

## **Quartiersbezogene Energiebilanz und CO<sub>2</sub>-Emissionen**

### **Wohnbauentwicklung Zweibörn, Wiesbaden**

Ein Energiegutachten im Auftrag der Stadtentwicklungsgesellschaft Wiesbaden mbH (SEG)

Darmstadt, 13.10.2021

Autoren: Guillaume Behem  
Marc Großklos

**Quartiersbezogene Energiebilanz und CO<sub>2</sub>-Emissionen**  
**Wohnbauentwicklung Zweibörn, Wiesbaden**

Autoren: Guillaume Behem  
Marc Großklos

Darmstadt, 13.10.2021

Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU)  
Rheinstraße 65  
64295 Darmstadt  
Germany

Telefon +49 (0)6151 2904-0  
Fax +49 (0)6151 2904-97  
Internet [www.iwu.de](http://www.iwu.de)

## Inhalt

<b>1 Aufgabenstellung .....</b>	<b>4</b>
<b>2 Modellgebäude und Bilanzierungsansatz .....</b>	<b>5</b>
2.1 Modellgebäude.....	5
2.2 Bilanzierungsansatz .....	6
<b>3 Ergebnisse.....</b>	<b>7</b>
3.1 Modellgebäude: Energetische Bilanzierung.....	7
3.2 Hochrechnung auf das Quartier .....	7
3.3 Nähere Untersuchung des „Energieeffizienz-Szenario“ .....	10
3.4 Regelungsinhalte für die Bauleitplanung und vertragliche Regelungen .....	12
<b>4 Fazit.....</b>	<b>13</b>
<b>5 Anhang .....</b>	<b>14</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Auf das Quartier hochgerechnete jährliche End- und Primärenergiebedarfe sowie CO <sub>2</sub> -Emissionen .....	9
Abb. 2: Primärenergiebedarf und H <sub>T</sub> ' für die Modellgebäude MFH und RH im Zusammenhang mit den Grenzwerten .....	11

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Übersichtstabelle für die Modellgebäude „Mehrfamilienhaus“ und „Reihenhaus“ .....	5
Tab. 2: Verwendete CO <sub>2</sub> -Emissions- und Primärenergiefaktoren.....	6
Tab. 3: Energiebedarf und CO <sub>2</sub> -Emissionen für die Modellgebäude Mehrfamilienhaus und Reihenhaus .....	7
Tab. 4: Grundfläche der MFH und RH im Quartier .....	8
Tab. 5: Auf das Quartier hochgerechnete jährliche Energiebedarfe und CO <sub>2</sub> -Emissionen .....	9
Tab. 6: Energiebedarf und CO <sub>2</sub> -Emissionen für das Quartier über den Zeitraum von 30 Jahren .....	10

# 1 Aufgabenstellung

Ziel der Untersuchung war es, begleitend zur Aufstellung des Bebauungsplans für das Quartier Zweibörn in Wiesbaden die Energiebedarfe, die sich aus der Rahmenplanung ableiten lassen, zusammen mit der vorgesehenen Energieversorgung zu untersuchen. Die Energiebedarfsabschätzung erfolgte für das Baugebiet im geplanten Endzustand. Zunächst wurden Energiebedarfe für repräsentative Modellgebäude ermittelt. Anschließend wurden die Bedarfe auf den Gesamtgebäudebestand im Baugebiet auf Basis der Baufelder und Geschossflächen hochskaliert. Als Untersuchungsbasis wurden für zwei Modellgebäude zwei Energiestandards und zwei Wärmeversorgungsvarianten definiert. Die zwei Modellgebäude wurden mit der SEG abgestimmt und spiegeln eine typische Kubatur der künftigen Wohnbebauung des Quartiers Zweibörn wider:

- kleines Reihenmittelhaus (RH) mit zwei Vollgeschossen und einem Staffelgeschoss (II+)
- großes freistehendes Mehrfamilienhaus (MFH) mit vier Vollgeschossen und einem Staffelgeschoss (IV+)

Für jedes Beispielgebäude wurden drei Varianten gerechnet. Die Wärmeversorgungsvarianten ergaben sich aus den „Anforderungen an Energiekonzepte für (Wohn-)Quartiere“ der Landeshauptstadt Wiesbaden und in Absprache mit SEG:

- „Standard-Szenario“: Mindestanforderungen nach Gebäudeenergiegesetz (GEG) mit Gas-Brennwertkessel und Solarthermie
- „Vergleichs-Szenario“: Mindestanforderungen nach GEG mit Fernwärme
- „Energieeffizienz-Szenario“: KfW Effizienzhaus 55-Standard (KfW55) mit Fernwärme

Die Ergebnisse (spezifische End- und Primärenergiebedarfe, sowie CO<sub>2</sub>-Emissionen) wurden erst für jedes Modellgebäude berechnet und dann hochskaliert auf das Quartier. Ausgewiesen wurden jeweils die Einsparungen an End- und Primärenergie sowie die Einsparungen an CO<sub>2</sub>-Emissionen für ein Jahr und über den Zeitraum von 30 Jahren im Vergleich zum Standard-Szenario.

Die Betrachtung der Kosten und der Wirtschaftlichkeit sowie die Lebenszyklusanalyse sind auf Wunsch des Auftraggebers nicht Gegenstand der Untersuchung. Grund hierfür ist, dass bei der bislang rein städtebaulich vorliegenden Konzeption nur sehr vage wirtschaftliche Aussagen abgeleitet werden und die Lebenszykluskosten sehr individuell sein können — je nach Hochbauarchitektur, Nutzungen, Eigentums- bzw. Bestandhaltermodell etc. In den Betrachtungen zum Energieeffizienz-Szenario wurde untersucht, ob die Versorgungsvariante mit Fernwärme in Kombination mit unterschiedlichen Energiestandards der Gebäudehülle zur Erfüllung der Anforderungen des Umweltamtes der Landeshauptstadt Wiesbaden an „Neubau Wohnen“ geeignet ist.

