15
Deponierung, Gemische						14,01 t		0,00	377,01
Deponierung, Beton						379,85 t		0,00	6.753,73
							<b>105.675,89</b>	<b>35.543,29</b>	<b>42.077,52</b>

Tabelle 19.7: Variante 1 Berechnung LCC

2 horizontale Bauteile	Maß aus Mengenermittlung	Erneuerungen [Stk]	Anzahl [Stk] oder Anteil [%]	Breite [m] o. Fläche [m²]	Rohdichte [kg/m³, m²,m]	Ergebnis	Kostenstand: 3. Quartal 2020 netto [EUR]		
							A1-A5	B4	C1-C4
2.3 Dach									
Kiesschüttung, 16/32, Dach	219,04	1	1	0,06	1850	219,04 m²	2.400,68	2.400,68	
Dachabdichtung PYE PV 200 S5, o. Lage	219,04	1	1		5	219,04 m²	3.127,89	3.127,89	
Dachabdichtung KSP, PYE, untere Lage	219,04	1	1			219,04 m²	2.832,19	2.832,19	
Gefälledämmung DAA, EPS, i. M. 160Mm	219,04	1	1	0,16	15	219,04 m²	6.796,81	6.796,81	
Dampfsperre, Alu-Verbundfolie	219,04	1	1		0,2	219,04 m²	972,54	972,54	
Decke, Ortbeton, SB2, C25/30, WO	219,04		1	0,2	2400	43,81 m³	6.361,36	0,00	
Betonstahlmatten, Bst 500M/B500B	219,04		2,00 %	0,2	7850	6.877,86 kg	10.110,45	0,00	
Schalung, Decken, glatt	219,04		1			219,04 m²	8.032,20	0,00	
Entsorgung Boden/Steine		1	1			24,31 t		451,50	451,50
Bitumendachbahn entfernen, 2-lagig	219,04	1	1			219,04 m²		2.536,48	2.536,48
Entsorgung, Gemische		1	1			1,66 t		41,37	41,37
Kunststoffbahn entfernen	219,04	1	1			219,04 m²		1.027,30	1.027,30
Geschossdecke entfernen, Stahlbeton, 25cm	219,04		1	0,2		43,81 m³		0,00	11.007,64
Deponierung, Gemische		1	1			1,66 t		44,80	44,80
Deponierung, Beton			1			105,14 t		0,00	1.869,37
							<b>40.634,11</b>	<b>20.231,55</b>	<b>16.978,46</b>

Tabelle 19.8: Variante 1 Berechnung LCC

2 horizontale Bauteile	Maß aus Mengenermittlung	Erneuerungen [Stk]	Anzahl [Stk] oder Anteil [%]	Breite [m] o. Fläche [m²]	Rohdichte [kg/m³, m²,m]	Ergebnis	Kostenstand: 3. Quartal 2020 netto [EUR]		
							A1-A5	B4	C1-C4
<b>2.4 Balkonplatte</b>									
Balkon-/Terrassengeländer, Außenbereich	42		1	0,0003	7850	42,00 m	12.227,88	0,00	
Bauschnittholz, C24, Nadelholz	42	1	1	0,02	492,92	0,84 m³	330,53	330,53	
Abbund, Bauschnittholz, Decken	42	1	1			42,00 m	334,74	334,74	
Holzrost außen, zweilagig, Bohlen-Belag	36,00	1	1	0,03	484,5	36,00 m²	3.711,60	3.711,60	
Dachabdichtung PYE PV 200 S5, o. Lage	36,00	1	1		5	36,00 m²	514,08	514,08	
Dachabdichtung KSP, PYE, untere Lage	36,00	1	1			36,00 m²	465,48	465,48	
Stb-Fertigteil, Balkonplatte	36,00		1	0,2	2400	36,00 m²	6.728,40	0,00	
Entsorgung, Metall, gemischt			1			0,71 t		0,00	31,36
Bitumendachbahn entfernen, 2-lagig	36,00	1	1			36,00 m²		416,88	416,88
Entsorgung, Gemische		1	1			0,18 t		4,47	4,47
Entsorgung, Altholz A II		1	1			0,94 t		43,97	43,97
Geschosdecke entfernen, Stahlbeton, 25cm	36,00		1	0,2		7,20 m³		0,00	1.809,14
Deponierung, Gemische		1	1			0,18 t		4,84	4,84
Deponierung, Altholz A II		1	1			0,94 t		35,09	35,09
Deponierung, Beton			1			17,28 t		0,00	307,24
							<b>24.312,71</b>	<b>5.861,69</b>	<b>2.653,01</b>

Tabelle 19.9: Variante 1 Berechnung LCC

2 horizontale Bauteile	Maß aus Mengenermittlung	Erneuerungen [Stk]	Anzahl [Stk] oder Anteil [%]	Breite [m] o. Fläche [m²]	Rohdichte [kg/m³, m²,m]	Ergebnis	Kostenstand: 3. Quartal 2020 netto [EUR]		
							A1-A5	B4	C1-C4
<b>2.5 Vordach</b>									
Bauschnittholz, C24, Nadelholz	7	1	1	0,02	492,92	0,14 m³	55,09	55,09	
Abbund, Bauschnittholz, Decken	7	1	1			7,00 m²	55,79	55,79	
Kiesschüttung, 16/32, Dach	6,00	1	1	0,06	1850	6,00 m²	65,76	65,76	
Dachabdichtung PYE PV 200 S5, o. Lage	6,00	1	1		5	6,00 m²	85,68	85,68	
Dachabdichtung KSP, PYE, untere Lage	6,00	1	1			6,00 m²	77,58	77,58	
Stb-Fertigteil, Balkonplatte	6,00		1	0,2	2400	6,00 m²	1.121,40	0,00	
Entsorgung Boden/Steine		1	1			0,67 t		12,37	12,37
Bitumendachbahn entfernen, 2-lagig	6,00	1	1			6,00 m²		69,48	69,48
Entsorgung, Gemische		1	1			0,03 t		0,75	0,75
Entsorgung, Altholz A II		1	1			0,07 t		3,24	3,24
Geschossdecke entfernen, Stahlbeton, 25cm	6,00		1	0,2		1,20 m³		0,00	301,52
Deponierung, Gemische		1	1			0,03 t		0,81	0,81
Deponierung, Altholz A II		1	1			0,07 t		2,58	2,58
Deponierung, Beton			1			2,88 t		0,00	51,21
							<b>1.461,30</b>	<b>429,12</b>	<b>441,95</b>
<b>2.6 Treppe</b>									
Brüstungs-/Treppengeländer, Lochblechf.	35,7		1	0,0003	7850	35,70 m	9.173,47	0,00	
Stb-Fertigteiltreppe, einläufig, 7 Stufen	12		1		2400	12,00 St	10.795,20	0,00	
Entsorgung, Metall, gemischt			1			0,53 t		0,00	23,18
Stahlbetontreppe entfernen	6		1			6,00 St		0,00	3.760,98
Deponierung, Beton			1			28,80 t		0,00	512,06
							<b>19.968,67</b>	<b>0,00</b>	<b>4.296,22</b>

Tabelle 19.10: Variante 1 Berechnung LCC

2 horizontale Bauteile	Maß aus Mengen- mittlung	Erneuer- ungen [Stk]	Anzahl [Stk] oder Anteil [%]	Breite [m] o. Fläche [m²]	Rohdichte [kg/m³, m²,m]	Ergebnis	Kostenstand: 3. Quartal 2020 netto [EUR]		
							A1-A5	B4	C1-C4
<b>2.7 Dachfenster</b>									
Wohndachfenster, bis 1,00m²	1	1	1			1,00 St	856,56	856,56	
Abdichtung, Fensteranschluss	3,92	2	1			3,92 m	77,34	154,68	
Fenster ausbauen, Kunststoff, bis 1,5m²	1	1	1			1,00 St		81,12	40,56
Entsorgung, Gemische			1			0,10 t		0,00	2,49
Deponierung, Gemische			1			0,10 t		0,00	2,69
							<b>933,90</b>	<b>1.092,36</b>	<b>45,74</b>
							Kostenstand: 3. Quartal 2020 netto [EUR]		
							A1-A5	B4	C1-C4
						<b>Baukonstruktion:</b>	<b>526.962</b>	<b>196.106</b>	<b>224.154</b>

Tabelle 19.11: Variante 1 Berechnung LCC

3 Technische Anlagen	Maß aus Mengenermittlung	Erneuerungen [Stk]	Anzahl [Stk] oder Anteil [%]	Breite [m] o. Fläche [m²]	Rohdichte [kg/m³, m²,m]	Ergebnis	Kostenstand: 3. Quartal 2020 netto [EUR]		
							A1-A5	B4	C1-C4
<b>3.1 Trinkwarmwasser-Bereitug</b>									
Flach-Solarkollektor, thermisch 10-20m²	1	2	1	18,7	18,27	1,00 St	8.362,73	16.725,46	
Umwälzpumpen, bis 2,50m³/h	1	4	1		2,47	1,00 St	299,86	1.199,44	
Trinkwasserspeicher	1	3	1		59,5	1,00 St	1.918,44	5.755,32	
Rohrleitung, PE-X dm 25mm	172	1	1		0,23	172,00 m	2.322,00	2.322,00	
Entsorgung, Gemische						1,31 t		0,00	32,67
Deponierung, Gemische						1,31 t		0,00	35,38
							<b>12.903,03</b>	<b>26.002,22</b>	<b>68,06</b>
<b>3.2 Heizung</b>									
Gas-Brennwerttherme, Wand, bis 50kW	1	2	1		283	1,00 St	4.616,44	9.232,88	
Umwälzpumpen, bis 5,00m³/h	1	4	1		4,94	1,00 St	475,20	1.900,80	
Rohrleitung, PE-X 25mm	172	1	1		0,23	172,00 m	2.322,00	2.322,00	
FB-Heizung PP, Rohrleitung, PE-X 25mm	839,71		400,00 %		0,23	3.358,84 m	45.344,34	0,00	
Entsorgung, Gemische						1,15 t		0,00	28,48
Deponierung, Gemische						1,15 t		0,00	30,84
							<b>52.757,98</b>	<b>13.455,68</b>	<b>59,31</b>
<b>3.3 Lüftung</b>									
KWL-Lüftungsg., dez. bis 100m³/h, WRG	16	3	1		43	16,00 St	27.381,44	82.144,32	
Entsorgung, Gemische						0,69 t		51,29	17,10
Deponierung, Gemische						0,69 t		55,54	18,51
							<b>27.381,44</b>	<b>82.144,32</b>	<b>35,61</b>
<b>3.4 PV-Anlage</b>									
-							0,00	0,00	0,00
							<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

Tabelle 19.12: Variante 1 Berechnung LCC

3 Technische Anlagen		Mengen aus			Ergebnis	Kostenstand: 3. Quartal 2020 netto			
		Jahresenergiebedarf [kWh/a]	Anteil [%]	Jahre [a]		[EUR]			
<b>3.5 Fahrstuhl</b>						B6			
	Personenaufzug bis 630kg, behinderteng.	1	3	1	1332	1,00 St	40.740,96	122.222,88	
	Entsorgung, Gemische		3	1		1,33 t		99,30	33,10
	Deponierung, Gemische		3	1		1,33 t		99,30	33,10
							<b>40.740,96</b>	<b>122.421,48</b>	<b>66,20</b>
						Kostenstand: 3. Quartal 2020 netto			
						[EUR]			
						A1-A5	B4	C1-C4	
<b>technische Anlagen:</b>						<b>133.783</b>	<b>244.024</b>	<b>229</b>	

Tabelle 19.13: Variante 1 Berechnung LCC

---

<b>4 Energiebedarf</b>	Mengen aus Jahresenergiebedarf [kWh/a]	Anteil [%]	Jahre [a]	Ergebnis	Kostenstand: 2020 netto [EUR] B6
<b>4.1 Strom</b>					
durchschnittlicher Strompreis 2020, Netto*	21.342,00	100,00 %	50	1.067.100,00 kWh	278.084,13
					<b>278.084,13</b>
<b>4.3 Gas</b>					
durchschnittlicher Gaspreis 2020, Netto*	36.217,00	100,00 %	50	1.810.850,00 kWh	97.591,96
					<b>97.591,96</b>
				<b>Energie:</b>	<b>375.676,09</b>

Tabelle 20.1: Variante 2 Berechnung LCC

1 vertikale Bauteile	Maß aus Mengenermittlung	Erneuerungen [Stk]	Anzahl [Stk] oder Anteil [%]	Breite [m] o. Fläche [m²]	Rohdichte [kg/m³, m²,m]	Ergebnis	Kostenstand: 3. Quartal 2020 netto [EUR]		
							A1-A5	B4	C1-C4
1.1 Fundament									
Sauberkeitsschicht; Beton, 10cm	106,70		1	0,6	2400	64,02 m²	1.003,19	0,00	
Fundament, Ortbeton C 25/30, bewehrt	85,36		1	0,4	2400	34,14 m³	5.644,69	0,00	
Schalung, Fundamente, rau	85,36		2			170,72 m²	5.215,50	0,00	
Betonstahlmatten, Bst 500M/B500B	85,36		2,00 %	0,4	7850	5.360,61 kg	7.880,09	0,00	
Perimeterdämmung, XPS, 100mm	85,36		2	0,1	32	170,72 m²	4.139,96	0,00	
Fundamente abbrechen, Stahlbeton	85,36		1	0,4		34,14 m³		0,00	4.629,24
Entsorgung, Gemische			1			0,55 t		0,00	13,58
Deponierung, Beton			1			97,31 t		0,00	1.730,18
Deponierung, Gemische			1			0,55 t		0,00	14,70
							<b>23.883,43</b>	<b>0,00</b>	<b>6.387,70</b>

