



---

# **MASTERARBEIT**

---

Frau Ing.  
**Nicole Marie Estenfelder**

**Bewertung des baulichen  
Mehraufwands zur Erfüllung  
der Anforderungen der „Bun-  
desförderung für effiziente  
Gebäude“**

Mittweida, 2022

## **MASTERARBEIT**

---

# **Bewertung des baulichen Mehraufwands zur Erfüllung der Anforderungen der „Bundesförderung für effiziente Gebäude“**

Autor:

**Frau Ing. Nicole Marie Estenfelder**

Studiengang:

**Industrial Management**

Seminargruppe:

**ZM20w1-M**

Erstprüfer:

**Prof. Dr.-Ing. Anika Möcker (geb. Dittmar)**

Zweitprüfer:

**Prof. Dr.-Ing. Jörg Mehlis**

Einreichung:

**Mittweida, 23.12.2022**

Verteidigung/Bewertung:

**Mittweida, 2023**

## **MASTER THESIS**

---

# **Evaluation of the additional construction expenditure to meet the requirements of the „Bundesförderung für effi- ziente Gebäude“**

Author:

**Frau Ing. Nicole Marie Estenfelder**

Course of studies:

**Industrial Management**

Seminar group:

**ZM20w1-M**

First examiner:

**Prof. Dr.-Ing. Anika Möcker (born Dittmar)**

Second examiner:

**Prof. Dr.-Ing. Jörg Mehlis**

Submission:

**Mittweida, 23.12.2022**

Defence / evaluation:

**Mittweida, 2023**

## **Bibliografische Beschreibung:**

Estenfelder, Nicole Marie:

Bewertung des baulichen Mehraufwandes zur Erfüllung der Anforderungen der „Bundesförderung für effiziente Gebäude“–2022. – S. 204, S.90, S.91.

Mittweida, Hochschule Mittweida, Fakultät Institut für Wissenstransfer und digitale Transformation, Masterarbeit, 2022.

## **Referat:**

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit den unterschiedlichen Anforderungen an einer Kernsanierung, die von dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) und der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) vorgegeben werden. Es werden unterschiedliche Sanierungskonzepte erstellt und deren Einfluss auf die Reduzierung der Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor untersucht. Der bauliche Mehraufwand, der getätigt werden muss um den Anforderungen der BEG zu entsprechen, wird nach Erstellung der Sanierungskonzepte wirtschaftlich bewertet.

# Inhalt

## Inhalt I

<b>Vorwort und Danksagung.....</b>	<b>III</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>IV</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>VI</b>
<b>1 Einführung .....</b>	<b>1</b>
1.1 <i>Ausgangssituation .....</i>	1
1.2 <i>Problemstellung &amp; Erkenntnisinteresse.....</i>	2
1.3 <i>Aufbau und Methodik .....</i>	4
<b>2 Anforderungen des GEG und der BEG an Sanierungsvorhaben .....</b>	<b>7</b>
2.1 <i>Begriffsdefinitionen.....</i>	7
2.2 <i>Gegenüberstellung der Anforderungen des GEG und der BEG .....</i>	9
2.2.1 <i>Anforderungen an Sanierungsvorhaben von Nichtwohngebäuden nach Vorgaben des GEG .....</i>	9
2.2.2 <i>Anforderungen an Sanierungsvorhaben von Nichtwohngebäuden nach Vorgaben der BEG .....</i>	11
2.2.3 <i>Vergleich der Anforderungen des GEG und der BEG.....</i>	13
<b>3 Grundlagenermittlung der Sanierungskonzepte.....</b>	<b>15</b>
3.1 <i>Projektvorstellung.....</i>	15
3.1.1 <i>Ausgangssituation des Gebäudes.....</i>	16
3.1.2 <i>Energetisches Niveau des Referenzgebäudes .....</i>	25
<b>4 Sanierungskonzepte des Büroturms.....</b>	<b>30</b>
4.1 <i>Notwendige Maßnahmen der Sanierungskonzepte .....</i>	30
4.2 <i>Sanierungskonzept nach Anforderungen des GEG .....</i>	35
4.3 <i>Sanierungskonzept nach Anforderungen der BEG .....</i>	39
4.3.1 <i>Evaluierung alternativer Arten zur Wärmeerzeugung .....</i>	42
4.3.2 <i>Sanierungskonzept mit Einbau einer Luft-Wasser-Wärmepumpe .....</i>	46

---

4.4	<i>Variantenvergleich und Ergebnisse</i> .....	48
<b>5</b>	<b>Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Sanierungsvarianten</b> .....	<b>57</b>
5.1	<i>Einführung in die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung</i> .....	57
5.1.1	Betriebswirtschaftliche Berechnungsverfahren .....	58
5.1.2	Kostendifferenzierung .....	59
5.2	<i>Wirtschaftlichkeitsberechnung der Sanierungsvarianten</i> .....	61
5.2.1	Randbedingungen zur Wirtschaftlichkeitsberechnung .....	61
5.2.2	Ermittlung der einmaligen Investitionskosten nach DIN 276 .....	63
5.2.3	Ermittlung der laufenden jährlichen Kosten .....	69
5.2.4	Ermittlung der finanziellen Förderung der BEG .....	71
5.2.4.1	Förderhöhe zum Stand der BEG im Juni 2022 .....	73
5.2.4.2	Förderhöhe zum Stand der BEG im November 2022 .....	77
5.3	<i>Berechnung und Ergebnisse</i> .....	78
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung und Interpretation</b> .....	<b>85</b>
<b>Literatur</b>		<b>91</b>
<b>Anlagen</b>		<b>102</b>
<b>Selbstständigkeitserklärung</b> .....		<b>103</b>

## Vorwort und Danksagung

Im Zuge meines Studiums habe ich meine Leidenschaft für die nachhaltige Entwicklung im Gebäudebereich entdecken dürfen. Das Thema dieser Arbeit baut ein Stückweit auf meiner Bachelorarbeit auf, die sich bereits mit ökologischen Dämmstoffen befasst hat, und so den Grundstein meines Interessengebiets gelegt hat. Inhalt dieser Untersuchung wird weniger die Nachhaltigkeit einzelner Materialien sein, dafür mehr die Bewertung von Sanierungsmaßnahmen im ganzheitlichen Sinn und deren Einfluss auf die Entwicklung im Gebäudesektor.

Einen besonderen Dank möchte ich an meine Betreuerin Prof. Dr. Anika Möcker (geb. Dittmar) aussprechen, die mein Thema angenommen hat und ohne der von Ihr zur Verfügung gestellten Daten eine fundierte Untersuchung nicht möglich gewesen wäre.

Ebenfalls möchte ich der Hottgenroth Software AG danken, mit deren Programm „Energieberater 18599 3D Plus“ ich die exemplarischen Sanierungsvarianten meiner Arbeit erstellen konnte.

Mein Dank gilt insbesondere meinen Eltern, die mich während meines gesamten Studiums, jedoch besonders während der Bearbeitungszeit dieser Arbeit, unterstützt und motiviert haben und stets Verständnis zeigten.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:Übersichtsplan Standort <i>Quelle: Baubeschreibung zur Planung LPH 5-7, S. 2. (Anhang Teil2).</i> .....	16
Abbildung 2: Foto Bestandsgebäude <i>Quelle: Baubeschreibung zur Planung LPH 5-7, S. 8. (Anhang Teil 2).</i> .....	17
Abbildung 3: Darstellung Ist-Zustand Gebäude <i>Quelle: Eigene Darstellung mit Energieberater 18599.</i> .....	18
Abbildung 4: Mittlere Wärmedurchgangskoeffizienten Hüllfläche Bestand .....	19
Abbildung 5: Wärmeverluste in kWh - Ist-Zustand .....	20
Abbildung 6: Kellergeschoss nach Zonen unsaniert <i>Quelle: Eigene Darstellung mit Energieberater 18599.</i> .....	21
Abbildung 7: Erdgeschoss nach Zonen unsaniert <i>Quelle: Eigene Darstellung mit Energieberater 18599.</i> .....	21
Abbildung 8: 1.OG unsaniert nach Zonen <i>Quelle: Eigene Darstellung mit Energieberater 18599.</i> .....	22
Abbildung 9: DG unsaniert nach Zonen <i>Quelle: Eigene Darstellung mit Energieberater 18599.</i> .....	22
Abbildung 10: Flächen Gebäudezonen Bestand .....	23
Abbildung 11: Jahres-Primärenergiebedarf unsanierter Gebäudezustand <i>Quelle: Eigene Darstellung, siehe Energieausweis (Anhang Teil 5).</i> .....	24
Abbildung 12: Mittlere Wärmedurchgangskoeffizienten Hüllfläche Referenzgebäude.....	27
Abbildung 13: Versorgungsschema nach Zonen mit Referenzanlagentechnik .....	28
Abbildung 14: Außenansicht Büroturm saniert <i>Quelle: Eigene Darstellung mit Energieberater 18599.</i> .....	33



---

Abbildung 15: Kellergeschoss nach Zonen saniert .....	33
Abbildung 16: Erdgeschoss nach Zonen saniert <i>Quelle: Eigene Darstellung mit Energieberater 18599</i> .....	33
Abbildung 17: 1.OG nach Zonen saniert <i>Quelle: Eigene Darstellung mit Energieberater 18599</i> .....	33
Abbildung 18: Mittlere Wärmedurchgangskoeffizienten Hüllfläche Saniertes Gebäude GEG .....	35
Abbildung 19: Jahres-Primärenergiebedarf saniertes Gebäude - GEG-Standard .....	36
Abbildung 20: Mittlere Wärmedurchgangskoeffizienten Hüllfläche Saniertes Gebäude GEG-Niveau2 .....	38
Abbildung 21: Jahre-Primärenergiebedarf saniertes Gebäude GEG-Standard Niveau 2 .	39
Abbildung 22: Mittlere Wärmedurchgangskoeffizienten Hüllfläche saniertes Gebäude BEG .....	41
Abbildung 23: Jahres-Primärenergiebedarf saniertes Gebäude - BEG Standard .....	47
Abbildung 24: Maßnahmenschritte Gebäudesanierung .....	50
Abbildung 25: Hüllflächenwerte nach Gebäudestand.....	51
Abbildung 26: Verluste im Variantenvergleich.....	52
Abbildung 27: Energiebedarf und Umweltwirkungen Sanierungsvarianten.....	54
Abbildung 28: Kostenkategorien bei Sanierungen von Gebäuden <i>Quelle: Abänderung nach: dena (2019): Leitfaden Wirtschaftlichkeit, Abb. 9, S. 24</i> .....	60
Abbildung 29: Aufteilung einmalige Investitionskosten <i>Quelle: Abänderung nach: dena (2019): Leitfaden Wirtschaftlichkeit, Abb. 9, S. 24</i> .....	64
Abbildung 30: Maßnahmenschritte zum 55EE Standard EG40 .....	86

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Höchstwerte der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten für Bauteilgruppen <i>Quelle: BaylkaBau (2021): GEG 2020, S. 33.</i> .....	10
Tabelle 2: Effizienzgebäudestandard in der Sanierung <i>Quelle: BMWK (2022): BEG NWG, S.15.</i> .....	12
Tabelle 3: Anforderungen an den Wärmeschutz der Gebäudehülle <i>Quelle: BMWK (2022): BEG NWG, S.15.</i> .....	12
Tabelle 4: Vergleich der Anforderungen an Sanierungen des GEGs und der BEG <i>Quelle: Eigene Darstellung nach Vorbild von BaylkaBau (2021): GEG 2020, S. 33.und BMWK (2022): BEG NWG, S.15.</i> .....	13
Tabelle 5: Technische Ausführung des Referenzgebäudes (Nichtwohngebäude) <i>Quelle: Eigene Darstellung nach GEG Anlage 2.</i> .....	26
Tabelle 6: Effizienzgebäude-Stufen Referenzgebäude <i>Quelle: Eigene Darstellung mit Energieberater 18599.</i> .....	29
Tabelle 7: Gebäude Daten <i>Quelle: Eigene Darstellung mit Energieberater 18599.</i> .....	32
Tabelle 8: Gebäudezonen saniertes Gebäude <i>Quelle: Eigene Darstellung nach Daten „Energieausweis GEG-Standard“ Anhang Teil 6.</i> .....	34
Tabelle 9: EE-Klasse, Saniertes Gebäude - BEG Standard <i>Quelle: Eigene Darstellung mit Energieberater 18599, siehe (Anhang Teil 8).</i> .....	48
Tabelle 10: Maßnahmenvergleich Sanierungsvarianten .....	49
Tabelle 11: Mehrkosten nach Baupreisindex <i>Quelle: Eigene Darstellung nach Vorbild von Hinz (2015).</i> .....	65
Tabelle 12: Kostenaufstellung nach Maßnahme .....	67
Tabelle 13: Laufende Instandhaltungskosten <i>Quelle: Eigene Darstellung nach Daten DGNB.</i> .....	70

---

Tabelle 14: Effizienzgebäude-Standards in der Sanierung <i>Quelle: BMWK (2022): BEG NWG, S.15.</i> .....	73
Tabelle 15: Einzelmaßnahmen Förderung "GEG-Niveau2" Variante.....	74
Tabelle 16: Förderhöhe der Sanierungsvarianten - Stand Juni 2022.....	76
Tabelle 17: Förderhöhe der Sanierungsvarianten - Stand November 2022.....	78
Tabelle 18: Grunddaten Berechnung Wirtschaftlichkeit .....	79
Tabelle 19: Berechnung Kapitalwerte.....	80

## Abkürzungsverzeichnis

<b>AW</b>	Außenwand
<b>AT</b>	Außentür
<b>BEG</b>	Bundesförderung für effiziente Gebäude
<b>BEG EM</b>	Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen
<b>BEG NWG</b>	Bundesförderung für effiziente Gebäude – Nichtwohngebäude
<b>BEG WG</b>	Bundesförderung für effiziente Gebäude – Wohngebäude
<b>BK</b>	Boden gegen Keller
<b>BKI</b>	Baukosteninformationszentrum
<b>BMWK</b>	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
<b>DA</b>	Dach
<b>DGNB</b>	Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen
<b>EEG</b>	Erneuerbaren-Energien-Gesetz
<b>EnBW</b>	Energien Baden-Württemberg
<b>EnEV</b>	Energie Einsparverordnung
<b>EG</b>	Effizienzgebäude
<b>EE</b>	Erneuerbare Energien
<b>EVG</b>	Elektronisches Vorschaltgerät
<b>FB</b>	Fußboden
<b>GdW</b>	Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen
<b>GEG</b>	Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung von erneuerbaren Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz)
<b>g-Wert</b>	Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung
<b>H'<sub>T</sub></b>	Transmissionswärmeverlust
<b>IW</b>	Innenwand
<b>IWU</b>	Institut Wohnen und Umwelt GmbH

---

<b>kWh</b>	Kilowattstunde
<b>kWh/m<sup>2</sup>a</b>	Kilowattstunde pro Quadratmeter und Jahr
<b>KVG</b>	Konventionelles Vorschaltgerät
<b>KWK</b>	Kraftwärmekopplung
<b>LzK</b>	Lebenszykluskosten
<b>MSR</b>	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik
<b>NH</b>	Nachhaltigkeit
<b>NWG</b>	Nichtwohngebäude
<b>PV</b>	Photovoltaik
<b>Q<sub>p</sub></b>	Jahres-Primärenergiebedarf
<b>U-Wert</b>	Wärmedurchgangskoeffizient
<b>U<sub>opak</sub></b>	Wärmedurchgangskoeffizient der opaken Außenbauteile
<b>U<sub>transparent</sub></b>	Wärmedurchgangskoeffizient der transparenten Außenbauteile
<b>U<sub>Licht</sub></b>	Wärmedurchgangskoeffizient Lichtkuppeln, Türe/Tore
<b>U<sub>Vorhang</sub></b>	Wärmedurchgangskoeffizient Vorhangfassaden
<b>WDVS</b>	Wärmedämmverbundsystem
<b>WP</b>	Wärmepumpe
<b>WPB</b>	Worst-Performing-Buildings
<b>W/K</b>	Watt pro Kelvin
<b>W/m<sup>2</sup>K</b>	Watt pro Quadratmeter und Kelvin

# 1 Einführung

Um in das Thema „Bewertung des Mehraufwandes zur Erfüllung der Anforderungen der „Bundesförderung für effiziente Gebäude““, einzuleiten, wird zunächst die Ausgangssituation und die Aktualität der Thematik beschrieben. Die Forschungsfragen als elementarer Bestandteil dieser Arbeit, leiten sich aus der Problemstellung und dem allgemeinen Erkenntnisinteresse ab.

## 1.1 Ausgangssituation

Der Gebäudesektor erzeugt in Deutschland einen wesentlichen Anteil des jährlichen Gesamtenergiebedarfs und den jährlichen Treibhausgasemissionen des gesamten Bundesgebietes. Das Klimaschutzziel 2020, das eine Treibhausgasreduzierung von 40 Prozent gegenüber dem Jahr 1990 vorausgesetzt hat, wurde innerhalb Deutschlands erreicht, im Gebäudesektor wurden die Ziele jedoch verfehlt.<sup>1</sup> „Am 24.06.2021 hat der Deutsche Bundestag ein neues Bundes-Klimaschutzgesetz beschlossen“<sup>2</sup>. Die Klimaschutzziele wurden verschärft - beispielsweise wurde das deutsche Treibhausgasminderungsziel für das Jahr 2030 von 55 Prozent auf 65 Prozent gegenüber dem Jahr 1990 angehoben.<sup>3</sup> Um sicher zu stellen, dass alle fünf Sektoren<sup>4</sup> ihre Klimaschutzziele bis 2030 erreichen, wurden von der Bundesregierung für jeden Sektor jährliche Emissionshöchstmengen definiert, die gleichzeitig ein transparenteres Monitoring darstellen. Damit der Gebäudesektor seine zukünftigen Ziele erreicht, versucht die Bundesregierung finanzielle Anreize zu schaffen, um einen klimafreundlicheren Gebäudesektor zu fördern.

Neben dem Gebäudeenergiegesetz (GEG), welches am 01.11.2020 in Kraft trat und den gesetzlichen Rahmen aller Maßnahmen im Gebäudesektor stellt, wurde die Richtlinie „Bundesförderung für effiziente Gebäude“ (BEG) im selben Jahr, am 17.12.2020 veröffentlicht und trat erstmals im Januar 2021 in Kraft. Die im GEG definierten Mindestanforderungen an Bauvorhaben werden in der BEG verschärft, dafür aber finanziell gefördert. Die

---

<sup>1</sup> Vg. Bundesregierung (2021): Deutschland bleibt im Klimaschutz auf Kurs.

<sup>2</sup> BMW (2021): Deutsche Klimaschutzpolitik.

<sup>3</sup> Vg. BMW (2021): Deutsche Klimaschutzpolitik.

<sup>4</sup> Fünf Sektoren: Energiewirtschaft, Industrie, Verkehr, Gebäude, Landwirtschaft, Abfallwirtschaft und Sonstiges.

Bundesregierung versuchte durch die Zusammenlegung verschiedener Gesetze<sup>5</sup> im GEG und durch den Ersatz bestehender Förderprogramme<sup>6</sup> durch die BEG<sup>7</sup>, gesetzliche Mindestanforderungen an Bauvorhaben klarer und einfacher zu definieren und Förderungsprozesse zu vereinfachen und zu optimieren.

## 1.2 Problemstellung & Erkenntnisinteresse

Das Ziel, einen klimaneutralen Gebäudebestand bis 2050 zu erreichen, wurde vor mehr als 10 Jahren publiziert. Neben energieeffizienten Neubauten spielt die Sanierung von Bestandsobjekten bei diesem Thema ebenfalls eine entscheidende Rolle. Dennoch liegt die Sanierungsrate derzeit bei knapp einem Prozent, was sich Hochrechnungen zufolge als deutlich zu niedrig erweist. Da der Gebäudesektor grundsätzlich lange Investitionszyklen aufweist und insbesondere Kernsanierungen im Regelfall nur einmal je Generation durchgeführt werden, bleibt keine Zeit, die Umsetzung auf den nächsten Zyklus zu verschieben.<sup>8</sup> Um Bauherren<sup>9</sup> und Eigentümern bessere Anreize für Heizungsmodernisierungen, Dach- und Fassadendämmung oder einen Fensteraustausch zu schaffen, wurde 2020 mit der BEG die energetische Gebädeförderung des Bundes neu aufgesetzt.<sup>10</sup>

Bei den Berliner Energietagen 2022 wurden folgende Aussagen auf die Frage: „Die energetische Sanierungsrate des Jahres 2022 schätze ich auf...?“ von Experten der Branche getroffen:<sup>11</sup>

„1,2 Prozent wegen der Wirkung der BEG“ – Axel Gedaschko, Präsident des Bundesverbands deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen (GdW).

„0,99999 Prozent“ – Dr. Melanie Weber-Moritz, Bundesrektorin des Deutschen Mieterbunds.

„1,5 Prozent“ – Dr. Patrick Graichen – Direktor von Agora Energiewende.

---

<sup>5</sup> Energieeinsparungsgesetz (EnEG), das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) und die Energieeinsparverordnung (EnEV).

<sup>6</sup> CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramm, Marktanzieheprogramm für erneuerbare Energien im Wärmemarkt, Anreizprogramm Energieeffizienz und Heizungsoptimierungsprogramm.

<sup>7</sup> Vg. BMWK (2022): Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude, S. 1.

<sup>8</sup> Vg. Bau (2021): Sanierungsrate erhöhen, S.1 (07.12.2022).

<sup>9</sup> Das generische Maskulinum wird in dieser Arbeit stets vertretend für alle Geschlechter verwendet.

<sup>10</sup> Vg. Bau (2021): Sanierungsrate erhöhen, S.1 (07.12.2022).

<sup>11</sup> Vg. Pöschk (2021): Fünf Fragen zum Thema Klimaschutz in Gebäuden an..., (06.12.2022).

„Die Sanierungsrate muss von 0,8 auf mindestens 3 Prozent anwachsen. Mit den bestehenden Maßnahmen wird sie nicht steigen.“ – Barbara Metz, Bundesgeschäftsführerin der Deutschen Umwelthilfe.

„1,3 Prozent, sie wird durch die großzügige Förderung der BEG nun endlich steigen! [...]“ – Taco Holthuizen, Geschäftsführer bei eZeit Ingenieure GmbH.

Die Meinungen zur Höhe der aktuellen Sanierungsrate unterscheiden sich unter den befragten Personen enorm. Einige sehen enormes Potential in der BEG zur Steigerung der Sanierungsrate, andere zweifeln an dieser These.

Vergleicht man die Anforderungen an Sanierungen des GEG mit denen der BEG, werden bedeutende Unterschiede deutlich. Die Ansprüche der BEG an ein förderfähiges Vorhaben sind wesentlich höher als die im GEG genannten Mindestanforderungen der unterschiedlichen Bauvorhaben. Steht ein Bauherr oder Eigentümer vor einer geplanten Maßnahme, stellt sich zwangsläufig die Frage, welchen Standard das Ergebnis aufweisen soll und nach welchen Anforderungen gearbeitet wird. Bezogen auf das übergeordnete Ziel, der Reduzierung der jährlichen Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor, wäre der energetisch bestmögliche Standard die logische Schlussfolgerung. Um eine Entscheidung zu treffen, muss der Mehraufwand des Bauvorhabens, um förderfähig zu sein und um diesem Ziel zu entsprechen, dem finanziellen Aufwand gegenübergestellt werden.

Ziel der Untersuchung dieser Arbeit ist es, die angedeuteten unterschiedlichen Anforderungen des GEG und der BEG an Sanierungen zu erfassen und gegenüberzustellen. Es soll herausgefunden werden, ob in der BEG Potential als Mittel zur Steigerung der Sanierungsrate steckt und durch die Förderung die Sanierung auf den energetisch bestmöglichen Standard voran getrieben wird. Anhand eines praxisnahen Beispiels, der Kernsanierung eines Nichtwohngebäudes (NWG), soll der Mehraufwand der Anforderungen der BEG ermittelt und wirtschaftlich bewertet werden.

Aufgrund der Aktualität der Thematik liegt das Erkenntnisinteresse der kritischen Hinterfragung der BEG, ihren Anforderungen sowie der Effizienzbewertung der Mehraufwände bei einem Großteil der Bau- und Immobilienbranche sowie vieler Privatpersonen. Nichtwohngebäude haben einen Anteil von 36 Prozent am Gesamtenergieverbrauch in



Deutschland.<sup>12</sup> Die energetische Verbesserung dieser Gebäude und die Reduzierung des Energieverbrauchs gilt daher als nicht zu vernachlässigen.

Folgende Forschungsfragen stellen zentralen Bestandteil dieser Untersuchung dar:

- In welchen Aspekten und in welchem Umfang unterscheidet sich die Sanierung des Nichtwohngebäudes nach GEG- und BEG-Standard?
- Kann der finanzielle Mehraufwand, der getätigt werden muss, um das Gebäude auf den energetisch bestmöglichen Standard zu sanieren, durch die finanzielle Förderung der BEG gedeckt werden?
- Inwiefern tragen die Anforderungen des GEG und der BEG zur Zielerreichung der Emissionsreduzierung im Gebäudesektor bei?
- Wie hoch ist das Potential der BEG und deren Nutzen für den Endverbraucher die Sanierungsrate in Deutschland zu steigern?

### 1.3 Aufbau und Methodik

Die vorliegende Arbeit unterteilt sich in mehrere Schwerpunkte. Im ersten Abschnitt, wird auf das GEG und die BEG im Einzelnen genauer eingegangen. Anschließend wird das Betrachtungsobjekt vorgestellt und die Ausgangssituation des Gebäudes definiert. Der zweite Schwerpunkt ist die Erarbeitung der verschiedenen Sanierungskonzepte in Abhängigkeit der Ansprüche des GEG und der BEG. Der Mehraufwand der Sanierungsvariante nach Vorgaben der BEG wird im letzten Teil wirtschaftlich bewertet und der GEG variante gegenübergestellt.

Zur Erstellung der Sanierungsfahrpläne als auch der energetischen Bewertungen des Gebäudes in seinen unterschiedlichen Zuständen, wird die Software „Energieberater 18599 3D Plus“ von der Hottgenroth Software AG herangezogen. Die Software dient Energieberatern, Planern und Architekten zur energetischen Planung und Bewertung von Wohn- und Nichtwohngebäuden, ebenso wie zur Erstellung von Sanierungsfahrplänen sowie Nachweisen nach GEG und BEG gemäß DIN 4108-6 und DIN 4701-10/12 sowie DIN 18599.<sup>13</sup> Das Bestandsgebäude dieser Arbeit wird mit Hilfe des integrierten CAD-Moduls HottCAD aufgenommen. Die Daten fließen im Programm automatisch in die energetische Planung der Sanierungsvarianten und in die Erstellung der erforderlichen Nachweise. Zusammen mit

---

<sup>12</sup> Vg. dena (2019): Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudesektor, S. 14.

<sup>13</sup> Vg. Hottgenroth (2022): Energieberater 18500 3D Plus Version, (15.08.2022).

den integrierten Produktkatalogen für Baustoffe, Bauteile und Anlagentechnik ist es möglich, die Sanierungsvarianten realitätsgetreu darzustellen und einander gegenüberzustellen.

Die Kosten zur wirtschaftlichen Betrachtung werden dem Kostenplaner des Baukosteninformationszentrums für Deutsche Architektenkammern (BKI) und Daten des Institut Wohnen und Umwelt (IWU) entnommen. Die Tragfähigkeit der Sanierungskonzepte wird anhand einer dynamischen Investitionsrechnung im Anschluss an die Kostenermittlung geprüft und bewertet.



## 2 Anforderungen des GEG und der BEG an Sanierungsvorhaben

Die Grundlage für Sanierungsvorhaben sind die gesetzlichen Mindestanforderungen des GEG, das unter anderem den rechtlichen Rahmen zur Energieeffizienz von Gebäuden beinhaltet. Sofern die Förderung dieser Vorhaben im Fokus stehen, wird der Standard der Maßnahmen für mehr Energieeffizienz und der Einsatz von erneuerbaren Energien gemeinsam unter dem Dach der BEG beschrieben. Ziel des Kapitels zwei ist, den gesetzlichen Mindestanspruch an der Sanierung eines Nichtwohngebäudes, in diesem Fall eines Bürogebäudes, mit den Ansprüchen der BEG gegenüberzustellen und eine Basis für spätere Berechnungen zu schaffen. Damit ein Vergleich vorgenommen werden kann, gilt es die relevanten Größen zunächst zu beschreiben. Im Anschluss werden die Anforderungen des GEG und der BEG separat analysiert.

### 2.1 Begriffsdefinitionen

Um bei der Planung und Beurteilung der Sanierungen dieser Arbeit einheitliche Standards festzulegen, werden zunächst die wesentlichen Einheiten und Werte beschrieben, die zur Analyse der Gebäude herangezogen werden. Im Folgenden werden die essenziellen Kennziffern erläutert und definiert.

#### 1. Jahres-Primärenergiebedarf:

Ist „der jährliche Gesamtenergiebedarf eines Gebäudes, der zusätzlich zum Energiegehalt der eingesetzten Energieträger und von elektrischem Strom auch die vorgelagerten Prozessketten bei der Gewinnung, Umwandlung, Speicherung und Verteilung mittels Primärenergiefaktoren einbezieht“.<sup>14</sup>

---

<sup>14</sup> §3 Absatz 15 GEG.

## 2. Gesamtenergiebedarf:

ist „der nach Maßstab dieses Gesetzes bestimmte Jahres-Primärenergiebedarf [...] b) eines Nichtwohngebäudes für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung, Kühlung sowie eingebaute Beleuchtung“.<sup>15</sup>

## 3. Referenzgebäude:

Wie bereits die EnEV 2014 wird im GEG und in der BEG das Konzept des Referenzgebäudes angewendet, um die technische Ausstattung und den maximalen Jahres-Primärenergiebedarf zu ermitteln. Das Referenzgebäude ist ein „virtuelles Hilfsgebäude“ und hat die gleiche Geometrie, Nutzfläche und Ausrichtung wie das Gebäude „in Arbeit“.<sup>16</sup> Die Gebäudehülle (Außenwände, Fenster, Türen, Decken, Dach) sowie die Anlagentechnik sind standardmäßig, wie es das GEG für Nichtwohngebäude in Anlage 2 vorschreibt, ausgestattet.<sup>17</sup> Die technischen Daten und Verbräuche des Referenzgebäudes dienen als Grundlage zur Berechnung der Ausstattung des zu sanierenden Gebäudes.

## 4. Wärmedurchgangskoeffizient:

Der Wärmedurchgangskoeffizient, abgekürzt „U-Wert“, beschreibt die Wärmedurchlässigkeit eines Bauteils auf Basis von Wärmeleitung.<sup>18</sup> „Der U-Wert gibt an, welche Wärmeleistung durch das Bauelement pro Quadratmeter strömt, wenn die Außen- und Innenfläche einem konstanten Temperaturunterschied von einem Grad (1 K) ausgesetzt sind.“<sup>19</sup> Der U-Wert wird in  $W/m^2K$  angegeben und dient als Basis der energetischen Bewertung von einzelnen Baustoffen oder ganzen Bauteilen wie beispielsweise von Außenwänden oder Dächern von Gebäuden.

## 5. Transmissionswärmeverlust:

„Den temperaturabhängigen Wärmeverlust, der durch Wärmeleitung aus einem Gebäude an die äußere Umgebung abgegeben wird, nennt man Transmissionswärmeverlust ( $H_T$ ). Dieser ist ein Maß für die Dämmqualität der Außenbauteile eines Gebäudes. Je kleiner der Wert (in Watt /  $m^2$  Kelvin), desto energieeffizienter das Gebäude.“<sup>20</sup>

---

<sup>15</sup> §3 Absatz 12 GEG.

<sup>16</sup> Tusch nsk (2021): GebäudeEnerg eGesetz GEG 2020 -Kurz nfo.

<sup>17</sup> Vg . Tusch nsk (2021): GebäudeEnerg eGesetz GEG 2020 -Kurz nfo.

<sup>18</sup> Vg . Paschotta (2020): Wärmedurchgangskoeff z ent, 12.09.2022.

<sup>19</sup> Paschotta (2020): Wärmedurchgangskoeff z ent, 12.09.2022.

<sup>20</sup> Vg . Energ e-Experten (2022): Wärmever uste durch “Transm ss on“ verstehen & berechnen, (18.10.2022).

## 6. CO<sub>2</sub>-Äquivalent

Um die Auswirkungen von Emissionen verschiedener Treibhausgase (Kohlenstoffdioxid, Methan, Distickstoffoxid etc.) besser miteinander vergleichen zu können, werden sie entsprechend ihrem globalen Erwärmungspotential in CO<sub>2</sub>-Äquivalente umgerechnet.<sup>21</sup> Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) ist hierbei die Ausgangsbasis und erhält den Wert 1 (1 kg CO<sub>2</sub> = 1kg CO<sub>2</sub>-Äquivalent).