Im Anhang ist der von SEG gelieferte Rahmenplanentwurf zu finden, der als Basis dieser Untersuchung verwendet wurde. Auf diesem Entwurf sind die quartiers- und baufeldbezogenen städtebaulichen Kennwerte dargestellt. Nach dem Rahmenplanentwurf mit Stand Juli 2021 besteht das Quartier aus neun Baufeldern, die mit Mehrfamilienhäusern, Reihenhäusern, Kitas, Nahversorger und Quartiersgarage bebaut werden sollen. Nur die Wohngebäude waren Teil dieser Untersuchung.

## 2 Modellgebäude und Bilanzierungsansatz

### 2.1 Modellgebäude

Die Modellgebäude, die für die Berechnungen verwendet wurden, basieren auf Plänen von existierenden Gebäuden, um eine realitätsnahe Bilanzierung sicherzustellen.

- Als Modellgebäude für das Mehrfamilienhaus wurde ein Gebäude mit vier Vollgeschossen, Staffelgeschoss und Kellergeschoss verwendet. Es besitzt eine beheizte Wohnfläche von 1.386 m<sup>2</sup> und eine Nettogrundfläche (NGF) von 1.764 m<sup>2</sup>. Das Gebäude ist 31,8 m lang und 13 m tief (Abmessungen Rohbau).
- Das Modellgebäude für die Reihenhäuser ist ein Reihemittelhaus mit 145 m<sup>2</sup> beheizte Wohnfläche, zwei Vollgeschossen, einem Staffelgeschoss und fehlender Unterkellerung.

Die Eigenschaften der zwei verwendeten Modellgebäude sind in Tabelle 1 dargestellt. Bei den GEG-Varianten wurde der Mindest-Energiestandard der Gebäudehülle verwendet.

**Tab. 1: Übersichtstabelle für die Modellgebäude „Mehrfamilienhaus“ und „Reihenhaus“**

		Modellgebäude Mehrfamilienhaus			Modellgebäude Reihenhaus		
		Variante 1 „Standard-Szenario“	Variante 2 „Vergleichs-Szenario“	Variante 3 „Energieeffizienz-Szenario“	Variante 1 „Standard-Szenario“	Variante 2 „Vergleichs-Szenario“	Variante 3 „Energieeffizienz-Szenario“
<b>Energetischer Standard</b>		GEG	GEG	KfW 55	GEG	GEG	KfW 55
<b>Nettogrundfl (NGF) [m<sup>2</sup>]</b>		1.764			145		
<b>Anzahl Geschosse</b>		4 Vollgeschosse, 1 Staffelgeschoss, 1 KG			2 Vollgeschosse, 1 Staffelgeschoss		
<b>Anzahl Wohneinheiten</b>		20			1		
<b>Unterkellert</b>		Kellergeschoss unbeheizt, Treppenhausabgang geheizt			nicht unterkellert		
<b>Gebäudehülle</b>							
<b>U-Werte [W/(m<sup>2</sup>·K)]</b>	<b>Dach</b>	0,20	0,20	0,14	0,20	0,20	0,13
	<b>Außenwände</b>	0,28	0,28	0,19	0,28	0,28	0,19
	<b>Fenster/Fenster-türen</b>	1,30	1,30	0,87	1,30	1,30	0,86
	<b>Haustür</b>	1,80	1,80	1,16	1,80	1,80	1,14
	<b>Bodenplatte/Kellerdecke</b>	0,35	0,35	0,24	0,35	0,35	0,24
<b>Wärmebrückenzuschlag [W/(m<sup>2</sup>·K)]</b>		0,05	0,05	0,035	0,05	0,05	0,035
<b>H<sub>T</sub>' [W/(m<sup>2</sup>·K)]</b>		0,497	0,497	0,340	0,428	0,428	0,295
<b>Anlagentechnik</b>							
<b>Wärmeerzeuger</b>		Gas-Brennwert-Kessel mit Solarthermie	Fernwärme	Fernwärme	Gas-Brennwert-Kessel mit Solarthermie	Fernwärme	Fernwärme
<b>Speicher</b>		Warmwasser-Speicher			WW-Kombi-Speicher	kein Speicher	kein Speicher
<b>Warmwasserzirkulation</b>		vorhanden			vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
<b>Wärmeübergabe</b>		Fußbodenheizung			Fußbodenheizung		
<b>Vor- und Rücklauftemperatur [°C]</b>		55/45 °C			55/45 °C		
<b>Lüftungsanlage</b>		Abluftanlage			Abluftanlage		

Quelle: Eigene Darstellung

## 2.2 Bilanzierungsansatz

Für die Energiebilanzen wurde die Software ZUB Helena Ultra von ZUB Systems GmbH verwendet.

Zusätzlich zum Wärmebedarf für Heizung und Warmwasser wurden alle im Gebäude benötigten Stromverbräuche für Hilfsenergie zur Versorgung mit Heizwärme, Warmwasser und Lüftung nach GEG berücksichtigt. Der Haushaltsstrom der Wohnungen war nicht Teil der Bilanzierung. In allen Betrachtungen wurde davon ausgegangen, dass durch baulich-konstruktive Maßnahmen (insbesondere Fensterflächenanteil, Verschattung) auf eine Klimatisierung der Gebäude verzichtet werden kann. Dadurch entfällt die Berechnung des Kältebedarfes.

Bei der Abmessung der Bauteilflächen wurde die Dämmdicke mitberücksichtigt. Das hat zu Folge, dass effizientere Varianten mit dickerer Dämmung (KfW55-Variante) leicht größere Bauteilflächen (Außenmaßbezug) im Vergleich zu der GEG-Variante aufweisen.