Tabelle 20.2: Variante 2 Berechnung LCC

1 vertikale Bauteile	Maß aus Mengenermittlung	Erneuerungen [Stk]	Anzahl [Stk] oder Anteil [%]	Breite [m] o. Fläche [m²]	Rohdichte [kg/m³, m²,m]	Ergebnis	Kostenstand: 3. Quartal 2020 netto [EUR]			
							A1-A5	B4	C1-C4	
1.2 Außenwand										
Lehmputz, Innenwand, zweilagig	520,63		96,00 %			499,81 m²	19.272,57	0,00		
Wandfliesen, 10x20cm	520,63		4,00 %			20,83 m²	1.305,95	0,00		
Haftbrücke, Fliesenbelag	520,63		4,00 %			20,83 m²	61,64	0,00		
Bekleidung Brandschutzplatte	520,63		4	0,018	10	2.082,53 m²	25.302,74	0,00		
Holzstegträger, OSB-/WF-Bekleidung	520,63		1			520,63 m²	72.388,74	0,00		
Wärmedämmung Kork*	520,63	1	1	0,125	80	520,63 m²	36.329,74	36.329,74		
UK Aluminium, VHF	520,63		1	0,003	7850	520,63 m²	29.124,18	0,00		
Fassadenbekleidung Holz, Stülpschalung	520,63	1	1	0,02	484,5	520,63 m²	37.667,76	37.667,76		
Attikaabdeckung Aluminiumblech	59,2	1	1			59,20 m	4.927,22	4.927,22		
Wandfliesen entfernen	520,63		4,00 %			20,83 m²		0,00	303,84	
Entsorgung, Gipsbaustoffe			1			0,37 t		0,00	56,14	
Entsorgung, Altholz A II			1			7,70 t		0,00	361,16	
Entsorgung, Metall, gemischt			1			2,45 t		0,00	108,14	
Außenwandbekleidung entfernen, Holz	520,63	1	1			520,63 m²		8.022,95	8.022,95	
Dämmung entfernen	520,63	1	1			520,63 m²		9.813,92	9.813,92	
Blechabdeckung entfernen	59,20	1	1			59,20 m		357,57	357,57	
Deponierung, Gemische			1			0,37 t		0,00	10,09	
Deponierung, Altholz A II			1			23,89 t		0,00	894,27	
							<b>226.380,54</b>	<b>97.119,15</b>	<b>19.928,07</b>	

Tabelle 20.3: Variante 2 Berechnung LCC

1 vertikale Bauteile	Maß aus Mengenermittlung	Erneuerungen [Stk]	Anzahl [Stk] oder Anteil [%]	Breite [m] o. Fläche [m²]	Rohdichte [kg/m³, m²,m]	Ergebnis	Kostenstand: 3. Quartal 2020 netto [EUR]		
							A1-A5	B4	C1-C4
<b>1.3 Wohnungstrennwand (tragend)</b>									
Lehmputz, Innenwand, zweilagig	295,15		188,00 %			554,88 m²	21.396,34	0,00	
Wandfliesen, 10x20cm	295,15		12,00 %			35,42 m²	2.221,07	0,00	
Haftbrücke, Fliesenbelag	295,15		12,00 %			35,42 m²	104,84	0,00	
Bekleidung Brandschutzplatte	295,15		4	0,018	10	1.180,61 m²	14.344,35	0,00	
Massivholzplatte 200mm, gehobelt	295,15		1	0,18	507,11	295,15 m²	29.647,94	0,00	
Mineralwolle Dämmung	295,15		1			295,15 m²	5.563,60	0,00	
Wandfliesen entfernen	295,15		12,00 %			35,42 m²		0,00	516,75
Entsorgung, Gipsbaustoffe			1			0,21 t		0,00	31,83
Entsorgung, Altholz A II			1			26,94 t		0,00	1.263,82
Wanddämmung Mineralwolle entfernen			1			295,15 m²		0,00	2.319,89
Deponierung, Gemische			1			0,68 t		0,00	18,23
Deponierung, Altholz A II			1			26,94 t		0,00	1.008,68
							<b>73.278,15</b>	<b>0,00</b>	<b>5.159,20</b>
<b>1.4 Innenwand</b>									
Lehmputz, Innenwand, zweilagig	186,45		180,00 %			335,61 m²	12.941,30	0,00	
Wandfliesen, 10x20cm	186,45		20,00 %			37,29 m²	2.338,49	0,00	
Haftbrücke, Fliesenbelag	186,45		20,00 %			37,29 m²	110,38	0,00	
Bekleidung Brandschutzplatte	186,45		4			745,81 m²	9.061,59	0,00	
Holzständer 10cm, Sperrholz, WF	186,45		1			186,45 m²	12.936,07	0,00	
Wandfliesen entfernen	186,45		20,00 %			37,29 m²		0,00	544,07
Entsorgung, Gipsbaustoffe			1			0,13 t		0,00	20,10
Holzständerwand abbrechen	186,45		1			186,45 m²		0,00	3.488,53
Deponierung, Gemische			1			0,13 t		0,00	3,61
Deponierung, Altholz A II			1			1,10 t		0,00	41,29
							<b>37.387,83</b>	<b>0,00</b>	<b>4.097,60</b>

Tabelle 20.4: Variante 2 Berechnung LCC

1 vertikale Bauteile	Maß aus Mengenermittlung	Erneuerungen [Stk]	Anzahl [Stk] oder Anteil [%]	Breite [m] o. Fläche [m²]	Rohdichte [kg/m³, m²,m]	Ergebnis	Kostenstand: 3. Quartal 2020 netto [EUR]		
							A1-A5	B4	C1-C4
<b>1.5 Aufzugsschacht</b>									
Lehmputz, Innenwand, zweilagig	108,33		100,00 %			108,33 m²	4.177,01	0,00	
Bekleidung Brandschutzplatte	108,33		4	0,018	10	433,30 m²	5.264,60	0,00	
Massivholzplatte 200mm, gehobelt	108,33		1	0,18	507,11	108,33 m²	10.881,25	0,00	
Mineralwolle Dämmung	108,33		1	0,06	26,25	108,33 m²	2.041,93	0,00	
Entsorgung, Gipsbaustoffe			1			0,08 t		0,00	11,68
Entsorgung, Altholz A II			1			9,89 t		0,00	463,84
Wanddämmung Mineralwolle entfernen	108,33		1			108,33 m²		0,00	851,43
Deponierung, Gemische			1			0,25 t		0,00	6,69
Deponierung, Altholz A II			1			9,89 t		0,00	370,20
							<b>22.364,78</b>	<b>0,00</b>	<b>1.703,85</b>
<b>1.6 Fenster</b>									
Holzfenster, mehrt., Passivhaus, >2,5m²	57,00	1	1			57,00 St	109.150,44	109.150,44	
Abdichtung, Fensteranschluss	357,20	2	1			357,20 m	7.047,56	14.095,11	
Bekleidung, Leibung, Holzbrett	357,20	1	1			357,20 m	12.412,70	12.412,70	
Jalousie, außen, elektrisch	57,00	1	1			57,00 St	30.471,06	30.471,06	
Fenster ausbauen, Holz, bis 3,5m²	57,00	1	1			57,00 St		4.262,46	4.262,46
Leibungsbekleidung, Holz, entfernen	357,20	1	1	0,0135	484,5	357,20 m		4.397,13	4.397,13
Entsorgung, Gemische		2	1			0,05 t		2,71	1,36
Deponierung, Gemische		1	1			4,50 t		121,18	121,18
Deponierung, Altholz A II		1	1			3,92 t		146,65	146,65
							<b>159.081,76</b>	<b>175.059,44</b>	<b>8.928,77</b>
<b>1.7 Außentüre</b>									
Haustürelement, Holz, Passivhaus, einf.	1,00		1		149,93	1,00 St	2.947,82	0,00	
Hauseingangstür, entfernen	1,00		1			1,00 St		0,00	114,63
Deponierung, Altholz A II			1			0,15 t		0,00	5,61
							<b>2.947,82</b>	<b>0,00</b>	<b>120,24</b>

Tabelle 20.5: Variante 2 Berechnung LCC

1 vertikale Bauteile	Maß aus Mengenermittlung	Erneuerungen [Stk]	Anzahl [Stk] oder Anteil [%]	Breite [m] o. Fläche [m²]	Rohdichte [kg/m³, m²,m]	Ergebnis	Kostenstand: 3. Quartal 2020 netto [EUR]		
							A1-A5	B4	C1-C4
<b>1.7 Nebentüre</b>									
Türöffnung, Holz-Innenwand, 0,875x2m	33,00		1		47,67	33,00 St	958,32	0,00	
Holz-Umfassungszarge, innen, 0,875x2m	33,00		1			33,00 St	6.757,41	0,00	
Türblatt, einflügelig, Vollspan, 0,875x2m	33,00		1			33,00 St	11.429,55	0,00	
Innentüre, Holz, 1-flügelig, entfernen	33,00		1			33,00 St		0,00	1.315,71
Deponierung, Altholz A II			1			1,57 t		0,00	58,90
							<b>19.145,28</b>	<b>0,00</b>	<b>1.374,61</b>

Tabelle 20.6: Variante 2 Berechnung LCC

2 horizontale Bauteile	Maß aus Mengenermittlung	Erneuerungen [Stk]	Anzahl [Stk] oder Anteil [%]	Breite [m] o. Fläche [m²]	Rohdichte [kg/m³, m²,m]	Ergebnis	Kostenstand: 3. Quartal 2020 netto [EUR]		
							A1-A5	B4	C1-C4
2.1 Bodenplatte									
Bodenbelag, Naturkorkparkett, 12mm	219,04	2	95,00 %		5	208,09 m²	8.983,16	17.966,32	
Bodenfliesen, 10x20cm	219,04		5,00 %			10,95 m²	694,36	0,00	
Haftbrücke, Fliesenbelag	219,04		5,00 %			10,95 m²	32,42	0,00	
Innenbekleidung, OSB/2, 18mm	219,04		1	0,019	600	219,04 m²	3.966,81	0,00	
Unterdeckung, WF 20mm	219,04		1	0,02	737,5	219,04 m²	5.075,16	0,00	
Ausgleichsschüttung, in Decke	219,04		1	0,08	320	219,04 m²	4.249,38	0,00	
Bodenabdichtung, Bodenf., G200DD	219,04		1		5	219,04 m²	2.689,81	0,00	
Voranstrich, Abdichtung, BetonBP	219,04		1			219,04 m²	554,17	0,00	
Untergrund reinigen	219,04		1			219,04 m²	321,99	0,00	
Bodenplatte Ortbeton C 25/30, bis 20cm	219,04		1	0,2	2400	219,04 m²	6.012,65	0,00	
Betonstahlmatten, Bst 500M/B500B	219,04		2,00 %	0,2	7850	6.877,86 kg	10.110,45	0,00	
Trennlage, PE-Folie, auf Kiesfilter	219,04		1		0,14	219,04 m²	346,08	0,00	
Perimeterd., Bodenplatte, XPS, 120mm	219,04		2	0,2	32	438,08 m²	13.628,67	0,00	
Tragschicht Schotter 0/45, 30cm	219,04		1			219,04 m²	3.016,18	0,00	
Filtervlies, Klasse 2	219,04		1			219,04 m²	720,64	0,00	
Bodenfliesen, entfernen	219,04		5,00 %			10,95 m²		0,00	175,23
Schüttung entfernen, Mineralisch	219,04		1			219,04 m²		0,00	2.172,88
Bodenabdichtung entfernen, 2-lagig	219,04		1			219,04 m²		0,00	4.350,13
Bodenplatte entfernen, Stahlbeton	219,04		1	0,2		43,81 m³		0,00	8.436,54
Kunststoffbahn entfernen	219,04		1			219,04 m²		0,00	1.027,30
Entsorgung, Gemische			1			2,53 t		0,00	62,81
Entsorgung, Altholz A II			1			8,85 t		0,00	415,12
Deponierung, Beton			1			105,14 t		0,00	1.869,37
Deponierung, Gemische			1			8,14 t		0,00	218,92
Deponierung, Altholz A II			1			8,85 t		0,00	331,31
							<b>60.401,92</b>	<b>17.966,32</b>	<b>19.059,62</b>

Tabelle 20.7: Variante 2 Berechnung LCC

2 horizontale Bauteile	Maß aus Mengenermittlung	Erneuerungen [Stk]	Anzahl [Stk] oder Anteil [%]	Breite [m] o. Fläche [m²]	Rohdichte [kg/m³, m²,m]	Ergebnis	Kostenstand: 3. Quartal 2020 netto [EUR]			
							A1-A5	B4	C1-C4	
<b>2.2 Deckenplatte</b>										
Bodenbelag, Naturkorkparkett, 12mm	620,67	2	95,00 %		5	589,64 m²	25.454,61	50.909,22		
Bodenfliesen, 10x20cm	620,67		5,00 %			31,03 m²	1.967,52	0,00		
Haftbrücke, Fliesenbelag	620,67		5,00 %			31,03 m²	91,86	0,00		
Innenbekleidung, OSB/2, 18mm	620,67		1	0,019	600	620,67 m²	11.240,33	0,00		
Unterdeckung, WF 20mm	620,67		1	0,02	737,5	620,67 m²	14.380,92	0,00		
Ausgleichsschüttung, in Decke	620,67		1	0,08	320	620,67 m²	12.041,00	0,00		
Unterdeckbahn	620,67		1		0,08	620,67 m²	3.562,65	0,00		
MassivholzD, Brettstapel, 150mm, sicht	620,67		1	0,15	507,11	620,67 m²	69.577,11	0,00		
Bodenfliesen, entfernen	620,67		5,00 %			31,03 m²		0,00	496,54	
Schüttung entfernen, Mineralisch	620,67		1			620,67 m²		0,00	6.157,05	
Entsorgung, Altholz A II			1			69,34 t		0,00	3.252,70	
Deponierung, Gemische			1			15,89 t		0,00	427,58	
Deponierung, Altholz A II			1			69,34 t		0,00	2.596,06	
							<b>138.316,00</b>	<b>50.909,22</b>	<b>12.929,91</b>	