## 7. Gesamtenergiedurchlassgrad (g-Wert)

Der Gesamtenergiedurchlassgrad gibt an, „welcher Anteil der Energie der Sonneneinstrahlung durch das Fenster in den Raum gelangen kann, um dort zur Erwärmung beizutragen.“<sup>22</sup>

## 2.2 Gegenüberstellung der Anforderungen des GEG und der BEG

Um die Anforderungen des GEG und der BEG gegenüberzustellen, müssen die beiden Schriften analysiert und relevante Kennwerte herausgefiltert werden. Ziel ist es, eine Vergleichsgrundlage zu schaffen, auf deren Basis die Sanierungskonzepte des Bürogebäudes erstellt werden können. Im selben Zug gilt es, den baulichen Mehraufwand möglichst praxisnah ermitteln zu können. Im ersten Schritt wird auf das GEG und die BEG eingegangen und relevante Informationen zusammengefasst. Anschließend folgt eine Ermittlung der Vergleichsgrößen. Diese werden tabellarisch dargestellt.

### 2.2.1 Anforderungen an Sanierungsvorhaben von Nichtwohngebäuden nach Vorgaben des GEG

Die Anforderungen an Sanierungsvorhaben für bestehende Gebäude werden im GEG im dritten Teil unter „Bestehende Gebäude“, genauer §§ 47 bis 50, beschrieben. Sofern sich die Änderung von Außenbauteilen auf mehr als zehn Prozent der Bauteilgruppe bezieht, darf der energetische Zustand des Gebäudes nicht verschlechtert werden.<sup>23</sup> Die Anforderungen an ein bestehendes Gebäude bei Änderung beschreibt §48 des GEG. Wenn Außenbauteile eines beheizten oder gekühlten Gebäudes verändert werden, dürfen die

---

<sup>21</sup> Vg. Umw.tbundesamt (2022): CO<sub>2</sub>-Äquivalente (16.09.2022).

<sup>22</sup> Paschotta (2020): Energiedurchlassgrad. (18.09.2022).

<sup>23</sup> Vg. §46 Absatz 1 GEG.

betroffenen Flächen die Wärmedurchgangskoeffizienten der Anlage 7 des GEG nicht überschreiten.<sup>24</sup> § 50 besagt, dass die Anforderungen des §48 ebenfalls als erfüllt gelten, wenn der „Jahres-Primärenergiebedarf für Heizung, Warmwasser, Lüftung, Kühlung und eingebaute Beleuchtung den auf die Nettogrundfläche bezogenen Wert des Jahres-Primärenergieaufwandes eines Referenzgebäudes [...] aufweist und der technischen Referenzausführung der Anlage 2 entspricht, um nicht mehr als 40% Prozent überschreitet.“<sup>25</sup> Die Anforderungen gelten ebenfalls als erfüllt, wenn das 1,25 fache der Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsfläche gemäß Anlage 3 um nicht mehr als 40 Prozent überschreitet.<sup>26</sup> Zusammengefasst gelten folgende Anforderungen für Nichtwohngebäude:<sup>27</sup>

Jahres-Primärenergiebedarf:  $Q_P \leq 1,4 \times Q_{P \text{ Ref Anlage 2}}$   
(Werte des Referenzgebäudes nach Anlage 2 GEG)

( $Q_P$ ) beschreibt den Jahres-Primärenergiebedarf des zu betrachtenden Gebäudes und ( $Q_{P \text{ Ref}}$ ) den Jahres-Primärenergiebedarfs des entsprechenden Referenzgebäudes.

Höchstwerte an mittlere U-Werte:  $U_{\text{Bauteil}} \leq 1,4 \times (1,25 \times \max. U)_{\text{gerundet}}$   
(mit max. U nach Anlage 3 GEG)

Zur besseren Darstellung zeigt folgende Tabelle die Höchstwerte der mittleren U-Werte berechnet anhand den maximalen U-Werten aus Anlage 3 GEG sowie den oben dargestellten Formeln, ausgedrückt in Zahlen:

Bauteile	Raumtemperatur $\geq 19^\circ\text{C}$	Raumtemperatur 12 bis $19^\circ\text{C}$
Opake Außenbauteile	$\bar{U} = 0,56 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	$\bar{U} = 0,84 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Transparente Außenbauteile	$\bar{U} = 2,66 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	$\bar{U} = 4,90 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Vorhangfassaden	$\bar{U} = 2,66 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	$\bar{U} = 5,32 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln	$\bar{U} = 4,34 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	$\bar{U} = 5,46 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

**Tabelle 1: Höchstwerte der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten für Bauteilgruppen**

Quelle: BaylkaBau (2021): GEG 2020 S. 33.

Die opaken Außenbauteile sind alle lichtundurchlässigen Bauteile, die das Gebäude von der Außenluft abschirmen. In den meisten Fällen wird hier der mittlere U-Wert aus den

<sup>24</sup> Vg. §48 Absatz GEG.

<sup>25</sup> §50 Absatz 1 Satz 2 a) GEG.

<sup>26</sup> §50 Absatz 1 Satz 2 b) GEG.

<sup>27</sup> BaylkaBau (2021): GEG 2020, S. 33.

Fassadenteilen und des Dachs gebildet. Die transparenten Außenbauteile beschreiben die Fenster oder andere Glaselemente des Gebäudes. Mit dem mittleren U-Wert aller Außenbauteile zusammen, können die Transmissionswärmeverluste des Gebäudes berechnet werden und die Qualität der Gebäudehülle bewertet und interpretiert werden.

## **2.2.2 Anforderungen an Sanierungsvorhaben von Nichtwohngebäuden nach Vorgaben der BEG**

Die BEG besteht aus drei Teilprogrammen. Die BEG EM (Einzelmaßnahmen), die BEG WG (Wohngebäude) und die BEG NWG (Nichtwohngebäude).

Die BEG NWG „regelt die Anforderungen, die ein Bauvorhaben erfüllen muss, um förderbar zu sein“<sup>28</sup> für alle Gebäudetypen die als Nichtwohngebäude eingestuft werden. Die BEG EM stellt alle Rahmenbedingungen und Ansprüche an Vorhaben zur Veränderung einzelner Gebäudeteile dar. Gegenstand dieser Arbeit wird vorwiegend die BEG NWG sein, da sie die energetischen Voraussetzungen und Zielwerte für das zu sanierende Gebäude dieser Arbeit vorgibt. Da die Regelungen der BEG EM auch auf Nichtwohngebäude zutreffen, wird auf die Richtlinie bei der Ermittlung der Förderhöhe in Kapitel 5 ebenfalls eingegangen. Zum direkten Vergleich der Ansprüche eignet sich jedoch nur die BEG NWG da hier die Zielwerte, ähnlich wie im GEG, für das gesamte Gebäude formuliert werden und nicht nur für Einzelmaßnahmen.

Mit dem Programm der BEG NWG fördert der Bund vereinfacht die Sanierung von Effizienzgebäuden, die folgende Bedingungen erfüllen müssen:<sup>29</sup>

- Die Sanierung muss die technischen Anforderungen der BEG NWG-Richtlinie gemäß Anlage 1 erfüllen.
- Das Bauvorhaben muss von Fachunternehmen ausgeführt werden.
- Es muss zur Verbesserung des energetischen Niveaus des Gebäudes beitragen.
- Das Vorhaben muss zur Minderung von CO<sub>2</sub>-Emissionen beitragen sowie zur Erhöhung der Energieeffizienz und des Anteils erneuerbarer Wärme und Kälte im Gebäudesektor.

Wie beim GEG gelten auch in der BEG NWG der Jahres-Primärenergiebedarf und der Wärmeschutz der wärmeabgebenden Gebäudehülle (Außenbauteile) als Maßstab.<sup>30</sup> Grundlage

---

<sup>28</sup> Tusch nsk (2021): BEG-Förderung am Beispiel des Verwaltungsbaus, S.52.

<sup>29</sup> Vgl. Tusch nsk (2021): BEG-Förderung am Beispiel des Verwaltungsbaus, S.52.

<sup>30</sup> Vgl. Tusch nsk (2021): BEG-Förderung am Beispiel des Verwaltungsbaus, S.53.



zur Berechnung des Standards ist ebenfalls das Referenzgebäude. Unterschied zum GEG stellt die Erweiterung durch die „Effizienzgebäude (EG) EE“ (erneuerbare Energien) - und „Effizienzgebäude (EG) NH“ (Nachhaltigkeit)- Klasse dar. Die „EG EE“ -Klasse bedeutet, „dass mindestens 55 Prozent (%) der benötigten Energie für die Wärme- und Kälteversorgung des Gebäudes über anerkannte erneuerbare Energiequellen<sup>31</sup> gedeckt wird.“<sup>32</sup> Die „EG NH“- Klasse bedeutet, dass für ein Effizienzgebäude ein Nachhaltigkeitszertifikat ausgestellt wird.<sup>33</sup> Dieses Zertifikat bestätigt „die Übereinstimmung der Maßnahme mit den Anforderungen des Qualitätssiegels „Nachhaltiges Gebäude“ (QNG) des Bundesministeriums des Inneren, für Bau und Heimat“.<sup>34</sup> Eine Kombination beider Klassen ist bisher nicht möglich, wird jedoch bis 2023 geprüft. Somit ergeben sich folgende energetische Mindestanforderungen von Sanierungen nach der BEG NWG:

Effizienzgebäude	EG 40	EG 55	EG 70	EG 100	EG Denkmal
Q <sub>p</sub> in % von Q <sub>p, REF</sub>	40 %	55 %	70 %	100 %	160 %
EE-Klasse	EE-Klasse	EE-Klasse	EE-Klasse	EE-Klasse	EE-Klasse
NH-Klasse	NH-Klasse	NH-Klasse	NH-Klasse	NH-Klasse	NH-Klasse

**Tabelle 2: Effizienzgebäudestandard in der Sanierung**

Quelle: BMWK (2022): BEG NWG S.15.

Jede EG-Stufe kann entweder mit der EE-Klasse oder der NH-Klasse erweitert werden, um den förderfähigen Standard zu erhöhen. Neben dem Jahres-Primärenergiebedarf muss außerdem die Gebäudehülle berücksichtigt werden. Der Mittelwert der Wärmedurchgangskoeffizienten für die opaken Außenbauteile ( $U_{\text{opak}}$ ), die transparenten Außenbauteile ( $U_{\text{transparent}}$ ), die Vorhangfassaden ( $U_{\text{Vorhang}}$ ) sowie für Lichtkuppeln und Türen/Tore ( $U_{\text{Licht}}$ ), sind hierbei maßgebend.<sup>35</sup> Folgende Tabelle veranschaulicht die Grenzwerte der eben genannten Wärmedurchgangskoeffizienten für Zonen mit einer Raum-Solltemperatur  $\geq 19$  °C:

Effizienzgebäude (T $\geq 19$ °C)	EG 40	EG 55	EG 70	EG 100	EG Denkmal
	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	[W/(m <sup>2</sup> · K)]
$\bar{U}_{\text{opak}}$	0,18	0,22	0,26	0,34	–
$\bar{U}_{\text{transparent}}, \bar{U}_{\text{Vorhang}}$	1,0	1,2	1,4	1,8	–
$\bar{U}_{\text{Licht}}$	1,6	2,0	2,4	3,0	–

**Tabelle 3: Anforderungen an den Wärmeschutz der Gebäudehülle**

Quelle: BMWK (2022): BEG NWG S.15.

<sup>31</sup> Siehe Begriffsbestimmung „Erneuerbare Energien“ §3 Absatz 2 Satz 1 – 6 GEG.

<sup>32</sup> Tusch nsk (2021): BEG-Förderung am Beispiel eines Verwaltungsbaus, S.53.

<sup>33</sup> Vg. Tusch nsk (2021): BEG-Förderung am Beispiel eines Verwaltungsbaus, S.53.

<sup>34</sup> BMWK (2022): BEG NWG, S.16.

<sup>35</sup> Vg. BMWK (2022): BEG NWG, S.16.

Die Anforderungen an die Gebäudehülle unterschieden sich ebenfalls je nach EG-Stufe und werden um so strenger je effizienter der Gebäudestandard. Die Berechnung des Jahres-Primärenergiebedarfs und der Mittelwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten muss nach aktueller BEG-Fassung zum Antragszeitpunkt erfolgen.<sup>36</sup>

### 2.2.3 Vergleich der Anforderungen des GEG und der BEG

Um eine Grundlage für den Vergleich der Sanierungskonzepte zu schaffen und so den Maßstab für die Energieeffizienz zu definieren, werden nun die Vorgaben beider Schriftsätze herangezogen und miteinander verglichen. Der Jahres-Primärenergiebedarf und die Mittelwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten der Außenbauteile sind Größen, die in beiden Texten verwendet werden und dienen somit als Vergleichsgrundlage. Der einzige Unterschied bei der Gebäudehülle ergibt sich durch die Erweiterung um „U<sub>Licht</sub>“ die im GEG nicht separat berücksichtigt wird. Türen und Tore fallen bei der GEG-Betrachtung unter die opaken Außenbauteilen, werden aber in der BEG unter U<sub>Licht</sub> berücksichtigt.

Um den größtmöglichen Effekt der strengeren Anforderungen an den Außenbauteilen sowie dem Jahres-Primärenergiebedarfs der BEG deutlich zu machen, wird für die zweite Sanierungsvariante der Standard EG40 EE als Ziel definiert. Dies entspricht dem energetisch effizientesten Standard den ein Bestandsgebäude nach Sanierung erreichen sollte, um das übergeordnete Ziel, die maximale Reduzierung der Treibhausgasemissionen, bestmöglich zu unterstützen. Folgende Tabelle fasst die technischen Anforderungen an eine Sanierung nach den Vorgaben des GEG, sowie der BEG zusammen:

Regelung	Jahres-Primärenergiebedarf in Bezug auf das Referenzgebäude	Höchstwerte der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten der Außenbauteile der wärmeübertragenden Umfassungsfläche für Zonen auf mindestens 19 Grad Celsius beheizt - (U-Werte) in W/(m <sup>2</sup> K)			
		U-Wert opake Außenbauteile	U-Wert transparente Außenbauteile	U-Wert Vorhangfassade	U-Wert Glasdächer, Lichtbäder, Lichtkuppeln
BEG (EG 40)	40%	0,18	1,0	1,0	1,6
GEG	140%	0,56	2,66	2,66	4,34

**Tabelle 4: Vergleich der Anforderungen an Sanierungen des GEGs und der BEG**

Quelle: Eigene Darstellung nach Vorbild von BaylkaBau (2021): GEG 2020 S. 33. und BMWK (2022): BEG NWG S.15.

<sup>36</sup> Vg. BMWK (2022): BEG NWG, S.15.

Vergleicht man den Jahres-Primärenergiebedarf und die Höchstwerte der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten werden erhebliche Unterschiede deutlich. Liegt der Jahres-Primärenergiebedarf des Referenzgebäudes beispielsweise bei 100 kWh/m<sup>2</sup>a so darf laut GEG, das sanierte Objekt 140 kWh/m<sup>2</sup>a aufweisen. Um dem Standard EG 40 zu erreichen, darf der jährliche Primärenergiebedarf jedoch höchstens bei 40 kWh/m<sup>2</sup>a liegen. Bei den mittleren U-Werten der verschiedenen Bauteile sind ebenfalls erhebliche Unterschiede zu erkennen. So stehen sich beispielsweise bei den opaken Außenbauteilen Zielwerte von 0,56 W/m<sup>2</sup>K laut GEG und 1,8 W/m<sup>2</sup>K nach Vorgaben der BEG gegenüber. Welche Auswirkungen diese Unterschiede auf den Umfang der Sanierungskonzepte hat, wird in den folgenden Kapiteln ermittelt.

Für den sommerlichen Wärmeschutz gibt es sowohl im GEG und in der BEG keine explizite Regelung für Sanierungen von Bestandsgebäuden. Im GEG wird der sommerliche Wärmeschutz in §14 GEG geregelt.<sup>37</sup> Die gesetzlichen Anforderungen beziehen sich lediglich auf zu errichtende Gebäude und auf Erweiterung und Ausbau bestehender Gebäude. Aus diesem Grund wird auf den Nachweis der Erfüllung des sommerlichen Wärmeschutz in dieser Arbeit verzichtet.

---

<sup>37</sup> Vg. §14 GEG.

### 3 Grundlagenermittlung der Sanierungskonzepte

In diesem Abschnitt der Arbeit wird das Sanierungsobjekt vorgestellt und die Rahmenbedingungen der Sanierungskonzepte definiert. Das Objekt, zukünftig „Büroturm“ genannt, orientiert sich an einem Objekt im Eigentum der Daimler AG<sup>38</sup>, und befindet sich auf dem „Höschle Areal“ in Stuttgart Wangen, Ulmer Straße 196. Das Gebäude der Daimler AG war Teil eines umfänglichen Sanierungs- und Neubauprojektes im Jahr 2016. In dem Projekt wurde der Büroturm kernsaniert und bis auf den Rohbaugebäudekern zurückgebaut. Der unsanierte Altbau vor Umsetzung jeglicher Maßnahmen, dient als Basis der Sanierungskonzepte dieser Arbeit. Zu Beginn folgt eine Vorstellung des Projektes inklusive der Darstellung der Ausgangssituation. Die Grundlage für fehlende Informationen, die zur Feststellung des Ist-Zustands notwendig sind, liefert die Nichtwohntypologie des Instituts Wohnen und Umwelt.<sup>39</sup> Zusammen mit den zur Verfügung stehenden Daten über den Büroturm der Daimler AG, wird das Bestandsgebäude mit dem Programm „Energieberater 18599“ virtuell nachgebaut. Anschließend wird das Referenzgebäude und dessen Jahres-Primärenergiebedarf ermittelt, um so die Rahmenbedingungen der Sanierungskonzepte zu schaffen.

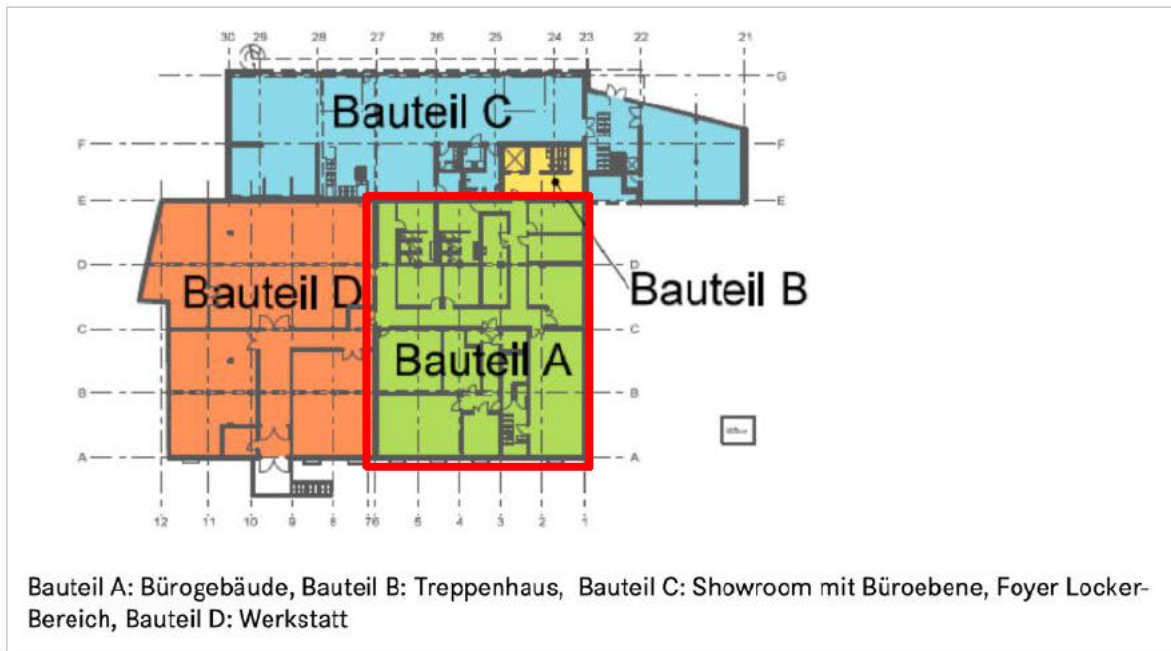
#### 3.1 Projektvorstellung

Die Kernsaniierung des realen Büroturms war Teil eines umfänglichen Sanierungskonzepts, der zusätzlich den Neubau einer Werkstadthalle und eines Showrooms, beinhaltet hatte. Betrachtungsgegenstand dieser Arbeit wird lediglich die Sanierung des Bestandsgebäudes (Bürogebäude) sein, das in Abbildung 1 als Bauteil A benannt wird. Das neu errichtete Treppenhaus (Bauteil B) das unter anderem als zweiter Rettungsweg zu Bauteil A gehört, wird aus den Betrachtungen ausgeschlossen, da es energetisch keinen nennenswerten Einfluss auf den Gesamtenergiebedarf, sowie die Kosten der Lebenszyklusanalyse, hat.

---

<sup>38</sup> Stand 2016.

<sup>39</sup> Vg. Stein (2015): Typologie-gestützte Kennwerte für die energetische Bewertung bestehender Nichtwohngebäude, S. 94.



### Abbildung 1: Übersichtsplan Standort

Quelle: Baubeschreibung zur Planung LPH 5-7 S. 2. (Anhang Teil2).

Die Abschnitte von Bauteil A, die an Bauteil B, C und D angrenzen, werden im Rahmen dieser Arbeit als Außenwände gegen Außenluft definiert und erhalten den gleichen Aufbau wie die Fassadenteile, die an keine anderen Gebäudeteile angrenzen. Um möglichst realitätsgetreue Aussagen zu treffen, wird sich an das Sanierungskonzept der ursprünglichen Baubeschreibung orientiert und alle notwendigen Maßnahmen in beiden Konzepten umgesetzt. Es soll jedoch insoweit abgeändert werden, dass sich die erste Sanierungsvariante an den Ansprüchen des GEG orientiert und die zweite Sanierungsvariante den EG40 EE Standard erreichen soll.

### 3.1.1 Ausgangssituation des Gebäudes

Es wird angenommen, dass das Hochhaus um das Jahr 1950 erbaut und in Stahlbetonbauweise errichtet wurde. Die Fassadenoberfläche ist eine vollflächige, vorgehängte Aluminium-Verschalung mit hinterlüfteter Zwischenraumdämmung. Die Fenster des Büroturms sind Aluminium-Fenster die in Gruppen zusammengefasst eine Bandfassade in allen Stockwerken darstellen. Die Geschossdecken sind als Stahlbetonrippendecken ausgeführt, die als Rohbaukern bei der Sanierung auch erhalten bleiben. Der Büroturm ist unterkellert, setzt sich insgesamt aus sieben Stockwerken zusammen und erstreckt sich über eine Höhe von > 22 Metern. Alle Gebäude, die eine Höhe von 22 Metern oder mehr aufweisen, werden

offiziell als Hochhaus eingestuft.<sup>40</sup> Das sechste Obergeschoss ist zurückgesetzt, wodurch sich Dachflächen sowohl auf dem fünften als auch sechsten Geschoss ergeben. Beide Dachflächen sind als Flachdächer ausgebaut. Im Erdgeschoss befinden sich Verkaufsräume und in den Obergeschossen ausschließlich Büro- und Besprechungsräume. Für den unsanierten Büroturm wird eine Bruttogrundfläche (BGF) von ca. 4.875 m<sup>2</sup> und eine Nettogrundfläche (NGF) von 4.338 m<sup>2</sup> angenommen.



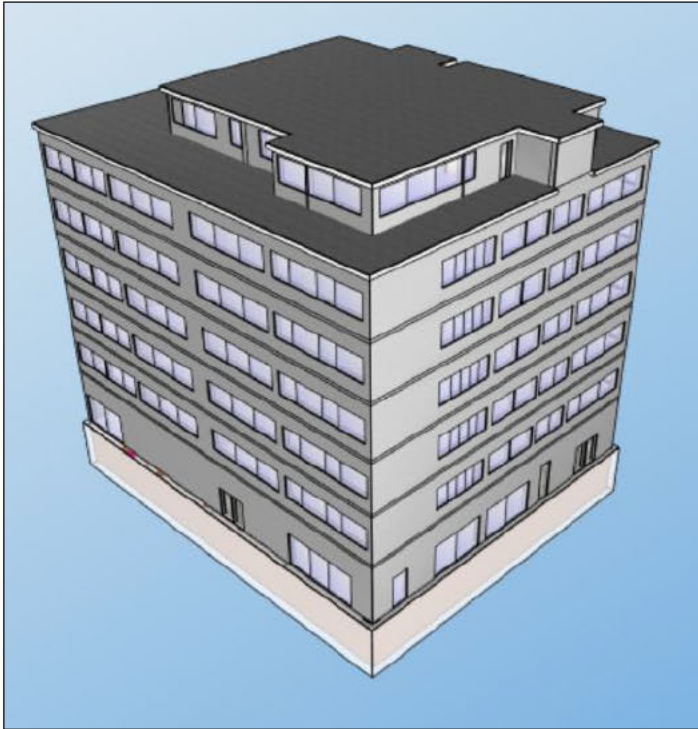
**Abbildung 2: Foto Bestandsgebäude**

*Quelle: Baubeschreibung zur Planung LPH 5-7 S. 8. (Anhang Teil 2).*

Wie in Abbildung 2 dargestellt grenzt das Gebäude an zwei Seiten bis einschließlich dem ersten Obergeschoss an die nebenstehenden Gebäude an. Da in der Betrachtung dieser Arbeit die energetische Wechselwirkung des Büroturms mit den angrenzenden Gebäuden (Bauteile C und D), sowie dem Treppenhaus (Bauteil B) nicht Berücksichtigt wird, wurde das Gebäude ohne die angrenzenden Teile in seinem Ist-Zustand mit dem Programm „Energieberater 15899 3D Plus“ aufgenommen und energetisch bewertet. Die Fassadenteile, die an die nebenstehenden Gebäude angrenzen, werden in Rahmen dieser Betrachtung als Außenwände gegen Außenluft definiert, wodurch der Büroturm autark in seiner Betrachtung wird.

---

<sup>40</sup> Vg. Dunke (2017): Ab 22 Metern gehen andere Regeln, (15.08.2022).



**Abbildung 3: Darstellung Ist-Zustand Gebäude**

Quelle: Eigene Darstellung mit Energieberater 18599.

Wie bereits beschrieben, weist der unsanierte Büroturm eine massive Außenwand mit vorgehängter Fassade und einer 50mm dicken Dämmschicht auf. Zum Schutz vor Sonneneinstrahlung ist eine außenliegende Verschattung in den Fensterkästen eingebaut. Das Gebäude hat keine Lüftungsanlage und bedient sich lediglich der Fensterlüftung. Die Fenster, mit dem Baujahr 1986, sind Zweischeiben-Isolierverglast. Die wärmeumfassenden Außenbauteile stellen sich wie folgt zusammen:

- |  |                                |
|--|--------------------------------|
| - Außenwand (AW): U-Wert 0,60 W/m <sup>2</sup> K;                  | Fläche: 1726,02 m <sup>2</sup> |
| - Fenster (F): U-Wert 3,0 W/m <sup>2</sup> K;                      | Fläche: 692,90 m <sup>2</sup>  |
| - Dach (DA): U-Wert 0,70 W/m <sup>2</sup> K <sup>41</sup> ;        | Fläche: 654,40 m <sup>2</sup>  |
| - Kellerdecke (BK): U-Wert 0,89 W/m <sup>2</sup> K <sup>42</sup> ; | Fläche: 635,43 m <sup>2</sup>  |

Die Daten über den Aufbau der Außenwand (AW) und der Fenster (F) orientieren sich am originalen Objekt. Der Aufbau des unsanierten Dachs (DA) und der Kellerdecke (Boden gegen Keller (BK)) basieren auf der Nichtwohntypologie des IWU. Um den mittleren

<sup>41</sup> Vg. Ste n (2015): Typo og e-gestützte Kennwerte für d e energet sche Bewertung bestehender N chtwohnggebäude, S. 94.

<sup>42</sup> Vg. Ste n (2015): Typo og e-gestützte Kennwerte für d e energet sche Bewertung bestehender N chtwohnggebäude, S. 94.

Wärmedurchgangskoeffizienten der gesamten Hüllfläche ermitteln zu können wird folgende Formel angewendet:<sup>43</sup>

$$\frac{\sum (\text{Gewichtungsfaktor} \times \text{U-Wert} \times \text{Fläche Bauteil})}{\sum \text{Flächen Bauteile}}$$

Der Gewichtungsfaktor kommt vor allem bei Flächen gegen unbeheizte Räume oder dem Erdreich zum Tragen. Die Flächen dieser Bauteile gehen lediglich zu 50 Prozent in die Berechnung ein und erhalten einen Faktor von 0,5.<sup>44</sup> Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Transmissionswärmeverluste über die Gebäudehülle im direkten Zusammenhang mit der Temperaturdifferenz zwischen den Innenräumen und dem angrenzenden Außenbereich stehen. In Wintermonaten ist ein unbeheizter Keller zwar kühler als der beheizte Innenraum, jedoch immer noch wärmer als die angrenzende Außenluft. Dieser Unterschied kann durch den Gewichtungsfaktor in der Berechnung ausgeglichen werden. Auf Basis der genannten Formel ergeben sich für die wärmeumfassende Hüllfläche ein mittlerer U-Wert von 0,60 W/m<sup>2</sup>K und für die transparenten Außenbauteile ein mittlerer U-Wert von 3,00 W/m<sup>2</sup>K.

Wärmeumfassende Hüllfläche					
Bauteil	Faktor	U-Wert in W/m <sup>2</sup> K	Fläche A in m <sup>2</sup>	FxUxA in W/K	
AW	1	0,60	1726,02	1035,61	
BK	0,5	0,89	653,00	290,59	
DA	1	0,70	654,40	458,08	
AT	1	2,70	18,70	50,49	mittlerer U-Wert
<b>Summe:</b>			<b>3052,12</b>	<b>1834,77</b>	<b>0,60 W/m<sup>2</sup>K</b>

Transparente Außenbauteile					
Bauteil	Faktor	U-Wert in W/m <sup>2</sup> K	Fläche A in m <sup>2</sup>	FxUxA in W/K	
Fenster	1	3,00	692,90	2078,70	mittlerer U-Wert
<b>Summe:</b>			<b>692,90</b>	<b>2078,70</b>	<b>3,00 W/m<sup>2</sup>K</b>

**Abbildung 4: Mittlere Wärmedurchgangskoeffizienten Hüllfläche Bestand**

Quelle: Eigene Darstellung.<sup>45</sup>

Die energetische Qualität der Außenbauteile wirkt sich vor allem auf die Transmissionswärmeverluste des Gebäudes aus. Je besser das Gebäude über seine Hülle zur Außenluft abgeschirmt ist, desto geringer sind die Verluste. Für den unsanierten Gebäudezustand

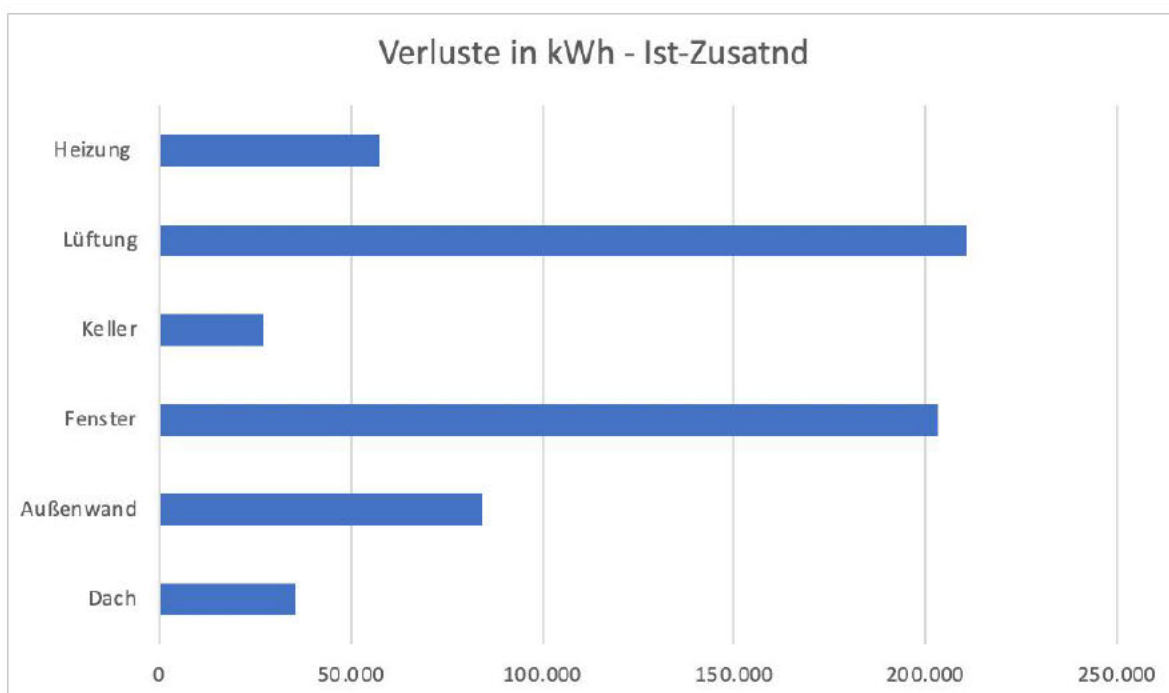
<sup>43</sup> Vg. Baudu n (2018): Bestimmung des mittleren U-Wertes (online).