Eine Anforderung der SEG war, bei den GEG-Varianten die U-Werte des GEG-Referenzgebäudes zu verwenden. Um bei dieser Variante den Primärenergie-Zielwert zu erreichen, musste die Solarthermie-Anlage großzügig dimensioniert werden. Dadurch werden hohe solare Deckungsgrade von 81 % beim RH und 82 % beim MFH erreicht.

Für die Fernwärme-Varianten wurde die Wiesbadener Fernwärme der ESWE Versorgungs AG berücksichtigt. Dazu wurden die aktuell gültigen Primärenergie- und CO<sub>2</sub>-Faktoren vom Versorger bereitgestellt. Der Primärenergiefaktor beträgt 0,15 mit 58 % Wärme aus regenerativer Primärenergie. Nach GEG § 22 (3) kann der Primärenergiefaktor eines Fernwärmenetzes, der unter 0,3 liegt, nicht direkt für Bilanzierungen verwendet werden. Der Primärenergiefaktor darf unter 0,3 liegen, nur „wenn der Wert von 0,3 um den Wert von 0,001 für jeden Prozentpunkt des aus erneuerbaren Energien oder aus Abwärme erzeugten Anteils der in einem Wärmenetz genutzten Wärme verringert wird“<sup>1</sup>. In diesem Fall ergibt sich ein Primärenergiefaktor von 0,24, der für die Bilanzierungen verwendet wurde. Der CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor für das Fernwärmenetz wurde direkt vom Fernwärmeversorger ESWE übernommen und beträgt 95,6 kg<sub>CO<sub>2</sub></sub>/MWh<sub>Endenergie</sub>. Da die CO<sub>2</sub>-Faktoren in ZUB Helena nicht frei editierbar sind, wurden die CO<sub>2</sub>-Emissionen nach der Bilanzierung auf Basis des Endenergieverbrauchs umgerechnet.

**Tab. 2: Verwendete CO<sub>2</sub>-Emissions- und Primärenergiefaktoren**

		Quellen
<b>Primärenergiefaktoren</b>		
<b>Strommix</b>	1,8	GEG Anlage 4
<b>Fernwärme</b>	0,24	Eigene Berechnungen basierend auf dem Zertifikat
<b>Erdgas</b>	1,1	GEG Anlage 4
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren</b>		
<b>Strommix</b>	560 g <sub>CO<sub>2</sub></sub> /kWh	GEG Anlage 9
<b>Fernwärme</b>	95,6 g <sub>CO<sub>2</sub></sub> /kWh	Wert des ESWE-Zertifikats
<b>Erdgas</b>	240 g <sub>CO<sub>2</sub></sub> /kWh	GEG Anlage 9

Quelle: Eigene Darstellung

<sup>1</sup> Gebäudeenergiegesetz § 22: [http://www.gesetze-im-internet.de/geg/\\_22.html](http://www.gesetze-im-internet.de/geg/_22.html)

Für eine realitätsnahe Betrachtung der Leitungslängen für die Warmwasserverteilung wurden diese separat anhand der Formeln aus dem Forschungsbericht Kurzverfahren Energieprofil<sup>2</sup> berechnet. Die Nichtwohngebäude (Kita, Quartiersgarage, Geschäfte), die sich auf dem Gelände befinden, sind nicht Teil der Bilanzierung. Bei Mischnutzung wurden nur die Wohnflächen bilanziert.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Modellgebäude: Energetische Bilanzierung

Die Ergebnisse der energetischen Bilanzierung für die Modellgebäude Mehrfamilienhaus und Reihenhaus sind in Tabelle 3 dargestellt. Es handelt sich um die jährlichen End- und Primärenergiebedarfe, sowie die CO<sub>2</sub>-Emissionen.

**Tab. 3: Energiebedarf und CO<sub>2</sub>-Emissionen für die Modellgebäude Mehrfamilienhaus und Reihenhaus**

Daten aus der Bilanzierung der Modellgebäuden		Einheit	Modellgebäude Mehrfamilienhaus			Modellgebäude Reihenhaus		
			V1: GEG	V2: GEG+FW	V3: KfW55+FW	V1: GEG	V2: GEG+FW	V3: KfW55+FW
	Nettogrundfläche	m <sup>2</sup>	1.764			145		
Absolut	Endenergiebedarf (mit Solarthermie)	kWh/Jahr	68.833	68.655	48.711	6.932	6.340	4.426
	Primärenergiebedarf		43.047	18.354	13.506	4.458	1.685	1.189
	CO <sub>2</sub> -Emissionen	t <sub>CO<sub>2</sub></sub> /Jahr	9,73	7,12	5,20	1,02	0,65	0,46
Spezifisch	Endenergiebedarf (mit Solarthermie)	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> ·Jahr)	39	38,9	27,6	47,7	43,6	30,5
	Primärenergiebedarf		24,4	10,4	7,7	30,7	11,6	8,2
	CO <sub>2</sub> -Emissionen	kg <sub>CO<sub>2</sub></sub> /(m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> ·Jahr)	5,5	4,0	2,9	7,0	4,5	3,2

Quelle: Eigene Darstellung

#### 3.2 Hochrechnung auf das Quartier

Nach BauNVO 1990 wird die Geschossflächenzahl (GFZ) wie folgt gerechnet:

$$GFZ = \frac{\text{Gebäudefläche}}{\text{Baugrundstücksfläche}}$$

Als Gebäudefläche wird die Außenmaßfläche der Vollgeschosse gezählt (ohne Staffelgeschoss und Untergeschoss, ohne Terrassen oder Balkone und ohne Dachüberstände). Anhand der GFZ und der Grundstücksflächen, die im Rahmenplan genannt sind, konnten Gebäudeflächen abgeleitet werden. Es wurde davon ausgegangen, dass alle Reihenhäuser identisch sind und eine Bruttogrundfläche (BGF) von 165 m<sup>2</sup> besitzen.