Tabelle 20.8: Variante 2 Berechnung LCC

2 horizontale Bauteile	Maß aus Mengenermittlung	Erneuerungen [Stk]	Anzahl [Stk] oder Anteil [%]	Breite [m] o. Fläche [m²]	Rohdichte [kg/m³, m²,m]	Ergebnis	Kostenstand: 3. Quartal 2020 netto [EUR]		
							A1-A5	B4	C1-C4
2.3 Dach									
Kiesfangleiste, Lochblech	106,70	1	1	0,003	7850	106,70 m	2.031,57	2.031,57	
Kiesstreifen, 16/32, 50 cm	106,70	1	1	0,06	1850	106,70 m	1.074,47	1.074,47	
Einschichtsubstrat, ext. Dachbegrünung	218,12	1	1	0,06	1400	218,12 m²	3.845,45	3.845,45	
Dachabdichtung PYE PV 200 S5, Wurzels.	218,12	1	1		5	218,12 m²	4.181,35	4.181,35	
Dachabdichtung KSP, PYE, untere Lage	218,12	1	1			218,12 m²	2.820,29	2.820,29	
Gefälledämmung DAA, EPS, i. M. 160Mm	218,12	1	2	0,32	16	436,24 m²	13.536,50	13.536,50	
Dampfsperre, Alu-Verbundfolie	218,12	1	1			218,12 m²	968,45	968,45	
MassivholzD, Brettstapel, 150mm, sicht	218,12		1	0,15	507,11	218,12 m²	24.451,21	0,00	
Entsorgung, Metall, gemischt	218,12	1	1			0,13 t		5,54	5,54
Entsorgung Boden/Steine	218,12	1	1			18,62 t		345,71	345,71
Bitumendachbahn entfernen, 2-lagig	218,12	1	1			218,12 m²		2.525,82	2.525,82
Entsorgung, Gemische			1			2,21 t		0,00	54,92
Entsorgung, Altholz A II			1			16,59 t		0,00	778,31
Deponierung, Gemische			1			2,21 t		0,00	59,47
Deponierung, Altholz A II			1			16,59 t		0,00	621,19
							<b>51.940,83</b>	<b>30.366,70</b>	<b>4.390,96</b>

Tabelle 20.9: Variante 2 Berechnung LCC

2 horizontale Bauteile	Maß aus Mengenermittlung	Erneuerungen [Stk]	Anzahl [Stk] oder Anteil [%]	Breite [m] o. Fläche [m²]	Rohdichte [kg/m³, m²,m]	Ergebnis	Kostenstand: 3. Quartal 2020 netto [EUR]		
							A1-A5	B4	C1-C4
<b>2.4 Balkonplatte</b>									
Balkon-/Terrassengeländer, Außenbereich	42		1	0,0003	7850	42,00 m	12.227,88	0,00	
Fassadenbekleidung Holz, Stülpschalung	52,5	1	1	0,02	484,5	52,50 m²	3.798,38	3.798,38	
Holzrost außen, zweilagig, Bohlen-Belag	36,00	1	1	0,03	484,5	36,00 m²	3.711,60	3.711,60	
Bauschnittholz, C24, Nadelholz	42	1	1	0,02	492,92	0,84 m³	330,53	330,53	
Abbund, Bauschnittholz, Decken	42,00	1	1			42,00 m	334,74	334,74	
Dachabdichtung PYE PV 200 S5, Wurzels.	36,00	1	1		5	36,00 m²	690,12	690,12	
Dachabdichtung KSP, PYE, untere Lage	42,00	1	1			42,00 m²	543,06	543,06	
MassivholzD, Brettstapel, 150mm, sicht	42,00		1	0,15	507,11	42,00 m²	4.708,20	0,00	
Entsorgung, Metall, gemischt			1			0,42 t		0,00	18,38
Außenwandbekleidung entfernen, Holz	42,00	1	1			42,00 m²		647,22	647,22
Bitumendachbahn entfernen, 2-lagig	42,00	1	1			42,00 m²		486,36	486,36
Entsorgung, Gemische		1	1			0,36 t		8,95	8,95
Bitumendachbahn entfernen, 1-lagig	42,00	1	1			42,00 m²		353,64	353,64
Entsorgung, Altholz A II			1			4,13 t		0,00	193,84
Deponierung, Gemische		1	1			0,36 t		9,69	9,69
Deponierung, Altholz A II			1			5,15 t		0,00	192,80
							<b>26.344,51</b>	<b>10.914,28</b>	<b>1.910,87</b>

Tabelle 20.10: Variante 2 Berechnung LCC

2 horizontale Bauteile	Maß aus Mengenermittlung	Erneuerungen [Stk]	Anzahl [Stk] oder Anteil [%]	Breite [m] o. Fläche [m²]	Rohdichte [kg/m³, m²,m]	Ergebnis	Kostenstand: 3. Quartal 2020 netto [EUR]		
							A1-A5	B4	C1-C4
<b>2.5 Vordach</b>									
UK Aluminium, VHF	4,375		1	0,003	7850	4,38 m²	244,74	0,00	
Fassadenbekleidung Holz, Stülpchalung	4,375	1	1	0,02	484,5	4,38 m²	316,53	316,53	
Bauschnittholz, C24, Nadelholz	7	1	1	0,02	492,92	0,14 m³	55,09	55,09	
Abbund, Bauschnittholz, Decken	7	1	1			7,00 m	55,79	55,79	
Einschichtsubstrat, ext. Dachbegrünung	6,00	1	1	0,06	1400	6,00 m²	105,78	105,78	
Dachabdichtung PYE PV 200 S5, Wurzels.	6,00	1	1		5	6,00 m²	115,02	115,02	
Dachabdichtung KSP, PYE, untere Lage	6,00	1	1			6,00 m²	77,58	77,58	
MassivholzD, Brettstapel, 150mm, sicht	6,00		1	0,15	507,11	6,00 m²	672,60	0,00	
Entsorgung, Metall, gemischt			1			0,02 t		0,00	0,91
Außenwandbekleidung entfernen, Holz	4,38	1	1			4,38 m²		67,42	67,42
Entsorgung Boden/Steine		1	1			0,50 t		9,36	9,36
Bitumendachbahn entfernen, 2-lagig	6,00	1	1			6,00 m²		69,48	69,48
Entsorgung, Gemische		1	1			0,03 t		0,75	0,75
Bitumendachbahn entfernen, 1-lagig	6,00	1	1			6,00 m²		50,52	50,52
Entsorgung, Altholz A II			1			0,53 t		0,00	24,65
Deponierung, Gemische		1	1			0,03 t		0,81	0,81
Deponierung, Altholz A II			1			0,57 t		0,00	21,26
							<b>1.643,13</b>	<b>924,12</b>	<b>245,14</b>
<b>2.6 Treppe</b>									
Brüstungs-/Treppengeländer, Flachstahlf.	35,7		1	0,006	7850	35,70 m	12.154,42	0,00	
Holzterrasse	3,00		1		507,11	3,00 St	14.791,17	0,00	
Entsorgung, Metall, gemischt			1			1,68 t		0,00	74,15
Entsorgung, Altholz A II						1,52 t		0,00	71,37
Deponierung, Altholz A II						1,52 t		0,00	56,96
							<b>26.945,59</b>	<b>0,00</b>	<b>202,48</b>



Tabelle 20.12: Variante 2 Berechnung LCC

3 Technische Anlagen	Maß aus Mengenermittlung	Erneuerungen [Stk]	Anzahl [Stk] oder Anteil [%]	Breite [m] o. Fläche [m²]	Rohdichte [kg/m³, m²,m]	Ergebnis	Kostenstand: 3. Quartal 2020 netto [EUR]		
							A1-A5	B4	C1-C4
<b>3.1 Trinkwarmwasser-Bereitungsung</b>									
Umwälzpumpen, bis 2,50m³/h	1	4	1		2,47	1,00 St	299,86	1.199,44	
Trinkwasserspeicher	1	3	1		59,5	1,00 St	1.918,44	5.755,32	
Rohrleitung, PE-X dm 25mm	172	1	1		0,23	172,00 m	2.322,00	2.322,00	
Entsorgung, Gemische						0,29 t		0,00	7,20
Deponierung, Gemische						0,29 t		0,00	7,80
							<b>4.540,30</b>	<b>9.276,76</b>	<b>15,01</b>
<b>3.2 Heizung</b>									
Wärmepumpe, 10-20 kW, Luft	1	2	1		187,6	1,00 St	18.573,71	37.147,42	
Umwälzpumpen, bis 5,00m³/h	1	4	1		4,94	1,00 St	475,20	1.900,80	
Rohrleitung, PE-X 25mm	172	1	1		0,23	172,00 m	2.322,00	2.322,00	
FB-Heizung PP, Rohrleitung, PE-X 25mm	520,63		400,00 %		0,23	2.082,53 m	28.114,16	0,00	
Entsorgung, Gemische						1,11 t		0,00	27,49
Deponierung, Gemische						1,11 t		0,00	29,76
							<b>49.485,07</b>	<b>41.370,22</b>	<b>57,25</b>
<b>3.3 Lüftung</b>									
KWL-Lüftungsg., dez. bis 100m³/h, WRG	16	3	1		3,691	16,00 St	27.381,44	82.144,32	
Entsorgung, Gemische						0,24 t		0,00	5,87
Deponierung, Gemische						0,24 t		0,00	6,36
							<b>27.381,44</b>	<b>82.144,32</b>	<b>12,23</b>
<b>3.4 PV-Anlage</b>									
Photovoltaik 10kWp	3	2	1		525	3,00 St	48.070,23	96.140,46	
							<b>48.070,23</b>	<b>96.140,46</b>	



Tabelle 20.14: Variante 2 Berechnung LCC

---

<b>4 Energiebedarf</b>	Mengen aus Jahresenergiebedarf [kWh/a]	Anteil [%]	Jahre [a]	Ergebnis	Kostenstand: 2020 netto [EUR] B6
<b>4.1 Strom</b>					
durchschnittlicher Strompreis 2020, Netto*	15.629,00	100,00 %	50	781.450,00 kWh	203.177,00
					<b>203.177,00</b>
<b>4.2 Stromeinspeisung</b>					
Vergütungssatz 2020, Netto*	12.722,00	100,00 %	50	636.100,00 kWh	62.783,07
					<b>-62.783,07</b>
				<b>Energie:</b>	Kostenstand: 2020 netto [EUR] B6 <b>140.394</b>

## **Anhang D: Berechnung LCA**

Tabelle 21.1: Variante 1 Kennwerte LCA

Variante 1 – übliche Bauweise		Globales Erwärmungspotenzial							
1 Vertikale Bauteile		GWP [kg CO <sub>2</sub> -Äqv.]						Datensatz	
		Materialeigen- schaften	Referenzfluss- eigenschaften	A1-A3 Herstellung	C2 Transport	C3 Abfallbehand- lung	C4 Beseitigung	D Recycling- potential	Gesamt
<b>1.1 Fundamente</b>									
Beton C 25/30 (unbewehrt)	2400kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	178,00	12	6,01			-21,4	174,61
Bewehrungsstahl	7850kg/m <sup>3</sup>	kg	0,68	0,002785					0,69
Extrudiertes Polystyrol (XPS)	32kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	96,34	0,0817	118,2			-49,51	165,11
<b>1.2 Außenwand</b>									
Gipsputz (Gips)	900kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	119,40	2,876			13,51		135,79
Steinzeugfliesen glasiert	20kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	6,18	0,0557	0,1467			-0,04108	6,34
Fliesenkleber	1500kg/m <sup>3</sup>	kg	0,347	0,003486			0,01637	-0,002855	0,36
Porenbetonstein	472kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	222,60	1,205	3,175			-0,9695	226,01
Dünnbettmörtel	1300kg/m <sup>3</sup>	kg	0,49				0,0191	-0,0243	0,48
WDVS, EPS 160 mm geklebt	13,8kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	18,48	0,06947	8,742		0,1841	-4,456	23,02
Stahlblech feuerverzinkt	5,72kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	16,39	0,01593				-8,996	7,41
<b>1.3 Wohnungstrennwand (tragend)</b>									
Gipsputz (Gips)	900kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	119,40	2,876			13,51		135,79
Steinzeugfliesen glasiert	20kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	6,18	0,0557	0,1467			-0,04108	6,34
Fliesenkleber	1500kg/m <sup>3</sup>	kg	0,347	0,003486			0,01637	-0,002855	0,36
Gipskartonplatte	10kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	1,623	0,03195			0,1501		1,81
Stahlprofil	7850kg/m <sup>3</sup>	kg	0,68	0,002785					0,69
Mineralwolle (Innenausbau)	26,25kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	40,31	0,08404	0,7212		0,3996		41,51
Beton C 25/30 (unbewehrt)	2400 kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	178,00	12	6,01			-21,4	174,61
Bewehrungsstahl	7850 kg/m <sup>3</sup>	kg	0,68	0,002785					0,69
<b>1.4 Innenwand (nicht tragend)</b>									
Gipsputz (Gips)	900kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	119,40	2,876			13,51		135,79
Steinzeugfliesen glasiert	20kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	6,18	0,0557	0,1467			-0,04108	6,34
Fliesenkleber	1500kg/m <sup>3</sup>	kg	0,347	0,003486			0,01637	-0,002855	0,36
Gipskartonplatte	10kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	1,623	0,03195			0,1501		1,81
Stahlprofil	7850kg/m <sup>3</sup>	kg	0,68	0,002785					0,69
Mineralwolle (Innenausbau)	26,25kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	40,31	0,08404	0,7212		0,3996		41,51
<b>1.5 Aufzugsschacht</b>									
Gipsputz (Gips)	900kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	119,40	2,876			13,51		135,79
Gipskartonplatte	10kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	1,623	0,03195			0,1501		1,81
Stahlprofil	7850kg/m <sup>3</sup>	kg	0,68	0,002785					0,69
Mineralwolle (Innenausbau)	26,25kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	40,31	0,08404	0,7212		0,3996		41,51
Beton C 25/30 (unbewehrt)	2400 kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	178,00	12	6,01			-21,4	174,61
Bewehrungsstahl	7850 kg/m <sup>3</sup>	kg	0,68	0,002785					0,69

Tabelle 21.2: Variante 1 Kennwerte LCA

1 Vertikale Bauteile		GWP [kg CO <sub>2</sub> -Äqv.]							Datensatz
		Materialeigen- schaften	Referenzfluss- eigenschaften	A1-A3 Herstellung	C2 Transport	C3 Abfallbehand- lung	C4 Beseitigung	D Recycling- potential	
<b>1.6 Fenster</b>									
	Blendrahmen PVC-U	2,8kg/lm	lm	8,251	0,007148	3,917		-3,229	8,95
	Flügelrahmen PVC-U	3,1kg/lm	lm	9,242	0,007914	4,821		-3,429	10,64
	Dreifachverglasung 36mm	30kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	57,77	0,1074	3,035	0,4911	-1,405	60,00
c	Fugendichtungsband Butyl	0,15kg/m	kg	5,684	0,002785	3,035		-1,405	7,32
	Beschlag Aluminium	1,68kg/St	St	12,37	0,004187			-8,024	4,35
	Sonnenschutzanlage Raff	12,76kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	127,6	0,0522	0,68	0,00554	-13,8	114,54
	Stahlblech feuerverzinkt	5,72kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	16,39	0,01593			-8,996	7,41
<b>1.7 Außentüren</b>									
	Haustür	47kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	163,4	0,1091	10,52		-92,51	81,52
<b>1.8 Nebentüre</b>									
	Nebentür	16,6kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	99,6	0,107	0,00312	6,18	-51,8	54,09