<sup>44</sup> Vg. Baudu n (2018): Bestimmung des mittleren U-Wertes (online).

<sup>45</sup> Vg. Berechnung nach Bauteilfestlegung (Anhang Teil 4).



ergibt sich kumuliert aus den Wärmeverlusten der opaken Bauteile und den Verlusten über die Fenster ein spezifischer Transmissionswärmeverlust  $H_T$  von  $1,14 \text{ W/m}^2\text{K}$  für die gesamte Hüllfläche. Da außerdem keine genauen Angaben zu den Verlusten aufgrund von Wärmebrücken im Gebäude vorliegen, wurde hier für die Berechnung ein pauschaler Zuschlag von  $0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$  angenommen.<sup>46</sup> Verluste entstehen jedoch nicht nur über die Gebäudehülle, über die Lüftung des Gebäudes und die Anlagentechnik geht ebenfalls Wärme an die Umgebung verloren. Nachfolgendes Diagramm fasst die jährlichen Wärmeverluste des Büroturms im Ist-Zustand vor einer Sanierung zusammen:



**Abbildung 5: Wärmeverluste in kWh - Ist-Zustand**

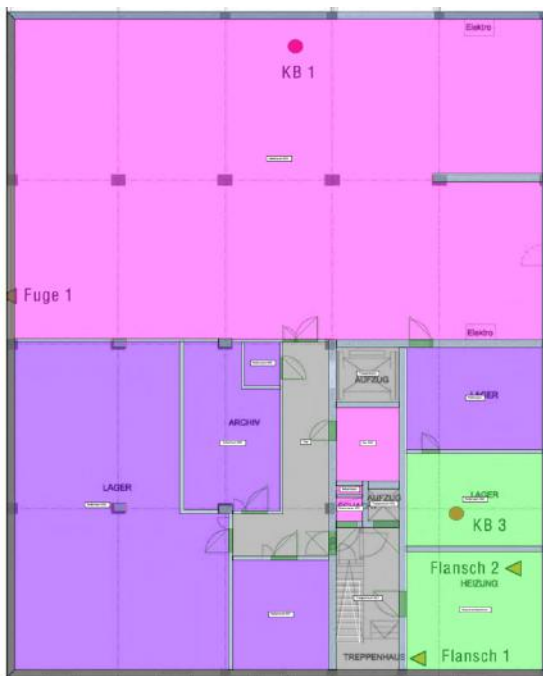
Quelle: Eigene Darstellung nach Daten Bestandsgebäude (Anhang Teil 5).

Aufgrund der Fensterlüftung verliert das Gebäude den größten Anteil an Wärme. Gleichzeitig ist zu erkennen, dass die energetische Qualität der Fenster mit einem aktuellen U-Wert von  $3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$  ebenfalls für erhebliche Wärmeverluste sorgen. Anhand der Verluste können schon einige Maßnahmen potenzieller Sanierungskonzepte abgeleitet werden.

Das gesamte Höschle Areal ist an ein Fernwärmenetz angeschlossen. Die Übergabestation liegt in einem anderen Gebäude auf dem Areal und die Wärme wird von dort aus an die umliegenden Gebäude weitergeleitet. Die Wärmeabgabe innerhalb des Gebäudes erfolgt über Heizkörper. Das Kellergeschoss ist unbeheizt und der Heizwärmebedarf vor der

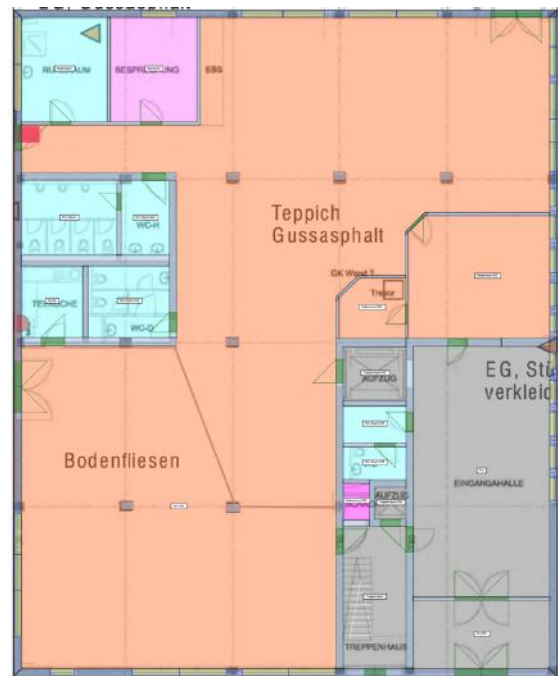
<sup>46</sup> Vg. KfW (2021): Infobatt, S.25.

Sanierung des Büroturms ist auf Daten vergangener Jahre mit  $68,7 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  angegeben. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass dieser Wert für den Büroturm im Austausch der anderen Gebäudeteile zu verstehen ist, und nicht pauschal für den autark betrachteten Büroturm übernommen werden kann. Da auch zum bestehenden Kühlsystem nur wenige Ausgangsdaten vorhanden waren, wird hier ein dezentrales System mit Rückkühlern auf dem Dach und einzelnen Split Geräten in den entsprechenden Räumen angenommen. Im Erdgeschoss befinden sich der Eingangsbereich, ein Verkaufsraum und Besprechungsräume. Die Obergeschosse dienen, wie bereits in Abschnitt 3.3 erwähnt, ausschließlich der Büronutzung und sind in ihrer Flächenaufteilung simultan. Folgende Darstellungen repräsentieren die Grundrisse des Ist-Zustands:



**Abbildung 6: Kellergeschoss nach Zonen unsaniert**

Quelle: Eigene Darstellung mit Energieberater 18599.

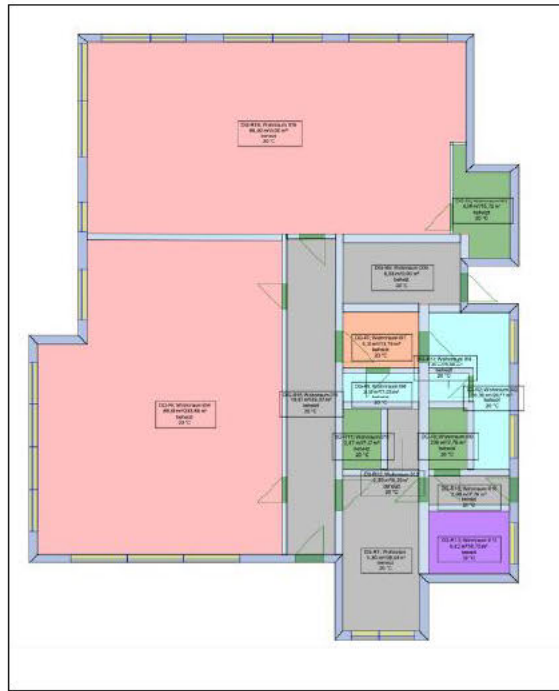


**Abbildung 7: Erdgeschoss nach Zonen unsaniert**

Quelle: Eigene Darstellung mit Energieberater 18599.



**Abbildung 8: 1.OG unsaniert nach Zonen**  
Quelle: Eigene Darstellung mit Energieberater 18599.



**Abbildung 9: DG unsaniert nach Zonen**  
Quelle: Eigene Darstellung mit Energieberater 18599.

Die farbliche Markierung der Räume spiegelt die Einteilung der Flächen in unterschiedliche Nutzungszonen wider, die bei der energetischen Bewertung von Nichtwohngebäuden zum Tragen kommt. Zonen beschreiben Abschnitte mit wesentlicher unterschiedlicher Nutzung, technischer Ausführung, innerer Lasten und Versorgung mit Tageslicht.<sup>47</sup> Die Nutzung der Räume spielt vor allem für den Stromverbrauch des Gebäudes und für dessen Heiz- und Kühllast eine wesentliche Rolle. Die Flächen bzw. Zonen des unsanierten Gebäudes sind aufgeteilt in Gruppenbüros (Grün), Besprechungsräume (Rosa), WC-Räume (Blau), sonstige Aufenthaltsräume (Orange), Lager (Lila), Flächen ohne Aufenthalt (Pink), Serverraum (hell Grün) und Verkehrsflächen (Grau). Die prozentuale Verteilung der Zonen auf die Gebäudefläche ist ebenfalls in den Energieausweisen eines Gebäudes zu finden. Für den unsanierten Büroturm ist die Aufteilung der Flächen nach Zonen wie folgt:

<sup>47</sup> Vg. §21 Absatz 2 GEG.

Gebäudezonen			
Nr.	Zone	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Anteil [%]
1	WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäude	165,2	3,7
2	Verkehrsfläche	674,8	15,4
3	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar	295,6	7,2
4	Lager	191,1	4,5
5	Serverraum/Rechenzentrum	52	1,3
6	Sonstige Aufenthaltsräume	579,5	14,2
7	Nebenflächen ohne Aufenthaltsräume	358,4	8,5
8	Gruppenbüro	2.026,80	45,2

**Abbildung 10: Flächen Gebäudezonen Bestand**

Quelle: Eigene Darstellung nach Daten „Energieausweis Ist-Zustand“ (Anhang Teil 5).

Mit Abstand den größten Anteil haben die Gruppenbüros in den fünf Obergeschossen mit fast 45 Prozent der Zonenfläche. Den zweitgrößten Anteil haben die Verkehrsflächen, die hauptsächlich aus dem Treppenhaus und den Fluren in den Geschossen bestehen, gefolgt von den sonstigen Aufenthaltsräumen mit 14,2 Prozent. Die Zonenfläche ergibt sich aus allen Räumen eines Gebäudes, die durch einheitliche Nutzungsanforderungen gekennzeichnet sind.<sup>48</sup> Die verschiedenen Nutzungsanforderungen an Nichtwohngebäuden sind: Beheizung, Kühlung, Belüftung, Befeuchtung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung.<sup>49</sup> „Räume, die mindestens eine Anforderung an die Konditionierung haben, gehören zu einer „konditionierten Zone“.“<sup>50</sup> Daher kann man die Zonenfläche nicht pauschal mit der Nutzfläche eines Gebäudes gleichsetzen.

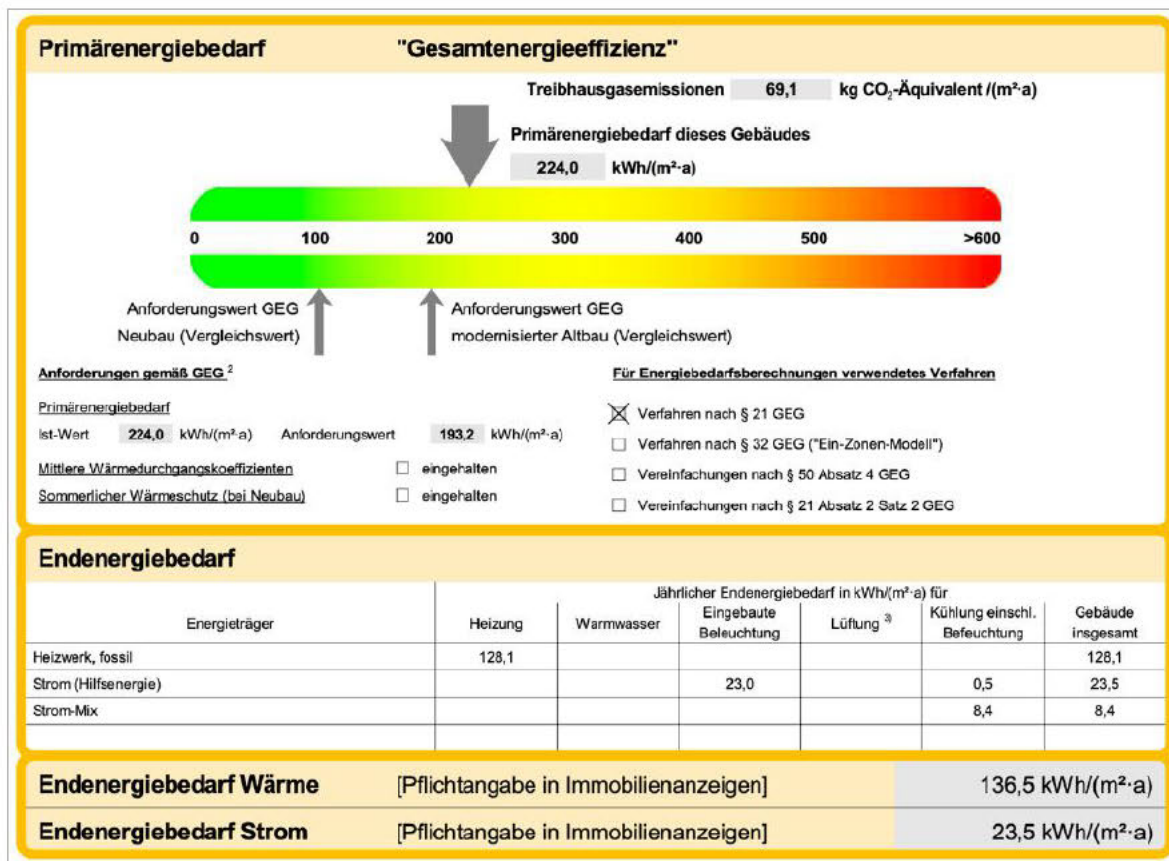
Da über den Jahres-Primärenergiebedarf und die jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen keine Daten zur Verfügung stehen, wird sich hierbei auf die Typologie gestützten Kennwerte für Nichtwohngebäude des Instituts für Wohnen und Umwelt bezogen. Nichtwohngebäude der gleichen Baualtersklasse und ähnlicher Ausführung werden mit einem Jahres-Primärenergiebedarf von bis zu 330 kWh/m<sup>2</sup>a angegeben.<sup>51</sup> Auf Basis aller beschriebenen Daten ergibt sich durch die Gebäudesimulation folgender Jahres-Primärenergiebedarf für das unsanierte Gebäude, auf dessen Basis alle weiteren Annahmen und Berechnungen erfolgen werden:

<sup>48</sup> Vg. Müller (2020): Zonierung von Nichtwohngebäuden, 28.10.2022.

<sup>49</sup> Vg. Müller (2020): Zonierung von Nichtwohngebäuden, 28.10.2022.

<sup>50</sup> Müller (2020): Zonierung von Nichtwohngebäuden, 28.10.2022.

<sup>51</sup> Vg. Stein (2015): Typologie-gestützte Kennwerte für die energetische Bewertung bestehender Nichtwohngebäude, S. 96.



**Abbildung 11: Jahres-Primärenergiebedarf unsanierter Gebäudezustand**

Quelle: Eigene Darstellung siehe Energieausweis (Anhang Teil 5).

Der unsanierte Büroturm, betrachtet als einzelnes freistehendes Gebäude, weist einen Jahres-Primärenergiebedarf von 224 kWh/m<sup>2</sup> auf sowie jährliche Treibhausgasemissionen von 69,1 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalent/(m<sup>2</sup>·a). Bei Nichtwohngebäuden gilt als Energiebezugsfläche generell die Summe aller beheizten und gekühlten Nettogrundflächen eines Gebäudes.<sup>52</sup> Für den unsanierten Büroturm bezieht sich der Energieausweis auf 3.119,10m<sup>2</sup> beheizte bzw. gekühlte Fläche. Der Endenergiebedarf für Wärme beläuft sich auf 136,5 kWh/(m<sup>2</sup>·a) und der Bedarf für Strom auf 23,5 kWh/(m<sup>2</sup>·a). Zur Wärmeversorgung des Gebäudes wird Fernwärme eingesetzt. Auf Basis vorliegender Daten wird angenommen, dass der Anteil an erneuerbaren Energien zur Deckung des Wärme- und Kältebedarfs für den Ist-Zustand bereits 33 Prozent liegt. Dieser Anteil wird durch die Fernwärme erbracht, die zu einem Drittel durch anerkannte erneuerbare Energien erzeugt wird.

Bei der Beleuchtung des Bestandsgebäudes wird davon ausgegangen, dass stabförmige Leuchtstofflampen mit konventionellem Vorschaltgerät (KVG), die eine spezifische

<sup>52</sup> Vg. B ga ke (2015): Le t faden Energ eauswe s, S. 44.

Bewertungsleistung von 5,0 [W/(m<sup>2</sup> 100 Lux)] aufweisen, eingebaut sind.<sup>53</sup> Der jährliche Strombedarf zur Beleuchtung des Gebäudes beläuft sich somit auf 49.425 kWh.<sup>54</sup> Der un-sanierte Gebäudezustand dient als Grundlage zur Ermittlung des Referenzenergiebedarfs, der gleichzeitig das Ziel des gesetzlichen Mindestanspruchs der Sanierungsmaßnahmen darstellt.

### 3.1.2 Energetisches Niveau des Referenzgebäudes

Wie bereits die EnEV 2014 und die EnEV 2009, arbeitet das GEG mit dem „Referenzgebäude-Verfahren“, um Gebäude energetisch zu bewerten. Das Referenzgebäude ist eine virtuelle Kopie des zu betrachtenden Gebäudes und weist die gleiche Geometrie (Größe, Form, Aufbau), Nutzfläche und Ausrichtung wie das reale Gebäude auf. Unterschied ist, dass alle zur Bewertung relevanten Bauteile und technischen Anlagen durch die Referenztechnik ersetzt werden. Das Referenzgebäude spiegelt so den Neubaustandard eines Gebäudes wider, wenn es mit dem aktuellen Stand der Technik belegt wäre. Daraus ergeben sich der maximal zulässige Jahres-Primärenergiebedarf und die Höchstgrenze des Transmissionswärmeverlusts, den das reale Gebäude aufweisen darf. Bei dieser Berechnung werden die Bauteile aus dem in Anlage 2 des GEG technisch beschriebenen Referenzgebäudes herangezogen. Die nachfolgende Tabelle fasst die relevantesten Elemente der technischen Ausführung des Referenzgebäudes für Nichtwohngebäude zusammen:

---

<sup>53</sup> Vgl. Stein (2015): Typologiestütztes Kennwertesystem für die energetische Bewertung bestehender Nichtwohngebäude, S. 94.

<sup>54</sup> Vgl. Anhang Teil 5, Daten Bestandsgebäude, Beleuchtung.

Bauteil/System	Eigenschaft	Referenzausführung/Wert (Raumtemperaturen im Heizraum >19 C)
Außenwand (einschließlich Einbauten, wie Raddenkästen), Geschossdecke gegen Außenluft	Wärmedurchgangskoeffizient	U = 0,28 W/(m <sup>2</sup> K)
Wand gegen Erdreich, Bodenplatte, Wände und Decken zu unbeheizten Räumen	Wärmedurchgangskoeffizient	U = 0,35 W/(m <sup>2</sup> K)
Dach, oberste Geschossdecke, Wände zu Abseiten	Wärmedurchgangskoeffizient	U = 0,20 W/(m <sup>2</sup> K)
Fenster, Fenstertüren	Wärmedurchgangskoeffizient Gesamtenergiedurchlassgrad der Vergasung Lichttransmissionsgrad der Vergasung	U = 1,30 W/(m <sup>2</sup> K) g = 0,60 TV,D65,SNA = 0,78
Außentüren, Türen gegen unbeheizte Räume, Tore	Wärmedurchgangskoeffizient	U = 1,80 W/(m <sup>2</sup> K)
Heizung (Raumhöhen ≤4m) Wärmeerzeuger	Brennwertkessel (verbessert, nach 1994) nach DIN V 18599-5:2018-09, Erdgas, Aufstellung außerhalb der thermischen Hülle, Wasserdruck > 15 bar/kW	
Wärmeverteilung und Übergabe	Siehe Anhang Teil 1	
Raumlufttechnik	Siehe Anhang Teil 1	
Kälteerzeugung	Kombi/Scroverrichter, Siehe Anhang Teil 1	

**Tabelle 5: Technische Ausführung des Referenzgebäudes (Nichtwohngebäude)**

Quelle: Eigene Darstellung nach GEG Anlage 2.

Eine ausführliche Darstellung der technischen Ausführung ist in Anhang Teil 1 zu finden.

Der Energieaufwand für den Warmwasserbedarf wird sowohl im Referenzgebäude als auch in den sanierten Gebäudevarianten dieser Arbeit vernachlässigt. Bei der Ermittlung des Nutzenergiebedarfs für Trinkwarmwasser eines Gebäudes wird ein flächenbezogener Ansatz genutzt. Das bedeutet, dass wenn der Trinkwasserbedarf nicht in der Zone entsteht, wo er gedeckt wird, darauf geachtet werden muss, die richtige Bezugsfläche für die Berechnung heranzuziehen.<sup>55</sup> „So ist beispielsweise die Höhe des Nutzenergiebedarfs für Trinkwarmwasser bei einem Bürogebäude mit Warmwasserzapfstellen in den WC-Räumen nicht anhand der Fläche der bedarfsbedeckten Zone (Fläche der WC-Räume), sondern anhand

<sup>55</sup> Vgl. KfW (2021): Infobatt, S.15.

der bedarfsauslösenden Zone (Bürofläche) zu bestimmen.<sup>56</sup> Die Vernachlässigung des Warmwasserbedarfs ergibt sich daraus, dass keine Mitarbeiterduschen oder andere Bereiche mit hohem Warmwasserbedarf in dem Bürogebäude geplant sind. Solange der Nutzenergiebedarf für Warmwasser weniger als 0,2 kWh je Person (ca. fünf Liter je Person) beträgt, darf somit der Warmwasserbedarf im Gebäude vernachlässigt werden.<sup>57</sup> Dies ist zum Beispiel der Fall, bei Bürogebäuden oder Schulen mit einzelnen Zapfstellen in Handwaschbecken, Teeküchen oder Putzräumen.<sup>58</sup> Das energetische Niveau des Referenzgebäudes für den Büroturm wurde ebenfalls mithilfe der Software „Energieberater 18599 3D Plus“ ermittelt. Die Gebäudehüllfläche, wurde mit den U-Werten des Referenzgebäudes automatisch ausgestattet und die Anlagentechnik mit den Referenzanlagen ersetzt.

Wärmeumfassende Hüllfläche					
Bauteil	Faktor	U-Wert in W/m <sup>2</sup> K	Fläche A in m <sup>2</sup>	FxUxA in W/K	
AW	1	0,28	1726,02	483,29	
BK	0,5	0,35	653,00	114,28	
DA	1	0,20	654,40	130,88	
AT	1	1,80	18,70	33,66	mittlerer U-Wert
<b>Summe:</b>			<b>3052,12</b>	<b>762,10</b>	<b>0,25 W/m<sup>2</sup>K</b>

Transparente Außenbauteile					
Bauteil	Faktor	U-Wert in W/m <sup>2</sup> K	Fläche A in m <sup>2</sup>	FxUxA in W/K	
Fenster	1	1,30	692,90	900,77	mittlerer U-Wert
<b>Summe:</b>			<b>692,90</b>	<b>900,77</b>	<b>1,3 W/m<sup>2</sup>K</b>

**Abbildung 12: Mittlere Wärmedurchgangskoeffizienten Hüllfläche Referenzgebäude**

Quelle: Eigene Darstellung.

Werden alle opaken Bauteile mit den Referenzwerten ausgestattet, dann ergibt sich ein mittlerer U-Wert von 0,25 W/m<sup>2</sup>K für die wärmeumfassende Hüllfläche. Laut Referenzgebäude müssen Fenster mindestens einen U-Wert von 1,3 W/m<sup>2</sup>K aufweisen. Im Vergleich zum Ist-Zustand liefert das Referenzgebäude bereits eine deutliche Reduzierung beider Werte. Dadurch, dass das Referenzgebäude die Anlagentechnik ebenfalls exemplarisch anhand des Neubaustandards ausstattet, zeigt nachfolgende Darstellung ein potenzielles Versorgungsschema des Büroturms:

<sup>56</sup> KfW (2021): Infob att, S.15.

<sup>57</sup> Vg . KfW (2021): Infob att, S.15.

<sup>58</sup> Vg . KfW (2021): Infob att, S.15.





**Abbildung 13: Versorgungsschema nach Zonen mit Referenzanlagentechnik**

Quelle: Eigene Darstellung mit Energieberater 18599.

Zu erkennen ist, dass Zonen von „Nebenflächen ohne Aufenthalt“ keine einzige Kondition zugewiesen ist. Dies resultiert aus den Grundrissen des Gebäudes, die teilweise Schächte für beispielweise Versorgungsleitungen aufweisen aber ohne Zugang gebaut sind. Ebenfalls zu erkennen ist, dass laut DIN 18599, auf deren Basis das Programm die Konditionierung der Zonen erstellt, Verkehrsflächen und Lagerräume keine Anforderung an Wärme- und Kälteversorgung aufweisen müssen. Wie in vorliegender Darstellung erkennbar, wird für die Wärmeerzeugung im Referenzgebäude ein Brennwert-Kessel eingesetzt. Als Brennstoff wird laut GEG Anlage 2 Erdgas eingesetzt. Die rot markierte Darstellung in Abbildung 13 spiegelt die Wärmeversorgung schematisch wider. Die GEG-Referenzanlage der Kühlung, durch das blaue Schema verdeutlicht, ist eine Kompressionskälteanlage, luftgekühlt und mit Ventilator-konvektoren in Form von Brüstungs- oder Deckengeräten als Art der Übergabe. Die Beleuchtung, symbolisiert durch die gelben Felder und die Zonennutzung wurden ebenfalls nach GEG-Referenz ausgestattet und zugeordnet. Die Beleuchtung im Referenzgebäude erfolgt durch stabförmige Leuchtstofflampen mit elektronischem Vorschaltgerät (EVG) die eine spezifische Bewertungsleistung von  $2,0-3,0 [W/(m^2 \cdot 100 \text{ Lux})]$  aufweisen. Der jährliche Strombedarf zur Beleuchtung liegt im Referenzgebäude bei 29.451 kWh, was nahezu einer Halbierung gegenüber dem Ist-Zustand im Bestand von 49.425 kWh darstellt. Durch den Austausch der wärmeumfassenden Hüllfläche mit den Werten des Referenzgebäudes sowie den Austausch der Anlagentechnik ergeben sich für den Ausgangszustand des Büroturms folgende Zielwerte geplanter Sanierungen:

Ergebnis			Anforderungen NWG							
			GEG		BEG-Effizienzhaus					
	Einheit	Ist-Wert	Bestand	REF (100%)	EH40	EH55	EH70	EH100 *	Denkmal	
Primärenergiebedarf $Q_p$	kWh/m <sup>2</sup> a	224,0	□ 193,2	□ 138,0	□ 55,2	□ 75,9	□ 96,6	□ 138,0	□ 220,8	
Mittlerer U-Wert opake Bauteile	W/m <sup>2</sup> K	0,58	□ 0,56		□ 0,18	□ 0,22	□ 0,26	□ 0,34		
Mittlerer U-Wert transparente Bauteile	W/m <sup>2</sup> K	3,0	□ 2,7		□ 1,0	□ 1,2	□ 1,4	□ 1,8		
Mittlerer U-Wert Lichtkuppeln, etc.	W/m <sup>2</sup> K	2,7	✓ 4,3		□ 1,6	□ 2,0	□ 2,4	✓ 3,0		

**Tabelle 6: Effizienzgebäude-Stufen Referenzgebäude**

Quelle: Eigene Darstellung mit Energieberater 18599.

Der Primärenergiebedarf des Referenzgebäudes ( $Q_{P,Ref}$ ) liegt bei 138,0 kWh/m<sup>2</sup>a. Wie in Kapitel 2 dieser Arbeit bereits erläutert, darf der maximale Primärenergiebedarf eines sanierten Gebäudes laut GEG 140 Prozent von dem des Referenzgebäudes betragen, was den 193,2 kWh/m<sup>2</sup>a in Tabelle 6 entspricht. Sowohl der Ist-Wert für den mittleren U-Wert der opaken Bauteile als auch der mittlere U-Wert der transparenten Bauteile, liegt im Bestand bereits sehr nah an den Zielwerten des GEG. Lediglich die Außentüren mit einem mittleren U-Wert von 2,7 kWh/m<sup>2</sup>a entsprechen bereits den Anforderungen des GEG. Der grün markierte Abschnitt der Tabelle stellt dar, welchen Primärenergiebedarf und welches energetische Niveau der Büroturm erreichen muss, um als EH40 zu gelten. Ein signifikanter Unterschied ist vor allem bei den Zielwerten des Primärenergiebedarfs zu erkennen. Hier stehen sich 193,2 kWh/m<sup>2</sup>a und 55,2 kWh/m<sup>2</sup>a gegenüber. Anhand der Daten des Referenzgebäudes können nun Sanierungskonzepte erstellt werden, deren energetisches Gebäudeniveau und konstruktive Ausstattung im Rahmen der Zielwerte des Referenzgebäudes liegen.

## 4 Sanierungskonzepte des Büroturms

Um Sanierungskonzepte zu erstellen, ist der erste Schritt den Ist-Zustand des Betrachtungsgegenstands zu analysieren und zu bewerten. Dies wurde für den Büroturm in Kapitel 3 durchgeführt. Neben den energetischen Anforderungen einer Sanierung, sind Aspekte wie Brandschutzanforderungen, Schallschutz, Bau- und Raumakustik, sowie Schadstoffanalysen und die Wünsche des Bauherrn ausschlaggebend. Im ersten Teil dieses Kapitels liegt der Fokus auf den Ansprüchen der Sanierungskonzepte die zwangsläufig umgesetzt werden müssen. Anschließend werden die Konzepte separat entwickelt und bewertet.

### 4.1 Notwendige Maßnahmen der Sanierungskonzepte

Ziel des Bauherrn ist, infolge der Sanierung des Büroturms, über den Zeitraum der nächsten 20 Jahre keine weiteren Modernisierungs- oder Instandsetzungsmaßnahmen am Gebäude durchführen zu müssen. In Orientierung an dem realen Sanierungskonzept, wird angenommen, dass aufgrund der brandschutztechnischen Anforderungen und des hohen Alters des Gebäudes das bisherige sechste Obergeschoss zurückgebaut werden soll. In diesem Zug wird somit eine neue Dachfläche auf dem fünften Obergeschoss mit Dämmung und Abdichtung errichtet. Ausschlaggebend für den Abbruch des sechsten Obergeschosses ist, dass der Büroturm so unter die Hochhausgrenze von 22 Metern fällt und somit größere Anforderungen hinsichtlich Brandschutz und Entfluchtung vermieden werden können. Das sanierte Gebäude setzt sich so nur noch aus fünf Obergeschossen einem Erdgeschoss, sowie einem Kellergeschoss zusammen. Für die Sanierungskonzepte dieser Arbeit werden die Obergeschosse in einem offenen Office-Konzept mit Großraumbüros realisiert, wodurch viele der bisherigen Nutzungszonen entfallen und neue entstehen. Außerdem werden das Erdgeschoss und das Kellergeschoss ausgebaut. Durch die Umstrukturierung der Flächen entstehen aus den Verkaufsflächen im Erdgeschoss neue Besprechungsräume und Teile des Kellers werden zu beheizten Räumen um konditioniert. Die Neuaufteilung der Geschosse und die daraus resultierenden neuen energetischen Zonen wirken sich zwangsläufig auf den Heiz- und Kühlbedarf des Gebäudes aus, da sich unter anderem die Energiebezugsfläche für die Berechnung des Wärmebedarfs ändert. Es wird außerdem angenommen, dass aus brandschutztechnischen Gründen die Betonrippendecken im Gebäude mittels F90-Spritzschutz ertüchtigt sowie abgehängt werden müssen.

Die versorgungstechnischen Installationen sollen aufgrund ihrer hohen Betriebsjahre von teilweise 30 Jahren und mehr, ebenfalls zurückgebaut werden und sind durch neue effiziente Systeme zu ersetzen. Gleiches gilt für die Elektrotechnik, die ebenfalls vollständig erneuert und ausgetauscht werden soll. Ziel ist, mindestens die Gebäudeautomationsklasse B, der DIN 18599 zu erreichen.

Im Gegensatz zum Ist-Zustand des Gebäudes, soll das Kellergeschoss teilweise beheizt werden, da hier Umkleiden und weitere Sanitäranlagen vorgesehen sind. Für die Bilanzierung des Kellergeschosses ist nun zu beachten, dass nicht alle Räume eine Raum-Solltemperatur von > 19 Grad Celsius erreichen müssen. In Zonen wie „Nebenflächen (ohne Aufenthaltsräume)“, „Verkehrsflächen“ und „Lager, Technik, Archiv“, reicht von einer „Raum-Solltemperatur Heizung“ von 17 Grad Celsius auszugehen.<sup>59</sup>

Zur Be- und Entlüftung der Bürobereiche, werden raumluftechnische Anlagen mit Wärme- und Feuchterückgewinnung vorgesehen. Die Wärmerückgewinnung sorgt dafür, dass der Energiebedarf für Wärme deutlich zurück geht und gleichzeitig auf die Fensterlüftung und die damit verbundenen Wärmeverluste verzichtet werden kann.