Für die Mehrfamilienhäuser wurde unter Berücksichtigung der Geschossanzahl in Verbindung mit der GFZ je Baufeld die BGF ermittelt. Die BGFs wurden in Nettogrundfläche (NGF) anhand des Verhältnis BGF/NGF aus den Modellgebäuden konvertiert. Die BGFs und NGFs sind in Tabelle 4 zusammengefasst. Es ergibt sich eine gesamte BGF von 70.549 m<sup>2</sup> für Mehrfamilienhäuser und 9.400m<sup>2</sup> für Reihenhäuser. Nach dem Rahmenplan sind 749 Wohneinheiten im Quartier vorhanden. Unter Berücksichtigung eines durchschnittlichen Wertes

<sup>2</sup> „Entwicklung eines vereinfachten, statistisch abgesicherten Verfahrens zur Erhebung von Gebäudedaten für die Erstellung des Energieprofils von Gebäuden“, Institut Wohnen und Umwelt 2005

von 2,1 Personen pro Wohneinheit (in Absprache mit SEG) ergibt sich eine Bevölkerungszahl von 1.573 Personen.

**Tab. 4: Grundfläche der MFH und RH im Quartier**

Baufeld Nr.	Nettobauland [m <sup>2</sup> ]	GRZ	GFZ	Anzahl Wohneinheiten	Grundfläche [m <sup>2</sup> ]	Geschossfläche [m <sup>2</sup> ]	Anzahl Gebäude	Gebäudetypen	BGF MFH [m <sup>2</sup> ]	BGF RH [m <sup>2</sup> ]
1.1	8.192	0,517	2,240	104	4.235	18.350	6	MFH, Quartiersgarage	10.400	0
1.2	10.118	0,422	1,540	161	4.270	15.582	10	MFH, Nahversorger	16.468	0
2	1.592	0,428	1,608	20	681	2.560	3	MFH, Gewerbe in EG	1.920	0
3.1	1.874	0,393	1,468	31	736	2.751	1	nur MFH	3.267	0
3.2	2.384	0,377	1,300	36	899	3.099	2	nur MFH	3.763	0
4	3.189	0,451	1,185	28	1.438	3.779	3	MFH, Kita	2.494	0
5.1	5.004	0,327	1,303	74	1.636	6.520	4	nur MFH	7.671	0
5.2	4.984	0,328	1,308	74	1.635	6.519	4	nur MFH	7.669	0
5.3	5.102	0,356	1,533	87	1.816	7.821	4	nur MFH	9.056	0
6.1	2.666	0,284	0,589	15	757	1.570	10	MFH und RH	614	1.485
6.2	4.062	0,347	1,137	53	1.410	4.618	4	nur MFH	5.311	0
7.1	2.572	0,349	0,653	14	898	1.680	14	nur RH	0	2.309
7.2	4.214	0,335	0,626	22	1.412	2.638	22	nur RH	0	3.627
8	3.632	0,363	0,818	30	1.318	2.971	13	MFH und RH	1.915	1.978
9	3.367	0,286	0,535	0	963	1.801	1	Kita	0	0
<b>Gesamte BGF [m<sup>2</sup>]</b>									<b>70.549</b>	<b>9.400</b>
<b>Gesamte NGF [m<sup>2</sup>]</b>									<b>60.347</b>	<b>8.012</b>

Quelle: Eigene Darstellung

Die NGFs wurden dann mit den spezifischen Energiebedarfen und CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Tabelle 3 multipliziert, um die Ergebnisse auf das Quartier hochzurechnen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 5 und Bild 1 dargestellt. Die Hochrechnung der Ergebnisse über den Zeitraum von 30 Jahren wurde in Tabelle 6 dargestellt.

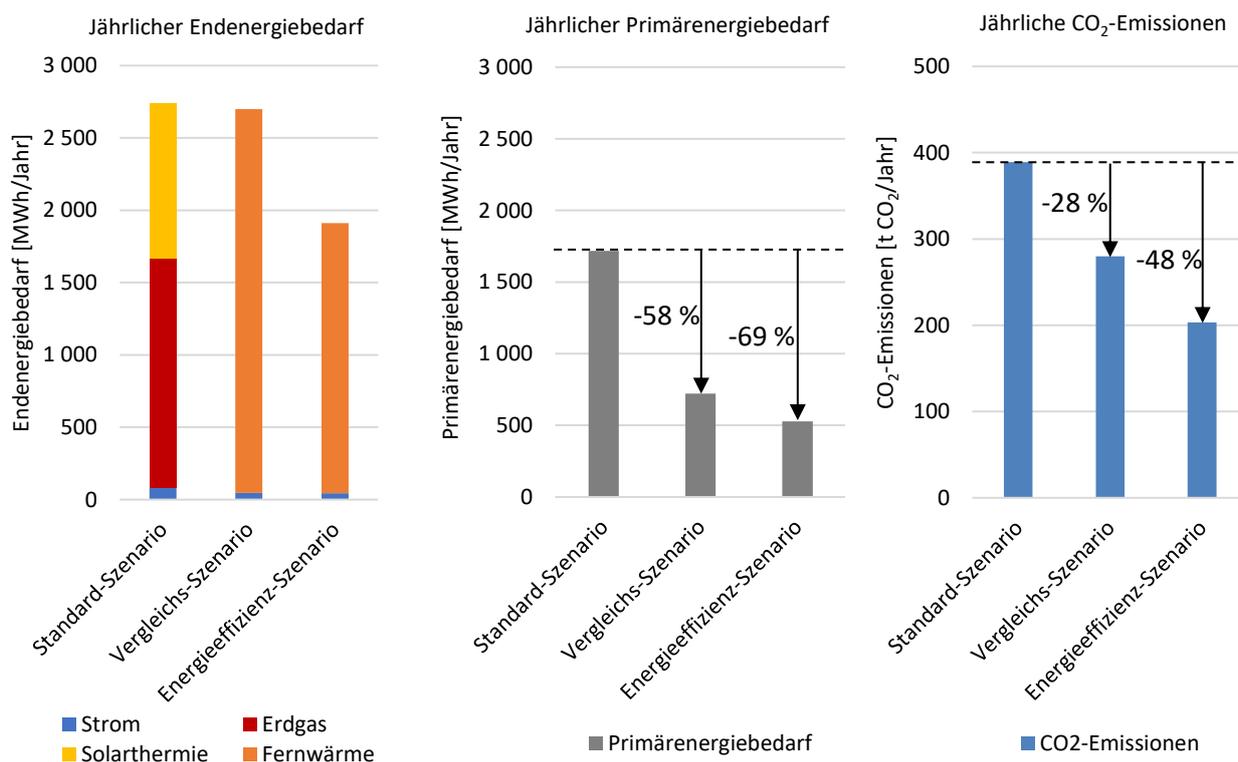
Der Endenergiebedarf bezeichnet die Energiemenge, die den Anlagen für Heizung, Warmwasserbereitung und Lüftung zur Verfügung gestellt werden. Er beinhaltet sowohl erneuerbare als auch nicht-erneuerbare Energiequellen. Der Primärenergiebedarf berücksichtigt zusätzlich zum Endenergiebedarf alle vorgelagerten Prozessketten der Energieerzeugung (die Gewinnung, Verteilung, Umwandlung) bis hin zum Hausanschluss. Wie beim Energieausweis wird in dieser Untersuchung nur der nicht-erneuerbare Anteil der Primärenergie berücksichtigt. Da erneuerbare Energiequellen in allen Varianten in Form von Solarthermie oder regenerativem Anteil in der Fernwärme verwendet werden, sind die dargestellten Primärenergiebedarfe kleiner als die Endenergiebedarfe.