Variante 1 – übliche Bauweise

2 horizontale Bauteile		Globales Erwärmungspotenzial							Datensatz
		Materialeigen- schaften	Referenzfluss- eigenschaften	A1-A3 Herstellung	C2 Transport	C3 Abfallbehand- lung	C4 Beseitigung	D Recycling- potential	
<b>2.1 Bodenplatte</b>									
	Laminat-Fußbodenbelag	7,45kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	-5,27	0,03591	13,5		-3,649	4,61
	Steinzeugfliesen glasiert	20kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	6,18	0,0557	0,1467		-0,04108	6,34
	Fliesenkleber	1500kg/m <sup>3</sup>	kg	0,347	0,003486		0,01637	-0,002855	0,36
	Zementestrich	2400kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	0,1836	0,003195		0,01501		0,20
	PE-Folie (TL)	0,14kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	0,43	0,0003899	0,3154		-0,1427	0,60
	EPS-Dämmplatte (grau)	15kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	47,59	0,27		49,98	-24,27	73,57
	Bitumenbahnen G 200 S4	5kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	2,48	0,01743		0,3966		2,89
	Beton C 25/30 (unbewehrt)	2400kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	178,00	12	6,01		-21,4	174,61
	Bewehrungsstahl	7850kg/m <sup>3</sup>	kg	0,68	0,002785				0,69
	PE-Folie (TL)	0,14kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	0,43	0,0003899	0,3154		-0,1427	0,60
	Extrudiertes Polystyrol (XPS)	32kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	96,34	0,0817	118,2		-49,51	165,11
	Kies (2/32)	1850kg/m <sup>3</sup>	kg	2,85E-03	0,002553	0,006726		-0,002054	0,01
<b>2.2 Deckenplatte</b>									
	Laminat-Fußbodenbelag	7,45kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	-5,27	0,03591	13,5		-3,649	4,61
	Steinzeugfliesen glasiert	20kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	6,18	0,0557	0,1467		-0,04108	6,34
	Fliesenkleber	1500kg/m <sup>3</sup>	kg	0,347	0,003486		0,01637	-0,002855	0,36
	Zementestrich	2400kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	0,1836	0,003195		0,01501		0,20
	PE-Folie (TL)	0,14kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	0,43	0,0003899	0,3154		-0,1427	0,60
	EPS-Dämmplatte (grau)	15kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	47,59	0,27		49,98	-24,27	73,57
	Beton C 25/30 (unbewehrt)	2400kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	178,00	12	6,01		-21,4	174,61
	Bewehrungsstahl	7850kg/m <sup>3</sup>	kg	0,68	0,002785				0,69

Tabelle 21.3: Variante 1 Kennwerte LCA

2 horizontale Bauteile	GWP [kg CO <sub>2</sub> -Äqv.]							Datensatz
	Materialeigen- schaften	Referenzfluss- eigenschaften	A1-A3 Herstellung	C2 Transport	C3 Abfallbehand- lung	C4 Beseitigung	D Recycling- potential	
<b>2.3 Dach</b>								
Kies (2/32)	1850kg/m <sup>3</sup>	kg	2,85E-03	0,002553	0,006726		-0,002054	0,01
PE-HD mit PP-Flies (Abdichtung)	1,3kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	3,212	0,003621	4,843		-2,192	5,87
EPS-Dämmplatte (grau)	15kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	47,59	0,27		49,98	-24,27	73,57
Dampfbremse PE	0,2kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	0,3994	0,000511	0,556		-0,2745	0,68
Beton C 25/30 (unbewehrt)	2400kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	178,00	12	6,01		-21,4	174,61
Bewehrungsstahl	7850kg/m <sup>3</sup>	kg	0,68	0,002785				0,69
<b>2.4 Balkonplatte</b>								
Stahlprofil	7850 kg/m <sup>3</sup>	kg	0,9944	0,000659	0,002553		-0,223	0,77
Verbundsicherheitsglas	15,3kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	47,58	0,05781	0,257	0,1727	-2,317	45,75
Nadelschnittholz	484,5kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-738,90	0,5021	796,8		-349,5	-291,10
Konstruktionsvollholz	492,92kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-721,70	0,5111	809,7		-351,4	-262,89
PE-HD mit PP-Flies (Abdichtung)	1,3kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	3,212	0,003621	4,843		-2,192	5,87
EPS-Dämmplatte (grau)	15kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	47,59	0,27		49,98	-24,27	73,57
Beton C 25/30 (unbewehrt)	2400kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	178,00	12	6,01		-21,4	174,61
Bewehrungsstahl	7850kg/m <sup>3</sup>	kg	0,68	0,002785				0,69
<b>2.5 Vordach</b>								
Stahlblech feuerverzinkt	5,72kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	16,39	0,01593			-8,996	7,41
Konstruktionsvollholz	492,92kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-721,70	0,5111	809,7		-351,4	-262,89
Kies (2/32)	1850kg/m <sup>3</sup>	kg	2,85E-03	0,002553	0,006726		-0,002054	0,01
PE-HD mit PP-Flies (Abdichtung)	1,3kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	3,212	0,003621	4,843		-2,192	5,87
EPS-Dämmplatte (grau)	15kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	47,59	0,27		49,98	-24,27	73,57
Beton C 25/30 (unbewehrt)	2400kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	178,00	12	6,01		-21,4	174,61
Bewehrungsstahl	7850kg/m <sup>3</sup>	kg	0,68	0,002785				0,69
<b>2.6 Treppe</b>								
Stahlprofil	7850 kg/m <sup>3</sup>	kg	0,9944	0,000659	0,002553		-0,223	0,77
Beton C 25/30 (unbewehrt)	2400kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	178,00	12	6,01		-21,4	174,61
Bewehrungsstahl	7850kg/m <sup>3</sup>	kg	0,68	0,002785				0,69
<b>2.7 Dachfenster</b>								
Blendrahmen PVC-U	2,8kg/lm	lm	8,251	0,007148	3,917		-3,229	8,95
Flügelrahmen PVC-U	3,1kg/lm	lm	9,242	0,007914	4,821		-3,429	10,64
Dreifachverglasung 36mm	30kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	57,77	0,1074	3,035	0,4911	-1,405	60,00
Fugendichtungsband Butyl	0,15kg/m	kg	5,684	0,002785	3,035		-1,405	7,32
Beschlag Aluminium	1,68kg/St	St	12,37	0,004187			-8,024	4,35

Tabelle 21.4: Variante 1 Kennwerte LCA

3 Technische Anlagen	GWP [kg CO2-Äqv.]							Datensatz
	Materialeigen-schaften	Referenzfluss-eigenschaften	A1-A3 Herstellung	C2 Transport	C3 Abfallbehand-lung	C4 Beseitigung	D Recycling-Potential	
<b>3.1 Trinkwarmwasser-Bereitung</b>								
Flachkollektor	18,27kg/St	m <sup>2</sup>	104,00	0,147	1,176		-57,24	48,08
Umwälzpumpe >50W	2,47kg/St	St	13,23	0,02374	0,433	0,02254	-2,531	11,18
Pufferspeicher Edelstahl 300l	59,5kg/St	kg	4,06	0,009295	0,6634		-1,203	3,53
Polypropylen-Rohr dm 25mm	0,23kg/m	kg	2,62	0,006021	3,223		-1,465	4,38
Rohrisolierung (PU-Schaum)	30kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	200,70	0,006569	2,731		-1,265	202,17
<b>3.2 Heizung</b>								
Gas-Brennwertgerät 20-120kW	283kg/St	St	1268,00	2,757	46,73	1,803	-392,7	926,59
Umwälzpumpe 50-250W	4,94kg/St	St	26,46	0,04747	0,866	0,04507	-5,062	22,36
Polypropylen-Rohr dm 25mm	0,23kg/m	kg	2,62	0,006021	3,223		-1,465	4,38
Rohrisolierung (PU-Schaum)	30kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	200,70	0,006569	2,731		-1,265	202,17
FB-Heizung PP (20cm Abstand)	1,4kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	4,89	0,009196	4,923		-2,052	7,77
<b>3.3 Lüftung</b>								
Lüfter dezentral mit WRG 60m <sup>3</sup> /t	3,691kg/St	St	25,33	0,03193	4,486	0,05048	-11,7	18,20
<b>3.4 PV-Anlage</b>								
-								
<b>3.5 Fahrstuhl</b>								
Komponenten pro 3m	333kg/St	St	969,30	3,629	0,2952		-493,1	480,12

Variante 1 – übliche Bauweise

**Globales Erwärmungspotenzial**

4 Energiebedarf	GWP [kg CO2-Äqv.]		Datensatz		
	Materialeigen-schaften	Referenzfluss-eigenschaften		B6 Energieeinsatz	D Potential
<b>4.1 Strom</b>					
Strom-Mix-Szenario 2020	3,6*1.0MJ	kWh		0,5894	0,59
Annahme 2050	3,6*1.0MJ	kWh		0	0,00
<b>4.2 Stromeinspeisung</b>					
Strom-Mix-Szenario 2020	3,6*1.0MJ	kWh		-0,5894	-0,59
Annahme 2050	3,6*1.0MJ	kWh		0	0,00
<b>4.3 Gas</b>					
Erdgas	3,6*1.0MJ	kWh		0,247	0,25
Annahme 2050	3,6*1.0MJ	kWh		0,1	0,10

Tabelle 22.1: Variante 2 Kennwerte LCA

1 Vertikale Bauteile	GWP [kg CO <sub>2</sub> -Äqv.]							Datensatz
	Materialeigen- schaften	Referenzfluss- eigenschaften	A1-A3 Herstellung	C2 Transport	C3 Abfallbehand- lung	C4 Beseitigung	D Recycling- potential	
<b>1.1 Fundament</b>								
Beton C 25/30 (unbewehrt)	2400kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	178,00	12	6,01		-21,4	174,61
Bewehrungsstahl	7850kg/m <sup>3</sup>	kg	0,68	0,002785				0,69
Extrudiertes Polystyrol (XPS)	32kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	96,34	0,0817	118,2		-49,51	165,11
<b>1.2 Außenwand</b>								
Lehmputz	900kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	93,15	2,507	2,806		-3,892	94,57
Steinzeugfliesen glasiert	20kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	6,18	0,0557	0,1467		-0,04108	6,34
Fliesenkleber	1500kg/m <sup>3</sup>	kg	0,347	0,003486		0,01637	-0,002855	0,36
Gipskartonplatte, Feuerschutz	10kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	1,623	0,03195		0,1501		1,81
OSB	600kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-619,4	0,6562	978,2		-250,1	109,36
Konstruktionsvollholz	492,92kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-721,70	0,5111	809,7		-351,4	-262,89
Zellulosefaser Dämmung	45kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-73,37	0,1253	99,08		-30,51	-4,67
Expandierter Kork	80 kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-96,90	2,23E-01	151,5		-38,83	15,99
Stahlprofil	7850kg/m <sup>3</sup>	kg	0,9944	0,000659	0,002553		-0,223	0,77
Nadelschnittholz	484,5kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-738,90	0,5021	796,8		-349,5	-291,10
Stahlblech feuerverzinkt	5,72kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	16,39	0,01593			-8,996	7,41
<b>1.3 Wohnungstrennwand (tragend)</b>								
Lehmputz	900kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	93,15	2,507	2,806		-3,892	94,57
Steinzeugfliesen glasiert	20kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	6,18	0,0557	0,1467		-0,04108	6,34
Fliesenkleber	1500kg/m <sup>3</sup>	kg	0,347	0,003486		0,01637	-0,002855	0,36
Gipskartonplatte, Feuerschutz	10kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	1,623	0,03195		0,1501		1,81
Brettschichtholz	507,11kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-666,20	0,5348	819,3		-319,1	-165,47
Mineralwolle (Innenausbau)	26,25kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	40,31	0,08404	0,7212	0,3996		41,51
<b>1.4 Innenwand (nicht tragend)</b>								
Lehmputz	900kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	93,15	2,507	2,806		-3,892	94,57
Steinzeugfliesen glasiert	20kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	6,18	0,0557	0,1467		-0,04108	6,34
Fliesenkleber	1500kg/m <sup>3</sup>	kg	0,347	0,003486		0,01637	-0,002855	0,36
Gipskartonplatte, Feuerschutz	10kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	1,623	0,03195		0,1501		1,81
Konstruktionsvollholz	492,92kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-721,70	0,5111	809,7		-351,4	-262,89
Zellulosefaser Dämmung	45kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-73,37	0,1253	99,08		-30,51	-4,67
<b>1.5 Aufzugsschacht</b>								
Lehmputz	900kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	93,15	2,507	2,806		-3,892	94,57
Gipskartonplatte, Feuerschutz	10kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	1,623	0,03195		0,1501		1,81
Brettschichtholz	507,11kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-666,20	0,5348	819,3		-319,1	-165,47
Mineralwolle (Innenausbau)	26,25kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	40,31	0,08404	0,7212	0,3996		41,51

Tabelle 22.2: Variante 2 Kennwerte LCA

1 Vertikale Bauteile	GWP [kg CO <sub>2</sub> -Äqv.]							Datensatz
	Materialeigen-schaften	Referenzfluss-eigenschaften	A1-A3 Herstellung	C2 Transport	C3 Abfallbehand-lung	C4 Beseitigung	D Recycling-potential	
<b>1.6 Fenster</b>								
Holz-Blendrahmen	2,11kg/lm	lm	-0,3698	0,005485	4,037		-1,622	2,05
Holz-Flügelrahmen	2,11kg/lm	lm	-0,1473	0,005511	4,037		-1,611	2,28
Dreifachverglasung 36mm	30kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	57,77	0,1074	3,035	0,4911	-1,405	60,00
Fugendichtungsband Butyl	0,15kg/m	kg	5,684	0,002785	3,035		-1,405	7,32
Beschlag Aluminium	1,68kg/St	St	12,37	0,004187			-8,024	4,35
Sonnenschutzanlage Raff	12,76kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	127,6	0,0522	0,68	0,00554	-13,8	114,54
Nadelschnittholz	484,5kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-738,90	0,5021	796,8		-349,5	-291,10
<b>1.7 Außentüren</b>								
Haustür	47kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	163,4	0,1091	10,52		-92,51	81,52
<b>1.8 Nebentüre</b>								
Nebentür	16,6kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	99,6	0,107	0,00312	6,18	-51,8	54,09