Durch die Abtragung des sechsten Obergeschosses verkleinert sich sowohl die Gebäudelfläche als auch die Fläche der Außenwände, die Fensterfläche sowie das Gebäudevolumen. Durch die Abänderungen im Erdgeschoss werden die ursprünglichen fünf Eingänge auf zwei reduziert und in die ehemaligen Türen neue Fenster eingesetzt. Nachfolgende Tabelle fasst die neuen konstruktiven Daten des Büroturms zusammen:

---

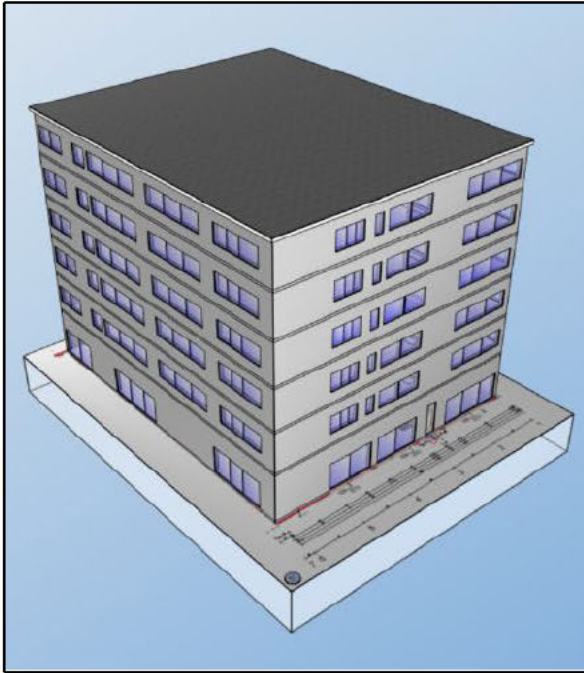
<sup>59</sup> Vg. KfW (2021): Infobatt, S. 13.

Konstruktive Daten	Fläche in m <sup>2</sup>
Grundfläche (je Geschoss)	654 m <sup>2</sup>
Bruttogrundfläche	4.527 m <sup>2</sup>
Nettogrundfläche	4.100 m <sup>2</sup>
Beheizte/Gekühlte Nutzfläche	3.464 m <sup>2</sup>
Höhe	< 22 m
Bruttovolumen, beheizt V <sub>e</sub>	14.094 m <sup>3</sup>
Fläche Außenwand	1.580 m <sup>2</sup>
Fensterfläche	648 m <sup>2</sup>
Außentürfläche	11 m <sup>2</sup>
Anzahl Geschosse (UG, EG, 1.OG – 5.OG)	7

**Tabelle 7: Gebäude Daten**

Quelle: Eigene Darstellung mit Energieberater 18599.

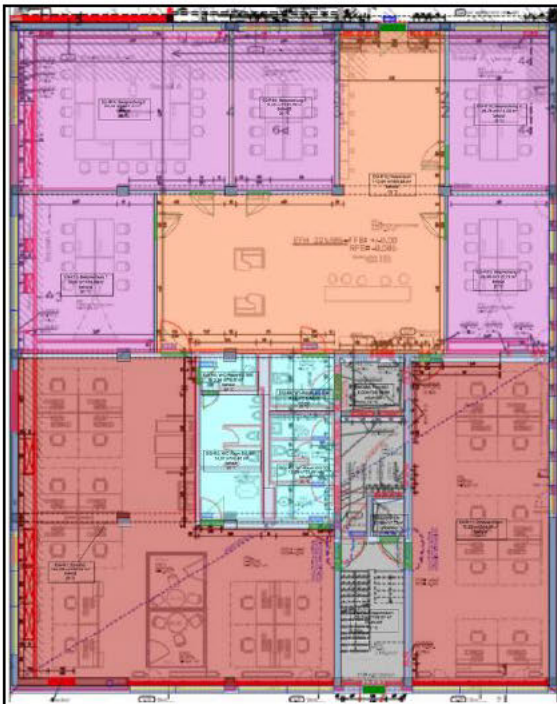
Die Obergeschosse eins bis fünf sollen nahezu einen identischen Aufbau aufweisen. Lediglich das Erdgeschoss und das Kellergeschoss haben individuelle Grundrisse. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die vereinfachte Gebäudedarstellung des sanierten Büroturms sowie die neuen Grundrisse und deren konditionierte Zonen. Die Aufteilung der Flächen und die Zonenzuteilung ist in beiden Sanierungskonzepten identisch.



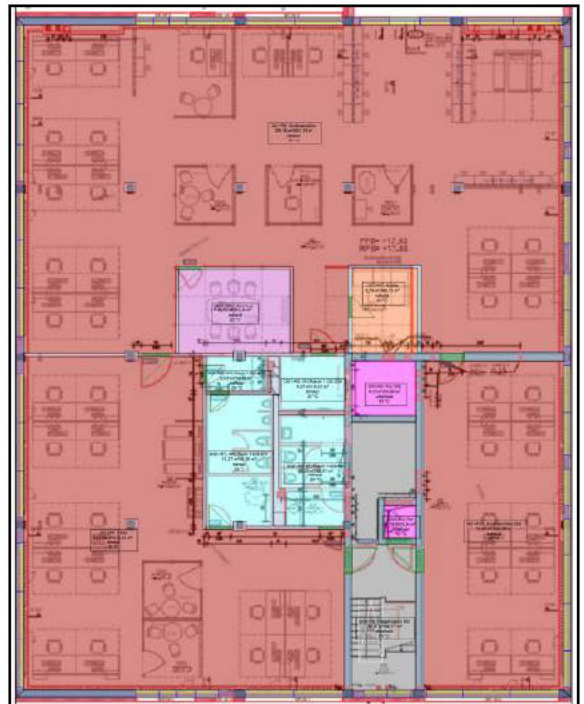
**Abbildung 14: Außenansicht Büroturm saniert**  
Quelle: Eigene Darstellung mit Energieberater 18599.



**Abbildung 15: Kellergeschoss nach Zonen saniert**  
Quelle: Eigene Darstellung mit Energieberater 18599.



**Abbildung 16: Erdgeschoss nach Zonen saniert**  
Quelle: Eigene Darstellung mit Energieberater 18599.



**Abbildung 17: 1.OG nach Zonen saniert**  
Quelle: Eigene Darstellung mit Energieberater 18599.

Wie in Kapitel 3.3 dieser Arbeit bereits erläutert, schreibt das GEG bei der Berechnung des Jahres-Primärenergiebedarfs von Nichtwohngebäuden vor, alle Bereiche und Räume des

Gebäudes in Nutzungszonen nach Maßgabe der DIN 15899:2018-09 aufzuteilen.<sup>60</sup> Diese Aufteilung ist bei Ausgabe des Energieausweises ebenfalls zu finden und wird mit der jeweiligen Zonenfläche und dem prozentualen Anteil an der Gesamtfläche am Gebäude angegeben. Die beheizten Kellerbereiche in Abbildung 15 sind Orange dargestellt und werden als „sonstige Aufenthaltszonen“ definiert. Diese Flächen sind zusammen mit den Sanitärbereichen, von den Lagerflächen (Lila) und den Serverräumen (hell Grün) räumlich getrennt. Den größten Anteil an der Zonenfläche im sanierten Gebäude hat die Zone „Großraumbüro“ (Rot) gefolgt von den Lagerräumen (Lila). Eine genaue Darstellung der Prozentualen Zonenaufteilung zeigt folgende Tabelle:

Gebäudezonen			
Nr.	Zone	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Anteil [%]
1	Großraumbüro	2.731,70	66,5
2	WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäude	217	5,3
3	Verkehrsfläche	187,8	4,6
4	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar	267,9	6,5
5	Lager	324,9	7,9
6	Serverraum/Rechenzentrum	31,1	0,8
7	Sonstige Aufenthaltsräume	216,9	5,3
8	Nebenflächen ohne Aufenthaltsräume	129,20	3,1

**Tabelle 8: Gebäudezonen saniertes Gebäude**

Quelle: Eigene Darstellung nach Daten „Energieausweis GEG-Standard“ Anhang Teil 6..

Die neue Aufteilung der Flächen und deren spezifischen Anforderungen an die Luftversorgung, Wärme, Kälte und Beleuchtung wirkt sich zwangsläufig auf die Berechnung des Jahres-Primärenergiebedarfs des sanierten Büroturms aus. Dennoch haben die Zonen des ersten bis fünften Obergeschoss vor und nach der Sanierung ähnliche Ansprüche an die Versorgung. Lediglich das Kellergeschoss sowie der Umbau im Erdgeschoss wird energetische Auswirkungen zeigen. Die Energiebezugsfläche zur Berechnung des Wärme- und Kältebedarfs hat sich von 3.119,1m<sup>2</sup> im Bestand, auf 3.464,4m<sup>2</sup> erhöht, was unter anderem auf die Umkonditionierung einiger Verkehrsflächen zur Zone Großraumbüro zurückzuführen ist. Die vorgegebenen Grenzen des Referenzgebäudes bleiben jedoch weiterhin bestehen, da die Angaben immer anhand des Bestandsgebäude erstellt werden und mögliche Abänderungen der Flächen und deren Konditionierung nicht berücksichtigt werden können.

<sup>60</sup>§21 Absatz 2 GEG.

## 4.2 Sanierungskonzept nach Anforderungen des GEG

Bei der Ermittlung der Werte des Referenzgebäudes in Kapitel 3.4 wurden die energetischen Zielwerte für das Sanierungskonzept für den GEG-Standard bereits definiert. Zusammengefasst, soll der Jahres-Primärenergiebedarf von 224 kWh/m<sup>2</sup>a auf mindestens 193,2 kWh/m<sup>2</sup>a reduziert werden, der mittlere U-Wert der Hüllfläche von 0,58 W/m<sup>2</sup>K auf 0,56 W/m<sup>2</sup>K und der mittlere U-Wert der transparenten Bauteile von 3,0 W/m<sup>2</sup>K auf 2,7 W/m<sup>2</sup>K verbessert werden. Folgende Maßnahmen werden somit im Sanierungskonzept auf GEG-Standard durchgeführt:

- Abtragung und Erneuerung des Flachdachs
- Austausch der Fenster
- Umbau Raumaufteilung und Geschossflächen

Eine Erneuerung der Außenwand ist nicht zwangsläufig notwendig, um die energetischen Zielwerte der Hüllfläche zu erreichen. Da sowohl die Dachfläche als auch die Außenwände in die Berechnung des mittleren U-Wertes bzw. der Transmissionswärmeverluste der opaken Außenbauteile einfließen, reicht die Dachsanierung aus, um unter die erforderlichen 0,56 W/m<sup>2</sup>K zu gelangen.

Wärmeumfassende Hüllfläche					
Bauteil	Faktor	U-Wert in W/m <sup>2</sup> K	Fläche A in m <sup>2</sup>	FxUxA in W/K	
AW	1	0,60	1580,34	948,20	
BK	0,5	0,89	653,00	290,59	
IW	0,5	0,62	122,05	37,84	
DA	1	0,20	654,40	130,88	
AT	1	2,70	10,50	28,35	
<b>Summe:</b>			<b>3020,29</b>	<b>1435,85</b>	<b>mittlerer U-Wert</b>
					<b>0,48 W/m<sup>2</sup>K</b>

Transparente Außenbauteile					
Bauteil	Faktor	U-Wert in W/m <sup>2</sup> K	Fläche A in m <sup>2</sup>	FxUxA in W/K	
Fenster	1	1,30	648,16	842,61	
<b>Summe:</b>			<b>648,16</b>	<b>842,61</b>	<b>mittlerer U-Wert</b>
					<b>1,3 W/m<sup>2</sup>K</b>

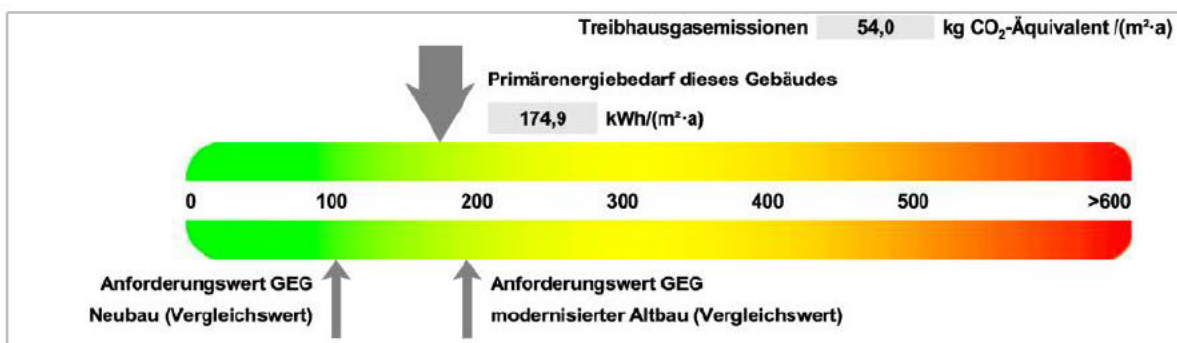
**Abbildung 18: Mittlere Wärmedurchgangskoeffizienten Hüllfläche Saniertes Gebäude GEG**

Quelle: Eigene Darstellung.

Wie in Abbildung 18 dargestellt, erreicht die wärmeumfassende Hüllfläche mit der Sanierung strikt nach den GEG-Zielwerten einen neuen mittleren U-Wert von 0,48 W/m<sup>2</sup>K. Im Vergleich zum Bestandsgebäude wurde die wärmeumfassende Hüllfläche um die Innenwände (IW) im Kellerbereich, die die beheizten Flächen von den unbeheizten abschirmen, ergänzt. Die neuen Fenster bestehen aus einer Zweifach-Wärmeschutzverglasung mit einem g-Wert von 0,60 und einem neuen U-Wert von 1,3 W/m<sup>2</sup>K. Dies entspricht den



Anforderungen der Anlage 3 des GEG und somit dem Standard des Referenzhauses. Das Dach wurde ebenfalls nach Standard des Referenzhauses saniert und weist einen neuen U-Wert von  $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$  auf. Um diesen Wert zu erreichen, wurde das Dach mit einer 16cm dicken Wärmedämmung aus Polystyrol-Hartschaumplatten mit einer Wärmeleitfähigkeit von  $\lambda 0,35$  verstärkt und neu gedeckt. Fasst man die Ergebnisse der transparenten und opaken Bauteile bezogen auf die Gesamtfläche zusammen, ergibt sich für den sanierten Büroturm ein jährlicher spezifischen Transmissionswärmeverlust  $H_T$  von  $0,72 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Nachfolgende Grafik zeigt den neuen jährlichen Primärenergiebedarf nach Umsetzung der beschriebenen Maßnahmen:



**Abbildung 19: Jahres-Primärenergiebedarf saniertes Gebäude - GEG-Standard**

Quelle: Eigene Darstellung siehe Energieausweis (Anhang Teil 6).

Durch die bereits beschriebenen Maßnahmen an der Gebäudehülle (Dacherneuerung und Fensteraustausch) konnte der Jahres-Primärenergiebedarf von  $224 \text{ kWh}/\text{m}^2\text{a}$  auf  $174,9 \text{ kWh}/\text{m}^2\text{a}$  reduziert werden. Alle vom Gesetzgeber geforderten Zielwerte sind allein durch die Verbesserung an der wärmeumfassenden Hüllfläche und der damit einhergehenden Reduzierung der Wärmeverluste möglich.

Dadurch, dass das Ziel der Sanierung jedoch keine wesentlichen Instandsetzungs- oder Sanierungsmaßnahmen in den nächsten 20 Jahren durchführen zu müssen ist, werden die beiden Maßnahmen durch folgende ergänzt.

- *Erneuerung der Fassade*
- *Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnungsfunktion*
- *Austausch der Beleuchtung und Gebäudeautomationstechnik*

Das Sanierungskonzept wird nachfolgend als „GEG-Niveau2“ betitelt. Die ergänzenden Maßnahmen stellen diejenigen dar, die nicht zwangsläufig notwendig wären, um den GEG-Standard zu erreichen, trotzdem aber wie in Kapitel 4.1 beschrieben wurde, umgesetzt werden müssen. Um eine möglichst wirtschaftliche Realisierung von Gebäudesanierungen zu erreichen, sollte darauf geachtet werden die Sanierungszyklen der verschiedenen Bauteile

aneinander anzugleichen. Aus gesetzlicher Sicht ist es ausreichend, lediglich das Dach zu erneuern und die Fenster auszutauschen, wird der Gebäudezyklus über die nächsten 20 Jahre beobachtet, wird eine Fassadenerneuerung bzw. der Austausch der Beleuchtung aufgrund des hohen Alters des Gebäudes ohne hin fällig. Zusätzlich besteht so die Chance den Primärenergiedarf weiter zu senken sowie weniger Treibhausgasemissionen zu produzieren.

Wie die Dachsanierung orientiert sich die Erneuerung der Fassade an der tatsächlichen Umsetzung der Büroturmsanierung. Die bestehende Fassade wird zurückgebaut und durch ein Wärmedämmverbundsystem (WDVS) mit einer 17cm dicken Dämmschicht aus Mineralwolle ersetzt. Die bisherige Beleuchtung mit stabförmigen Leuchtstofflampen wird durch LED-Lampen mit direkter und indirekter Beleuchtung ausgetauscht. Die Beleuchtungskontrolle wird zudem automatisiert und mit Präsenzmeldern ausgestattet, um eine gezieltere und effizientere Lichtnutzung in den verschiedenen Räumen zu ermöglichen. Der jährliche Strombedarf zur Beleuchtung reduziert sich von 49.425 kWh im Bestandsgebäude auf 3.393 kWh im sanierten Gebäude.<sup>61</sup> Als nächstes wird eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnungsfunktion in das Gebäude verbaut. Diese dient zur Be- und Entlüftung der Büro-, Besprechungs-, Aufenthalts- und WC-Bereiche und wird als raumluftechnische Anlage mit Wärme- und Feuchterückgewinnung ausgeführt. Die Wärmerückgewinnung sorgt dafür, dass der Energiebedarf für Wärme sinkt und gleichzeitig auf die Fensterlüftung und die damit verbundenen Wärmeverluste verzichtet werden kann. Die Sanierungsvariante wird als „GEG-Niveau2“ betitelt. Durch die Erweiterung der Maßnahmen auf „GEG-Niveau2“ erreicht der Büroturm folgende neue energetischen Werte:

---

<sup>61</sup> Vg. Anhang Tabelle 7, Daten Gebäudesanierung GEG-Niveau2, Beleuchtung.

Wärmeumfassende Hüllfläche					
Bauteil	Faktor	U-Wert in W/m <sup>2</sup> K	Fläche A in m <sup>2</sup>	FxUxA in W/K	
AW	1	0,19	1580,34	300,26	
BK	0,5	0,89	653,00	290,59	
IW	0,5	0,62	122,05	37,84	
DA	1	0,20	654,40	130,88	
AT	1	2,70	10,50	28,35	mittlerer U-Wert
<b>Summe:</b>			<b>3020,29</b>	<b>787,92</b>	<b>0,26 W/m<sup>2</sup>K</b>

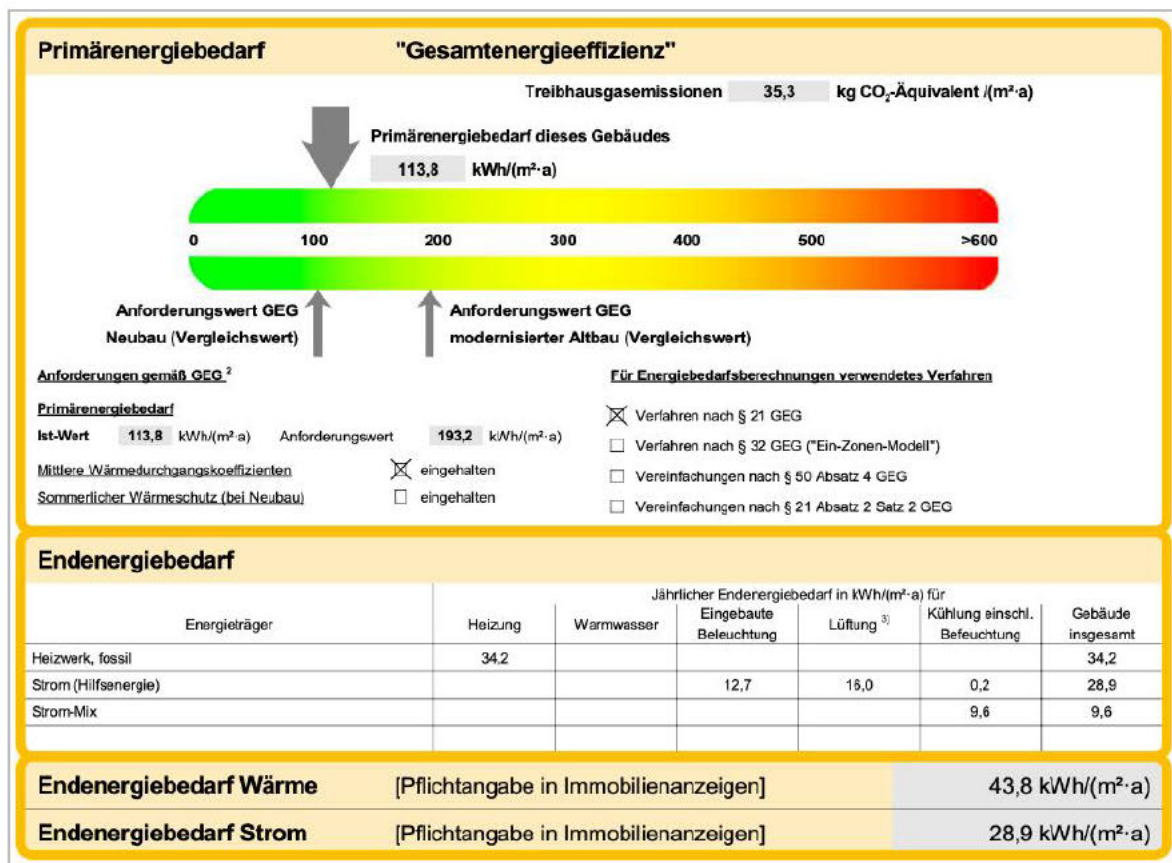
  

Transparente Außenbauteile					
Bauteil	Faktor	U-Wert in W/m <sup>2</sup> K	Fläche A in m <sup>2</sup>	FxUxA in W/K	
Fenster	1	1,30	648,16	842,61	mittlerer U-Wert
<b>Summe:</b>			<b>648,16</b>	<b>842,61</b>	<b>1,3 W/m<sup>2</sup>K</b>

**Abbildung 20: Mittlere Wärmedurchgangskoeffizienten Hüllfläche Saniertes Gebäude GEG-Niveau2**

Quelle: Eigene Darstellung.

Durch die energetische Verbesserung der Außenwände des Gebäudes entsprechen die opaken Bauteile der Hüllfläche nun annähernd den Werten des Referenzhauses mit einem mittleren U-Wert von 2,6 W/m<sup>2</sup>K. Durch die Sanierung der gesamten Gebäudehülle zur gleichen Zeit wird sichergestellt, dass in den nächsten 20 Jahren theoretisch keine weiteren Maßnahmen anfallen werden. Der spezifische Transmissionswärmeverlust über die gesamte Hüllfläche des Gebäudes konnten sich von den 0,72 W/m<sup>2</sup>K des Bestandsgebäudes auf 0,54 W/m<sup>2</sup>K reduzieren. Nachfolgende Abbildung beschreibt die Gesamtenergieeffizienz des sanierten Büroturms auf „GEG-Niveau2“:



**Abbildung 21: Jahre-Primärenergiebedarf saniertes Gebäude GEG-Standard Niveau 2**

Quelle: Eigene Darstellung siehe Energieausweis (Anhang Teil 7).

Durch die oben beschriebenen Verbesserungen an der Gebäudehülle und den technischen Anlagen, konnte der Jahres-Primärenergiebedarf auf 114 kWh/m<sup>2</sup>a reduziert werden. Der Endenergiebedarf für Wärme hat sich dadurch ebenfalls deutlich verringert. Der unsanierte Büroturm musste zur Wärmeversorgung noch 136,5 kWh/(m<sup>2</sup>a) Endenergie bereitstellen, nach der Sanierung lediglich noch 43,8 kWh/(m<sup>2</sup>a). Da zur Wärmeversorgung weiterhin Fernwärme bezogen wird, bleibt der Anteil an erneuerbaren Energien zur Bereitstellung von Wärme und Kälte weiterhin bei 33 Prozent. Welchen Einfluss die getroffenen Maßnahmen auf die Energieeinsparung und auf die Heizkosten des Gebäudes hat, wird nach der Kostenermittlung der Maßnahmen in Kapitel 5 beschrieben.

### 4.3 Sanierungskonzept nach Anforderungen der BEG

Nach Betrachtung der Sanierungsmaßnahmen, um dem Gesetzesstandard und dem „GEG-Niveau“ zu entsprechen, werden nun weitere Maßnahmen definiert, um das förderbare Niveau von EG40 EE zu erreichen. Zusammenfassend aus Kapitel 3, folgend die energetischen Zielwerte sowie die erforderlichen mittleren U-Werte der Hüllfläche:

Jahres-Primärenergiebedarf:	55,2 kWh/m <sup>2</sup> a
Mittlerer U-Wert opake Bauteile:	0,18 W/m <sup>2</sup> K
Mittlerer U-Wert transparente Bauteile:	1,0 W/m <sup>2</sup> K
Mittlerer U-Wert Türen /Tore / Lichtkuppel:	1,6 W/m <sup>2</sup> K

Ausgangsbasis um den Mehraufwand, der notwendig ist um förderbar zu werden, bestimmen zu können, wird der Zustand des Büroturms nach der Sanierung auf GEG Standard Niveau2 sein. Es soll geprüft werden, ob einzelne Maßnahmen ausreichend sind, um den Standard auf EG40 EE zu erweitern oder ob Ersatzmaßnahmen mit größerem Umfang notwendig sind. Ziel ist es, den Jährlichen-Primärenergiebedarf des Büroturms von 114,0 kWh/m<sup>2</sup>a auf mindestens 55,2 kWh/m<sup>2</sup>a zu reduzieren und die Zielwerte der Gebäudehülle laut BEG zu erreichen.

Der erste Schritt hierbei ist, die Verbesserung der Außenbauteile. Die bereits durchgeführten Maßnahmen konnten den mittleren U-Wert der Hüllfläche auf 2,6 W/m<sup>2</sup>K reduzieren. Neben der Dachsanierung und dem Austausch der Fenster, muss die energetische Ertüchtigung der Außenwand verstärkt werden, um den erforderlichen mittleren U-Wert der gesamten Hüllfläche von 0,18 W/m<sup>2</sup>K zu erreichen. Die neue Fassade, enthält anstelle einer 17cm dicken, eine 24cm dicke Dämmschicht und weist somit einen neuen U-Wert von 1,4 W/m<sup>2</sup>K auf, was einem Passivhausstandard entspricht. Zusätzlich zur Außenwand wird die Kellerdecke von unten gedämmt, um die unbeheizten Räume besser von den beheizten abzuschirmen. An dieser Stelle wird eine 9cm dicke Wärmedämmung aus Mineralwolle angebracht, die die Kellerdecke auf einen neuen U-Wert von 0,35 W/m<sup>2</sup>K ertüchtigt.

Da die Fenster, die im Sanierungskonzept des GEG-Standards verwendet wurden, lediglich einen U-Wert von 1,3 W/m<sup>2</sup>K und einen g-Wert von 0,6 aufweisen, wird hier auf Fenster mit dreifach Wärmeschutzverglasung zurückgegriffen mit einem U-Wert von 1,0 W/m<sup>2</sup>K und einem g-Wert von 0,5. Zusätzlich werden die Außentüren ausgetauscht und mit neuen Aluminium-Türen mit Glasschnitt die einen neuen U-Wert von 1,6 W/m<sup>2</sup>K aufweisen, ersetzt. Das Dach und die Innenwände des beheizten Kellerbereichs bleiben unverändert. Nachfolgende Tabelle fasst die neuen Hüllwerte des Gebäudes zusammen:

Wärmeumfassende Hüllfläche					
Bauteil	Faktor	U-Wert in W/m <sup>2</sup> K	Fläche A in m <sup>2</sup>	FxUxA in W/K	
AW	1	0,14	1580,34	221,25	
BK	0,5	0,35	653,00	114,28	
IW	0,5	0,62	122,05	37,84	
DA	1	0,20	654,40	130,88	mittlerer U-Wert
<b>Summe:</b>			<b>3009,79</b>	<b>504,24</b>	<b>0,17 W/m<sup>2</sup>K</b>

Transparente Außenbauteile					
Bauteil	Faktor	U-Wert in W/m <sup>2</sup> K	Fläche A in m <sup>2</sup>	FxUxA in W/K	
Fenster	1	1,00	648,16	648,16	mittlerer U-Wert
<b>Summe:</b>			<b>648,16</b>	<b>648,16</b>	<b>1,0 W/m<sup>2</sup>K</b>

Türe, Tore, Lichtkuppeln					
Bauteil	Faktor	U-Wert in W/m <sup>2</sup> K	Fläche A in m <sup>2</sup>	FxUxA in W/K	
AT	1	1,60	10,50	16,80	mittlerer U-Wert
<b>Summe:</b>			<b>10,50</b>	<b>16,80</b>	<b>1,6 W/m<sup>2</sup>K</b>

**Abbildung 22: Mittlere Wärmedurchgangskoeffizienten Hüllfläche saniertes Gebäude BEG**

Quelle: Eigene Darstellung.

Durch die erweiterten Verbesserungen an der Gebäudehülle, konnte der geforderte mittlere U-Wert von mindestens 1,8 W/m<sup>2</sup>K erreicht werden. Zusammengefasst ergeben die mittleren Wärmeverluste der transparenten und opaken Bauteile einen spezifischen Transmissionswärmeverlust von 0,32 W/m<sup>2</sup>K. Die zusätzliche Verbesserung der Hüllfläche ist notwendig, um den Anforderungen der BEG zu entsprechen, hat auf den Jahres-Primärenergiebedarf nur wenig positiven Einfluss. Der Primärenergiebedarf hat sich von 114,00 kWh/m<sup>2</sup>a auf lediglich 105 kWh/m<sup>2</sup>a reduziert.<sup>62</sup> Der Deckungsanteil erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteversorgung des Gebäudes liegt weiterhin bei ca. 33 Prozent.

Da sowohl der Jahres-Primärenergiebedarf als auch der Anteil an erneuerbaren Energien zur Deckung des Wärme- und Kältebedarfs noch weit von den jeweiligen Zielwerten entfernt ist, soll geprüft werden, welchen Einfluss eine Photovoltaik-Anlage auf die entsprechenden Werte hat. Grundsätzlich darf laut §23 GEG Strom aus erneuerbaren Energien bei der Ermittlung des Jahres-Primärenergiebedarfs in Abzug gebracht werden.<sup>63</sup> Voraussetzung dafür ist, dass der Strom im unmittelbaren räumlichen Zusammenhang zu dem Gebäude erzeugt wird und vorrangig in dem Gebäude selbst genutzt wird.<sup>64</sup> Neben dem Einfluss auf den Jahres-Primärenergiebedarf kann der am Gebäude erzeugte Strom aus erneuerbaren

<sup>62</sup> Vg. Anhang Te 10, Energieausweise Sanierungsstufen.

<sup>63</sup> Vg. §23 Absatz 1 GEG §50 Absatz 1 Satz 2 a), GEG.

<sup>64</sup> Vg. §23 Absatz 1 Satz 1 und 2, GEG.

Energien ebenfalls für den Effizienzgebäude-Nachweis berücksichtigt werden.<sup>65</sup> Hierbei gilt, dass höchstens die Strommenge angerechnet werden darf, die dem berechneten Endenergiebedarf für Strom entspricht.<sup>66</sup> In die Berechnung des Endenergiebedarfs für Strom bei Nichtwohngebäuden fließt der Strombedarf für elektrische Heizung und Warmwasserbereitung, Lüftung, Kühlung, Beleuchtung und Hilfsenergien ein.<sup>67</sup> Bei der Anrechnung muss jedoch beachtet werden, dass der Endenergiebedarf für Strom als auch der Stromertrag aus erneuerbaren Energien monatsweise ermittelt und verrechnet werden muss.<sup>68</sup> Diese spezifischen Berechnungsmethoden werden durch das Programm „Energieberater 18599“ automatisch erfasst und umgesetzt. Es wird außerdem angenommen, dass die geplante Photovoltaik-Anlage (PV-Anlage) auf dem Flachdach des Büroturms installiert werden kann. Es wird von einer nutzbaren Fläche von ca. 70 Prozent der Dachfläche ausgegangen, was einer Fläche von 445 m<sup>2</sup> entspricht. Die Ausrichtung der Module erfolgt nach Süd mit einer Modul-Neigung von 30 Grad. Die Peakleistung der Anlage beläuft sich auf 80,99 kW wodurch eine Peakleistung pro m<sup>2</sup> von 182,0 W/m<sup>2</sup> entsteht.<sup>69</sup> Der Gesamtertrag der Anlage wird mit 70.654 kWh im Jahr angegeben. Durch den Einbau der Photovoltaik-Anlage konnte der Jahres-Primärenergiebedarf auf 75 kWh/m<sup>2</sup>a reduziert und der Anteil der erneuerbaren Energien auf 48 Prozent erhöht werden.