**Tab. 5: Auf das Quartier hochgerechnete jährliche Energiebedarfe und CO<sub>2</sub>-Emissionen**

	Einheit	V1: „Standard- Szenario“	V2: „Vergleichs- Szenario“	V3: „Energieeffizi- enz-Szenario“
<b>Endenergiebedarf gesamt</b>	MWh/Jahr	2.737	2.698	1.910
<b>Primärenergiebedarf</b>		1.718	721	528
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen</b>	t CO <sub>2</sub> /Jahr	389	280	203
<b>Jährliche Endenergieeinsparungen</b>	MWh/Jahr	-	-39	-826
	%	-	-1 %	-30 %
<b>Jährliche Primärenergieeinsparungen</b>	MWh/Jahr	-	-998	-1.191
	%	-	-58 %	-69 %
<b>Jährliche CO<sub>2</sub>-Einsparungen</b>	t/Jahr	-	-109	-186
	%	-	-28 %	-48 %

Quelle: Eigene Darstellung

**Abb. 1: Auf das Quartier hochgerechnete jährliche End- und Primärenergiebedarfe sowie CO<sub>2</sub>-Emissionen**



Quelle: Eigene Darstellung

**Tab. 6: Energiebedarf und CO<sub>2</sub>-Emissionen für das Quartier über den Zeitraum von 30 Jahren**

	Einheit	V1: „Standard-Szenario“	V2: „Vergleichs-Szenario“	V3: „Energieeffizienz-Szenario“
<b>Endenergiebedarf gesamt</b>	MWh	82.102	80.940	57.308
<b>Primärenergiebedarf</b>		51.547	21.621	15.825
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen</b>	tCO <sub>2</sub>	11.667	8.391	6.095
<b>Endenergieeinsparungen über 30 Jahren</b>	MWh	-	-1.162	-24.794
	%	-	-1 %	-30 %
<b>Primärenergieeinsparungen über 30 Jahren</b>	MWh	-	-29.926	-35.722
	%	-	-58 %	-69 %
<b>CO<sub>2</sub>-Einsparungen über 30 Jahren</b>	tCO <sub>2</sub>	-	-3.276	-5.572
	%	-	-28 %	-48 %

Quelle: Eigene Darstellung

Die Untersuchung zeigt einerseits, dass die Vergleichs-Variante zu 58 % Primärenergieeinsparungen und 28 % CO<sub>2</sub>-Einsparungen im Vergleich zu der Standard-Variante führt. Andererseits führt die Energieeffizienz-Variante zu 69 % Primärenergieeinsparungen und 48 % CO<sub>2</sub>-Einsparungen im Vergleich zu der Standard-Variante.