Variante 2 – ökologisch optimiert

2 horizontale Bauteile	Globales Erwärmungspotenzial							Datensatz
	Materialeigen-schaften	Referenzfluss-eigenschaften	A1-A3 Herstellung	C2 Transport	C3 Abfallbehand-lung	C4 Beseitigung	D Recycling-potential	
<b>2.1 Bodenplatte</b>								
Korkboden	5kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	-4,57	0,00752	4,845		-0,5449	-0,26
Steinzeugfliesen glasiert	20kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	6,18	0,0557	0,1467		-0,04108	6,34
Fliesenkleber	1500kg/m <sup>3</sup>	kg	0,347	0,003486		0,01637	-0,002855	0,36
OSB	600kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-619,4	0,6562	978,2		-250,1	109,36
Holzfaserverplatte (MDF)	737,5kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-734,80	0,7542	1086		-79,88	272,07
Ausgleichsschüttung	320kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-94,80	1,5		0,07		-93,23
Bitumenbahnen G 200 S4	5kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	2,48	0,01743		0,3966		2,89
Beton C 25/30 (unbewehrt)	2400kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	178,00	12	6,01		-21,4	174,61
Bewehrungsstahl	7850kg/m <sup>3</sup>	kg	0,68	0,002785				0,69
PE-Folie	0,14kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	0,43	0,0003899	0,3154		-0,1427	0,60
Extrudiertes Polystyrol (XPS)	32kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	96,34	0,0817	118,2		-49,51	165,11
Kies (2/32)	1850kg/m <sup>3</sup>	kg	2,85E-03	0,002553	0,006726		-0,002054	0,01
<b>2.2 Deckenplatte</b>								
Korkboden	5kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	-4,57	0,00752	4,845		-0,5449	-0,26
Steinzeugfliesen glasiert	20kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	6,18	0,0557	0,1467		-0,04108	6,34
Fliesenkleber	1500kg/m <sup>3</sup>	kg	0,347	0,003486		0,01637	-0,002855	0,36
OSB	600kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-619,4	0,6562	978,2		-250,1	109,36
Holzfaserverplatte (MDF)	737,5kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-734,80	0,7542	1086		-79,88	272,07
Ausgleichsschüttung	320kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-94,80	1,5		0,07		-93,23
Rieselschutz (Kraftpapier)	0,08kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	-0,09	0,000223	0,1621		-0,0579	0,01
Brettschichtholz	507,11kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-666,20	0,5348	819,3		-319,1	-165,47

Tabelle 22.3: Variante 2 Kennwerte LCA

		GWP [kg CO <sub>2</sub> -Äqv.]							Datensatz
		Materialeigen- schaften	Referenzfluss- eigenschaften	A1-A3 Herstellung	C2 Transport	C3 Abfallbehand- lung	C4 Beseitigung	D Recycling- potential	
<b>2.3 Dach</b>									
	Stahlprofil	7850 kg/m <sup>3</sup>	kg	0,9944	0,000659	0,002553		-0,223	0,77
	Kies (2/32)	1850kg/m <sup>3</sup>	kg	2,85E-03	0,002553	0,006726		-0,002054	0,01
	Vegetationssubstrat	1400kg/m <sup>3</sup>	kg	-0,04691	0,002785	0,007337		-0,00205	-0,04
	PE-HD mit PP-Flies (Abdichtung)	1,3kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	3,212	0,003621	4,843		-2,192	5,87
	EPS-Dämmplatte (grau)	15kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	47,59	0,27		49,98	-24,27	73,57
	Dampfbremse PE	0,2kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	0,3994	0,000511	0,556		-0,2745	0,68
	Brettschichtholz	507,11kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-666,20	0,5348	819,3		-319,1	-165,47
<b>2.4 Balkonplatte</b>									
	Stahlprofil	7850 kg/m <sup>3</sup>	kg	0,9944	0,000659	0,002553		-0,223	0,77
	Nadelschnittholz	484,5kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-738,90	0,5021	796,8		-349,5	-291,10
	Konstruktionsvollholz	492,92kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-721,70	0,5111	809,7		-351,4	-262,89
	PE-HD mit PP-Flies (Abdichtung)	1,3kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	3,212	0,003621	4,843		-2,192	5,87
	EPS-Dämmplatte (grau)	15kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	47,59	0,27		49,98	-24,27	73,57
	Brettschichtholz	507,11kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-666,20	0,5348	819,3		-319,1	-165,47
<b>2.5 Vordach</b>									
	Stahlprofil	7850 kg/m <sup>3</sup>	kg	0,9944	0,000659	0,002553		-0,223	0,77
	Nadelschnittholz	484,5kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-738,90	0,5021	796,8		-349,5	-291,10
	Konstruktionsvollholz	492,92kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-721,70	0,5111	809,7		-351,4	-262,89
	Vegetationssubstrat	1400kg/m <sup>3</sup>	kg	-0,04691	0,002785	0,007337		-0,00205	-0,04
	PE-HD mit PP-Flies (Abdichtung)	1,3kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	3,212	0,003621	4,843		-2,192	5,87
	EPS-Dämmplatte (grau)	15kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	47,59	0,27		49,98	-24,27	73,57
	Brettschichtholz	507,11kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-666,20	0,5348	819,3		-319,1	-165,47
<b>2.6 Treppe</b>									
	Stahlprofil	7850 kg/m <sup>3</sup>	kg	0,9944	0,000659	0,002553		-0,223	0,77
	Brettschichtholz	507,11kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-666,20	0,5348	819,3		-319,1	-165,47
<b>2.7 Dachfenster</b>									
	Holz-Blendrahmen	2,11kg/lm	lm	-0,3698	0,005485	4,037		-1,622	2,05
	Holz-Flügelrahmen	2,11kg/lm	lm	-0,1473	0,005511	4,037		-1,611	2,28
	Dreifachverglasung 36mm	30kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	57,77	0,1074	3,035	0,4911	-1,405	60,00
	Fugendichtungsband Butyl	0,15kg/m	kg	5,684	0,002785	3,035		-1,405	7,32
	Beschlag Aluminium	1,68kg/St	St	12,37	0,004187			-8,024	4,35

Tabelle 22.4: Variante 2 Kennwerte LCA

3 Technische Anlagen	GWP [kg CO <sub>2</sub> -Äqv.]							Datensatz
	Materialeigen-schaften	Referenzfluss-eigenschaften	A1-A3 Herstellung	C2 Transport	C3 Abfallbehand-lung	C4 Beseitigung	D Recycling-Potential	
<b>3.1 Trinkwarmwasser-Bereitung</b>								
Umwälzpumpe >50W	2,47kg/St	St	13,23	0,02374	0,433	0,02254	-2,531	11,18
Pufferspeicher Edelstahl 300l	59,5kg/St	kg	4,06	0,009295	0,6634		-1,203	3,53
Polypropylen-Rohr dm 25mm	0,23kg/m	kg	2,62	0,006021	3,223		-1,465	4,38
Rohrisolierung (PU-Schaum)	30kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	200,70	0,006569	2,731		-1,265	202,17
<b>3.2 Heizung</b>								
Strom-WP Luft-Wasser 14 kW	187,6kg/St	St	642,60	1,815	42,12	5,994	-338,12	354,41
Umwälzpumpe 50-250W	4,94kg/St	St	26,46	0,04747	0,866	0,04507	-5,062	22,36
Polypropylen-Rohr dm 25mm	0,23kg/m	kg	2,62	0,006021	3,223		-1,465	4,38
Rohrisolierung (PU-Schaum)	30kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	200,70	0,006569	2,731		-1,265	202,17
FB-Heizung PP (20cm Abstand)	1,4kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	4,89	0,009196	4,923		-2,052	7,77
<b>3.3 Lüftung</b>								
Lüfter dezentral mit WRG 60m <sup>3</sup> /t	3,691kg/St	St	25,33	0,03193	4,486	0,05048	-11,7	18,20
<b>3.4 PV-Anlage</b>								
PV-System 1000kWh/m <sup>2</sup> *a		m <sup>2</sup>	296,70			12,14	-36,2	272,64
Lithium-Eisen-Phosphat-Batterie	23,3kg/kWh	kWh	241,50	0,07143		22,59	-35,29	228,87
<b>3.5 Fahrstuhl</b>								
Komponenten pro 3m	333kg/St	St	969,30	3,629	0,2952		-493,1	480,12

Variante 2 – ökologisch optimiert

**Globales Erwärmungspotenzial**

4 Energiebedarf	GWP [kg CO <sub>2</sub> -Äqv.]		B6 Energieeinsatz	D Potential	Gesamt
	Materialeigen-schaften	Referenzfluss-eigenschaften			
<b>4.1 Strom</b>					
Strom-Mix-Szenario 2020	3,6*1.0MJ	kWh		0,5894	0,59
Annahme 2050	3,6*1.0MJ	kWh		0	0,00
<b>4.2 Stromeinspeisung</b>					
Strom-Mix-Szenario 2020	3,6*1.0MJ	kWh		-0,5894	-0,59
Annahme 2050	3,6*1.0MJ	kWh		0	0,00
<b>4.3 Gas</b>					
Erdgas	3,6*1.0MJ	kWh		0,247	0,25
Annahme 2050	3,6*1.0MJ	kWh		0,1	0,10

Tabelle 23.1: Variante 1 Berechnung LCA

Variante 1 – übliche Bauweise

1 vertikale Bauteile	Maß aus Mengenermittlung	Erneuerungen [Stk]	Anzahl [Stk] oder Anteil [%]	Breite [m] o. Fläche [m²]	Rohdichte [kg/m³, m²,m]	Ergebnis	Globales Erwärmungspotenzial			
							GWP [kg CO <sub>2</sub> -Äqv.]			
1.1 Fundament						A1-A3	B4	C2-C4	D	
Beton C 25/30 (unbewehrt)	85,36		1	0,4		34,14 m³	6.077,63	0,00	614,93	-730,68
Bewehrungsstahl	85,36		2,00 %	0,4	7850	5360,61 kg	3.663,44	0,00	14,93	0,00
Extrudiertes Polystyrol (XPS)	85,36		1	0,1		8,54 m³	822,36	0,00	1.009,65	-422,62
							<b>10.563,43</b>	<b>0,00</b>	<b>1.639,52</b>	<b>-1.153,30</b>
<b>1.2 Außenwand</b>										
Gipsputz (Gips)	520,63		96,00 %	0,01		5,00 m³	596,77	0,00	81,90	0,00
Steinzeugfliesen glasiert	520,63		4,00 %			20,83 m²	128,70	0,00	4,22	-0,86
Fliesenkleber	520,63		4,00 %	0,003	1500	93,71 kg	32,52	0,00	1,86	-0,27
Porenbetonstein	520,63		98,00 %	0,175		89,29 m³	19.875,61	0,00	391,08	-86,57
Dünnbettmörtel	520,63		2,00 %	0,175	1300	2368,88 kg	1.158,38	0,00	45,25	-57,56
WDVS, EPS 160 mm geklebt	520,63	1	75,00 %	0,12		390,47 m²	7.215,97	10.728,51	3.512,54	-3.479,91
Stahlblech feuerverzinkt	59,20	1	1	0,65		38,48 m²	630,69	631,30	0,61	-692,33
							<b>29.638,64</b>	<b>11.359,81</b>	<b>4.037,46</b>	<b>-4.317,49</b>
<b>1.3 Wohnungstrennwand (tragend)</b>										
Gipsputz (Gips)	295,15		188,00 %	0,01		5,55 m³	662,53	0,00	90,92	0,00
Steinzeugfliesen glasiert	295,15		12,00 %			35,42 m²	218,88	0,00	7,17	-1,45
Fliesenkleber	295,15		12,00 %	0,003	1500	159,38 kg	55,31	0,00	3,16	-0,46
Gipskartonplatte	295,15		2			590,30 m²	958,06	0,00	107,46	0,00
Stahlprofil	295,15		1	0,0002	7850	463,39 kg	316,68	0,00	1,29	0,00
Mineralwolle (Innenausbau)	295,15		1	0,075		22,14 m³	892,32	0,00	26,67	0,00
Beton C 25/30 (unbewehrt)	295,15		1	0,2		59,03 m³	10.507,38	0,00	1.063,13	-1.263,25
Bewehrungsstahl	295,15		2,00 %	0,2	7850	9267,75 kg	6.333,58	0,00	25,81	0,00
							<b>19.944,74</b>	<b>0,00</b>	<b>1.325,63</b>	<b>-1.265,16</b>

Tabelle 23.2: Variante 1 Berechnung LCA

1 vertikale Bauteile	Maß aus Mengenermittlung	Erneuerungen [Stk]	Anzahl [Stk] oder Anteil [%]	Breite [m] o. Fläche [m²]	Rohdichte [kg/m³, m²,m]	Ergebnis	Globales Erwärmungspotenzial			
							GWP [kg CO2-Äqv.]			
1.4 Innenwand						A1-A3	B4	C2-C4	D	
Gipsputz (Gips)	186,45		180,00 %	0,01		3,36 m³	400,72	0,00	54,99	0,00
Steinzeugfliesen glasiert	186,45		20,00 %			37,29 m²	230,46	0,00	7,55	-1,53
Fliesenkleber	186,45		20,00 %	0,003	1500	167,81 kg	58,23	0,00	3,33	-0,48
Gipskartonplatte	186,45		4			745,81 m²	1.210,45	0,00	135,77	0,00
Stahlprofil	186,45		1	0,0002	7850	292,73 kg	200,05	0,00	0,82	0,00
Mineralwolle (Innenausbau)	186,45		1	0,075		13,98 m³	563,69	0,00	16,85	0,00
							<b>2.663,60</b>	<b>0,00</b>	<b>219,31</b>	<b>-2,01</b>
<b>1.5 Aufzugsschacht</b>										
Gipsputz (Gips)	108,33		100,00 %	0,01		1,08 m³	129,34	0,00	17,75	0,00
Gipskartonplatte	108,33		2			216,65 m²	351,62	0,00	39,44	0,00
Stahlprofil	108,33		1	0,0002	7850	170,07 kg	116,23	0,00	0,47	0,00
Mineralwolle (Innenausbau)	108,33		1	0,075		8,12 m³	327,49	0,00	9,79	-173,86
Beton C 25/30 (unbewehrt)	108,33		1	0,2		21,67 m³	3.856,37	0,00	390,19	0,00
Bewehrungsstahl	108,33		2,00 %	0,2	7850	3401,41 kg	2.324,52	0,00	9,47	0,00
							<b>7.105,57</b>	<b>0,00</b>	<b>467,11</b>	<b>-173,86</b>
<b>1.6 Fenster</b>										
Blendrahmen PVC-U	357,20	1	100,00 %			357,20 lm	2.947,26	4.348,96	1.401,71	-2.306,80
Flügelrahmen PVC-U	357,20	1	90,00 %			321,48 lm	2.971,12	4.523,52	1.552,40	-2.204,71
Dreifachverglasung 36mm	147,21	1	80,00 %			117,77 m²	6.803,46	7.231,37	427,91	-330,93
Fugendichtungsband Butyl	357,20	2	1		0,15	53,58 kg	304,55	934,63	162,76	-225,84
Beschlag Aluminium	1,00	1	57			57,00 St	705,09	705,33	0,24	-914,74
Sonnenschutzanlage Raff	147,21	1	1			147,21 m²	18.784,00	18.892,60	108,60	-4.063,00
Stahlblech feuerverzinkt	89,30	1	1	0,3		89,30 m²	1.463,63	1.465,05	1,42	-1.606,69
							<b>33.979,09</b>	<b>38.101,45</b>	<b>3.655,04</b>	<b>-11.652,69</b>