Da die erforderlichen Zielwerte für den EG40 EE Standard durch die Kombination der Hüllflächenverbesserung, Optimierung der Gebäudeautomation, Beleuchtungsanpassung und Fernwärmebezug in Verbindung mit einer Photovoltaik-Anlage nicht erreicht werden kann, gilt es im nächsten Schritt Anlagensysteme zu finden, mit denen der geforderte Standard erreicht werden kann.

### 4.3.1 Evaluierung alternativer Arten zur Wärmeerzeugung

Wie in Kapitel zwei bereits beschrieben, wird die „Effizienzhaus EE“-Klasse erreicht, wenn zur Wärme- und Kälteversorgung des Gebäudes mindestens 55 Prozent des Energiebedarfs aus erneuerbaren Energien erzeugt wird. Dazu können folgende Arten der Wärmeerzeugung verwendet werden:<sup>70</sup>

- Nutzung von Solarthermie.

---

<sup>65</sup> Vg . KfW (2021): Infob att, S. 37.

<sup>66</sup> KfW (2021): Infob att, S. 37.

<sup>67</sup> Vg . KfW (2021): Infob att, S. 37.

<sup>68</sup> Vg . KfW (2021): Infob att, S. 37.

<sup>69</sup> Vg . (Anhang Te 9).

<sup>70</sup> Vg . Hottgenroth (oJ): Qua tätsanforderungen zu Erneuerbaren Energ en GEG und BEG. 26.10.2022.

- Eigene Erzeugung und Nutzung von Strom aus erneuerbaren Energien zur Wärmeerzeugung, ausgenommen Stromdirektheizungen.
- Nutzung von Geothermie, Umweltwärme, Abwärme aus Abwasser mittels Wärmepumpe.
- Verfeuerung fester Biomasse.
- Verfeuerung gasförmiger Biomasse, Biomethan ausschließlich bei Kraftwärmekopplungsanlagen (KWK).
- Anschluss an Fernwärme, die zu mehr als 55 Prozent durch die vorgenannten Arten der Wärmeerzeugung erzeugt wird.
- Kälte aus erneuerbaren Energien – Nur für Nichtwohngebäude.<sup>71</sup>

Die aufgeführten Anlagen und Systeme zur Wärmeerzeugung können entweder separat oder in Kombination angewendet werden. Wie in Kapitel 4.3 bereits ermittelt, reicht eine Kombination der Fernwärme und der Erzeugung von Strom am Gebäude nicht aus, um den geforderten Anteil von 55 Prozent erneuerbarer Energien zu erreichen.

Der Standort Stuttgart Wangen ist an das Fernwärmenetz „mittlere Neckarschiene“ der Energien Baden-Württemberg (EnBW) angeschlossen. Das Fernwärmenetz bezieht seine Energie aus 3 Heizkraftwerken: Steinkohlekraftwerk Altbach/Deizisau, Erdgas-Heizkraftwerk Stuttgart-Gaisburg und Müllheizkraftwerk Stuttgart-Münster.<sup>72</sup> Die 33 Prozent des bisherigen Anteils an Erneuerbarer Energien lässt sich aus der Energiegewinnung des Müllheizkraftwerks ableiten. Da die Dekarbonisierung von Fernwärmenetzen ein sehr langwieriger Prozess ist, ist eine Erhöhung des Anteils an erneuerbaren Energien kurzfristig nicht möglich. Daher müssen alternative Wärmeerzeugungsmöglichkeiten für den Büroturm in Betracht gezogen werden.

Die aufgelisteten Möglichkeiten eignen sich nicht alle für Nichtwohngebäude mit reiner Büronutzung. Eine Ergänzung der Anlage durch Solarthermie ist für den Büroturm nur wenig sinnvoll. Da der höchste Wärmeertrag bei Solarthermieanlagen in den Sommermonaten erzeugt wird und das Gebäude keinen Warmwasserbedarf aufweist, kann die erzeugte Wärme nicht optimal genutzt werden. Außerdem ist eine Solarthermieanlage nicht im Stande den gesamten Wärmebedarf des Büroturms im Winter zu decken, wodurch der Verzicht auf den Fernwärmebezug nicht möglich wäre.

---

<sup>71</sup> Vg. Hottgenroth (oJ): Qua tätsanforderungen zu Erneuerbaren Energ en GEG und BEG. 26.10.2022.

<sup>72</sup> Vg. Götz (2013): Entdeckungsreise rund um das Thema Fernwärme, S. 18.



Dadurch, dass das Gebäude nur der Büronutzung dient und kein Bedarf an sehr hohen Vorlauftemperaturen besteht, wäre die Verfeuerung von gasförmiger oder fester Biomasse ebenfalls nur wenig sinnvoll. Aus energetischer Sicht lohnt sich die Beheizung durch die Verfeuerung von Holzpellets in einem Biomasse Heizkessel, da der Rohstoff Holz aber generell immer knapper wird, gilt es auf diese Variante, wenn möglich zu verzichten. KWK-Anlagen, die Biomethan beziehen, eignen sich für Gebäude mit einer ganzjährigen Wärmeabnahme mit zusätzlichem Bedarf an hohen Vorlauftemperaturen. Da bei Gebäuden mit Büronutzung lediglich von einer täglichen Nutzungsdauer von 11-13 Stunden und Ruhephasen nachts und am Wochenende ausgegangen wird, rentiert sich eine KWK-Anlage ebenfalls nicht.

Die umweltfreundlichste Alternative zur Fernwärme ist der Einbau einer Wärmepumpe (WP), die sowohl den Heiz- als auch den Kühlbedarf des Gebäudes decken kann. Wärmepumpen bestehen aus drei Teilen: Die Wärmequellenanlage, die der Umwelt die nötige Energie entzieht, die Pumpe mit Verdichter, die die gewonnene Wärme nutzbar macht und das Wärmeverteil- und Speichersystem.<sup>73</sup> Wichtige Kennwerte für den Vergleich verschiedener Wärmepumpen ist die Jahresarbeitszahl (JAZ) und die Leistungszahl (englisch COP = coefficient of performance). Moderne Wärmepumpen erreichen eine JAZ von drei bis fünf, die das Verhältnis zwischen der Menge der innerhalb eines Jahres abgegebenen Nutzwärme und der Antriebsenergie einer WP beschreibt.<sup>74</sup> Den einzigen Nachteil den Wärmepumpen generell aktuell noch haben ist, dass sie nur mit Strom betrieben werden können. Aber, je größer der Anteil an „grünem“ Strom im deutschen Netz wird, desto nachhaltiger werden auch Wärmepumpen. Aus diesem Grund stellen Wärmepumpen vor allem auf langfristiger Sicht eine der nachhaltigsten Lösungen zur Wärme- und Kälteversorgung dar.

Als erster Schritt wird geprüft, welche Art der Wärmepumpe am Standort einsetzbar ist. Die bekanntesten Arten sind Sole-Wasser-, Wasser-Wasser- und Luft-Wasser-Wärmepumpen, die ihre Energie aus dem Erdreich, dem Grundwasser oder der Luft gewinnen. In der Wärmequellenanlage der Erdwärme- und Grundwasserwärmepumpen zirkuliert ein Wasser-Frostschutzmittel-Gemisch (Sole) durch die verlegten Rohre und entzieht entweder dem Erdreich oder dem Grundwasser Wärme.<sup>75</sup> Luftwärmepumpen saugen über einen Ventilator Außenluft an und führen so der Wärmepumpe Umgebungswärme zu.<sup>76</sup> Erdwärmepumpen beziehen ihre Energie entweder über Erdkollektoren, die in einer Tiefe von ein bis zwei

---

<sup>73</sup> Vg. bwp (2022): Wie funktioniert die Wärmepumpe? 26.10.2022.

<sup>74</sup> Vg. Paschotta (2022): Jahresarbeitszahl. 27.10.2022.

<sup>75</sup> Vg. bwp (2022): Wie funktioniert die Wärmepumpe? 26.10.2022.

<sup>76</sup> Vg. bwp (2022): Wie funktioniert die Wärmepumpe? 26.10.2022.

Metern unter der Erdoberfläche verlegt werden oder über Erdsonden (Geothermie) die bis zu 100 Meter tiefe Bohrungen benötigen. Der Standort des Büroturms in Stuttgart-Wangen liegt in einem Wasser- und Heilquellschutzgebiet, wodurch bereits einige Möglichkeiten entfallen.<sup>77</sup> Grundwasserwärmepumpen als auch Erdwärmepumpen mit Erdsonden, können in solchen Gebieten nur selten eingebaut werden.

Der Einbau einer Luft-Wasser Wärmepumpe oder die Nutzung von Erdkollektoren ist beides auf dem Höschle Areal grundsätzlich erlaubt und bedarf keiner Genehmigung. Beide Varianten bringen Vor- und Nachteile mit sich. Ist das Ziel, mit der Wärmepumpe in den Sommermonaten das Gebäude auch kühlen zu können, entstehen zusätzliche Anforderungen an das Wärmepumpensystem. Bei der Gebäudekühlung werden zwei unterschiedliche Formen unterschieden. „Die aktive Kühlung, bei welcher der Verdichter der WP in Betrieb ist und die passive Kühlung, bei der überschüssige Wärme aus dem Gebäude lediglich durch Betrieb einer Umwälzpumpe in den kühleren Untergrund abgeführt wird.“<sup>78</sup> Für die passive Kühlung kommen nur erd- und grundwassergekoppelte Systeme zum Einsatz, da diesen auch in den Sommermonaten konstante kühle Temperaturen zur Verfügung stehen und somit die Wärme aus dem Gebäude abgeleitet werden kann.<sup>79</sup> Luftwärmepumpen können das Gebäude zwar auch kühlen, sind aber auf die aktive Kühlung angewiesen. Die aktive Kühlung dreht den Kältekreislauf der Wärmepumpe um, um das Verteilermedium zusätzlich zu kühlen, wodurch diese Variante mehr Strom verbraucht als die passive Kühlung.

Für den Einbau einer Erdwärmepumpe mit Erdkollektoren ist Voraussetzung, genug unversiegelte Fläche auf dem Grundstück zur Verfügung zu haben, da die Kollektoren nicht überbaut oder versiegelt werden dürfen. Die benötigte Außenfläche, um die Kollektoren verlegen zu können lässt sich für eine Ersteinschätzung durch folgende Formel ermitteln:

$$\text{Kollektorfläche} = 1,5 \times \text{beheizte Nutzfläche}^{80}$$

Für die beheizte bzw. gekühlte Nutzfläche des Büroturms von ca. 3.464 m<sup>2</sup> würde das einer Fläche von 5196 m<sup>2</sup> entsprechen. Aufgrund des hohen Platzbedarfes an unversiegelter Fläche, kommt diese Variante für den Büroturm auch nicht in Frage.

Zwar kann durch eine Luftwärmepumpe das Gebäude nicht passiv gekühlt werden, und die Jahresarbeitszahl (JAZ) ist generell etwas schlechter als bei Erd- oder

---

<sup>77</sup> Vg. LGRB (2022): Landesamt für Geo und e, Rohstoffe und Bergbau. 26.10.2022.

<sup>78</sup> bwp (2022): Kühlung der Wärmepumpe. 26.10.2022.

<sup>79</sup> Vg. bwp (2022): Kühlung der Wärmepumpe. 26.10.2022.

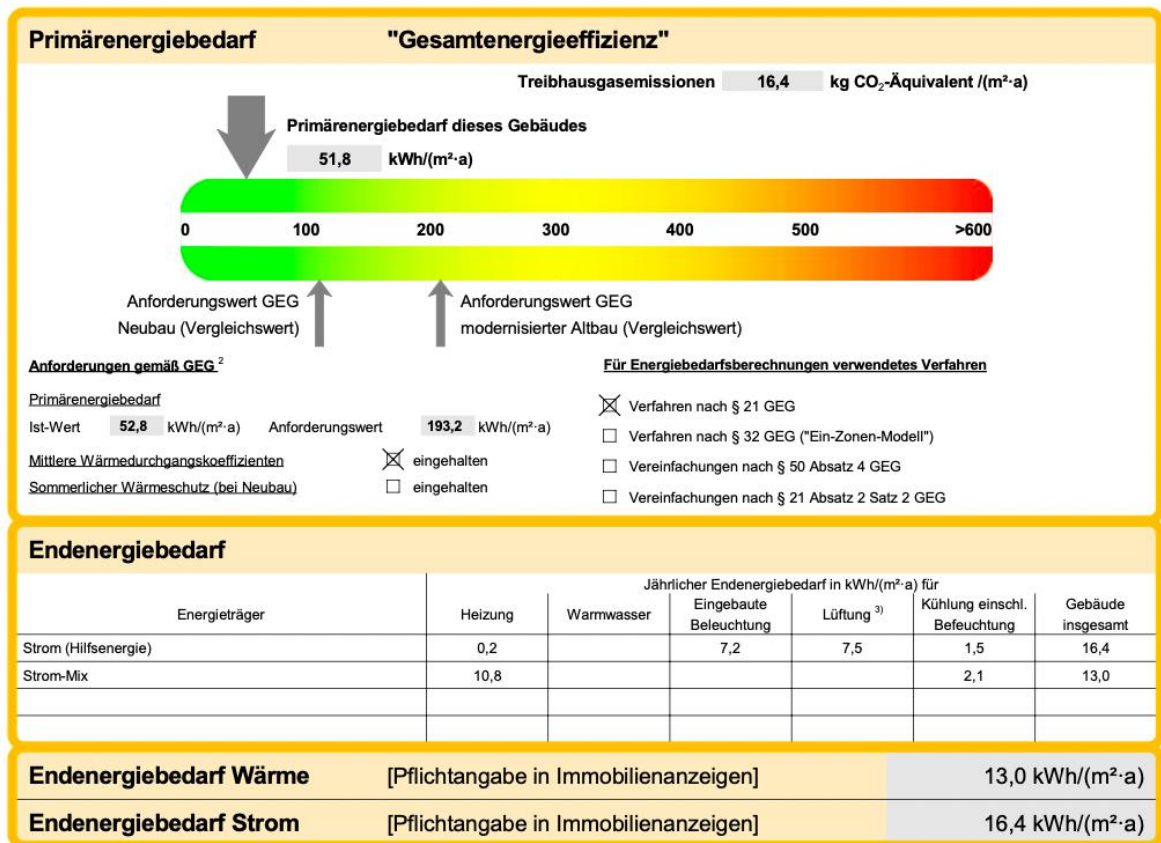
<sup>80</sup> Vg. Groh (oJ): Erd-Wärmepumpe, Flächenkollektor. 26.10.2022.

Grundwasserwärmepumpen, für den Büroturm auf dem Höschle Areal bietet diese Variante jedoch die einzige Möglichkeit für den Einbau einer Wärmepumpe.

### **4.3.2 Sanierungskonzept mit Einbau einer Luft-Wasser-Wärmepumpe**

Um die Wärmeversorgung von Fernwärme auf eine Wärmepumpe um zu stellen, werden die bestehenden Verteilungssysteme im Gebäude zunächst zurück gebaut. Die geringe Vorlauftemperatur der Wärmepumpe von 35 Grad Celsius lässt sich am effizientesten über Flächenheizungen im Gebäude verteilen. Die gängigsten Varianten sind Fußboden- und Deckenheizungen. Möchte man mit Wärmepumpen Gebäude im Sommer auch kühlen, fließt durch das verlegte Rohrsystem der Flächenheizung kaltes anstelle von warmem Wasser. In diesem Fall eignen sich Deckenheizsysteme am besten, da abstrahlende Kälte von oben als behaglicher empfunden wird als von unten.

Da für den Standort des Büroturms lediglich eine Luft-Wasser-Wärmepumpe infrage kommt, ist eine passive Kühlung im Sommer nicht möglich und eine aktive Kälteversorgung muss bezogen werden. Dafür wird ab einem gewissen Zeitpunkt von der Heizfunktion der Wärmepumpe zur Kühlfunktion gewechselt. Dabei bleibt der Verdichter der Wärmepumpe im Betrieb und es wird lediglich die Zirkulationsrichtung umgedreht, um so die überschüssige Wärme aus dem Gebäude zu transportieren. Das bedeutet, dass die Wärmepumpe ganzjährig im vollen Betrieb ist und mehr Strom verbraucht als Erdwärme- oder Grundwasserwärmepumpen, die auf eine passive Kühlung zurückgreifen könnten. Alle bereits beschriebenen Maßnahmen wie der Austausch der Fenster, die Verbesserung der Hüllfläche, die Erneuerung der Beleuchtungstechnik, die Stromerzeugung am Gebäude, der Einbau der Lüftungsanlage sowie die neue Heiz- und Kühltechnik in Kumulation, führen zu folgendem jährlichen Primärenergiebedarf des Büroturms:



**Abbildung 23: Jahres-Primärenergiebedarf saniertes Gebäude - BEG Standard**

Quelle: Eigene Darstellung Siehe (Anhang Teil 8).

Der Jahres-Primärenergiebedarfs des sanierten Büroturms nach Standard der BEG liegt bei 51,8 kWh/(m<sup>2</sup>·a) und die Treibhausgasemissionen haben sich auf 16,4 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalent/(m<sup>2</sup>·a) reduziert. Er fällt so unter die erforderliche Grenze von 55,2 kWh/(m<sup>2</sup>·a) die durch das Referenzhaus vorgegeben wurde. Der Endenergiebedarf für Wärme ergibt sich zum Großteil aus dem benötigten Strom für die Wärmepumpe. Da im Sommer der produzierte Strom der PV-Anlage, durch den Betrieb der Wärmepumpe zur Kühlung, zum Großteil selbst abgenommen werden kann, ist der Endenergiebedarf für Kühlung im Verhältnis gering. Die Nutzung der PV-Anlage in Verbindung mit der Luft-Wasser-Wärmepumpe konnte den Anteil an erneuerbaren Energien für die Wärme- und Kälteversorgung des Gebäudes auf 65 Prozent erhöhen.

<b>EE-Klasse</b>		
Bereitstellung durch erneuerbare Energien	Energie [kWh/a]	Deckungsgrad [%]
PV-Strom	33197	16,2
Wärmepumpen	100273	48,8
<input checked="" type="checkbox"/> Anforderung EE-Klasse erfüllt (mindestens 55 % Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien).		Summe Deckungsgrad: 65,0%

**Tabelle 9: EE-Klasse, Saniertes Gebäude - BEG Standard**

Quelle: Eigene Darstellung mit Energieberater 18599 siehe (Anhang Teil 8).

Die 65 Prozent ergeben sich aus der Summe des erzeugten Stroms und der Energie zur Wärmeversorgung. Von dem durch die PV-Anlage erzeugten Strom, können 33197 kWh/a selbst genutzt werden, wodurch ein Deckungsanteil von 16 Prozent am Gesamtstromverbrauch generiert wird. Die Wärmepumpe liefert dem Gebäude 100.237 kWh/a Wärmeenergie aus erneuerbarer Herkunft und deckt damit schon knapp 50 Prozent der EE-Klasse. Sofern der Einbau einer Wärmepumpe mit passiver Kühlfunktion an diesem Standort möglich gewesen wäre, läge der Anteil bei rund 80 Prozent da sowohl die Energie zur Wärme als auch Kälteerzeugung nachhaltig gewonnen werden könnte. Dennoch schafft es das Konzept der Luft-Wasser-Wärmepumpe alle erforderlichen Zielwerte zu erreichen und so ein langfristig nachhaltiges Konzept zu schaffen.

## 4.4 Variantenvergleich und Ergebnisse

Nach der detaillierten Beschreibung der verschiedenen Konzepte und den daraus resultierenden Ergebnissen, gilt es die Daten zu finalisieren und zu bewerten. Folgende Tabelle veranschaulicht die durchgeführten Maßnahmen beider Sanierungsvarianten:

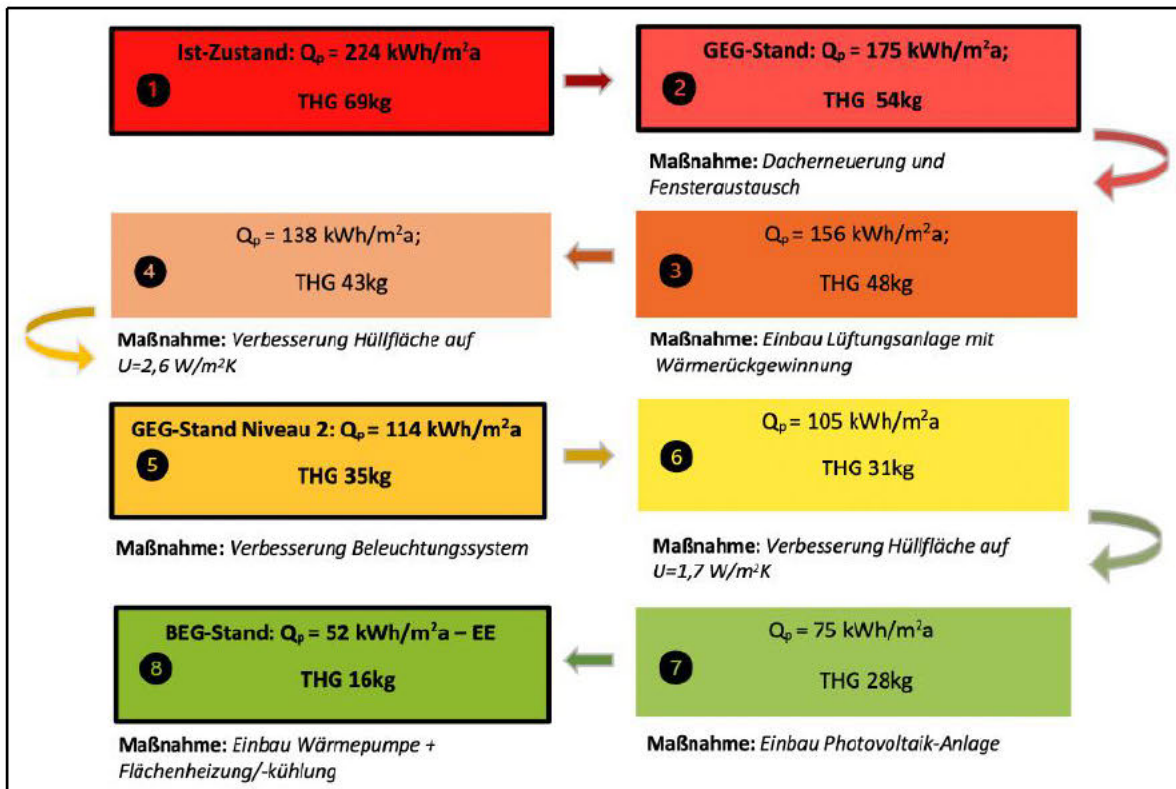
Maßnahme /Bauteil	GEG - Niveau 2	BEG - Standard
<b>Opake Hüllflächenelemente</b>		
Dacherneuerung	EPS Hartschaumplatten, $\lambda$ 0,35 16cm	EPS Hartschaumplatten, $\lambda$ 0,35 16cm
Wärmedämmverbundsystem	Wärmedämmung aus Mineralwolle, $\lambda$ 0,35 - 17cm	Wärmedämmung aus Mineralwolle, $\lambda$ 0,35 - 24cm
Kellerdeckendämmung	/	Wärmedämmung aus Mineralwolle, $\lambda$ 0,35 - 9cm
<b>Fenster</b>		
Fenster	2-Scheiben Isolierverglasung, $g= 0,6$ ; U-Wert 1,3 W/m <sup>2</sup> K	3-Scheiben Isolierverglasung, $g= 0,5$ ; U-Wert 1,0 W/m <sup>2</sup> K
Lichtschutz	Alu-Lamellen-Raffstores, Elektroantrieb	Alu-Lamellen-Raffstores, Elektroantrieb
<b>Außentür</b>		
Austausch der Außentüren	/	Aluminiumtür mit Glasausschnitt U-Wert 1,6
<b>Beleuchtung</b>		
Beleuchtungserneuerung	LEDs in LED Leuchten mit Präsenzmelder	LEDs in LED Leuchten mit Präsenzmelder
<b>Anlagen Technik</b>		
Stromerzeugung am Gebäude	/	Photovoltaik Anlage mit Speicher
Wärmeversorgung	/	Luft-Wasser-Wärmepumpe
Heizungsperipherie	Modernisierung, Dämmung, Anlagenteile	Decken Heiz- und Kühlsystem
Kälteversorgung	/	Kühlen mit Wärmepumpe
Lüftungsanlage	Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung	Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung
Gebäudetechnik	Mess-, Steuer-Regelungstechnik	Mess-, Steuer-Regelungstechnik
<b>Baunebenkosten</b>		
Planung und Baubegleitung	Planung und Baubegleitung	Planung und Baubegleitung

**Tabelle 10: Maßnahmenvergleich Sanierungsvarianten**

Quelle: Eigene Darstellung.

Durch Tabelle 10 wird deutlich, welcher Umfang notwendig ist, um den Büroturm auf BEG-Standard zu sanieren. Insgesamt wurden dafür 13 Maßnahmen umgesetzt. Um das Gebäude auf „GEG-Niveau2“ zu sanieren sind lediglich acht dieser 13 Mittel notwendig, wovon sich vier wiederum nur auf die Verbesserung der Gebäudehülle beziehen. Wie in Kapitel 4.3 bereits beschrieben, konnte durch die zusätzliche Verbesserung der Außenwand und dem Einbau besserer Fenster der Primärenergiedarf von 114,0 kWh/m<sup>2</sup>a auf lediglich 105 kWh/m<sup>2</sup>a reduziert werden. Um die Zielwerte der BEG erreichen zu können, musste der

Fokus vor allem auf die technischen Anlagen gelegt werden. Erst durch die Erneuerung des Heiz- und Kühlsystems und durch die Stromgewinnung am Gebäude, konnte das förderfähige Niveau erreicht werden. Um die einzelnen Sanierungsschritte erneut darzustellen und deren jeweiligen Einfluss auf den Jahres-Primärenergiebedarf sowie auf die Treibhausgasemissionen zu verdeutlichen, dient die nachfolgende Darstellung:

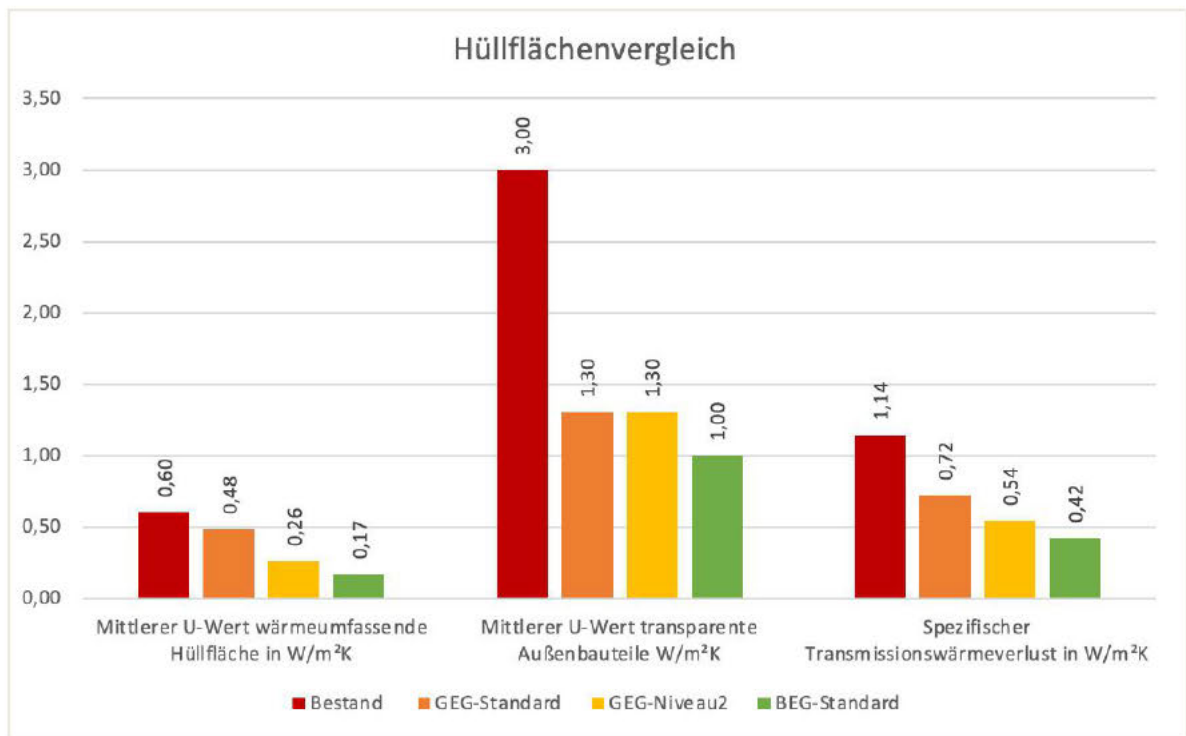


**Abbildung 24: Maßnahmenschritte Gebäudesanierung**

Quelle: Eigene Darstellung nach Energieausweise Sanierungsstufen (Anhang Teil 10).

Wie in Abbildung 24 erkennbar, reduziert sich sowohl bei der Verbesserung der Hüllfläche von Stufe drei auf vier als auch von Stufe fünf zu sechs, der Jahres-Primärenergiebedarf als auch die Treibhausgasemissionen nur geringfügig. Es wird deutlich, dass sich die Dämmung der Gebäudehülle zwar als essenziell erweist, um die Zielwerte zu erreichen, im Verhältnis die Anlagentechnik jedoch deutlich ausschlaggebender ist. Der Austausch der Beleuchtung in Verbindung mit der Gebäudeautomation, der Einbau der Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung sowie der Einbau der PV-Anlage tragen wesentlich entscheidender zur Reduzierung der Emissionen und der Primärenergie bei. Entscheidend und somit die einzige Möglichkeit für den Büroturm EG40 EE Standard zu erreichen, ist jedoch nur der Austausch des gesamten Heiz- und Kühlsystems. Erst durch diesen Schritt gelang es, den Zielwert von 55,2 W/m<sup>2</sup>K des Jahres-Primärenergieverbrauchs zu unterschreiten und den EE-Status zu erreichen. Da die Anforderungen an die Hüllfläche sowohl im GEG als auch der BEG neben der Primärenergie die maßgebende Vergleichsgröße darstellt, zeigt

nachfolgende Grafik die energetische Entwicklung der Hüllfläche vom Ist-Zustand des Gebäudes bis zum vollsanierten Zustand:



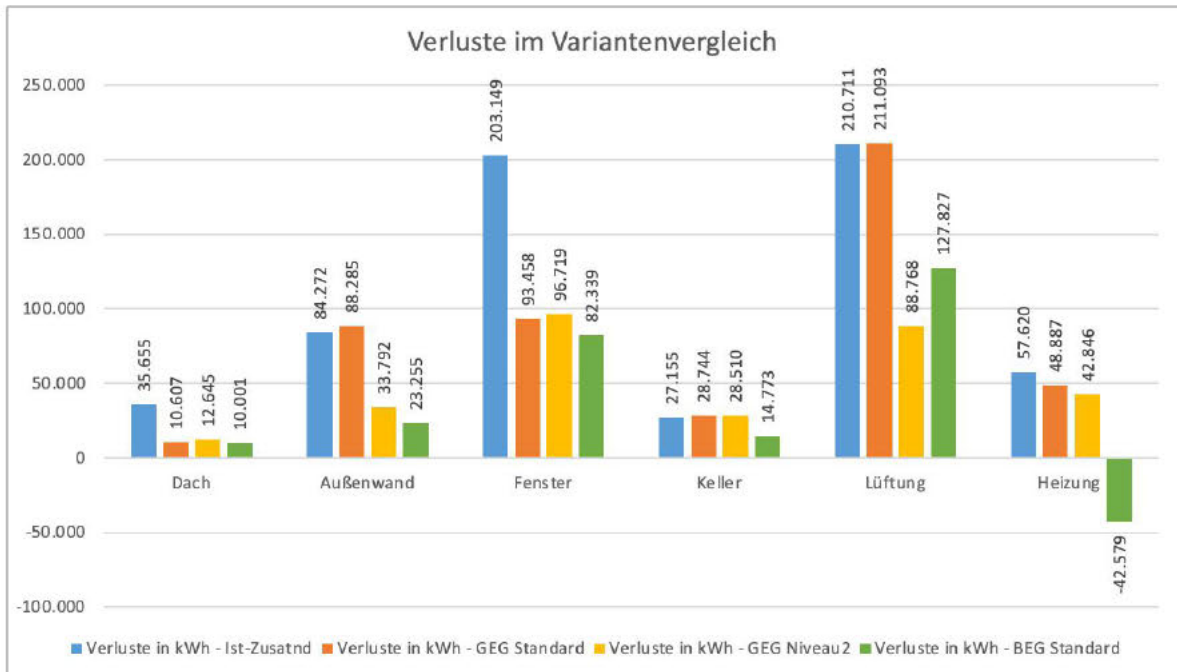
**Abbildung 25: Hüllflächenwerte nach Gebäudezustand**

Quelle: Eigene Darstellung.