### 3.3 Nähere Untersuchung des „Energieeffizienz-Szenario“

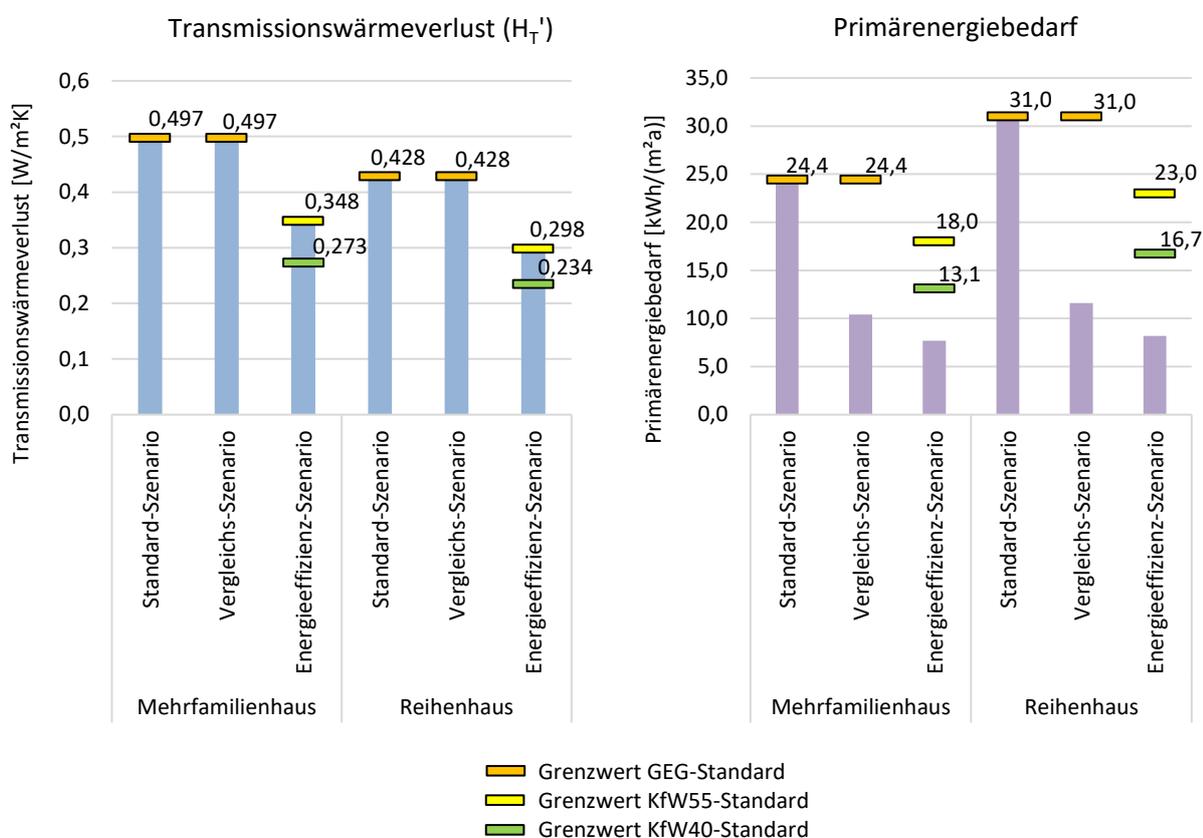
Es wurde in den Betrachtungen zum „Energieeffizienz-Szenario“ zusätzlich untersucht, ob die Versorgungsvariante mit Fernwärme in Kombination mit unterschiedlichen Energiestandards der Gebäudehülle zur Erfüllung der Anforderungen der Landeshauptstadt Wiesbaden an „Neubau Wohnen“ geeignet ist.

Diese Anforderung für Wohnquartiere lautet: „Unterschreitung der gesetzlichen Vorschriften (EnEV 2016) um 60 %“. Nach Absprache der SEG mit dem Umweltamt der Stadt Wiesbaden handelt es sich um eine Unterschreitung des Primärenergiebedarfs um 60 % im Vergleich zu dem Standard-Szenario nach GEG (2020 wurde die EnEV 2016 mit dem Gebäudeenergiegesetz, kurz GEG, ersetzt).

Wie in Abb. 1 dargestellt, erfüllt das „Energieeffizienz-Szenario“ mit KfW55-Standard und Fernwärme mit einer Reduktion des Primärenergiebedarfs um 69 % im Vergleich zum Standard-Szenario dieses Ziel. Bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen ergibt sich eine CO<sub>2</sub>-Einsparung von 48 %.

Durch den niedrigen Primärenergiefaktor des Fernwärmenetzes wird sogar die Primärenergieanforderung des ambitionierten KfW-Effizienzhaus-40-Standards (KfW40) erfüllt, wie in Abb. 2 (rechts) dargestellt. Um den KfW40-Standard auch bei der Nebenanforderung des Transmissionswärmeverlusts zu erreichen, muss aber zusätzlich eine verbesserte Gebäudehülle umgesetzt werden (siehe Abb. 2, links). Um dieses Ziel zu erreichen, wäre eine Reduzierung aller U-Werte um 28 % beim MFH bzw. um 30 % beim RH im Vergleich zu den U-Werten des Energieeffizienz-Szenario erforderlich.

**Abb. 2: Primärenergiebedarf und  $H_T'$  für die Modellgebäude MFH und RH im Zusammenhang mit den Grenzwerten**



Quelle: Eigene Darstellung

Wenn zusätzlich zu den obengenannten KfW40-Anforderungen Photovoltaik-Anlagen mit Batteriespeicher, Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung und Benutzerinterfaces zur Visualisierung von Stromerzeugung und -verbrauch eingebaut werden, könnte der KfW-Effizienzhaus-40-Plus-Standard (KfW40 Plus) erreicht werden. Durch geringeren Energiebedarf und regenerative Stromerzeugung vor Ort könnte dieser Standard einen noch höheren Beitrag zum Klimaschutz gewährleisten. Zudem stehen Fördermitteln von der KfW-Bank in Form von zinsgünstigen Darlehen für diesen Standard zur Verfügung (Kredit Nr. 153 „Energieeffizient Bauen“<sup>3</sup>). Für den KfW40-Standard sind Tilgungszuschüsse von bis zu 24.000 € pro Wohneinheit erhältlich, und bis zu 30.000 € pro Wohneinheit für den KfW40-Plus-Standard<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Neubau/F%C3%B6rderprodukte/Energieeffizient-Bauen-\(153\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Neubau/F%C3%B6rderprodukte/Energieeffizient-Bauen-(153)/)