Tabelle 23.3: Variante 1 Berechnung LCA

1 vertikale Bauteile	Maß aus Mengenermittlung	Erneuerungen [Stk]	Anzahl [Stk] oder Anteil [%]	Breite [m] o. Fläche [m²]	Rohdichte [kg/m³, m²,m]	Ergebnis	Globales Erwärmungspotenzial			
							GWP [kg CO2-Äqv.]			
1.7 Nebentüre						A1-A3	B4	C2-C4	D	
1.7 Außentüre										
Haustür	3,19	1	1		3,19 m²	520,84	554,72	33,88	-589,75	
						<b>520,84</b>	<b>554,72</b>	<b>33,88</b>	<b>-589,75</b>	
1.7 Nebentüre										
Nebentür	63,43		1		63,43 m²	6.317,75	0,00	398,99	-3.285,74	
						<b>6.317,75</b>	<b>0,00</b>	<b>398,99</b>	<b>-3.285,74</b>	

Tabelle 23.4: Variante 1 Berechnung LCA

2 horizontale Bauteile	Maß aus Mengenermittlung	Erneuerungen [Stk]	Anzahl [Stk] oder Anteil [%]	Breite [m] o. Fläche [m²]	Rohdichte [kg/m³, m²,m]	Ergebnis	Globales Erwärmungspotenzial			
							GWP [kg CO2-Äqv.]			
2.1 Bodenplatte						A1-A3	B4	C2-C4	D	
Laminat-Fußbodenbelag	219,04	2	95,00 %			208,09 m²	-1.097,04	3.439,24	2.816,66	-2.277,94
Steinzeugfliesen glasiert	219,04		5,00 %			10,95 m²	67,68	0,00	2,22	-0,45
Fliesenkleber	219,04		5,00 %	0,003	1500	49,28 kg	17,10	0,00	0,98	-0,14
Zementestrich	219,04		1	0,055	2400	28913,28 kg	5.308,48	0,00	526,37	0,00
PE-Folie (TL)	219,04		1	0,02		4,38 m²	1,86	0,00	1,38	-0,63
EPS-Dämmplatte (grau)	219,04		1	0,08		17,52 m³	833,93	0,00	880,54	-425,29
Bitumenbahnen G 200 S4	219,04		1			219,04 m²	542,12	0,00	90,69	0,00
Beton C 25/30 (unbewehrt)	219,04		1	0,2		43,81 m³	7.797,82	0,00	788,98	-937,49
Bewehrungsstahl	219,04		2,00 %	0,2	7850	6877,86 kg	4.700,33	0,00	19,15	0,00
PE-Folie (TL)	219,04		1			219,04 m²	93,22	0,00	69,17	-31,26
Extrudiertes Polystyrol (XPS)	219,04		1	0,12		26,28 m³	2.532,28	0,00	3.109,01	-1.301,36
Kies (2/32)	219,04		1	0,3	1850	121.567 kg	346,95	0,00	1.128,02	-249,70
							<b>21.144,75</b>	<b>3.439,24</b>	<b>9.433,18</b>	<b>-5.224,25</b>

Tabelle 23.5: Variante 1 Berechnung LCA

2 horizontale Bauteile	Maß aus Mengenermittlung	Erneuerungen [Stk]	Anzahl [Stk] oder Anteil [%]	Breite [m] o. Fläche [m²]	Rohdichte [kg/m³, m²,m]	Ergebnis	Globales Erwärmungspotenzial			
							GWP [kg CO2-Äqv.]			
2.2 Deckenplatte						A1-A3	B4	C2-C4	D	
Laminat-Fußbodenbelag	620,67	2	95,00 %			589,64 m²	-3.108,56	9.745,41	7.981,27	-6.454,75
Steinzeugfliesen glasiert	620,67		5,00 %			31,03 m²	191,79	0,00	6,28	-1,27
Fliesenkleber	620,67		5,00 %	0,003	1500	139,65 kg	48,46	0,00	2,77	-0,40
Zementestrich	620,67		1	0,055	2400	81928,44 kg	15.042,06	0,00	1.491,51	0,00
PE-Folie (TL)	620,67		1			620,67 m²	264,16	0,00	196,00	-88,57
EPS-Dämmplatte (grau)	620,67		1	0,08		49,65 m³	2.363,01	0,00	2.495,09	-1.205,09
Beton C 25/30 (unbewehrt)	620,67		1	0,2		124,13 m³	22.095,85	0,00	2.235,65	-2.656,47
Bewehrungsstahl	620,67		2,00 %	0,2	7850	19489,04 kg	13.318,81	0,00	54,28	0,00
							<b>50.215,58</b>	<b>9.745,41</b>	<b>14.462,85</b>	<b>-10.406,55</b>
<b>2.3 Dach</b>										
EPS-Dämmkeil	59,2	1	1	0,005		0,30 m³	14,09	28,96	14,87	-14,37
Kies (2/32)	218,12	1	1	0,06	1850	24.211 kg	69,10	293,76	224,66	-99,46
PE-HD mit PP-Flies (Abdichtung)	218,12	1	1			218,12 m²	700,60	1.757,74	1.057,14	-956,24
EPS-Dämmplatte (grau)	218,12	1	1	0,16		34,90 m³	1.660,85	3.414,53	1.753,68	-1.694,00
Dampfbremse PE	218,12	1	1			218,12 m²	87,12	208,50	121,39	-119,75
Beton C 25/30 (unbewehrt)	218,12		1	0,2		43,62 m³	7.765,06	0,00	785,67	-933,55
Bewehrungsstahl	218,12		2,00 %	0,2	7850	6848,96 kg	4.680,58	0,00	19,07	0,00
							<b>14.977,39</b>	<b>5.703,49</b>	<b>3.976,48</b>	<b>-3.817,37</b>
<b>2.4 Balkonplatte</b>										
Stahlprofil	67,5		1	0,0003	7850	158,96 kg	158,07	0,00	0,51	-35,45
Verbundsicherheitsglas	52,5		1			52,50 m²	2.497,95	0,00	25,59	-121,64
Nadelschnittholz	36,00	1	1	0,03		1,08 m³	-798,01	63,07	861,09	-754,92
Konstruktionsvollholz	67,50		1	0,006		0,41 m³	-292,29	0,00	328,14	-142,32
PE-HD mit PP-Flies (Abdichtung)	36,00	1	1			36,00 m²	115,63	290,11	174,48	-157,82
EPS-Dämmplatte (grau)	36,00	1	1	0,04		1,44 m³	68,53	140,89	72,36	-69,90
Beton C 25/30 (unbewehrt)	36,00		1	0,2		7,20 m³	1.281,60	0,00	129,67	-154,08
Bewehrungsstahl	36,00		2,00 %	0,2	7850	1130,40 kg	772,52	0,00	3,15	0,00
							<b>3.804,00</b>	<b>494,07</b>	<b>1.594,99</b>	<b>-1.436,13</b>

Tabelle 23.6: Variante 1 Berechnung LCA

2 horizontale Bauteile	Maß aus Mengenermittlung	Erneuerungen [Stk]	Anzahl [Stk] oder Anteil [%]	Breite [m] o. Fläche [m²]	Rohdichte [kg/m³, m²,m]	Ergebnis	Globales Erwärmungspotenzial			
							GWP [kg CO2-Äqv.]			
2.5 Vordach						A1-A3	B4	C2-C4	D	
Stahlblech feuerverzinkt	7		1	0,65		4,55 m²	74,57	0,00	0,07	-40,93
Konstruktionsvollholz	7	1	1	0,006		0,04 m³	-30,31	3,72	34,03	-29,52
Kies (2/32)	6,00	1	1	0,05	1850	555,00 kg	1,58	6,73	5,15	-2,28
PE-HD mit PP-Flies (Abdichtung)	6,00	1	1			6,00 m²	19,27	48,35	29,08	-26,30
EPS-Dämmplatte (grau)	6,00	1	1	0,04		0,24 m³	11,42	23,48	12,06	-11,65
Beton C 25/30 (unbewehrt)	6,00		1	0,2		1,20 m³	213,60	0,00	21,61	-25,68
Bewehrungsstahl	6,00		2,00 %	0,2	7850	188,40 kg	128,75	0,00	0,52	0,00
							<b>761,25</b>	<b>82,28</b>	<b>124,66</b>	<b>-162,04</b>
2.6 Treppe										
Stahlprofil	35,7		1	0,0006	7850	168,15 kg	167,21	0,00	0,54	-37,50
Beton C 25/30 (unbewehrt)	6,00		1			6,00 m³	1.068,00	0,00	108,06	-128,40
Bewehrungsstahl	6,00		2,00 %		7850	942,00 kg	643,76	0,00	2,62	0,00
							<b>1.878,97</b>	<b>0,00</b>	<b>111,22</b>	<b>-165,90</b>
2.7 Dachfenster										
Blendrahmen PVC-U	3,9	1	100,00 %			3,90 lm	32,18	47,48	15,30	-25,19
Flügelrahmen PVC-U	3,9	1	90,00 %			3,51 lm	32,44	49,39	16,95	-24,07
Dreifachverglasung 36mm	0,92	1	80,00 %			0,74 m²	42,52	45,19	2,67	-2,07
Fugendichtungsband Butyl	3,9	2	1		0,15	0,59 kg	3,33	10,20	1,78	-2,47
Beschlag Aluminium	1	1	1			1,00 St	12,37	12,37	0,00	-16,05
							<b>78,28</b>	<b>104,79</b>	<b>21,40</b>	<b>-28,61</b>
							<b>Globales Erwärmungspotenzial</b>			
							GWP [kg CO2-Äqv.]			
							A1-A3	B4	C2-C4	D
<b>Baukonstruktion:</b>							<b>203.593,87</b>	<b>69.585,26</b>	<b>41.501,72</b>	<b>-43.680,85</b>

Tabelle 23.7: Variante 1 Berechnung LCA

3 Technische Anlagen	Maß aus Mengenermittlung	Erneuerungen [Stk]	Anzahl [Stk] oder Anteil [%]	Breite [m] o. Fläche [m²]	Rohdichte [kg/m³, m²,m]	Ergebnis	Globales Erwärmungspotenzial			
							GWP [kg CO2-Äqv.]			
3.1 Trinkwarmwasser-Bereitungsung						A1-A3	B4	C2-C4	D	
Flachkollektor	1	2	18,7			18,70 m²	1.944,80	3.939,08	24,74	-3.211,16
Umwälzpumpe >50W	1	4	1			1,00 St	13,23	54,84	0,48	-12,66
Pufferspeicher Edelstahl 300l	1	3	59,5			59,50 kg	241,45	844,43	40,03	-286,31
Polypropylen-Rohr dm 25mm	172	1	1	0,23		39,56 kg	103,65	231,39	127,74	-115,91
Rohrisolierung (PU-Schaum)	172	2	1	0,01131		1,95 m³	390,43	791,50	5,33	-7,38
							<b>2.693,55</b>	<b>5.861,24</b>	<b>198,31</b>	<b>-3.633,43</b>
<b>3.2 Heizung</b>										
Gas-Brennwertgerät 20-120kW	1	2	1			1,00 St	1.268,00	2.638,58	51,29	-1.178,10
Umwälzpumpe 50-250W	1	4	1			1,00 St	26,46	109,67	0,96	-25,31
Polypropylen-Rohr dm 25mm	172	1	1	0,23		39,56 kg	103,65	231,39	127,74	-115,91
Rohrisolierung (PU-Schaum)	172	2	1	0,01131		1,95 m³	390,43	791,50	5,33	-7,38
FB-Heizung PP (20cm Abstand)	839,71		1			839,71 m²	4.103,66	0,00	4.141,61	-1.723,08
							<b>5.892,20</b>	<b>3.771,14</b>	<b>4.326,93</b>	<b>-3.049,79</b>
<b>3.3 Lüftung</b>										
Lüfter dezentral mit WRG 60m³/h	2628,5	3	0,35			16,00 St	405,28	1.435,12	73,09	-748,80
							<b>405,28</b>	<b>1.435,12</b>	<b>73,09</b>	<b>-748,80</b>
<b>3.4 PV-Anlage</b>										
-							<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

Tabelle 23.8: Variante 1 Berechnung LCA

3 Technische Anlagen	Maß aus Mengenermittlung	Erneuerungen [Stk]	Anzahl [Stk] oder Anteil [%]	Breite [m] o. Fläche [m²]	Rohdichte [kg/m³, m²,m]	Ergebnis	Globales Erwärmungspotenzial			
							GWP [kg CO2-Äqv.]			
3.5 Fahrstuhl							A1-A3	B4	C2-C4	D
Komponenten pro 3m	4	3	1			4,00 m²	3.877,20	11.678,69	15,70	-7.889,60
							<b>3.877,20</b>	<b>11.678,69</b>	<b>15,70</b>	<b>-7.889,60</b>
							Globales Erwärmungspotenzial			
							GWP [kg CO2-Äqv.]			
							A1-A3	B4	C2-C4	D
						<b>Technische Anlagen:</b>	<b>12.868,23</b>	<b>22.746,19</b>	<b>4.614,03</b>	<b>-15.321,61</b>