Abbildung 25 fasst die Entwicklung der Gebäudehülle über die Sanierungsschritte zusammen. Der erste Abschnitt spiegelt die Entwicklung der wärmeumfassenden Hüllfläche wider, die sich im Bestand von  $0,60 W/m^2K$  auf  $0,17 W/m^2k$  im EG40 EE Zustand verbessert hat. Die Dachsanierung und der Austausch der Fenster im ersten Schritt, hat ausgereicht, um den gesetzlichen Anforderungen an der Sanierung von mindestens einem U-Wert von  $0,56 W/m^2k$  zu entsprechen. Erst durch die zusätzlichen Maßnahmen an der Gebäudehülle, die für das GEG-Niveau2 und dem Standard der BEG notwendig waren, konnte das Gebäude in einen Zustand gehoben werden, um weitere Maßnahmen an dessen Hülle für die nächsten 20 Jahre auszuschließen. Die Reduzierung der spezifischen Transmissionswärmeverluste ging kohärent mit den Verbesserungen der Hüllfläche einher und konnte insgesamt, nach den Verbesserungen, um dem BEG-Standard zu entsprechen, um fast zwei Drittel gegenüber dem unsanierten Gebäudezustand gesenkt werden. Dennoch ist zu erkennen, dass die Verbesserung der Hüllfläche vom GEG-Niveau2 auf das „BEG-Standard“ Niveau die Transmissionswärmeverluste geringer beeinflusst hat, als die Verbesserung von „GEG-Standard“, auf „GEG-Niveau2“. Um die Auswirkungen der Hüllflächenverbesserung auf die Wärmeverluste des Gebäudes zu ermitteln, dient nachfolgende Grafik. Zusammen mit den



Wärmeverlusten über die Gebäudehülle werden ebenfalls die Verluste über die technischen Anlagen zusammengefasst:



**Abbildung 26: Verluste im Variantenvergleich**

Quelle: Eigene Darstellung.

Die Verluste des Bestandsgebäudes wurden in Kapitel 3 bereits dargestellt. Abbildung 26 sind die jährlichen Verluste, sowohl die der Gebäudehülle als auch die der Anlagen, aller Gebäudestufen zu entnehmen. Werden alle Positionen addiert entsteht folgende Gesamtbilanz:

Ist-Zustand:                618.562 kWh;  
 GEG-Standard:            481.074 kWh;  
 GEG-Niveau2:            303.280 kWh;  
 BEG-Standard:            215.616 kWh.

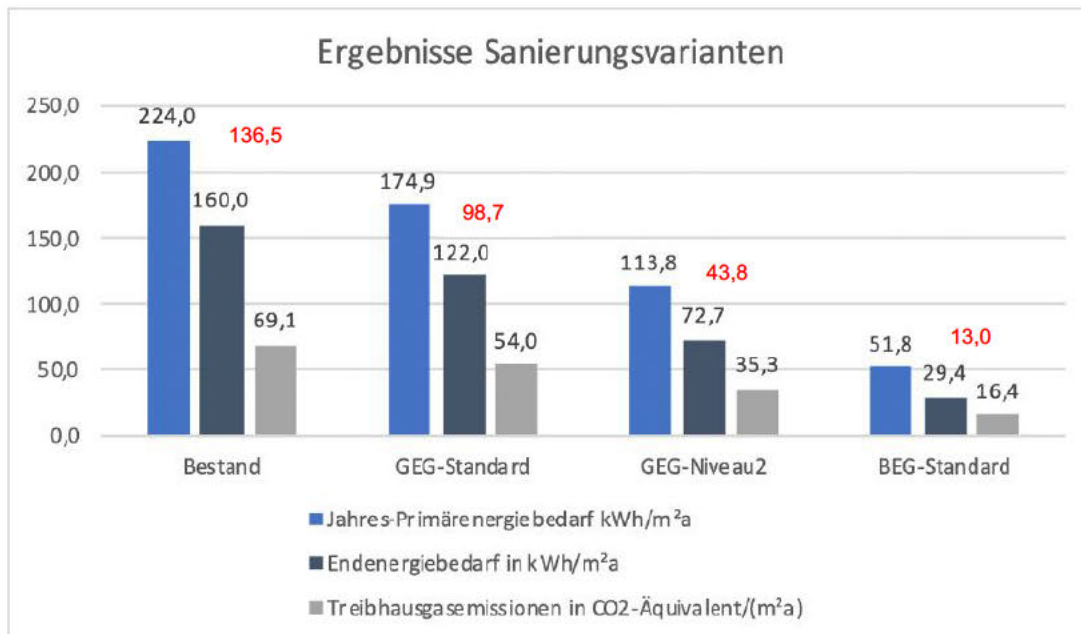
Den größten Anteil der Verluste verursachen im unsanierten Gebäudezustand die Fenster und die Lüftung. Durch die Dachsanierung und den Austausch der Fenster in der ersten Sanierungsvariante, konnten der Austritt an Wärme über diese Bauteile bereits deutlich reduziert werden. Da jedoch weiterhin lediglich über die Fenster gelüftet wird, bleiben die hohen Lüftungsverluste weiterhin bestehen. Da der Büroturm durch die Verbesserung weniger Energie zur Wärmeversorgung benötigt als zuvor, sind die Verluste der Heizung durch die Erneuerung dieser Bauteile ebenfalls etwas zurück gegangen. Die Verbesserung der

Fenster, von 1,3 W/m<sup>2</sup>K des GEG-Standards auf 1,0 W/m<sup>2</sup>K des Standards der BEG, hat auf die Wärmeverluste kaum einen positiven Einfluss. Durch den Einbau der besseren Fenster konnten die Verluste über dieses Bauteil von 96.719 kWh auf lediglich 82.339 kWh reduziert werden. Neben der Einsparung durch die sanierte Außenwand und dem Einbau der Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, hat vor allem das neue Heizsystem eine positive Auswirkung auf die Wärmeverluste. Die negativen Wärmeverluste sind als Wärmegewinne zu verstehen. Wärmepumpen schöpfen ihre Energie aus der Umwelt und verbrauchen dabei weniger Energie als sie an Wärme liefern, was in der Bilanz negative Werte hervorrufen kann.<sup>81</sup> Die Entwicklung der Verluste kann leider nicht parallel mit den Verbesserungen am Gebäude gesehen werden. Die Verluste des gesamten Gebäudes ergeben sich immer aus einem Wechselspiel aller Voraussetzungen und Gegebenheiten. Obwohl die gleiche Anlage verbaut ist, sind die Lüftungsverluste bei der „BEG-Standard“ Variante beispielsweise höher als die bei der „GEG-Niveau2“ Variante. Dies ist darauf zurück zu führen, dass das Gebäude in der „BEG-Standard“ Variante ebenfalls Wärmeverluste verzeichnet, diese jedoch durch die Energiegewinne der Wärmepumpe nicht dargestellt werden können und der Anteil der Verluste über die Lüftungsanlage somit steigt.

Ziel aller Maßnahmen war grundlegend die Reduzierung des jährlichen Primärenergiebedarfs der neben der Gebäudehülle als zentrales Vergleichskriterium sowohl im GEG als auch in der BEG gesehen wird. Abbildung 27 stellt die Primär- und Endenergiebedarfe sowie die Treibhausgasemissionen der unterschiedlichen Gebäudestandards final dar:

---

<sup>81</sup> Vg. Hottgenroth Akademie (2022): Ergebnisdarstellung, negative Anlagenverluste (07.11.2022).



**Abbildung 27: Energiebedarf und Umweltwirkungen Sanierungsvarianten**

Quelle: Eigene Darstellung.

Der Primärenergiefaktor, der dazu dient, die Primärenergie in die benötigte Endenergie umzurechnen, liegt für den Fernwärmebezug des realen Büroturms bei ca. 0,55. Um die Vergleichbarkeit der Daten aufrecht zu erhalten, wird für die Berechnung weiterhin der Primärenergiefaktor des Programms herangezogen der bei ca. 0,6 liegt. Der beschriebene Endenergiebedarf in Abbildung 27 spiegelt den Gesamtbedarf von Wärme und Strom wider. Der Endenergiebedarf im Bestand liegt bei 160,0 kWh/m<sup>2</sup>, für den „GEG-Standard“ bei 122,0 kWh/m<sup>2</sup>a und für die „GEG-Niveau2“ Variante bei 72,7 kWh/m<sup>2</sup>. Die Berechnung der Endenergie von 29,4 kWh/m<sup>2</sup>a der Luft-Wasser-Wärmepumpe wurde durch das Programm „Energieberater 18599“ ebenfalls automatisch ausgegeben und ergibt sich aus dem benötigten Strombedarf der Wärmepumpe und dessen Primärenergiefaktor. Der Endenergiebedarf des Büroturms zur reinen Wärmeversorgung, dargestellt durch die roten Werte in Abbildung 27, wird vor allem in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Sanierungsvarianten wichtig. Die Energiekosten des Gebäudes lassen sich mit diesem Wert ermitteln. Die Entwicklung des Endenergiebedarfs vom Bestandsgebäude bis hin zum „GEG-Niveau2“ Standard lassen sich parallel zu der Reduzierung der restlichen Werte beobachten. Eine deutliche Verringerung erfolgt nach Austausch des Heiz- und Kühlsystems, der den Wert auf 13 kWh/m<sup>2</sup>a herabsetzen kann.

Bei den Treibhausgasemissionen ist zu erkennen, dass die Verbesserungen an der Gebäudehülle zwischen dem Bestandsgebäude und der Sanierung auf „GEG-Standard“ im Verhältnis zu weniger Reduzierung führen als bei der Primär- und Endenergie. Hier konnten die 69,1 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalent/m<sup>2</sup>a auf lediglich 54,0 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalent/m<sup>2</sup>a reduziert werden.

Dies lässt darauf schließen, dass die Reduzierung der spezifischen Transmissionswärmeverluste infolge der Verbesserung der Hüllfläche einen positiven Einfluss auf die Treibhausgasemissionen hat, die Verbesserung der technischen Anlagen diesen Wert jedoch stärker reduzieren kann. Die Treibhausgasemissionen haben sich durch die Maßnahmen der „GEG-Niveau2“ Variante deutlich verringert, eine zusätzliche Reduzierung kann durch den Einbau des neuen Heiz- und Kühlsystems hervorgerufen werden. Durch die Umstellung auf ein nachhaltiges System, haben sich die Treibhausgasemissionen zwischen den Varianten „GEG-Niveau2“ und „BEG-Standard“ nochmals um mehr als 50 Prozent reduziert. Es ist also anzunehmen, dass nachhaltige Systeme zur Wärme- und Kälteversorgung großes Potential besitzen, die am Gebäude entstehenden Treibhausgasemissionen zu mindern.



## 5 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Sanierungsvarianten

Nach Betrachtung und Erstellung der Sanierungskonzepte zielt dieses Kapitel darauf ab, zu ermitteln, welchen wirtschaftlichen Einfluss die Wahl des Sanierungsstandards auf den Büroturm hat. Es wird herausgearbeitet, inwiefern die höheren Investitionskosten für das Konzept „BEG-Standard“ durch die potenziellen Einsparungen im Lebenszyklus und durch die monetären Zuschüsse der BEG ausgeglichen werden. Nach einer Einführung in die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zu Beginn dieses Kapitels, werden alle Investitions- und Baukosten mittels dem BKI-Kostenplaner ermittelt. Anschließend werden die beiden Sanierungsvarianten anhand ihrer Kostenentwicklung über den Lebenszyklus des Gebäudes verglichen und bewertet.

### 5.1 Einführung in die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Für Investoren, Eigentümer oder Bauherren ist bei der Wahl des Umfangs einer Sanierung die gesamtwirtschaftliche Betrachtung das größte Entscheidungskriterium. Eine Investition wird als wirtschaftlich betrachtet, wenn der energetisch bedingte Investitionsmehraufwand einer Sanierungsmaßnahme mit den zu erwartenden Einsparungen ins Verhältnis gesetzt, einen positiven Wert erzielt.<sup>82</sup> Schlüsselpunkt hierbei ist der Zeitaufwand, wann dieses positive Ergebnis erreicht wird. Als angemessener Zeitraum gilt die Nutzungsdauer des zu bewertenden Bauteils oder der Anlage. Ist der Zeitraum der Amortisation einer Maßnahme länger als dessen Nutzungsdauer, wird die Investition als unwirtschaftlich betrachtet.<sup>83</sup> Aus diesem Grund liegen typische Betrachtungszeiträume bei der Evaluierung verschiedener Maßnahmenpakete von Gebäudesanierungen oft zwischen 20 und 35 Jahren da dies typischen Nutzungszeiträumen von technischen Anlagen und Bauteilen entspricht.

Dabei muss betont werden, dass sich die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ausschließlich auf die finanzielle Argumentation für oder gegen eine Maßnahme konzentriert. Weitere wichtige

---

<sup>82</sup> Vg. Schubert (2012): Energetische Sanierungen im Bestand. S.82.

<sup>83</sup> Vg. Schubert (2012): Energetische Sanierungen im Bestand. S.82.

Kriterien wie z.B. Komfort und Behaglichkeit, Wertsteigerung der Immobilie, Umweltkriterien oder ästhetische Aspekte werden hier vernachlässigt.<sup>84</sup>

### 5.1.1 Betriebswirtschaftliche Berechnungsverfahren

In der Betriebswirtschaft wird bei Entscheidungen über die Wirtschaftlichkeit verschiedener Investitionen von einer „Wahlentscheidung“ gesprochen.<sup>85</sup> Zur Bewertung von Investitionen gibt es eine Vielzahl an Berechnungsmethoden. Grundlegend wird zwischen statischen und dynamischen Verfahren unterschieden.<sup>86</sup> Statische Verfahren eignen sich aufgrund ihrer einfachen Handhabung für Betrachtungen mit kurzen Laufzeiten oder für Voruntersuchungen, sowie Momentaufnahmen und kommen daher für die Betrachtungen in dieser Arbeit nicht in Frage.<sup>87</sup> Dynamische Verfahren hingegen, „wollen die finanziellen Auswirkungen einer Investitionsentscheidung über den gesamten Betrachtungszeitraum (von z.B. 25 Jahren) erfassen und auswerten.“<sup>88</sup> Ausschlaggebend sind somit die zu prognostizierenden Zahlungsströme (Einnahmen und Ausgaben) die über den Betrachtungszeitraum anfallen. Um die unterschiedlichen Zahlungszeitpunkte zu berücksichtigen, werden die Ströme mithilfe der Zinseszinsrechnung unter Verwendung des Kalkulationszinssatzes auf einen Vergleichspunkt auf- oder abgezinst.<sup>89</sup> Einnahmen und Ausgaben beeinflussen somit nicht nur durch ihren Betrag, sondern auch durch ihren Zahlungszeitpunkt das Ergebnis der Berechnung. Nachfolgend eine kurze Einführung in das dynamische Verfahren der Kapitalwertmethode, das zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit in dieser Arbeit herangezogen wird:

#### Kapitalwertmethode

Der Kapitalwert, ist die Summe aller Kosten, die über den Nutzungszeitraum anfallen, bezogen auf den Anfangszeitpunkt  $t_0$ .<sup>90</sup> Zur Ermittlung des Kapitalwerts einer Investitionsalternative werden die zu unterschiedlichen Zeitpunkten erwarteten Einnahmen und Ausgaben mit dem Kalkulationszinssatz abgezinst und aufsummiert.<sup>91</sup> Ist der Kapitalwert positiv, ist die Investition als wirtschaftlich zu betrachten.<sup>92</sup> Vergleicht man verschiedene

---

<sup>84</sup> Vg. dena (2019): Leitfaden Wirtschaftliche t. S. 21.

<sup>85</sup> Vg. dena (2019): Leitfaden Wirtschaftliche t. S.6.

<sup>86</sup> Vg. dena (2019): Leitfaden Wirtschaftliche t. S.6.

<sup>87</sup> Vg. dena (2019): Leitfaden Wirtschaftliche t. S.7.

<sup>88</sup> dena (2019): Leitfaden Wirtschaftliche t. S.9.

<sup>89</sup> Vg. dena (2019): Leitfaden Wirtschaftliche t. S.9.

<sup>90</sup> Vg. Schubert (2012): Energetische Sanierungen im Bestand. S.83.

<sup>91</sup> Vg. dena (2019): Leitfaden Wirtschaftliche t. S.10.

<sup>92</sup> Vg. Schubert (2012): Energetische Sanierungen im Bestand. S.83.

Investitionsalternativen entspricht der Kapitalwert mit dem höchsten Wert der wirtschaftlichsten Investition.<sup>93</sup>

### 5.1.2 Kostendifferenzierung

Zentraler Gegenstand von Wirtschaftlichkeitsberechnungen sind die Kosten einer Immobilie, die bestenfalls über den gesamten Lebenszyklus erfasst werden. In der Regel werden die Kosten in (einmalige-) Investitions- und laufende Kosten unterschieden.<sup>94</sup> Zu den Investitionskosten oder Herstellungskosten zählen die Bau(werks-)kosten nach DIN 276 mit den Kostengruppen KG 300 und KG 400 sowie eventuelle Planungskosten KG 700.<sup>95</sup> Die KG 300 erfasst alle Kosten die in Verbindung mit der Erstellung der Baukonstruktion anfallen, KG 400 bezieht sich auf die technischen Anlagen im Gebäude. Zu den laufenden Kosten zählen die Energiekosten aber auch wiederkehrende Inspektions-, Wartungs- und Instandhaltungskosten, die im Gebäude anfallen.<sup>96</sup> Die beiden letzteren beziehen sich ausschließlich auf die technischen Anlagen und werden häufig als Prozentsatz der Anfangsinvestition ermittelt.<sup>97</sup> Betrachtet man die Kosten eines Vorhabens über den gesamten Lebenszyklus der Immobilie, könnten auch noch Entsorgungskosten als weitere Folgekosten anfallen. „Je nach Wahl des Kalkulationszinssatzes sind diese aber durch den Abzinsungseffekt vernachlässigbar.“<sup>98</sup> Außerdem erschwert der Mangel an zuverlässigen Informationen über die Entsorgungskosten in über 30 Jahren die Plausibilität der Angaben.<sup>99</sup> Aus diesem Grund werden die Entsorgungskosten in den meisten Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen ausgeschlossen.

Die Kostenermittlung von Sanierungs- oder Modernisierungsvorhaben unterscheiden sich von der Kostenermittlung für Neubauten. Bei Maßnahmen am Gebäudebestand kann das sogenannte „Kopplungsprinzip“ zum Tragen kommen und lediglich die energieeffizienzbedingten Mehrkosten einer Maßnahme bewertet werden.<sup>100</sup> Das Kopplungsprinzip verbindet

---

<sup>93</sup> Vg. dena (2019): Leitfaden Wirtschaftlichkeit. S.10.

<sup>94</sup> Vg. Enseling (2020): Studie über die wirtschaftlichen Auswirkungen verschiedener energetischer Standards in Augsburg. S. 6.

<sup>95</sup> Vg. Enseling (2020): Studie über die wirtschaftlichen Auswirkungen verschiedener energetischer Standards in Augsburg. S. 6.

<sup>96</sup> Vg. Enseling (2020): Studie über die wirtschaftlichen Auswirkungen verschiedener energetischer Standards in Augsburg. S. 7.

<sup>97</sup> Vg. Enseling (2020): Studie über die wirtschaftlichen Auswirkungen verschiedener energetischer Standards in Augsburg. S. 7.

<sup>98</sup> Enseling (2020): Studie über die wirtschaftlichen Auswirkungen verschiedener energetischer Standards in Augsburg. S. 7.

<sup>99</sup> Vg. Enseling (2020): Studie über die wirtschaftlichen Auswirkungen verschiedener energetischer Standards in Augsburg. S. 7.

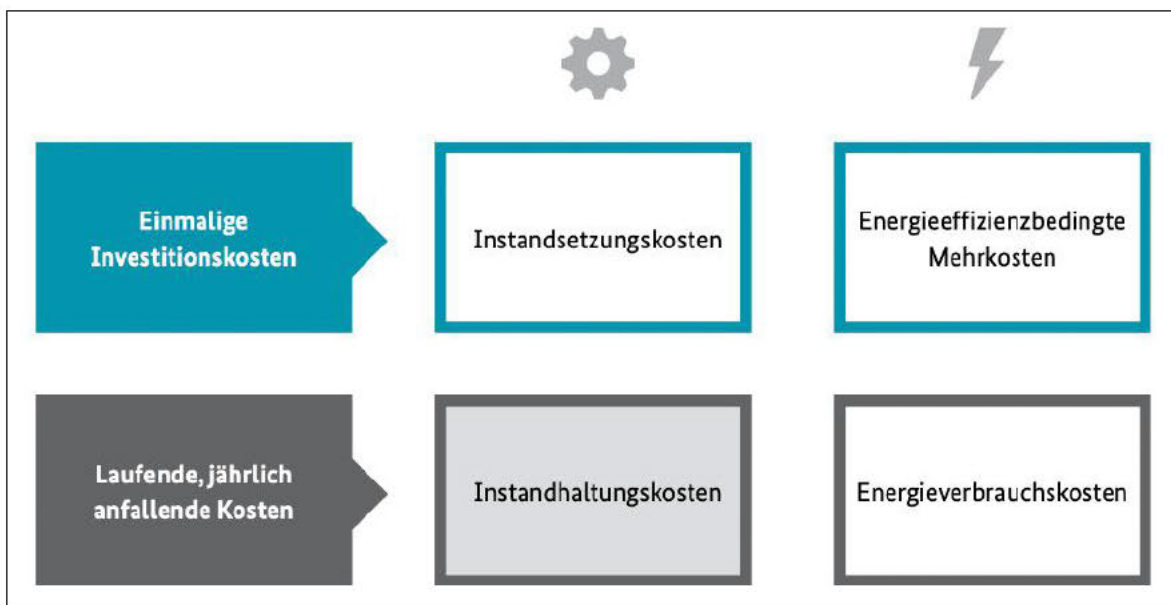
<sup>100</sup> DUH (2017): Energetische Gebäudesanierung. S. 4.



Instandsetzungszyklen von Bauteilen oder Anlagentechnik mit der gleichzeitigen energetischen Verbesserung dieser Teile. Kern dieses Prinzips ist, dass Maßnahmen zur Energieeinsparung nur dann umgesetzt werden, wenn an einem Bauteil oder einer technischen Anlage aus Gründen der Bauinstandhaltung bzw. Verkehrssicherungspflicht größere Maßnahmen ohnehin erforderlich werden.<sup>101</sup> Muss beispielsweise eine Fassade saniert werden, sind Kosten für Gerüst, Putz, Abtragung der Altsubstanz etc. Kosten, die „sowieso“ angefallen wären. Bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung würden lediglich die Kosten der zusätzlichen Dämmung, die sogenannten energieeffizienzbedingten Mehrkosten, bewertet werden.

Neben den Instandhaltungskosten (Wartung, Inspektion und Instandsetzung) im laufenden Gebäudebetrieb spielen die Energiekosten eine zentrale Rolle, die ausschlaggebend für das Ergebnis der Bewertung sind. Ziel jeder energetischen Sanierung ist es, durch die Verbesserung der Gebäudehülle oder den technischen Anlagen weniger Endenergie zu verbrauchen als zuvor. Diese Ersparnisse werden als „Einnahmen“ gesehen und so in die Bilanzierung einbezogen.

Folgende Abbildung fasst die Kostenkategorien bei Sanierungen von Gebäuden zusammen.



**Abbildung 28: Kostenkategorien bei Sanierungen von Gebäuden**

Quelle: Abänderung nach: dena (2019): Leitfaden Wirtschaftlichkeit Abb. 9 S. 24.

<sup>101</sup> Vgl. Hinz (2015): Kosten energetischer Bau- und Anlagenteile bei der energetischen Modernisierung von Gebäuden, S. 15.

Wie bereits beschrieben bestehen die einmaligen Investitionskosten aus den Instandsetzungskosten und den Energieeffizienzbedingten Mehrkosten. Instandsetzungskosten beschreiben im Allgemeinen alle „Maßnahmen zur Wiederherstellung des funktionsfähigen Zustands von (technischen) Anlagen, Geräten, Bauelementen, und Funktionseinheiten des Gebäudes“<sup>102</sup>. Diese Definition hebt die Betrachtungen von Sanierungs- und Modernisierungsmaßnahmen von Neubauten ab, da hier die Investitionskosten lediglich den Errichtungskosten entsprechen. Ebenfalls berücksichtigt werden Kosten für den Abbruch von Gebäudeteilen, die bei Neubauten ebenfalls seltener anfallen. Alle zusätzlichen Maßnahmen, die nicht unter die Instandsetzung fallen, werden als energieeffizienzbedingte Mehrkosten gesehen.

Es folgt die Ermittlung der einmaligen Investitionskosten der Sanierungsvarianten „GEG-Niveau2“ und „BEG-Standard“. Die Herstellungskosten werden mithilfe des BKI-Kostenplaners für die Kostengruppen KG 300, KG 400 und KG 700 in Kombination der Daten des IWU ermittelt.

## 5.2 Wirtschaftlichkeitsberechnung der Sanierungsvarianten

Es wird nun im Detail genauer auf die wirtschaftliche Betrachtung der Sanierungsvarianten dieser Arbeit eingegangen. Zu Beginn werden einige Rahmenbedingungen zur Berechnung definiert, anschließend erfolgt die Ermittlung der einmaligen Investitionskosten sowie der laufenden Kosten. Um die Vorteilhaftigkeit der zweiten Sanierungsvariante auf BEG-Standard ermitteln zu können, werden im Anschluss die Fördersätze und die Förderhöhe ermittelt.

### 5.2.1 Randbedingungen zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Nach der Einführung in die verschiedenen Berechnungsvarianten und Kostenarten, werden nun die Randbedingungen für die Berechnungen im Rahmen dieser Arbeit definiert. Zur Analyse und Bewertung der Varianten wird die Kapitalwertmethode durchgeführt. Verglichen werden Variante 1: „GEG-Niveau2“ und Variante 2: „BEG-Standard“. Alle erforderlichen Randbedingungen werden in den folgenden Abschnitten beschrieben.<sup>103</sup>

---

<sup>102</sup> dena (2019): Leitfaden Wirtschaftlichkeit. S.29.

<sup>103</sup> Die aktuelle Entwicklung von Inflation, Zinsen und Energiepreisen aufgrund Ereignisse ausgelöst durch höhere Gewalt werden in dieser Arbeit nicht berücksichtigt.

## Betrachtungszeitraum

Wie in Kapitel 4 bereits beschrieben, ist das allgemeine Ziel und der anfängliche Grund der Gebäudesanierung, die nächsten 20 Jahre keine umfassenden Modernisierungs- oder Sanierungsmaßnahmen durchführen zu müssen. Auf Basis dieser Tatsache werden lediglich die Varianten „GEG-Niveau2“ und „BEG-Standard“ verglichen, da diese Varianten im Gegensatz zur ersten „GEG-Standard“ Variante auf einen Zustand verbessert wurden, der diesem Ziel entspricht. Des Weiteren, wird die durchschnittliche Nutzungsdauer von Baustoffen auf 25 Jahre angesetzt und die von technischen Anlagen auf 20 Jahre.<sup>104</sup> Bei Vorhaben bei denen Änderungen an beiden Teilen vorgenommen werden, wird die kürzere Nutzungsdauer zugrunde gelegt.<sup>105</sup> Aus diesen Gründen wird der Betrachtungszeitraum der Wirtschaftlichkeitsberechnung im Rahmen dieser Arbeit auf 20 Jahre definiert.

## Energie und Preisentwicklung

Als Einnahmen in der Kapitalwertmethode werden die eingesparten Energiekosten in Folge der energetischen Verbesserung gesehen. Basis für die Berechnung von Energiekosten ist der Endenergieverbrauch eines Gebäudes. Die Kosten für den Fernwärmebezug des Fernwärmenetzes der mittleren Neckarschiene wird laut EnBW mit 13,09 Cent/kWh angegeben.<sup>106</sup> Die Kosten für den Strom der Wärmepumpen wurde für das Jahr 2021 mit 23,80 Cent/kWh angegeben.<sup>107</sup> „Die Energiepreissteigerung gibt an, wie der Preis eines Energieträgers als Betrag (nominal) zukünftig steigen wird.“<sup>108</sup> Die Steigerung wird in einem Prozentsatz angegeben der unabhängig von den Energieträgern und -versorgungsarten angewendet wird. Für die Energiepreissteigerung im Rahmen dieser Arbeit, wird sich an den Konventionen der deutschen Gesellschaft für nachhaltiges Bauen (DGNB) zur Ermittlung der Lebenszykluskosten für Büro- und Verwaltungsgebäude orientiert, die eine jährliche Steigerung von 5 Prozent annehmen.<sup>109</sup>

## Diskontierungszinssatz / Kalkulationszinssatz

Der Kalkulationszinssatz drückt die Verzinsungserwartung für das eingesetzte Kapital aus.<sup>110</sup> Das bedeutet, dass verglichen wird, ob es lukrativer ist, das Kapital lediglich über

---

<sup>104</sup> Vg. Schubert (2012): Energetische Sanierungen im Bestand. S.84.

<sup>105</sup> Vg. Schubert (2012): Energetische Sanierungen im Bestand. S.84.

<sup>106</sup> Vg. EnBW (2022): Effiziente Wärme für Ihr Gewerbe und Zuhause. (13.11.2022).

<sup>107</sup> Vg. bwp (2022): Energiepreise (15.11.2022).

<sup>108</sup> dena (2019): Leitfaden Wirtschaftlichkeit. S.27.

<sup>109</sup> Vg. DGNB (2018): Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus. S. 243.

<sup>110</sup> Vg. DGNB (2018): Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus. S. 240.

den Betrachtungszeitraum anzulegen oder die geplante Investition durchzuführen. Somit kann das Risiko einer Investition besser einbezogen werden. Mit dem Zinssatz kann die Option, das nötige Kapital zur Realisierung des geplanten Vorhabens über den Betrachtungszeitraum risikolos anzulegen, mit in die Betrachtung eingebunden werden.

Künftige Zahlungsströme oder Beträge werden mit dem Zinssatz auf den Gegenwartswert abgezinst, wobei sich die Höhe des Zinssatzes an unterschiedlichen Interpretationsmöglichkeiten der Berechnung orientiert. Besteht lediglich ein Interessensausgleich zwischen heutigen und künftigen Generationen, führt die sogenannte „soziale Diskontrate“ zu relativ geringen Zinssätzen.<sup>111</sup> Steht die gewünschte Rendite im Vordergrund, wie bei dem Vergleich von mehreren Investitionsvarianten, fallen die Zinssätze oft etwas höher aus.<sup>112</sup> Als Kalkulationszinssatz dieser Arbeit werden 3 Prozent angenommen.<sup>113</sup>

### **Inflation**

Als Inflationsrate werden 2 Prozent gemäß der langfristigen Zielsetzung der Europäischen Zentralbank angenommen.<sup>114</sup>

## **5.2.2 Ermittlung der einmaligen Investitionskosten nach DIN 276**

Zur Ermittlung der einmaligen Investitionskosten für die Varianten „GEG-Niveau2“ und „BEG-Standard“ wird sich auf den Kostenplaner des BKIs berufen. Alle ermittelten Kosten sind auf das Preisniveau August 2021 und an die Region Stuttgart mittels Regionalfaktor des BKI angepasst.

Da die Unterschiede zwischen den beiden Varianten teilweise sehr gering sind, beispielsweise Dämmstoffstärken von 17cm und 24cm, müssen zur Ermittlung der energieeffizienzbedingten Mehrkosten dieser Kostenpunkte andere Quellen bezogen werden. Es wurde sich hierbei an Daten des IWU orientiert. Da der Hintergrund dieser Arbeit die Bewertung des baulichen Mehraufwands zur Erreichung des Standards der BEG ist, werden zunächst alle Kosten der beiden Varianten in Instandsetzungskosten und in den jeweiligen energieeffizienzbedingten Mehraufwand unterteilt. Anschließend können die Mehrkosten beider Varianten verglichen und differenziert werden, um so den monetären Mehraufwand der

---

<sup>111</sup> Vg. DGNB (2018): Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus. S. 240.

<sup>112</sup> Vg. Vg. Ense ng (2020): Studie über die wirtschaftlichen Auswirkungen verschiedener energetischer Standards in Augsburg. S. 9.

<sup>113</sup> Vg. DGNB (2018): Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus. S. 243.

<sup>114</sup> Vg. Vg. Ense ng (2020): Studie über die wirtschaftlichen Auswirkungen verschiedener energetischer Standards in Augsburg. S. 9.

„BEG-Standard“ Variante ermitteln zu können. Erst durch die Unterteilung der Kosten, wie in Abbildung 29 erneut dargestellt, in Instandsetzungskosten („sowieso Kosten“) und Energieeffizienzbedingte Mehrkosten, lässt sich die wirtschaftliche Vertretbarkeit energieeinsparender Maßnahmen im Zuge vollumfänglicher Kernsanierungen ermitteln.



### Abbildung 29: Aufteilung einmalige Investitionskosten

Quelle: Abänderung nach: dena (2019): Leitfaden Wirtschaftlichkeit Abb. 9 S. 24.