### 3.4 Regelungsinhalte für die Bauleitplanung und vertragliche Regelungen

Zur Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen in Baugebieten müssen die energetischen Ziele an die Erwerber der Grundstücke weitergegeben werden. Einer Festlegung im Bebauungsplan sind sehr enge Grenzen gesetzt. Nach § 9 Abs. 1 Nr. 23 b) BauGB dürfen Flächen für die „... Erzeugung, Nutzung und Speicherung von Strom, Wärme oder Kälte aus erneuerbaren Energien oder Kraft-Wärme-Kopplung ...“ festgelegt werden. Die Festsetzung von energetischen Zielen in Bebauungsplänen ist rechtlich umstritten. Im Hinblick auf die Energieversorgung kann der Bebauungsplan zumindest Regelungsinhalte enthalten wie eine Ausweisung von Flächen zur Energieerzeugung (hier nicht erforderlich, da die Erzeugung außerhalb des zu beplanenden Quartiers erfolgt und ein Transport im Fernwärmenetz geschieht) bzw. auch zur Energieumwandlung enthalten, wie z. B. die Verortung öffentlicher Flächen für Trafo-Stationen des Stromverteilnetzes. Festsetzungen für die Photovoltaik lassen sich nur indirekt treffen. In Betracht kommen dabei zuträgliche Regelungen, die die anderweitige Nutzung von Dachflächen auf Gebäuden bzw. Nebenanlagen insofern einschränken, dass keine intensive Nutzung wie Dachterrassen und größere Aufbauten zulässig ist, sondern bspw. ein Mindestanteil für Dachbegrünung verbleibt, der mit Photovoltaik-Modulen oder bspw. Retentionsfunktionen kombinierbar ist.

Deutlich umfangreichere Möglichkeiten bestehen bei städtebaulichen Verträgen oder im Rahmen von privatrechtlichen Grundstückskaufverträgen. Voraussetzung ist, dass die Kommune Eigentümerin der Grundstücke ist oder einen Dritten mit dem Erwerb der Grundstücke beauftragt.

Im Rahmen solcher Verträge können u. a. folgende Punkte bezüglich einer klimafreundlichen Bebauung aufgenommen werden<sup>4</sup>:

- Anforderungen an den auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche des Gebäudes bezogenen spezifischen Transmissionswärmeverlust  $H'_T$  in Bezug zur EnEV/GEG
- Anforderungen an den Jahresheizwärmebedarf
- Vorgabe bestimmter Heizungsanlagen
- Anschluss- und Benutzungspflichten für Fern- oder Nahwärmeeinrichtungen
- Festlegung zentraler Wärmeversorgung, des Energieträgers, der effizienten Speicherung und Verteilung der Wärme sowie der regenerativen Unterstützung der Energieversorgung
- Verpflichtung zu aktiver Solarenergienutzung

Werden Anforderungen nicht eingehalten, können Vertragsstrafen vorgesehen werden.

Im Folgenden finden sich Formulierungsvorschläge möglicher Vertragsregelungen zur Umsetzung der in der vorliegenden Untersuchung diskutierten energetischen Standards (Zielformulierungen aus der Rahmenplanung und der Überprüfung für die Bauleitplanung):

Energetischer Gebäudestandard (in Klammer die Zahlenwerte für weitergehende Klimaschutzstandards)

Es wird für die Umsetzung des neu zu schaffenden Planungsrechts angestrebt, die Wohngebäude so zu errichten, dass ihr auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche des Gebäudes bezogener spezifischer Transmissionswärmeverlust  $H'_T$  maximal 70 (55) % des Wertes des entsprechenden Referenzgebäudes nach GEG entspricht. Gleichzeitig darf der Jahresprimärenergiebedarf des Gebäudes bei maximal 55 (40) % des entsprechenden Referenzgebäudes nach GEG liegen.

---

<sup>4</sup> Leitfaden Klimaschutz und Stadtplanung Augsburg

### Anschluss an das Fernwärmenetz

Die Gebäude sind im Interesse der Luftreinhaltung an die Fernwärmeversorgung aus Kraft-Wärme-Kopplung für Beheizung und Brauchwassererwärmung anzuschließen. Der Betrieb von Feuerungsanlagen anderer Art (mit festen oder flüssigen Brennstoffen) ist nicht oder nur in Ausnahmefällen, insbesondere im Falle bestehender Versorgungsleitungen z. B. Gas gestattet.

Über die in dieser Untersuchung betrachteten Standards hinaus können auch weitere Aspekte zur Minimierung der Treibhausgas-Emissionen in Verträgen berücksichtigt werden – hierbei handelt es sich um Zielformulierungen. Die Gebäudedächer sollten vollständig für die Solarenergienutzung vorgesehen werden, abzüglich von Abstandsflächen, technischen Aufbauten etc. Mindestens sollten jedoch 50 % der überbauten Grundfläche für Solarenergie (bevorzugt Photovoltaik) genutzt werden. Die Stromerzeugung aus Photovoltaik-Anlagen kann entweder im Eigenbetrieb oder auf der Basis von Contracting-Modellen erfolgen. Die Verteilungen für Heizung und Warmwasserversorgung außerhalb der thermischen Hülle sollten mit der doppelten Dämmstärke der GEG-Anforderungen ausgeführt werden, um so die Verteilverluste der Gebäude zu minimieren. Nah-/Fernwärmeleitungen sollten mit der Dämmreihe/-serie 3 (höchster Dämmstandard bei vorgedämmten Rohren) ausgeführt werden, da damit die Verteilverluste der Fernwärme minimiert werden können und sich die Umweltbilanz sowie die Betriebskosten der Fernwärme weiter verbessern.

## **4 Fazit**

Begleitend zur Aufstellung des Bebauungsplans für das Quartier Zweibörn in Wiesbaden wurden die Energiebedarfe, die sich aus der Rahmenplanung ableiten lassen, zusammen mit der vorgesehenen Energieversorgung untersucht. Zwei Modellgebäude wurden auf Basis realer Gebäudedaten entwickelt, um die Energiebedarfe für die im Quartier vorhandenen Mehrfamilienhäuser und Reihenhäuser abzubilden. Drei energetische Varianten wurden für das Quartier berechnet:

- eine „Standard-Variante“ nach GEG-Mindestanforderungen,
- eine „Vergleichs-Variante“ in GEG-Standard und mit Fernwärme sowie
- eine „Energieeffizienz-Variante“ mit Fernwärme im KfW55-Standard.