Tabelle 24.1: Variante 2 Berechnung LCA

1 vertikale Bauteile	Maß aus Mengenermittlung	Erneuerungen [Stk]	Anzahl [Stk] oder Anteil [%]	Breite [m] o. Fläche [m²]	Rohdichte [kg/m³, m²,m]	Ergebnis	Globales Erwärmungspotenzial			
							GWP [kg CO2-Äqv.]			
1.1 Fundament						A1-A3	B4	C2-C4	D	
Beton C 25/30 (unbewehrt)	85,36		1	0,4		34,14 m³	6.077,63	0,00	614,93	-730,68
Bewehrungsstahl	85,36		2,00 %	0,4	7850	5360,61 kg	3.663,44	0,00	14,93	0,00
Extrudiertes Polystyrol (XPS)	85,36		2	0,1		17,07 m³	1.644,72	0,00	2.019,31	-845,23
							<b>11.385,79</b>	<b>0,00</b>	<b>2.649,17</b>	<b>-1.575,92</b>
<b>1.2 Außenwand</b>										
Lehmputz	520,63		96,00 %	0,03		14,99 m³	1.396,71	0,00	79,66	-58,36
Steinzeugfliesen glasiert	520,63		4,00 %			20,83 m²	128,70	0,00	4,22	-0,86
Fliesenkleber	520,63		4,00 %	0,003	1500	93,71 kg	32,52	0,00	1,86	-0,27
Gipskartonplatte, Feuerschutz	520,63		4			2082,53 m²	3.379,95	0,00	379,12	0,00
OSB	520,63		1	0,019		9,89 m³	-6.127,12	0,00	9.682,86	-2.473,99
Konstruktionsvollholz	520,63		15,00 %	0,2		15,62 m³	-11.272,21	0,00	12.654,67	-5.488,51
Zellulosefaser Dämmung	520,63		85,00 %	0,2		88,51 m³	-6.493,80	0,00	8.780,42	-2.700,36
Expandierter Kork	520,63	1	1	0,125		65,08 m³	-6.306,16	3.567,82	9.873,98	-2.527,02
Stahlprofil	520,63		20,00 %	0,003	7850	2452,18 kg	2.438,45	0,00	7,88	-546,84
Nadelschnittholz	566,71		1	0,02		11,33 m³	-8.374,88	661,94	9.036,82	-7.922,64
Stahlblech feuerverzinkt	59,2		1	0,85		50,32 m²	824,74	825,55	0,80	-905,36
							<b>-30.373,10</b>	<b>5.055,31</b>	<b>50.502,29</b>	<b>-22.624,20</b>
<b>1.3 Wohnungstrennwand (tragend)</b>										
Lehmputz	295,15		188,00 %	0,01		5,55 m³	516,87	0,00	29,48	-21,60
Steinzeugfliesen glasiert	295,15		12,00 %			35,42 m²	218,88	0,00	7,17	-1,45
Fliesenkleber	295,15		12,00 %	0,003	1500	159,38 kg	55,31	0,00	3,16	-0,46
Gipskartonplatte, Feuerschutz	295,15		4			1180,61 m²	1.916,12	0,00	214,93	0,00
Brettschichtholz	295,15		2	0,09		53,13 m³	-35.393,36	0,00	43.555,55	-16.952,90
Mineralwolle (Innenausbau)	295,15		1	0,06		17,71 m³	713,85	0,00	21,34	0,00
							<b>-31.972,32</b>	<b>0,00</b>	<b>43.831,63</b>	<b>-16.976,40</b>

Tabelle 24.2: Variante 2 Berechnung LCA

1 vertikale Bauteile	Maß aus Mengenermittlung	Erneuerungen [Stk]	Anzahl [Stk] oder Anteil [%]	Breite [m] o. Fläche [m²]	Rohdichte [kg/m³, m²,m]	Ergebnis	Globales Erwärmungspotenzial			
							GWP [kg CO2-Äqv.]			
1.4 Innenwand						A1-A3	B4	C2-C4	D	
Lehmputz	186,45		180,00 %	0,01		3,36 m³	312,62	0,00	17,83	-13,06
Steinzeugfliesen glasiert	186,45		20,00 %			37,29 m²	230,46	0,00	7,55	-1,53
Fliesenkleber	186,45		20,00 %	0,003	1500	167,81 kg	58,23	0,00	3,33	-0,48
Gipskartonplatte, Feuerschutz	186,45		4			745,81 m²	1.210,45	0,00	135,77	0,00
Konstruktionsvollholz	186,45		15,00 %	0,08		2,24 m³	-1.614,75	0,00	1.812,79	-786,23
Zellulosefaser Dämmung	186,45		85,00 %	0,08		12,68 m³	-930,24	0,00	1.257,80	-386,83
							<b>-733,24</b>	<b>0,00</b>	<b>3.235,08</b>	<b>-1.188,14</b>
<b>1.5 Aufzugsschacht</b>										
Lehmputz	108,33		100,00 %	0,01		1,08 m³	100,90	0,00	5,76	-4,22
Gipskartonplatte, Feuerschutz	108,33		4			433,30 m²	703,25	0,00	78,88	0,00
Brettschichtholz	108,33		2	0,09		19,50 m³	-12.989,90	0,00	15.985,55	-6.221,97
Mineralwolle (Innenausbau)	108,33		1	0,06		6,50 m³	261,99	0,00	7,83	0,00
							<b>-11.923,76</b>	<b>0,00</b>	<b>16.078,02</b>	<b>-6.226,19</b>
<b>1.6 Fenster</b>										
Holz-Blendrahmen	357,20	1	100,00 %			357,20 lm	-132,09	1.311,88	1.443,98	-1.158,76
Holz-Flügelrahmen	357,20	1	90,00 %			321,48 lm	-47,35	1.252,23	1.299,59	-1.035,81
Dreifachverglasung 36mm	147,21	1	80,00 %			117,77 m²	6.803,46	7.231,37	427,91	-330,93
Fugendichtungsband Butyl	357,20	2	1		0,15	53,58 kg	304,55	934,63	162,76	-225,84
Beschlag Aluminium	1,00	1	57			57,00 St	705,09	705,33	0,24	-914,74
Sonnenschutzanlage Raff	147,21	1	1			147,21 m²	18.784,00	18.892,60	108,60	-4.063,00
Nadelschnittholz	357,20	1	1	0,0135		4,82 m³	-3.563,12	281,63	3.844,75	-3.370,72
							<b>22.854,52</b>	<b>30.609,66</b>	<b>7.287,83</b>	<b>-11.099,78</b>
<b>1.7 Außentüre</b>										
Haustür	3,19		1			3,19 m²	520,84	0,00	33,88	-294,88
							<b>520,84</b>	<b>0,00</b>	<b>33,88</b>	<b>-294,88</b>

Tabelle 24.3: Variante 2 Berechnung LCA

1 vertikale Bauteile	Maß aus Mengenermittlung	Erneuerungen [Stk]	Anzahl [Stk] oder Anteil [%]	Breite [m] o. Fläche [m²]	Rohdichte [kg/m³, m²,m]	Ergebnis	Globales Erwärmungspotenzial			
							GWP [kg CO2-Äqv.]			
1.7 Nebentüre						A1-A3	B4	C2-C4	D	
Nebentür	63,43		1			63,43 m²	6.317,75	0,00	398,99	-3.285,74
							<b>6.317,75</b>	<b>0,00</b>	<b>398,99</b>	<b>-3.285,74</b>

2 horizontale Bauteile	Maß aus Mengenermittlung	Erneuerungen [Stk]	Anzahl [Stk] oder Anteil [%]	Breite [m] o. Fläche [m²]	Rohdichte [kg/m³, m²,m]	Ergebnis	Globales Erwärmungspotenzial			
							GWP [kg CO2-Äqv.]			
2.1 Bodenplatte						A1-A3	B4	C2-C4	D	
Korkboden	219,04	2	95,00 %			208,09 m²	-949,92	119,66	1.009,75	-340,16
Steinzeugfliesen glasiert	219,04		5,00 %			10,95 m²	67,68	0,00	2,22	-0,45
Fliesenkleber	219,04		5,00 %	0,003	1500	49,28 kg	17,10	0,00	0,98	-0,14
OSB	219,04		1	0,019		4,16 m³	-2.577,79	0,00	4.073,76	-1.040,86
Holzfaserverplatte (MDF)	219,04		1	0,02		4,38 m³	-3.219,01	0,00	4.760,85	-349,94
Ausgleichsschüttung	219,04		1	0,08		17,52 m³	-1.661,20	0,00	27,51	0,00
Bitumenbahnen G 200 S4	219,04		1			219,04 m²	542,12	0,00	90,69	0,00
Beton C 25/30 (unbewehrt)	219,04		1	0,2		43,81 m³	7.797,82	0,00	788,98	-937,49
Bewehrungsstahl	219,04		2,00 %	0,2	7850	6877,86 kg	4.700,33	0,00	19,15	0,00
PE-Folie	219,04		1			219,04 m²	93,22	0,00	69,17	-31,26
Extrudiertes Polystyrol (XPS)	219,04		1	0,2		43,81 m³	4.220,46	0,00	5.181,68	-2.168,93
Kies (2/32)	219,04		1	0,3	1850	121.567 kg	346,95	0,00	1.128,02	-249,70
							<b>9.377,77</b>	<b>119,66</b>	<b>17.152,78</b>	<b>-5.118,93</b>

Tabelle 24.4: Variante 2 Berechnung LCA

2 horizontale Bauteile	Maß aus Mengenermittlung	Erneuerungen [Stk]	Anzahl [Stk] oder Anteil [%]	Breite [m] o. Fläche [m²]	Rohdichte [kg/m³, m²,m]	Ergebnis	Globales Erwärmungspotenzial			
							GWP [kg CO2-Äqv.]			
2.2 Deckenplatte						A1-A3	B4	C2-C4	D	
Korkboden	620,67	2	95,00 %			589,64 m²	-2.691,69	339,06	2.861,22	-963,88
Steinzeugfliesen glasiert	620,67		5,00 %			31,03 m²	191,79	0,00	6,28	-1,27
Fliesenkleber	620,67		5,00 %	0,003	1500	139,65 kg	48,46	0,00	2,77	-0,40
OSB	620,67		1	0,019		11,79 m³	-7.304,42	0,00	11.543,39	-2.949,36
Holzfaserverplatte (MDF)	620,67		1	0,02		12,41 m³	-9.121,37	0,00	13.490,31	-991,58
Ausgleichsschüttung	620,67		1	0,08		49,65 m³	-4.707,16	0,00	77,96	0,00
Rieselschutz (Kraftpapier)	620,67		1			620,67 m²	-55,69	0,00	100,75	-35,94
Brettschichtholz	620,67		1	0,15		93,10 m³	-62.023,55	0,00	76.327,03	-29.708,37
							<b>-85.663,64</b>	<b>339,06</b>	<b>104.409,71</b>	<b>-34.650,80</b>
2.3 Dach										
Dämmkeil	59,2	1	1	0,005		0,30 m³	14,09	28,96	14,87	-14,37
Stahlprofil	218,12	1	5,00 %	0,003	7850	256,84 kg	255,40	256,22	0,82	-114,55
Kies (2/32)	218,12	1	5,00 %	0,06	1850	1210,56 kg	3,45	14,69	11,23	-4,97
Vegetationssubstrat	218,12	1	95,00 %	0,06	1400	17405,94 kg	-816,51	-640,33	176,18	-71,36
PE-HD mit PP-Flies (Abdichtung)	218,12	1	1			218,12 m²	700,60	1.757,74	1.057,14	-956,24
EPS-Dämmplatte (grau)	218,12		1	0,32		69,80 m³	3.321,70	0,00	3.507,36	-1.694,00
Brettschichtholz	218,12		1	0,15		32,72 m³	-21.796,69	0,00	26.823,31	-10.440,29
							<b>-18.317,97</b>	<b>1.417,28</b>	<b>31.590,93</b>	<b>-13.295,79</b>

Tabelle 24.5: Variante 2 Berechnung LCA

2 horizontale Bauteile	Maß aus Mengenermittlung	Erneuerungen [Stk]	Anzahl [Stk] oder Anteil [%]	Breite [m] o. Fläche [m²]	Rohdichte [kg/m³, m²,m]	Ergebnis	Globales Erwärmungspotenzial			
							GWP [kg CO2-Äqv.]			
2.4 Balkonplatte						A1-A3	B4	C2-C4	D	
Stahlprofil	42		1	0,0003	7850	98,91 kg	98,36	0,00	0,32	-22,06
Stahlprofil	67,5		1	0,0006	7850	317,93 kg	316,14	0,00	1,02	-70,90
Nadelschnittholz	52,5	1	1	0,02		1,05 m³	-775,85	61,32	837,17	-733,95
Stahlprofil	42		1	0,001	7850	329,70 kg	327,85	0,00	1,06	-73,52
Nadelschnittholz	36,00	1	1	0,03		1,08 m³	-798,01	63,07	861,09	-754,92
Konstruktionsvollholz	67,50	1	1	0,006		0,41 m³	-292,29	35,85	328,14	-284,63
PE-HD mit PP-Flies (Abdichtung)	36,00	1	1			36,00 m²	115,63	290,11	174,48	-157,82
EPS-Dämmplatte (grau)	36,00		1	0,04		1,44 m³	68,53	0,00	72,36	-34,95
Notabdichtung	36,00	1	1			36,00 m²	115,63	290,11	174,48	-157,82
Brettschichtholz	36,00		1	0,15		5,40 m³	-3.597,48	0,00	4.427,11	-1.723,14
							<b>-4.421,48</b>	<b>740,46</b>	<b>6.877,21</b>	<b>-4.013,72</b>
<b>2.5 Vordach</b>										
Stahlprofil	5,625		1	0,0006	7850	26,49 kg	26,35	0,00	0,09	-5,91
Nadelschnittholz	4,375	1	1	0,02		0,09 m³	-64,65	5,11	69,76	-61,16
Stahlprofil	7	1	1	0,001	7850	54,95 kg	54,64	54,82	0,18	-12,25
Konstruktionsvollholz	7	1	1	0,006		0,04 m³	-30,31	3,72	34,03	-29,52
Vegetationssubstrat	6,00	1	1	0,05	1400	420,00 kg	-19,70	-15,45	4,25	-1,72
PE-HD mit PP-Flies (Abdichtung)	6,00	1	1			6,00 m²	19,27	48,35	29,08	-26,30
EPS-Dämmplatte (grau)	6,00		1	0,04		0,24 m³	11,42	0,00	12,06	-5,82
Notabdichtung	6,00	1	1			6,00 m²	19,27	48,35	29,08	-52,61
Brettschichtholz	6,00		1	0,15		0,90 m³	-599,58	0,00	737,85	-287,19
							<b>-583,29</b>	<b>144,90</b>	<b>916,38</b>	<b>-482,49</b>