Die einmaligen Investitionskosten, auch Herstellungskosten genannt, werden anhand der Kostengruppen der DIN267-1 ermittelt. Folgende Kostengruppen werden betrachtet:

- KG 300 Bauwerk – Baukonstruktion
- KG 400 Technische Anlagen
- KG 700 Baunebenkosten

Eine Ausführliche Kostenermittlung mittels BKI-Kostenplaner ist am Anhang „Teil 11“ und „Teil 12“ zu finden. Die Herstellungskosten der Sanierungsvariante „GEG-Niveau2“ für die Kostengruppen KG300, KG400 und KG700 belaufen sich auf ca. 2,8 Mio. €<sup>115</sup> und die auf Standard der BEG auf 3,6 Mio. €<sup>116</sup>. Wie in Kapitel 5.1.2 bereits erwähnt, erfolgt die Kostenermittlung anhand des Kopplungsprinzips. Um die Vollkosten in Grund- und Mehrkosten unterleiten zu können, wird sich an den Daten des Instituts Wohnen und Umwelt orientiert. Nachfolgende Tabelle stellt die Grundkosten verschiedener Maßnahmen, die Mehrkosten pro cm zusätzlichem Dämmstoff und die Kostenkennwerte verschiedener technischer Anlagen dar:

<sup>115</sup> Vg. Anhang Te 11.

<sup>116</sup> Vg. Anhang Te 12.

BKI	Grundkosten €/m <sup>2</sup>	Mehrkosten €/cm/m <sup>2</sup>
<b>WDVS</b>		
2015	96,88	2,81
2021	125,81	3,65
<b>Kellerdecke</b>		
2015	30,75	1,25
2021	37,16	1,51
<b>Dach</b>		
2015	21,66	2,9
2021	28,13	3,77
<b>Wärmepumpenanlage</b>		
2015	1.042 €/kW	
2021	1.353 €/kW	
<b>PV-Anlage</b>		
2015	1.346 €/kWp	
2021	1.747 €/kWp	

**Tabelle 11: Mehrkosten nach Baupreisindex**

Quelle: Eigene Darstellung nach Vorbild von Hinz (2015).<sup>117</sup>

Die Mehrkosten pro cm Dämmstoff wurden aus den Medianen typischer Dämmstoffe, die bei der jeweiligen Maßnahme in der Praxis verwendet werden, erstellt. Die Daten wurden im Jahr 2015 ermittelt und wurden mithilfe des Baukostenindex an den Stand August 2021 angepasst. Mithilfe dieser Daten werden in nachfolgender Tabelle die Kosten der beiden Sanierungsvarianten in Voll-, Grund- und Mehrkosten, je nach Maßnahme unterteilt, dargestellt:

<sup>117</sup> Vgl. Hinz (2015): Kosten energetischer Baumaßnahmen und Anlagentechnik bei der energetischen Modernisierung von Gebäuden, S. 18ff.

KG 300	Fläche	€/m <sup>2</sup>	Kosten GEG Niveau 2	Kosten BEG Standard
<b>WDVS: Bezugsfläche Außenwand</b>				
Vollkosten	1580m <sup>2</sup>	187,86 €/m <sup>2</sup>	<b>296.819,00 €</b>	<b>337.188,00 €</b>
Grundkosten	1580 m <sup>2</sup>	125,81 €/m <sup>2</sup>	198.780,00 €	198.780,00 €
Mehrkosten	17cm / 24cm	3,65 €/cm/m <sup>2</sup>	98.039,00 €	138.408,00 €
<b>Fenster: Bezugsfläche Fensterfläche</b>				
Vollkosten	650 m <sup>2</sup>	400 €/m <sup>2</sup>	<b>260.000,00 €</b>	<b>299.000,00 €</b>
Grundkosten	650 m <sup>2</sup>	400 €/m <sup>2</sup>	260.000,00 €	260.000,00 €
Mehrkosten	650 m <sup>2</sup>	60 €/m <sup>2</sup>	/	39.000,00 €
<b>Außentüren: Bezugsfläche Türfläche</b>				
Vollkosten	10,5 m <sup>2</sup>	1.222 €/m <sup>2</sup>	/	<b>12.831,00 €</b>
Mehrkosten	10,5 m <sup>2</sup>	1.222 €/m <sup>2</sup>	/	12.831,00 €
<b>Lichtschutz: Bezugsfläche Fensterfläche</b>				
Vollkosten	650 m <sup>2</sup>	259,62 €/m <sup>2</sup>	<b>168.753,00 €</b>	<b>168.753,00 €</b>
<b>Kellerdeckendämmung: Bezugsfläche Kellerdecke</b>				
Vollkosten	635 m <sup>2</sup>	50,75 €/m <sup>2</sup>	/	<b>32.226,25 €</b>
Grundkosten	635 m <sup>2</sup>	37,16 €/m <sup>2</sup>	/	23.596,60 €
Mehrkosten	9 cm	1,51 €/cm/m <sup>2</sup>	/	8.629,65 €
<b>Dach: Bezugsfläche Dachfläche</b>				
Abbruchkosten 6.OG	260 m <sup>2</sup>	196,15 €/m <sup>2</sup>	<b>50.998,92 €</b>	<b>50.998,92 €</b>
Vollkosten	654 m <sup>2</sup>	88,45 €/m <sup>2</sup>	<b>57.846,28 €</b>	<b>57.846,28 €</b>
Grundkosten	654 m <sup>2</sup>	28,13 €/m <sup>2</sup>	18.397,00 €	18.397,00 €
Mehrkosten	16 cm	3,77 €/cm/m <sup>2</sup>	39.449,28 €	39.449,28 €
<b>Innenraum Arbeiten</b>				
Vollkosten	/	/	<b>834.604,00 €</b>	<b>834.604,00 €</b>
<b>Gerüst: Bezugsfläche BGF</b>				
Vollkosten	4.527 m <sup>2</sup>	19,69 €/m <sup>2</sup>	<b>89.137,00 €</b>	<b>89.137,00 €</b>
Grundkosten	4.527 m <sup>2</sup>	9,845 €/m <sup>2</sup>	44.568,32 €	44.568,32 €
Mehrkosten	4.527 m <sup>2</sup>	9,845 €/m <sup>2</sup>	44.568,32 €	44.568,32 €

KG 400	Einheit	Kosten/Einheit	Kosten GEG Niveau2	Kosten BEG Standard
<b>Lüftungsanlagen: Bezugsfläche BGF</b>				
Vollkosten	4.527 m <sup>2</sup>	92,76 €/m <sup>2</sup>	<b>419.924,52 €</b>	<b>419.924,52 €</b>
Grundkosten	4.527 m <sup>2</sup>	50,00 €/m <sup>2</sup>	226.350,00 €	226.350,00 €
Mehrkosten	4.527 m <sup>2</sup>	42,76 €/m <sup>2</sup>	193.574,52 €	193.574,52 €
<b>Abwasseranlagen: Bezugsfläche BGF</b>				
Vollkosten	4.527 m <sup>2</sup>	22,81 €/m <sup>2</sup>	<b>103.260,87 €</b>	<b>103.260,87 €</b>
<b>Beleuchtung: Bezugsfläche BGF</b>				
Vollkosten	4.527 m <sup>2</sup>	39,16 €/m <sup>2</sup>	<b>177.277,32 €</b>	<b>177.277,32 €</b>
Mehrkosten	4.527 m <sup>2</sup>	39,16 €/m <sup>2</sup>	177.277,32 €	177.277,32 €
<b>Luft-Wasser-Wärmepumpe</b>				
Vollkosten	€/kW	1.353 €	/	<b>175.890,00 €</b>
Mehrkosten	€/kW	1.353 €	/	175.890,00 €
<b>Heizungsperipherie/Kühlung: Bezugsfläche BGF</b>				
Vollkosten	4.527 m <sup>2</sup>	95,09 €/m <sup>2</sup>	<b>58.851,00 €</b>	<b>430.472,43 €</b>
Grundkosten	4.527 m <sup>2</sup>	13 €/m <sup>2</sup>	58.851,00 €	
Mehrkosten	4.527 m <sup>2</sup>	82,09 €/m <sup>2</sup>	/	371.621,43 €
<b>PV Anlage</b>				
Vollkosten	€/kWp	1.747 €	/	<b>139.831,39 €</b>
Mehrkosten	€/kWp	1.747 €	/	139.831,39 €
<b>Mess- Steuer- Regelungstechnik: Bezugsfläche BGF</b>				
Vollkosten	4.527 m <sup>2</sup>	31,07 €/m <sup>2</sup>	<b>140.653,89 €</b>	<b>140.653,89 €</b>
<b>KG 700</b>				
<b>Baunebenkosten</b>				
Vollkosten	4.527 m <sup>2</sup>	42,05 €/m <sup>2</sup>	<b>190.360,35 €</b>	<b>190.360,35 €</b>
Grundkosten	4.527 m <sup>2</sup>	38,51 €/m <sup>2</sup>	174.334,77 €	174.334,77 €
Mehrkosten	4.527 m <sup>2</sup>	3,54 €/m <sup>2</sup>	16.025,58 €	16.025,58 €
<b>Summe</b>				
<b>Vollkosten</b>			<b>2.848.486,15 €</b>	<b>3.660.255,22 €</b>
<b>Summe</b>				
<b>Mehrkosten:</b>			<b>568.934,02 €</b>	<b>1.380.703,09 €</b>
<b>Differenz GEG-BEG:</b>				<b>811.769,07 €</b>

Tabelle 12: Kostenaufstellung nach Maßnahme

Quelle: Eigene Darstellung nach Daten Kostenermittlung (Anhang Teil 11 und Teil 12).

Es sind alle Kosten dargestellt, die für die Sanierungsvarianten anfallen. Kosten wie z.B. der Um- und Ausbau der Innenbereiche sowie der Deckenbeläge und -bekleidungen sind unter „Innenraum Arbeiten“ zusammengefasst. Die Kosten der Innenraum Arbeiten, Abwasseranlagen und der Abbruch des 6. Obergeschosses sind reine Instandsetzungskosten bzw. Abbruchkosten und ihnen kann kein direkter energieeffizienzbedingter Mehraufwand zugewiesen werden. Die Kostenfunktionen des WDVS, der Kellerdeckendämmung, der Dachsanierung, der Außentüren, der Wärmepumpe und der PV-Anlage wurden aus den



Daten des IWU ermittelt und für die Kostenberechnung übernommen. Alle anderen Kosten wurden mittels BKI-Kostenplaner ermittelt.

Bei einem Fensteraustausch schreibt das GEG für die Fenster einen U-Wert von  $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$  vor. Da in der Praxis kaum noch Fenster angeboten werden, die unter diesem technischen Mindeststandard liegen, wird für die Variante „GEG-Niveau2“ kein energieeffizienzbedingter Mehraufwand ermittelt.<sup>118</sup> Für den Mindeststandard einer Zweifachverglasung werden rund  $400\text{€}/\text{m}^2$ <sup>119</sup> angesetzt und gesamt den Grundkosten dieser Maßnahme zugeschrieben. Für den Einsatz dreifachverglaster Fenster in der BEG-Variante wird zur Ermittlung der Mehrkosten der Preisunterschied zwischen den Fensterstandards herangezogen. Dreifachverglaste Fenster kosten im Schnitt 15 Prozent mehr, was in diesem Fall  $60\text{€}/\text{m}^2$  entspricht.<sup>120</sup>

Der Einsatz einer zentralen Abluftanlage, dient grundsätzlich der Gewährleistung einer dauerhaft hohen Raumluftqualität. Der Einbau einer Abluftanlage ist daher keine Maßnahme zur Energieeinsparung, sondern zur Sicherung eines kontinuierlichen Luftqualitätsstandards.<sup>121</sup> „Zentrale Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung erfüllen zunächst die gleiche Funktion.“<sup>122</sup> Die Wärmerückgewinnungsfunktion reduziert jedoch die Lüftungswärmeverluste und wird daher als energieeinsparende Maßnahme betrachtet. Zur Ermittlung der Mehrkosten, muss daher die Differenz zwischen einer reinen Abluftanlage und einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung herangezogen werden.<sup>123</sup> Die Vollkosten der Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnungsfunktion wurde mittels BKI-Kostenplaner ermittelt. Abluftanlagen werden laut IWU mit  $50\text{€}/\text{m}^2$  angegeben.<sup>124</sup> Der Mehrkostenanteil wurde aus der Differenz dieser beiden Angaben ermittelt.

Die Kosten der Beleuchtungserneuerung wurden ebenfalls dem BKI-Kostenplaner entnommen. Zwar sind die Kosten in Tabelle 12 als Vollkosten betitelt, werden aber zu den Mehrkosten addiert, da die Reduzierung der Stromkosten zur Beleuchtung des Gebäudes einen

---

<sup>118</sup> Vg. H nz (2015): Kosten energieeffizienter Bau- und Anlagenteile bei der energetischen Modernisierung von Altbauten, S. 34.

<sup>119</sup> Vg. DF (2022): Fensterpreise im Überblick (21.11.2022).

<sup>120</sup> Vg. DF (2022): Fensterpreise im Überblick (21.11.2022).

<sup>121</sup> Vg. H nz (2015): Kosten energieeffizienter Bau- und Anlagenteile bei der energetischen Modernisierung von Altbauten, S. 61.

<sup>122</sup> H nz (2015): Kosten energieeffizienter Bau- und Anlagenteile bei der energetischen Modernisierung von Altbauten, S. 61.

<sup>123</sup> Vg. H nz (2015): Kosten energieeffizienter Bau- und Anlagenteile bei der energetischen Modernisierung von Altbauten, S. 61.

<sup>124</sup> Vg. H nz (2015): Kosten energieeffizienter Bau- und Anlagenteile bei der energetischen Modernisierung von Altbauten, S. 60.

wesentlichen Beitrag zur Reduzierung des Jahres-Primärenergiebedarfs hat und somit gesamt als energieeinsparende Maßnahme zählt.

Die Kosten der Heizungsperipherie wurden ebenfalls mittels BKI-Kostenplaner ermittelt. Einbezogen werden hierbei Kosten durch z.B. der Erneuerung von Verteilleitungen, den Austausch von Heizkörpern oder der Einbau neuer Flächenheizungen.<sup>125</sup> Energiebedingte Mehrkosten werden hier normalerweise nicht angesetzt da die Maßnahmen als Grundkosten, die ganzheitlich den Instandsetzungskosten zugeordnet werden können, angesehen werden.<sup>126</sup> Da im Variantenvergleich nicht nur der Austausch des Wärme erzeugungssystems sondern auch das neue Verteil- und Übergabesystem mittels Deckenheizung /-kühlung elementar ist, wurde der Mehrkostenaufwand des „BEG-Standards“ dennoch ermittelt. Von den Vollkosten zur Erneuerung des Heiz- und Kühlsystems von 430.472 € wurden die Kosten zur Instandsetzung in der „GEG-Niveau2“ Variante von 58.852 € abgezogen. Somit konnte ein Mehraufwand von 371.621 € zur Bereitstellung des neuen Heiz- und Kühlsystems ermittelt werden. Insgesamt kann der „BEG-Standard“ Variante gegenüber der „GEG-Niveau2“ Variante ein Mehrkostenaufwand von 811.769 € zugeschrieben werden.

### 5.2.3 Ermittlung der laufenden jährlichen Kosten

Wie in den Grundlagen der Wirtschaftlichkeitsberechnung bereits beschreiben, kann man die laufenden Kosten über den Betrachtungszeitraum als Ein- und Auszahlungen verstehen. Die laufenden jährlichen Kosten bestehen aus den Instandhaltungskosten (Auszahlung) und der Energiekosteneinsparung in Folge der Sanierung (Einzahlung). Unter Instandhaltung werden grundsätzlich alle Maßnahmen während des Lebenszyklus eines Gebäudes verstanden, die zur Erhaltung des funktionsfähigen Zustands oder zur Rückführung in diesen dienen.<sup>127</sup> Für die Ermittlung der Kosten der Instandhaltung (Inspektion, Wartung und Instandsetzung) der Baukonstruktion sowie der technischen Anlagen, werden in der Praxis Prozentsätze auf die tatsächlichen Herstellungskosten der KG 300 und KG 400 angewendet. Nachfolgende Tabelle fasst die Investitions- bzw. Herstellungskosten beider Sanierungsvarianten in Kombination der jeweiligen Prozentsätze zur Ermittlung der laufenden jährlichen Kosten zusammen:

---

<sup>125</sup> Vg. H nz (2015): Kosten energieevanter Bau- und Anlagenteile bei der energetischen Modernisierung von Gebäuden, S. 54.

<sup>126</sup> Vg. H nz (2015): Kosten energieevanter Bau- und Anlagenteile bei der energetischen Modernisierung von Gebäuden, S. 55.

<sup>127</sup> dena (2019): Leitfaden Wirtschaftlichkeit, S.29.

KG / Bauteil	Herstellungskosten	Aufwand für Wartung / Inspektion		Aufwand für Instandsetzung	
		in % Jahr	Kosten	in % Jahr	Kosten
<b>BEG-Standard</b>					
KG 300	907.844,53 €	0,1	907,84 €	/	/
KG 400					
410 - Abwasser	103.260,87 €	1,01	1.042,93 €	0,98	1.011,96 €
420 - Wärmeversorgungs- anlagen	606.362,43 €	0,41	2.486,09 €	0,66	4.001,99 €
430 - Lufttechnische Anlagen	419.924,52 €	0,96	4.031,28 €	1,1	4.619,17 €
440 - Elektrische Anlagen	317.108,32 €	0,6	1.902,65 €	0,7	2.219,76 €
480 -Gebäude- automation	140.653,89 €	1,16	1.631,59 €	0,76	1.068,97 €
<b>Summe:</b>			<b>10.370,79 €</b>		<b>12.921,85 €</b>
<b>GEG-Niveau2</b>					
KG 300	783.418,28 €	0,1	783,42 €	/	/
KG 400					
410 - Abwasser	103.260,87 €	1,01	1.042,93 €	0,98	1.011,96 €
420 - Wärmeversorgungs- anlagen	58.851,00 €	0,41	241,29 €	0,66	388,42 €
430 - Lufttechnische Anlagen	419.924,52 €	0,96	4.031,28 €	1,1	4.619,17 €
440 - Elektrische Anlagen	177.277,32 €	0,6	1.063,66 €	0,7	1.240,94 €
480 -Gebäude- automation	140.653,89 €	1,16	1.631,59 €	0,76	1.068,97 €
<b>Summe:</b>			<b>8.794,17 €</b>		<b>8.329,45 €</b>

**Tabelle 13: Laufende Instandhaltungskosten**

Quelle: Eigene Darstellung nach Daten DGNB.<sup>128</sup>

Addiert man die Instandhaltungskosten der „BEG-Standard“ Variante erhält man jährliche Ausgaben von 23.293 €. Für die „GEG-Niveau2“ Variante ergeben sich lediglich Kosten in Höhe von 17.124 €. Da die Wartungs-, Inspektions- und Instandhaltungskosten bei der „BEG-Standard“ Variante höher sind, ergibt sich aus der zusätzlich verbauten Anlagen- und

<sup>128</sup> Vg. DGNB (2018): Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus, Anlage 3.

Heizungstechnik, auf die bei der „GEG-Niveau2“ Variante verzichtet wurde. Die laufenden Kosten zur Instandhaltung unterscheiden sich somit um 6.170 €.

Zur Ermittlung der jährlichen Energiekosteneinsparung infolge der Gebäudesanierung, werden die jährlichen Energiekosten für beide Sanierungsvarianten ermittelt. Wie im Kapitel 5.2.1 bereits beschrieben, errechnen sich die Energiekosten anhand des Endenergiebedarfs zur Wärmebereitstellung des Gebäudes. Bezugsfläche ist der beheizte/gekühlte Anteil der Nettogrundfläche von 3.464 m<sup>2</sup> des Gebäudes. Nachfolgende Daten sind den Energieausweisen der Sanierungsvarianten entnommen:

- GEG-Niveau2:
  - o Endenergiebedarf (Wärme): 43,8 kWh/m<sup>2</sup>a = 151.723 kWh
  - o Strom (Hilfsenergie): /
  - o Kosten Fernwärme: 13,09 Cent/kWh = 13,09 x 151.723 = 19.860,57 €
- BEG-Standard:
  - o Endenergiebedarf (Wärme): 13,3 kWh/m<sup>2</sup>a = 46.071 kWh
  - o Strom (Hilfsenergie): 0,2 kWh/m<sup>2</sup>a = 820 kWh
  - o Kosten Wärmepumpenstrom: 23,80 Cent/kWh = 23,80 x 46.891 = 11.160,11 €

Trotz des geringeren kWh-Preis des Fernwärmebezugs sind die Energiekosten der Wärmepumpenversorgung um 8.700 € geringer.

#### 5.2.4 Ermittlung der finanziellen Förderung der BEG

Nach Berechnung der Kosten beider Sanierungsvarianten, wird in diesem Kapitel im Detail auf die BEG NWG und BEG EM eingegangen, um die Höhe der Förderzuschüsse der Sanierungsvarianten zu ermitteln. Da die Richtlinien seit der ersten Veröffentlichung bereits einige Male abgeändert wurden, wird die Höhe der Förderung zum Rechtsstand Juni 2022 und zum Rechtsstand November 2022 ermittelt.

Die BEG besteht aus drei Teilprogrammen: Einzelmaßnahmen (BEG EM), Wohngebäude (BEG WG) und Nichtwohngebäude (BEG NWG). Da manche Maßnahmen in beiden Sanierungskonzepten in gleichem Umfang durchgeführt wurden, wird geprüft, ob der „GEG-Niveau2“ Variante Einzelmaßnahmenförderung zusteht, die ebenfalls in Abzug gebracht werden muss. Die Finanzierung der Förderprogramme erfolgt durch das

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK).<sup>129</sup> Die Förderung kann je nach Rechtsstand entweder durch einen nicht rückzahlbaren Investitionszuschuss oder in Form eines Kredits mit Teilschuldenerlass in Anspruch genommen werden.<sup>130</sup> Der Teilschuldenerlass bzw. Tilgungszuschuss reduziert die zurückzuzahlende Kreditsumme und verkürzt so die Laufzeit und die Höhe der Zinsen. Der Zuschuss erfolgt als Einmalzahlung. Die Antragstellung erfolgt für Förderungen im Rahmen der BEG EM beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), Anträge der BEG NWG werden bei der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) gestellt.<sup>131</sup>

Gilt eine Maßnahme als förderfähig, werden alle Arbeiten und Bestandteile gefördert, die unmittelbar für die Ausführung und Funktionstüchtigkeit erforderlich sind.<sup>132</sup> „Dies umfasst das Material sowie den fachgerechten Einbau durch die jeweiligen Fachunternehmen“.<sup>133</sup> Aus diesem Grund, wird die Höhe der Förderung an den Vollkosten einer Maßnahme ermittelt und nicht an den reinen Material- oder energieeffizienzbedingten Mehrkosten. Folgende Einzel-/Maßnahmen werden für Nichtwohngebäude laut BEG unter anderem als förderbar eingestuft:<sup>134</sup>

- Maßnahmen an der Gebäudehülle
  - o Außenwände; Dachflächen; Decken/Wände gegen unbeheizt; Fenster/Türen; Sommerlicher Wärmeschutz.
- Anlagentechnik (außer Heizung)
  - o Raumluft- und Klimatechnischer Anlagen inklusive Wärmerückgewinnung; Einbau von Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR); Kältetechnik; Energieeffiziente Beleuchtungstechnik.
- Wärmeerzeugung (Heizungstechnik)
  - o Anlagen zur Wärmeerzeugung; Innovative Heizungstechnik auf Basis erneuerbarer Energien; Inbetriebnahme, Einregulierung und Einweisung der Anlagebetreibenden; Wärmepumpen; (MSR), Gebäudeautomation, Energiemanagementsysteme; Wärmeverteilung und Wärmeübergabe; Demontagearbeiten; Heizungsoptimierung.
- Fachplanung und Baubegleitung

---

<sup>129</sup> Vg. KfW (2022): Bundesförderung für effiziente Gebäude, S. 4.

<sup>130</sup> Vg. BMW (2022): Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude – Nichtwohngebäude (BEG NWG), S. 7.

<sup>131</sup> BAFA (2022): Allgemeines Merkblatt zur Antragstellung, S. 3.

<sup>132</sup> Vg. KfW (2022): Bundesförderung für effiziente Gebäude, S. 11.

<sup>133</sup> KfW (2022): Bundesförderung für effiziente Gebäude, S. 11.

<sup>134</sup> Vg. KfW (2022): Bundesförderung für effiziente Gebäude, S. 2f.

- Anlagen zur Stromerzeugung bei Effizienzgebäuden.

Die ermittelten Kosten der Innenraum Arbeiten, Abwasseranlagen der Abbruch des 6. Obergeschosses sowie die Kosten des Gerüsts zählen laut BEG nicht als Kosten förderfähiger Maßnahmen und erhalten keine Förderung. Somit beläuft sich die Summe der förderfähigen Kosten bei der „BEG-Standard“ Variante auf 2,9 Mio. € und bei der „GEG-Niveau2“ Variante auf 1,4 Mio. €.

Die BEG NWG und die BEG EM unterscheiden sich vor allem in ihren Anforderungen an die förderfähigen Gebäude. Wie in Kapitel 2 bereits beschrieben, steht bei der BEG NWG der Einsatz erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs im Vordergrund. Erst bei dessen Anteil von mindesten 55 Prozent wird eine zusätzliche Förderung von fünf Prozentpunkten gewährt. Nachfolgende Tabelle fasst erneut die Effizienzgebäudestandards der BEG NWG als Basis der Förderung zusammen:

Effizienzgebäude	EG 40	EG 55	EG 70	EG 100	EG Denkmal
Q <sub>p</sub> in % von Q <sub>p, REF</sub>	40 %	55 %	70 %	100 %	160 %
EE-Klasse	EE-Klasse	EE-Klasse	EE-Klasse	EE-Klasse	EE-Klasse
NH-Klasse	NH-Klasse	NH-Klasse	NH-Klasse	NH-Klasse	NH-Klasse

**Tabelle 14: Effizienzgebäude-Standards in der Sanierung**

Quelle: BMWK (2022): BEG NWG S.15.

Wird einer der Standards aus Tabelle 14 erreicht, können die Zuschüsse automatisch für alle förderfähigen Maßnahmen, unabhängig ihres Umfangs, bezogen werden. Zwar würde die „GEG-Niveau2“ Variante den EG 100 Standard erreichen, da aber weder die EE-Klasse noch die NH-Klasse in dieser Variante erreicht wird, und die Förderung für den EG 100 Standard gestrichen wurde, muss sich auf die Förderzuschüsse der BEG EM beschränkt werden. Die BEG EM erlaubt grundsätzlich, dass mehrere Anträge für unterschiedliche Maßnahmen gestellt werden können.<sup>135</sup> Wichtig ist, dass die Höchstgrenzen der förderfähigen Kosten pro Kalenderjahr eingehalten werden. Für die Einzelmaßnahmenförderung liegt die Grenze aller Antragssummen bei 15 Mio. €.<sup>136</sup>

#### **5.2.4.1 Förderhöhe zum Stand der BEG im Juni 2022**

Wie bereits zu Beginn dieses Kapitels beschreiben, wurden die Richtlinien der BEG im Laufe des Bearbeitungszeitraums dieser Arbeit durch mehrere Abänderungen ergänzt und

<sup>135</sup> Vg. BAFA (2022): Allgemeines Merkblatt zur Antragstellung, S. 5.

<sup>136</sup> Vg. BMW (2021): Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM), S. 10.

verändert. Die erste Änderung erfolgte am 21. Juli 2022, die zweite zum 15. September 2022, die letzte Ergänzung trat am 22. September 2022 in Kraft.

Nachfolgende Tabelle stellt zunächst die durchgeführten Maßnahmen der „GEG-Niveau2“ Variante in Kombination mit den Anforderungen der BEG EM mit dem Stand vor den Änderungen dar. Die Informationen zu den Voraussetzungen als auch die Fördersätze sind direkt der Richtlinie BEG EM, insbesondere deren Anlage, vom 16. September 2021 entnommen.<sup>137</sup>

Maßnahme / Bauteil	GEG - Niveau 2	Anforderung BEG EM zur Förderung	Förderung
<b>Opake Hüllflächenelemente</b>			
Dacherneuerung	U-Wert: 0,20 W/m <sup>2</sup> K	Nr. 1.1 U-Wert: 0,14 W/m <sup>2</sup> K	/
Wärmedämmverbundsystem	U-Wert: 0,19 W/m <sup>2</sup> K	Nr. 1.1 U-Wert: 0,20 W/m <sup>2</sup> K	20%
<b>Fenster</b>			
Fenster	U-Wert 1,3 W/m <sup>2</sup> K	Nr. 1.1 U-Wert 0,95 W/m <sup>2</sup> K	/
Lichtschutz	Alu-Lamellen-Raffstores, Elektroantrieb	Nr. 1.2	20%
<b>Beleuchtung</b>			
Beleuchtungserneuerung	LEDs in LED Leuchten mit Präsenzmelder	Nr. 2.3.1; 2.5	20%
<b>Anlagen Technik</b>			
Lüftungsanlage	Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung	Nr. 2.1.2	20%
Gebäudetechnik	Mess-, Steuer- Regelungstechnik	Nr. 2.2.1	20%
Heizungsperipherie	Modernisierung, Dämmung, Anlagenteile	Nr. 4.1.1; 4.1.2	20%
<b>Baunebenkosten</b>			
Planung und Baubegleitung	Planung und Baubegleitung	Nr. 5.1; 5.2	50%

**Tabelle 15: Einzelmaßnahmen Förderung "GEG-Niveau2" Variante**

Quelle: Eigene Darstellung nach BMWi (2021): Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM) Anlage.

Die Dachsanierung und der Fensteraustausch wird im Konzept „GEG-Niveau2“ durch die Anforderungen der BEG EM ausgeschlossen. Der U-Wert des Daches hätte mindesten

<sup>137</sup> Vg. BMWi (2021): Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM), S. 5ff.

0,14 W/m<sup>2</sup>K betragen müssen, um ebenfalls eine Förderung von 20 Prozent zu erhalten. Obwohl in der Sanierungsvariante „BEG-Standard“ die gleiche Dachsanierung durchgeführt und der gleiche U-Wert erzielt wird, greift hier die Förderung, da sich das Ziel der BEG NWG nicht an einzelnen U-Werten orientiert, sondern der mittlere U-Wert aller opaken Bauteile maßgebend ist. Der erforderliche U-Wert von 0,95 W/m<sup>2</sup>K der Fenster laut BEG EM ist ebenfalls etwas strenger als der, der BEG NWG von 1,0 W/m<sup>2</sup>K. Da die Fenster lediglich dem gesetzlichen Mindeststandard von 1,3 W/m<sup>2</sup>K entsprechen kann auch hier keine Förderung von 20 Prozent in Anspruch genommen werden.

Die Förderung für die „BEG-Standard“ Sanierung wird pauschal für die förderfähigen Kosten bezogen. Wird der EG40 EE Standard erreicht, wird ein Fördersatz von 50 Prozent auf alle förderfähigen Kosten gewährt.<sup>138</sup> Der Fördersatz setzt sich aus 45 Prozent Förderung durch den EG 40 Standard und 5 Prozentpunkten durch die Erreichung der Effizienzgebäude-EE-Klasse, zusammen.

Die Förderung von Stromerzeugenden Anlagen muss jedoch etwas gesondert von dieser Pauschalisierung betrachtet werden. Stromerzeugende Anlagen auf Basis erneuerbarer Energien werden nur dann mitgefördert, wenn keine Förderung bzw. Einspeisevergütung nach dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG) in Anspruch genommen wird.<sup>139</sup> Aus diesem Grund, wird zur Vereinfachung auf die Prüfung einer potenziellen Einspeisevergütung des erzeugten PV-Stroms im Rahmen dieser Arbeit verzichtet. Die Höhe der Förderung der PV-Anlage und des Stromspeichers kann ebenfalls nicht pauschal ermittelt werden, sondern muss in Abhängigkeit des Jahres-Strombedarfs des Gebäudes für gebäudebezogene Zwecke (Heizung, Kühlung, Lüftung etc.) anteilmäßig berechnet werden.<sup>140</sup> Vereinfacht dargestellt, wird prozentual der Anteil gefördert, der dem Anteil vom am Gebäude erzeugten selbst genutzten Strom entspricht.<sup>141</sup> Werden beispielweise 50 Prozent des erzeugten Stroms selbst genutzt, können 50 Prozent der Investitionskosten als förderfähige Kosten geltend gemacht werden. Maximal können 100 Prozent der Kosten gefördert werden. Für den Büroturm ergibt sich folgende Berechnung der Förderhöhe:

- Nach §23 GEG ermittelter jährlicher Strombedarf: 181.370 kWh/a

---

<sup>138</sup> Vg. BMW (2022): Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude – Nichtwohngebäude (BEG NWG), S. 8.

<sup>139</sup> Vg. KfW (2022): Bundesförderung für effiziente Gebäude – Infoblatt zu den förderfähigen Maßnahmen und Leistungen (Stand 04/22), S. 28.

<sup>140</sup> Vg. KfW (2022): Bundesförderung für effiziente Gebäude – Infoblatt zu den förderfähigen Maßnahmen und Leistungen (Stand 04/22), S. 26.

<sup>141</sup> Vg. KfW (2022): Bundesförderung für effiziente Gebäude – Infoblatt zu den förderfähigen Maßnahmen und Leistungen (Stand 04/22), S. 26.