Im Vergleich zu den GEG-Mindestanforderungen führen die Vergleichs-Variante bzw. die Energieeffizienz-Variante zu 58 % bzw. 69 % Primärenergieeinsparungen, verbunden mit CO<sub>2</sub>-Einsparungen von 28 % bzw. 48 %. Wenn nur der Primärenergiebedarf betrachtet wird, wird mit der Energieeffizienz-Variante die Anforderung an Energiekonzepte des Umweltamtes der Stadt Wiesbaden erfüllt, da der Primärenergiebedarf den Wert der Standard-Variante nach GEG um mehr als 60 % unterschreitet. Gebietsbezogen wird das Klimaschutz-Szenario des Umweltamtes erfüllt, auf Gebäudeebene kann und sollten die Bauherren nach Möglichkeit auch bessere Energieeffizienz-Standards anstreben.

# 5 Anhang



## VORABZUG

Wiesbaden Südost - Südlich des Dankwardwegs - Zweifelhörn

Rahmenplan - Variante 1

Alle Angaben sind Circa Angaben ohne Gewähr! Die dargestellte Konzeption stellt keine fertige Planung dar und ist vorbehaltlich der weiteren Abstimmung mit den zuständigen Ämtern und Fachplanern zu verstehen.



### Städtebauliche Kennwerte

**Insgesamt:**  
Bruttobaufläche: 99.390m<sup>2</sup>  
Nettobaufläche: 62.952m<sup>2</sup>  
Verkehrsflächen insgesamt: 22.712 m<sup>2</sup>  
Äußere Erschließung: a) 5.017 m<sup>2</sup>, b) 1.938 m<sup>2</sup>, c) 7.219 m<sup>2</sup>  
Innere Erschließung: 8.538 m<sup>2</sup>  
Grünflächen: 13.726 m<sup>2</sup> (ca. 8,7 m<sup>2</sup> je EW)

In der Kennwertermittlung ist ein Abzug von 4% für Loggien, Müll- u. Fahrradräumen im EG enthalten

### Städtebauliche Kennwerte je BF:

GFZ basiert auf Geschossfläche ohne Staffelfgeschoss

#### Quartier Süd:

##### Baufeld 1.1 (inkl. Quartiersgarage):

Nettobaufläche: 8.192 m<sup>2</sup>  
GRZ: ca. 0,517  
GFZ: ca. 2,240  
WE: ca. 104

##### Baufeld 1.2:

Nettobaufläche: 10.118 m<sup>2</sup>  
GRZ: ca. 0,422  
GFZ: ca. 1,540  
WE: ca. 161

##### Baufeld 2:

Nettobaufläche: 1.592 m<sup>2</sup>  
GRZ: ca. 0,428  
GFZ: ca. 1,608  
WE: ca. 20

##### Baufeld 3.1:

Nettobaufläche: 1.874 m<sup>2</sup>  
GRZ: ca. 0,393  
GFZ: ca. 1,468  
WE: ca. 31

##### Baufeld 3.2:

Nettobaufläche: 2.384 m<sup>2</sup>  
GRZ: ca. 0,377  
GFZ: ca. 1,300  
WE: ca. 36

#### Quartier Nord:

**Baufeld 4 (KITa):**  
Nettobaufläche: 3.189 m<sup>2</sup>  
GRZ: ca. 0,451  
GFZ: ca. 1,185  
WE: ca. 28

**Baufeld 9 (KITa):**  
Nettobaufläche: 3.367 m<sup>2</sup>  
GRZ: ca. 0,286  
GFZ: ca. 0,535  
WE: ca. 0

**Baufeld 5.1:**  
Nettobaufläche: 5.004 m<sup>2</sup>  
GRZ: ca. 0,327  
GFZ: ca. 1,303  
WE: ca. 74

**Baufeld 5.2:**  
Nettobaufläche: 4.984 m<sup>2</sup>  
GRZ: ca. 0,328  
GFZ: ca. 1,308  
WE: ca. 74

**Baufeld 5.3:**  
Nettobaufläche: 5.102 m<sup>2</sup>  
GRZ: ca. 0,356  
GFZ: ca. 1,533  
WE: ca. 87

**Baufeld 6.1:**  
Nettobaufläche: 2.666 m<sup>2</sup>  
GRZ: ca. 0,284  
GFZ: ca. 0,589  
WE: ca. 15

**Baufeld 6.2:**  
Nettobaufläche: 4.062 m<sup>2</sup>  
GRZ: ca. 0,347  
GFZ: ca. 1,137  
WE: ca. 53

**Baufeld 7.1:**  
Nettobaufläche: 2.572 m<sup>2</sup>  
GRZ: ca. 0,349  
GFZ: ca. 0,653  
WE: ca. 14

**Baufeld 7.2:**  
Nettobaufläche: 4.214 m<sup>2</sup>  
GRZ: ca. 0,335  
GFZ: ca. 0,626  
WE: ca. 22

**Baufeld 8:**  
Nettobaufläche: 3.632 m<sup>2</sup>  
GRZ: ca. 0,363  
GFZ: ca. 0,818  
WE: ca. 30



## VORABZUG

Wiesbaden Südost - Südlich des Dankwardwegs - Zweibörn

Rahmenplan - Städtebauliche Kennwerte je Baufeld

Alle Angaben sind Circa-Angaben ohne Gewähr! Die dargestellte Konzeption stellt keine fertige Planung dar und ist vorbehaltlich der weiteren Abstimmung mit den zuständigen Ämtern und Fachplanern zu verstehen.



M 1:2.000 DinA3  
Stand: 01.07.2021