Tabelle 24.7: Variante 2 Berechnung LCA

3 Technische Anlagen	Maß aus Mengenermittlung	Erneuerungen [Stk]	Anzahl [Stk] oder Anteil [%]	Breite [m] o. Fläche [m²]	Rohdichte [kg/m³, m²,m]	Ergebnis	Globales Erwärmungspotenzial			
							GWP [kg CO2-Äqv.]			
						A1-A3	B4	C2-C4	D	
<b>3.1 Trinkwarmwasser-Bereitug</b>										
Umwälzpumpe >50W	1	4	1			1,00 St	13,23	54,84	0,48	-25,31
Pufferspeicher Edelstahl 300l	1	3	59,5			59,50 kg	241,45	844,43	40,03	-348,67
Polypropylen-Rohr dm 25mm	172	1	1	0,23		39,56 kg	103,65	231,39	127,74	-100,09
Rohrisolierung (PU-Schaum)	172	2	1	0,01131		1,95 m³	390,43	791,50	5,33	-11,98
							<b>748,75</b>	<b>1.922,16</b>	<b>173,57</b>	<b>-486,04</b>
<b>3.2 Heizung</b>										
Strom-WP Luft-Wasser 14 kW	1	2	1			1,00 St	642,60	1.385,06	49,93	-1.014,36
Umwälzpumpe 50-250W	1	4	1			1,00 St	26,46	109,67	0,96	-25,31
Polypropylen-Rohr dm 25mm	172	1	1	0,23		39,56 kg	103,65	231,39	127,74	-115,91
Rohrisolierung (PU-Schaum)	172	2	1	0,01131		1,95 m³	390,43	791,50	5,33	-7,38
FB-Heizung PP (20cm Abstand)	520,63		1			520,63 m²	2.544,33	0,00	2.567,86	-1.068,34
							<b>3.707,46</b>	<b>2.517,62</b>	<b>2.751,81</b>	<b>-2.231,30</b>
<b>3.3 Lüftung</b>										
Lüfter dezentral mit WRG 60m³/h	2628,5	3	0,35			16,00 St	405,28	1.435,12	73,09	-748,80
							<b>405,28</b>	<b>1.435,12</b>	<b>73,09</b>	<b>-748,80</b>
<b>3.4 PV-Anlage</b>										
PV-System 1000kWh/m²*a	153,2	2	1			153,20 m²	45.454,44	94.628,58	1.859,85	
Lithium-Eisen-Phosphat-Batterie	12		1			12,00 kWh	2.898,00	0,00	271,94	-423,48
							<b>48.352,44</b>	<b>94.628,58</b>	<b>2.131,79</b>	<b>-423,48</b>

Tabelle 24.8: Variante 2 Berechnung LCA

3 Technische Anlagen	Maß aus Mengenermittlung	Erneuerungen [Stk]	Anzahl [Stk] oder Anteil [%]	Breite [m] o. Fläche [m²]	Rohdichte [kg/m³, m²,m]	Ergebnis	Globales Erwärmungspotenzial			
							GWP [kg CO2-Äqv.]			
3.5 Fahrstuhl							A1-A3	B4	C2-C4	D
Komponenten pro 3m	4	3	1			4,00 St	3.877,20	11.678,69	15,70	-7.889,60
							<b>3.877,20</b>	<b>11.678,69</b>	<b>15,70</b>	<b>-7.889,60</b>
							Globales Erwärmungspotenzial			
							GWP [kg CO2-Äqv.]			
							A1-A3	B4	C2-C4	D
						<b>Technische Anlagen:</b>	<b>57.091,14</b>	<b>112.182,17</b>	<b>5.145,96</b>	<b>-11.779,22</b>

Tabelle 24.9: Variante 2 Berechnung LCA

4 Energiebedarf	Mengen aus Jahresenergiebedarf [kWh/a]	Anteil [%]	Jahre [a]	Ergebnis	Globales Erwärmungspotenzial	
					GWP [kg CO <sub>2</sub> -Äqv.]	
4.1 Strom					B6	D
Strom-Mix-Szenario 2020	15.629,00	100,00 %	50	781.450,00 kWh	460.586,63	
					<b>460.586,63</b>	
(4.2 Stromeinspeisung)	nicht berücksichtigt in LCA					
Strom-Mix-Szenario 2020	12.722,00	100,00 %	50	636.100,00 kWh		-374.917,34
					<b>-374.917,34</b>	
					Globales Erwärmungspotenzial	
					GWP [kg CO <sub>2</sub> -Äqv.]	
					B6	
				<b>Energie:</b>	<b>460.587</b>	

## **Anhang E: Plausibilitätsprüfung**

Im folgenden wird Variante 1 - übliche Bauweise blau dargestellt;  
 Variante 2 - ökologisch optimiert grün.

### Plausibilisierung der LCC:

Kosten im Modul A (Neubaukosten):

Umrechnung der bilanzierten Netto-Kosten in Brutto-Kosten:

Variante 1: 660.745,80 EUR x 1,19 = 786.287,50 EUR

Variante 2: 1.041.349,68 EUR x 1,19 = 1.239.206,12 EUR

Berechnung der nicht Berücksichtigten Kostengruppen:

KG 310 Baugrube/Erddararbeiten bei ca. 200 m<sup>3</sup> bei 33,55 EUR/m<sup>3</sup>: 6.710,00 EUR

KG 380 Baukonstruktive Einbauten mit 10,40 EUR/m<sup>2</sup>BGF: 8.372,00 EUR

KG 411 Abwasseranlagen mit 16,07 EUR/m<sup>2</sup>BGF: 12.936,35 EUR

KG 440 Elektrische Anlagen mit 36,18 EUR/m<sup>2</sup>BGF: 29.124,90 EUR

Summe: 57.143,25 EUR

Neubaukosten brutto:

Variante 1: 786.287,50 EUR + 57.143,25 EUR = 843.430,75 EUR

Variante 2: 1.239.206,12 EUR + 57.143,25 EUR = 1.296.349,37 EUR

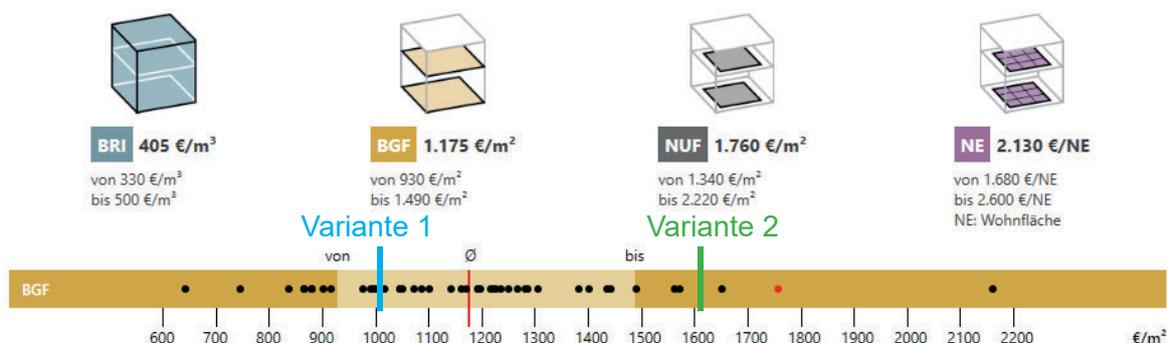
Neubaukosten bezogen auf die BGF von 805m<sup>2</sup>:

Variante 1: 843.430,75 EUR / 805 = 1.047,74 EUR/m<sup>2</sup>BGF

Variante 2: 1.296.349,37 EUR / 805 = 1.610,37 EUR/m<sup>2</sup>BGF

Einordnung zu anderen Mehrfamilienhäusern, mittlerer Standard:

Abbildung 38: Kostenkennwerte im Vergleich zu anderen MFH, mittlerer Standard



Quelle: BKI Kostenplaner 2021

**Plausibilisierung der LCA:**

GWP bezogen auf die WFL von 604m<sup>2</sup> und die Lebensdauer von 50 Jahren:

Variante 1: 1.372.136 kg CO<sub>2</sub> Äqv. / (604m<sup>2</sup> x 50a) = 45 kg CO<sub>2</sub> Äqv./ (m<sup>2</sup>WFL\*a)

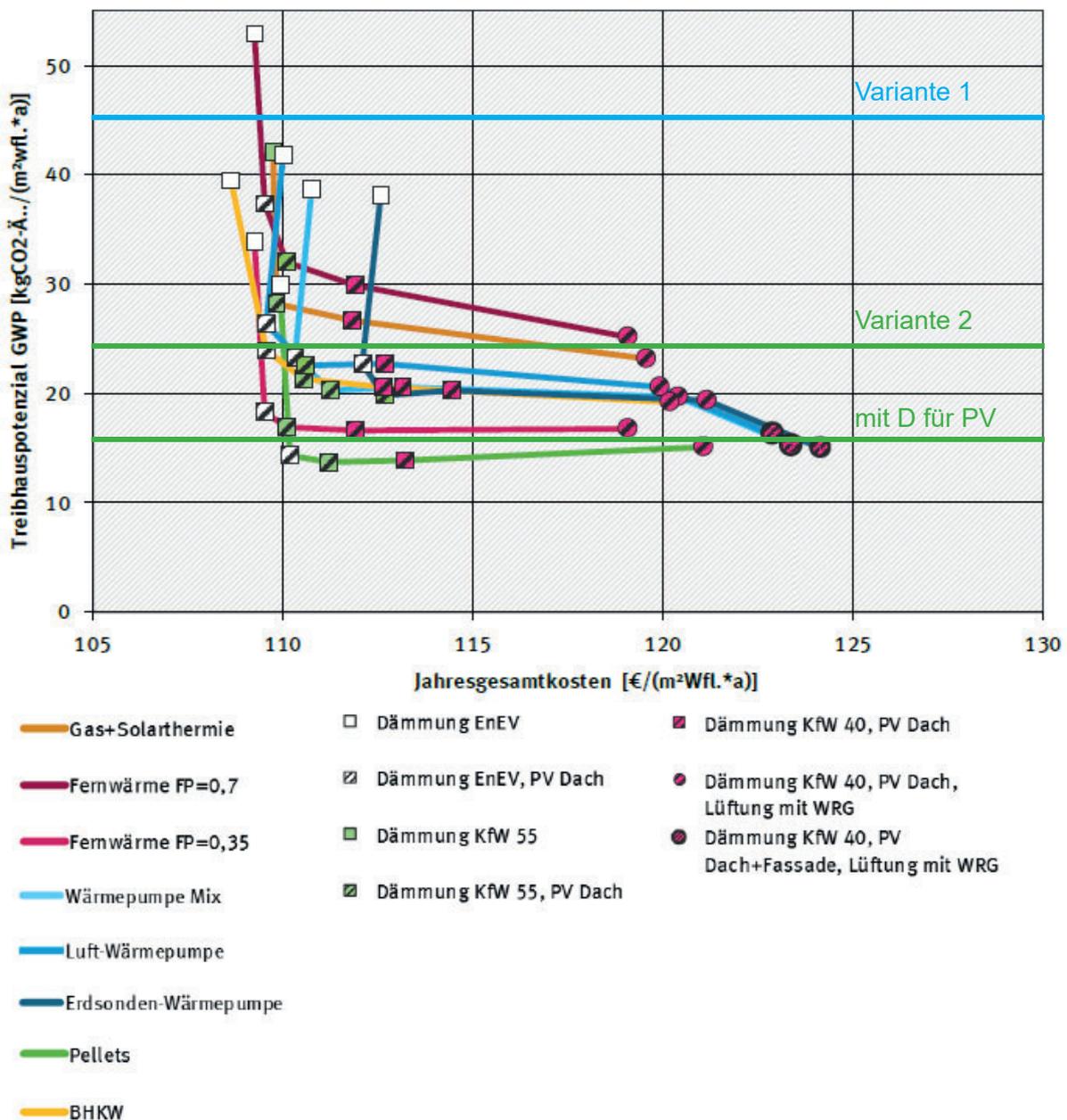
Variante 2: 686.033 kg CO<sub>2</sub> Äqv. / (604m<sup>2</sup> x 50a) = 23 kg CO<sub>2</sub> Äqv./ (m<sup>2</sup>WFL\*a)

Variante 2 mit Gutschrift für eingespeisten PV-Strom:

Variante 2: 482.837 kg CO<sub>2</sub> Äqv. / (604m<sup>2</sup> x 50a) = 16 kg CO<sub>2</sub> Äqv./ (m<sup>2</sup>WFL\*a)

Einordnung zu anderer LCA bei Mehrfamilienhäusern:

Abbildung 39: Einordnung der LCA zu anderen Untersuchungen an MFH



Quelle: UBA 2019, S.47

## Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, Richard Georg Mödinger, geboren am 01. April 1996,

(1) dass ich meine Masterarbeit mit dem Titel:

**„Wie viel kostet Klimaneutralität?  
LCC und LCA Berechnungen am Beispiel eines Mehrfamilienhauses“**

in der Fakultät Architektur und Gestaltung unter Anleitung von Professor Dr. Ing. Thomas Stark selbständig und ohne fremde Hilfe angefertigt habe und keine anderen als die angeführten Hildfen benutzt habe;

(2) dass ich die Übernahme wörtlicher Zitate, von Tabellen, Zeichnungen, Bildern und Programmen aus der Literatur oder anderen Quellen (Internet) sowie die Verwendung der Gedanken anderer Autoren an den entsprechenden Stellen innerhalb der Arbeit gekennzeichnet habe.

(3) dass die eingereichten Abgabe-Exemplare in Papierform und im PDF-Format vollständig übereinstimmen.

Ich bin mir bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben wird.

Konstanz, der 20. August 2021