- Gebäudebezogener selbstnutzbarer Jahresstromertrag: 70.654 kWh/a
- Höhe der Förderung:  $(70.654/181.370) = 0,389 \rightarrow 39$  Prozent

Der Einbau der PV-Anlage + Speicher wird somit zu 39 Prozent gefördert.

Nachfolgende Tabelle stellt die Zuschüsse der Bundesförderung berechnet an den Vollkosten der förderfähigen Maßnahmen zusammen:

Maßnahme / Bauteil	Vollkosten	Förderanteil	Förderhöhe
<b>GEG-Niveau2</b>			
Wärmedämmverbundsystem	296.819,00 €	20%	59.363,80 €
Lichtschutz	168.753,00 €	20%	33.750,60 €
Beleuchtungserneuerung	177.277,00 €	20%	35.455,40 €
Lüftungsanlage	419.925,00 €	20%	83.985,00 €
Gebäudetechnik	140.654,00 €	20%	28.130,80 €
Heizungsperipherie	58.851,00 €	20%	11.770,20 €
Planung und Baubegleitung	190.360,00 €	9%	17.320,00 €
<b>Summe:</b>	<b>1.452.639,00 €</b>		<b>269.775,80 €</b>
<b>BEG-Standard</b>			
Summe förderfähige Maßnahmen	2.582.254,43 €	50%	1.291.127,22 €
PV-Anlage	139.831,00 €	39%	54.534,09 €
Planung und Baubegleitung	190.360,00 €	18%	34.640,00 €
<b>Summe:</b>	<b>2.912.445,43 €</b>		<b>1.380.301,31 €</b>
<b>Differenz:</b>			<b>1.110.525,51 €</b>

**Tabelle 16: Förderhöhe der Sanierungsvarianten - Stand Juni 2022**

Quelle: Eigene Darstellung.

Zwar können sowohl bei der BEG EM als auch bei der BEG NWG bis zu 50 Prozent der Kosten für Planung und Baubegleitung gefördert werden, es müssen jedoch die Höchstgrenzen der Richtlinien eingehalten und nicht überschritten werden. Bei der BEG EM liegt die Grenze bei 5 € und bei der BEG NWG bei 10€ pro m<sup>2</sup> beheizte NGF. Somit ergeben sich lediglich Fördersätze von neun Prozent bzw. 18 Prozent zur Unterstützung der Kosten zur Planung und Baubegleitung.

Die Zuschussförderung für die „GEG-Niveau2“ Variante, gerundet auf ganze Euro, beläuft sich insgesamt auf 269.776 €. Die „BEG-Standard“ Variante erhält einen Förderzuschuss in Höhe von 1.380.302 €.

#### 5.2.4.2 Förderhöhe zum Stand der BEG im November 2022

Die Änderungen an den Richtlinien betrafen weniger die Voraussetzungen der förderfähigen Maßnahmen als die Höhe der Fördersätze der BEG EM und der BEG NWG. Betrachtet werden ebenfalls nur die Änderungen, die für die Berechnungen dieser Arbeit relevant sind.

In der ersten Änderung der Richtlinie von 21. Juli 2022 wurden sowohl die Regelungen zur Art der Förderungen als auch der Fördersätze angepasst. Für Einzelmaßnahmen wurde die Kreditförderung mit Tilgungserlass und für die BEG NWG die Zuschussförderung gestrichen. Die Fördersätze der BEG EM, die zuvor bei 20 Prozent lagen, sind auf 15 Prozent gesunken.<sup>142</sup> Die Fördersätze der BEG NWG sind durch die Änderung noch stärker reduziert als die der BEG EM. Der Tilgungszuschuss für die Sanierung eines NWG auf EG 40 Standard wird nur noch mit 20 Prozent anstatt 45 Prozent gefördert.<sup>143</sup> Durch die zusätzlichen fünf Prozentpunkte durch Erreichen der EE-Klasse ergibt sich ein Fördersatz von 25 Prozent.

Ebenfalls seit Juli 2022 gibt es eine neue Gebäudevariante im Rahmen der KfW-Förderung, die Worst-Performing-Buildings (WPB). WPBs sind Wohn- oder Nichtwohngebäude die zu den energetisch schlechtesten 25 Prozent des Gebäudebestands in Deutschland zählen.<sup>144</sup> Ein Gebäude ist ein WPB im Sinne der BEG, wenn es sich über den Energieausweis, über das Baujahr oder über den Sanierungszustand der Außenwand als solches qualifiziert.<sup>145</sup> Gebäude die als WPB gelten erhalten bei Sanierung einen zusätzlichen Tilgungszuschuss von fünf Prozent.<sup>146</sup> Da der Büroturm vor dem Jahr 1957 errichtet wurde, und dessen Außenwand nach 1983 keine energetische Verbesserung erfahren hat, zählt das Gebäude als WPB und erhält laut BEG die zusätzliche Förderung in Höhe von 5 Prozentpunkten.<sup>147</sup> Diese Ergänzung gilt nur für Maßnahmen im Rahmen der BEG NWG. Damit erhöht sich der Fördersatz der „BEG-Standard“ Variante auf insgesamt 30 Prozent.

In der ersten Änderung im Juli 2022 wurde zusätzlich für die BEG EM Maßnahmen die Kreditförderung gestrichen, und für die Anträge im Rahmen der BEG NWG die Zuschussförderung.<sup>148</sup>

---

<sup>142</sup> Vg. BMW (2022): Bekanntmachung – Änderung von Richtlinien, S. 1.

<sup>143</sup> Vg. BMW (2022): Bekanntmachung – Änderung von Richtlinien, S. 2.

<sup>144</sup> Vg. BMW (2022): Bekanntmachung – Änderung von Richtlinien, S. 2.

<sup>145</sup> Vg. KfW (2022): Bundesförderung für effiziente Gebäude, S. 10.

<sup>146</sup> Vg. BMW (2022): Bekanntmachung – Änderung von Richtlinien, S. 2.

<sup>147</sup> Vg. KfW (2022): Bundesförderung für effiziente Gebäude, S. 10.

<sup>148</sup> Vg. BMW (2022): Bekanntmachung – Änderung von Richtlinien, S. 1 f.

In der zweiten Änderung der Richtlinie vom 15. September 2022 wurde zudem ein Nachtrag zur Förderung der Heizungsoptimierung der BEG-EM, verfasst. Die Förderung von 15 Prozent der Maßnahmen zur Verbesserung der Heizungsperipherie begrenzt sich nun auf 1000m<sup>2</sup> beheizte Fläche.<sup>149</sup>

Nachfolgende Tabelle enthält die Fördersätze beider Sanierungsvarianten zum Stand November 2022:

Maßnahme / Bauteil	Vollkosten	Förderanteil	Förderhöhe
<b>GEG-Niveau2</b>			
Wärmedämmverbundsystem	296.819,00 €	15%	44.522,85 €
Lichtschutz	168.753,00 €	15%	25.312,95 €
Beleuchtungserneuerung	177.277,00 €	15%	26.591,55 €
Lüftungsanlage	419.925,00 €	15%	62.988,75 €
Gebäudetechnik	140.654,00 €	15%	21.098,10 €
Heizungsperipherie*	17.142,73 €	15%	2.571,41 €
Planung und Baubegleitung	190.360,00 €	9%	17.320,00 €
<b>Summe:</b>	<b>1.410.930,73 €</b>		<b>200.405,61 €</b>
<b>BEG-Standard</b>			
Summe förderfähige Maßnahmen	2.582.254,43 €	30%	774.676,33 €
PV-Anlage	139.831,00 €	39%	54.534,09 €
Planung und Baubegleitung	190.360,00 €	18%	34.640,00 €
<b>Summe:</b>	<b>2.912.445,43 €</b>		<b>863.850,42 €</b>
<b>Differenz:</b>			<b>663.444,81 €</b>

**Tabelle 17: Förderhöhe der Sanierungsvarianten - Stand November 2022**

Quelle: Eigene Darstellung.

Die Summe der Förderung der „BEG-Standard“ Variante hat sich um fast 517.000 € reduziert. Die Differenz beider Varianten lag zum Stand Juni 2022 bei 1,1 Mio. €, nach den Änderungen der Richtlinien bei 663.444 €. Ob und in welchem Umfang diese Abänderungen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Sanierungsvarianten nehmen, erfolgt in den nachfolgenden Kapiteln.

### 5.3 Berechnung und Ergebnisse

Nach Darstellung und Ermittlung aller erforderlichen Größen zur Berechnung und Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der Sanierungsvarianten folgt nun die detaillierte Berechnung. Ziel ist, den Mehraufwand der „BEG-Standard“ Variante der „GEG-Niveau2“ Variante

<sup>149</sup> Vg. BMW (2022): Zweite Änderung, S. 1.

gegenüberzustellen. Zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit, werden die erforderlichen Mehrkosten der „BEG-Standard“ Variante, im Verhältnis zu den Energieeinsparungen zuzüglich des Werts der Förderung betrachtet.<sup>150</sup> Nachfolgende Tabelle fasst alle erforderlichen Größen und Randbedingungen erneut zusammen:

<b>Grunddaten Berechnung</b>			
Betrachtungszeitraum	20 Jahre		
Kalkulationszins	3 % p.a.		
Inflation	2 % p.a.		
Energiepreissteigerung	5 % p.a.		
Effektiver Jahreszins KfW-Kredit	1,27 % p.a.		
	<b>GEG-Niveau2</b>	<b>BEG-Standard</b>	<b>Differenz</b>
Heizwärmebedarf p.a.	151.723 kWh	46.071 kWh	
Energiekosten p.a. (heute)	19.681 €	11.160 €	8.520 €
Instandhaltungskosten p.a. (heute)	17.124 €	23.293 €	-6.169 €
Energiebedingte Mehrkosten	568.934 €	1.380.703 €	-811.769 €
<b>Stand Juni 2022</b>			
Förderung; bezogen auf förderfähigen Kosten (Vollkosten)	269.776 €	1.380.301 €	1.110.526 €
<b>Stand November 2022</b>			
Förderung; bezogen auf förderfähigen Kosten (Vollkosten)	200.406 €	863.850 €	663.445 €

**Tabelle 18: Grunddaten Berechnung Wirtschaftlichkeit**

Quelle: Eigene Darstellung.

Der erste Schritt ist die Ermittlung der Barwerte aller Einnahmen und Ausgaben. Dafür werden alle erwarteten Ein- und Auszahlungen über den Betrachtungszeitraum mit der Inflationsrate/Energiepreissteigerung aufgezinnt and anschließend mit dem Kalkulationszins zum heutigen Zeitpunkt ( $t_0$ ) abgezinst. Anschließend werden die beiden Werte gegenübergestellt und somit der Kapitalwert ermittelt. Eine genaue Berechnung ist Anhang „Teil 13“ zu entnehmen. Nachfolgende Tabelle fasst alle zur Berechnung erforderlichen Werte zusammen:

<sup>150</sup> Vg. dena (2019): Leitfaden Wirtschaftlichkeit, S.43.

	GEG	BEG	Differenz
<b>Investitionskosten</b>			
<b>Gesamtkosten</b>	2.848.486 €	3.660.255 €	811.769 €
<b>Energieeffizienzbedingte Mehrkosten</b>	568.934 €	1.380.703 €	<b>811.769 €</b>
<b>Laufende Kosten</b>			
<b>Instandhaltungskosten</b>	309.616 €	421.160 €	<b>111.543 €</b>
<b>Energiekosten</b>	484.653 €	274.829 €	<b>209.825 €</b>
<b>Zinsen</b>	0 €	395.222 €	<b>395.222 €</b>
<b>Wert der Förderung Juni 2022</b>	269.776 €	1.380.301 €	<b>1.110.526 €</b>
<b>Wert der Förderung November 2022</b>	200.406 €	863.850 €	<b>663.445 €</b>
<b>Betrachtungszeitraum 20 Jahre</b>	<b>Jun 22</b>	<b>Nov 22- Zuschuss</b>	<b>Nov 22 -Kredit</b>
<b>1. Ausgaben</b>	923.313 €	923.313 €	1.318.535 €
<b>2. Einnahmen</b>	1.320.350 €	873.269 €	873.269 €
<b>3. Kapitalwert</b>	<b>397.038 €</b>	<b>-50.043 €</b>	<b>-445.265 €</b>

Tabelle 19: Berechnung Kapitalwerte

Quelle: Eigene Darstellung.

**Berechnung Kapitalwert - Stand Juni 2022:****Ausgaben** zum Zeitpunkt  $t_0$ 

- Mehraufwand Investitionskosten:	811.769 €
- Differenz der summierten Barwerte der Instandhaltungskosten beider Sanierungsvarianten:	111.543 €
	923.312 €

**Einnahmen** zum Zeitpunkt  $t_0$ :

- Förderzuschuss:	1.110.526 €
- Differenz der summierten Barwerte der Energiekosten beider Varianten (=Energiekosteneinsparung)	209.825 €
	1.320.350 €

**Kapitalwert: 397.038 €****→ Investition ist wirtschaftlich.**

**Berechnung Kapitalwert - Stand November 2022:**

Die Berechnung zum Zeitpunkt nach der zweiten Abänderung der Richtlinie wird auf zwei verschiedene Art und Weisen berechnet. Zur besseren Vergleichbarkeit wird die Förderung zunächst weiterhin als Zuschuss verstanden, um die Auswirkungen der abgeänderten Fördersätze besser zu verdeutlichen. In der zweiten Berechnung wird die Förderung, wie in der Praxis vorgeschrieben, als Kredit mit Teilschuldenerlass ermittelt und in die Berechnung eingebunden.

**Ausgaben zum Zeitpunkt  $t_0$ : Zuschuss Variante**

- Mehraufwand Investitionskosten:	811.769 €
- Summierter Barwert Instandhaltungskosten:	111.543 €
	<hr/>
	923.312 €

**Einnahmen zum Zeitpunkt  $t_0$ :**

- Förderzuschuss:	663.445 €
- Summierter Barwert Energiekosteneinsparung:	209.825 €
	<hr/>
	873.269 €

**Kapitalwert: - 50.043 €**

→ Investition ist unwirtschaftlich.

**Ausgaben zum Zeitpunkt  $t_0$ : Kredit mit Teilschuldenerlass**

- Mehraufwand Investitionskosten:	811.769 €
- Summierter Barwert Instandhaltungskosten:	111.543 €
- Summierter Barwert Tilgungszinsen	395.222 €
	<hr/>
	1.315.535 €

**Einnahmen zum Zeitpunkt  $t_0$ :**

- Förderzuschuss:	663.445 €
- Summierter Barwert Energiekosteneinsparung:	209.825 €
	<hr/>
	873.269 €

**Kapitalwert: - 445.265 €**

→ Investition ist unwirtschaftlich.

Anhand der Kapitalwerte lässt sich erkennen, ob eine Investitionsvariante über den Betrachtungszeitraum betrachtet, wirtschaftlich ist. Der Kapitalwert ist, zum Stand der BEG im Juni 2022, positiv, und die Investition somit wirtschaftlich. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Höhe der Förderung größer ist als die energieeffizienzbedingten Mehrkosten der „BEG-Standard“ Variante. Die Investition ist somit nicht nur als wirtschaftlich zu betrachten, die Amortisation des zusätzlichen Aufwands erfolgt bereits zum Zeitpunkt  $t_0$

Der Kapitalwert zum Stand der BEG im November 2022 ist in beiden Fällen negativ, und die Investition somit unwirtschaftlich.

Dadurch, dass die durchgeführten Maßnahmen lediglich mit nur noch 30 Prozent anstelle von 50 Prozent gefördert werden, entsteht zum Zeitpunkt  $t_0$  eine Differenz zwischen den Investitionskosten und der Förderung von 148.000 €. Diese Differenz kann über den Betrachtungszeitraum von 20 Jahren durch den jährlichen Einnahmenüberschuss, ermittelt aus der Differenz der Instandhaltungskosten und Energiekosteneinsparung, nicht beglichen werden, da der Überschuss summiert nur 98.000 € ergibt. Der Break-even-point würde unter gleichen Voraussetzungen im Jahr 26 erreicht werden. Da jedoch technische Anlagen lediglich eine durchschnittliche Lebensdauer von 20 Jahren aufweisen und somit weitere unbekannte Ausgaben der Instandsetzung ab dem Jahr 21 mit in die Berechnung einfließen würden, kann eine reale Amortisation nicht ermittelt werden. Wäre eine Zuschussförderung also weiterhin möglich, wäre die Investition aufgrund der abgeänderten Fördersätze bereits als unwirtschaftlich zu bewerten.

Wie in Kapitel 5.2.4.2 bereits erwähnt, ist die Zuschussförderung für Fördermaßnahmen im Rahmen der BEG NWG jedoch gestrichen worden. Die zweite Berechnung zum Stand November 2022 hat nun die verpflichtende Kreditaufnahme berücksichtigt. Zur Berechnung wurde ein effektiver Jahreszins von 1,27 Prozent, sowie 3 Tilgungsfreie Jahre angenommen.<sup>151</sup> Zur Vereinfachung und besseren Prognose wurde eine Zinsbindung über die gesamten 17 Jahre Laufzeit angenommen. Aufgrund der Tatsache, dass für Einzelmaßnahmen die Zuschussförderung weiterhin besteht, erhöht sich lediglich bei der „BEG-Standard“ Variante die Ausgabenseite um den jährlichen Zinsbetrag.

Wie in Kapitel 5.2.4 bereits dargestellt, liegt die Summe aller förderfähiger Kosten der „BEG-Standard“ Variante bei 2.912.444 €. Es wird angenommen, dass ein Kredit in der Höhe der förderfähigen Kosten aufgenommen wird. Zum Stand November 2022 liegt die Förderhöhe

---

<sup>151</sup> Vg. KfW (2022): Nichtwohngebäude – Kredit (06.12.2022).

bzw. der Teilschuldenerlass dieser Variante bei 863.000 €. Die zu zahlenden Zinsen beziehen sich auf den Kredittilgungsbetrag, der nach Abzug des Teilschuldenerlasses eine Höhe von ca. 2 Mio. € ergibt. Der summierte Barwert der Zinsen von gerundet 395.000 € kann anschließend als Ausgabe betrachtet werden. Stellt man die zu zahlenden Zinsen infolge der Kreditaufnahme dem Förderbetrag in Form des Teilschuldenerlass gegenüber, reduziert sich die effektive Fördersumme erheblich. Aus diesem Grund liegen die Kapitalwerte von Juni 2022 und November 2022 um ca. 800.000 € auseinander. Es haben somit nicht nur die prozentualen Fördersätze einen enormen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit einer Maßnahme, die Art der Förderung ist für das Ergebnis noch ausschlaggebender.

Die Bewertung des Mehraufwandes der „BEG-Standard“ Variante erfolgte in Bezug auf die „GEG-Niveau2“ Variante. Wird die Betrachtung auf das Bestandsgebäude im unsanierten Zustand bezogen und der BEG-Standard mit dem Ist-Zustand verglichen, kann ein positiver Kapitalwert erzielt werden. Aufgrund fehlender Daten über die laufenden Instandsetzungskosten des unsanierten Gebäudes konnte eine beispielhafte Berechnung lediglich mit Schätzung dieser Größe erfolgen. Dennoch ist der Wert der Energiekosteneinsparung zwischen dem Bestandsgebäude und dem EG40 EE Standard so hoch, dass so lange die laufenden Instandhaltungskosten des unsanierten Büroturms mindestens bei 4.560 € im Jahr liegen, ein positiver Kapitalwert erzielt werden kann.

#### **Ausgaben** zum Zeitpunkt $t_0$

- Mehraufwand Investitionskosten:	1.380.703 €
- Differenz der summierten Barwerte der Instandhaltungskosten beider Sanierungsvarianten:	337.082 €
- Summierter Barwert Tilgungszinsen:	395.222 €
	<hr/>
	2.113.007 €

#### **Einnahmen** zum Zeitpunkt $t_0$ :

- Förderzuschuss:	863.850 €
- Differenz der summierten Barwerte der Energiekosten beider Varianten (=Energiekosteneinsparung)	1.249.373 €
	<hr/>
	2.113.223 €

**Kapitalwert:** **216 €**

→ Investition ist wirtschaftlich.



Die Energiekosteneinsparung liegt bei Betrachtung auf den Ist-Zustand bezogen bei 1,25 Mio. €. Die Instandhaltungskosten der BEG-Variante liegen im Jahr 0 bei 23.293 € (siehe Tabelle 18). Selbst wenn im Jahr 0 die laufenden Instandhaltungskosten des unsanierten Büroturms um fast 20.000 € niedriger sind, kann durch die Energiekosteneinsparung ein positiver Kapitalwert erzielt werden. Da davon ausgegangen werden kann, dass die Instandhaltungskosten im Ist-Zustand mit einer sehr hohen Wahrscheinlichkeit höher als 4.650 € sind, würde eine Sanierung des Büroturms auf EG40 EE Standard wirtschaftlich gegenüber dem unsanierten Bestandsgebäude vertretbar sein.

An der Tatsache, dass der Kapitalwert der „GEG-Niveau2“ Variante im Vergleich zur „BEG-Standard“ Variante um 445.265 € höher ist, kann die Betrachtung bezogen auf den unsanierten Zustand dennoch nichts ändern. Bei dem Vergleich mehrerer Investitionsalternativen, ist die Variante mit dem größten positiven Kapitalwert wirtschaftlich die rentabelste. Somit würde man sich aus einer reinen wirtschaftlichen Argumentation, auch wenn alle Kapitalwerte positiv wären, zum Stand der BEG im November 2022 eher für die „GEG-Niveau2“ Sanierungsvariante entscheiden als für die Variante um EG40 EE stand zu erreichen.

## 6 Zusammenfassung und Interpretation

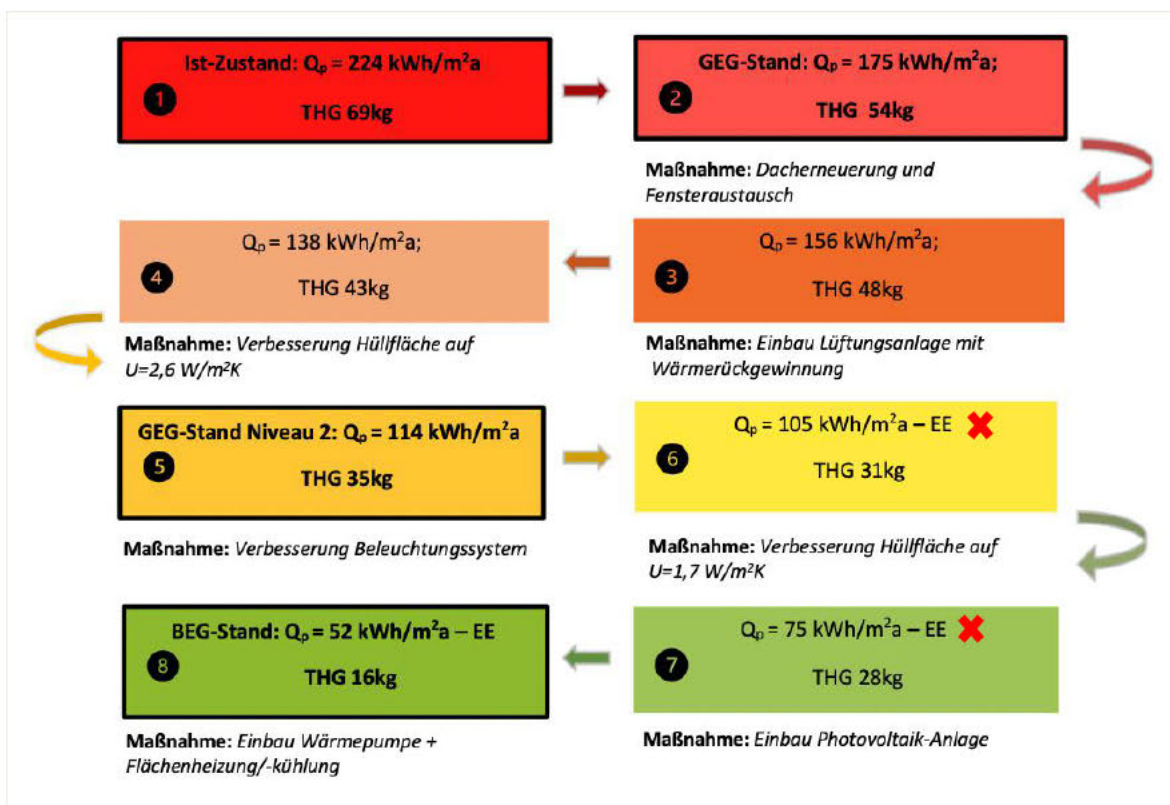
Übergeordnetes Ziel und Motivation des Forschungsthemas „Bewertung des Mehraufwandes zur Erfüllung der Anforderungen der „Bundesförderung für effiziente Gebäude““ ist, die Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor zu senken und dafür vor allem den Gebäudebestand in Deutschland zu nutzen und energetisch zu verbessern. Um dieses Ziel zu erreichen, stellt der Bund unter anderem die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) zur Verfügung, um bessere Anreize für eine Bestandssanierung zu schaffen.

Betrachtungsgegenstand dieser Arbeit war die Kernsanierung eines Nichtwohngebäudes, eines Bürogebäudes. Verglichen wurden die gesetzlichen Mindestanforderungen an der Sanierung und die der BEG als Vertreter der Förderprogramme. Die Anforderungen der Bundesförderung für effiziente Gebäude – Nichtwohngebäude (BEG NWG) um den bestmöglichen Gebäudestandard, EG40 EE, zu erreichen, sind ein Vielfaches strenger als die Anforderungen an einer Sanierung, die durch das Gebäudeenergiegesetz (GEG) vorgeschrieben werden. Es werden also nicht nur Anreize durch die Förderprogramme erzeugt, bisher sollen die geringen gesetzlichen Anforderungen dazu dienen, so wenig staatliche Hürden wie möglich zu schaffen, um ebenfalls zur Steigerung der Sanierungsrate beizutragen. Es gilt herauszufinden, ob diese Herangehensweise ein Widerspruch oder eine Untermauerung des übergeordneten Ziels darstellt.

Zur Beantwortung dieser Frage muss lediglich der Fall betrachtet werden, wenn der Anreiz durch die Förderprogramme wegfällt. Werden Kernsanierungen zum heutigen Zeitpunkt durchgeführt, wird das die letzte wesentliche Verbesserung des Gebäudes bis zum Ziel des nahezu klimaneutralen Gebäudebestand zum Jahr 2045 sein. Die logische Schlussfolgerung daraus ist, dass wenn ein Gebäude zum jetzigen Zeitpunkt verbessert wird, durch die Sanierung der energetisch bestmögliche Zustand erreicht werden sollte. Die Option ein Gebäude auf diesen Standard zu sanieren, um die am Gebäude erzeugten Treibhausgasemissionen so gering wie möglich zu halten, fällt weg, sobald die gesamtwirtschaftliche Betrachtung der Maßnahme dieses Ziel nicht unterstützt. Der Mehraufwand der Sanierungsvariante dieser Arbeit, um den Standard EG40 EE zu erreichen, unterscheidet sich finanziell zur „GEG-Niveau2“ Variante um insgesamt rund 811.796 €. Die Fördersätze der BEG waren im Juni 2022 noch auf einem Niveau, um diesen Unterschied auszugleichen. Neben den ökologischen Gründen für eine Sanierung auf EG40 EE Standard, konnte so vor allem ökonomisch ein langfristiger Vorteil geschaffen werden.

Das gleiche Sanierungskonzept findet jedoch nach Abänderung der Fördersätze im Juli 2022 auf Grund mangelnden wirtschaftlichen Vorteils keine Umsetzung. Der Mehraufwand kann durch die Förderung nicht ausgeglichen werden und die zusätzliche jährliche Energieeinsparung kann das Ergebnis ebenfalls nicht ins Positive wenden. Es geht somit der einzige Anreiz, an einer Sanierung auf den energetisch bestmöglichen Gebäudestandard, für das Bürogebäude verloren. Dadurch, dass das GEG keine besonders strengen Anforderungen an eine Sanierung stellt und die Verbesserung auf EG40 EE durch die reduzierte Förderung wirtschaftlich keinen Vorteil bringt, muss damit gerechnet werden, dass Bestandsgebäude in Zukunft keinen EG40 EE Standard erreichen werden.

Um die Konsequenz aus dieser Erkenntnis besser zu verdeutlichen, wird die schrittweise Sanierung zum EG40 EE im Folgendem erneut dargestellt:



**Abbildung 30: Maßnahmenschritte zum 55EE Standard EG40**

Quelle: Eigene Darstellung nach Energieausweise Sanierungsstufen (Anhang Teil 10).

Abbildung 30 veranschaulicht die Entwicklung des Büroturms je nach Sanierungsmaßnahme und die damit einhergehende Reduzierung des Primärenergiebedarfs und der Treibhausgasemissionen. Ausschlaggebend um den EG40 EE Standard zu erreichen war, die umfassende Erneuerung des Heizsystems durch den Einbau der Luft-Wasser-Wärmepumpe. In der Praxis würde auf diesen Schritt ohne die Förderung zum Stand November 2022 verzichtet werden. Als realistische Alternative würde das Gebäude weiterhin an die

Fernwärme angeschlossen bleiben, der Jahres-Primärenergiebedarf wird auf  $75 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  durch den Einbau einer PV-Anlage gesenkt, auf die EE-Klasse wird jedoch verzichtet da insgesamt lediglich ein Anteil an erneuerbaren Energien von 48 Prozent (Fernwärme 33 Prozent und PV-Anlage 15 Prozent) erreicht werden kann. Durch die fehlende Motivation den Jahres-Primärenergiebedarf von  $75 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  auf  $52 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  zu reduzieren und auf den Bezug von erneuerbaren Energien zu wechseln, geht vor allem die Chance verloren, die Treibhausgasemissionen nochmals wesentlich zu reduzieren. Die durch das Gebäude erzeugten Emissionen konnten im letzten Sanierungsschritt, von  $28 \text{ kg CO}_2\text{-Äquivalent/m}^2\text{a}$  auf  $16 \text{ kg CO}_2\text{-Äquivalent/m}^2\text{a}$ , erneut halbiert werden.

Der Büroturm erreicht mit dem Primärenergiebedarf von  $75 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  so dennoch EG55 Status und eine Förderung von 20 Prozent auf die Kosten förderfähiger Maßnahmen.<sup>152</sup> Stellt man diese Variante der „GEG-Niveau2“ gegenüber, erhält man mit den Fördersätzen zum Stand der BEG im November 2022 einen positiven Kapitalwert. Die Investition wäre durch den Verzicht auf den Einbau des neuen Wärmeerzeugungssystems wieder wirtschaftlich. Dadurch, dass das Gebäudeenergiegesetz kaum verbindliche Rahmenbedingungen für Sanierungen vorschreibt, hängt der Umfang der Maßnahme und die Bereitschaft zur Sanierung auf den energetisch bestmöglichen Standard, lediglich von der wirtschaftlichen Tragfähigkeit des Konzepts ab, die maßgeblich von den Förderprogrammen bestimmt wird.

Welche Konsequenzen können dadurch für das übergeordnete Ziel, der Reduzierung der Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor, gezogen werden? Die Höhe der Förderungen und der Maßstab, um förderfähigen Status überhaupt erst zu erreichen, liefert der Jahres-Primärenergiebedarf bezogen auf das Referenzhaus sowie der Zustand der Gebäudehülle. Wie in Kapitel 4.4 ermittelt, kann die Reduzierung der am Gebäude entstehenden Treibhausgase parallel zur Reduzierung des Jahres-Primärenergiebedarfs und der Verbesserung der Gebäudehülle beobachtet werden. Es gibt jedoch keine durch das GEG oder der BEG im Vorfeld definierten Ziele, die explizit Anforderungen oder Höchstgrenzen für die Treibhausgasemissionen vorgeben.

Es wurde erkennbar, dass die strengen Anforderungen an die Gebäudehülle, mit dem Ziel die spezifischen Transmissionswärmeverluste so gering wie möglich zu halten, weniger zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen am Gebäude beitragen als die Verbesserung der technischen Anlagen. Wie in Abbildung 30 dargestellt, hat die Verbesserung der

---

<sup>152</sup> Vg. Berechnung (Anhang Te 14).

Gebäudehülle von einem mittleren U-Wert von 2,6 W/m<sup>2</sup>K (Stufe 4) auf 1,7 W/m<sup>2</sup>K (Stufe 6) um förderfähig im Rahmen der BEG zu werden, den Jahres-Primärenergiebedarf als auch die Treibhausgasemissionen nur gering reduziert. Der Einbau der Wärmepumpe als Vertreter der Wärmeerzeuger auf Basis erneuerbarer Energien, konnte die jährlichen Treibhausgasemissionen wesentlich deutlicher reduzieren. Der geringere Ausstoß hat jedoch keine weiteren Auswirkungen da Systeme wie beispielsweise CO<sub>2</sub>-Abgaben noch keinen nennenswerten wirtschaftlichen Einfluss erzeugen und selten zur Entscheidungsfindung beitragen. Der Austausch der Heizungsanlage und der Wechsel zu einem nachhaltigen System ist mit sehr hohen Kosten verbunden. Die Förderung durch zusätzliche fünf Prozentpunkte durch die Erhöhung des EE-Anteils von 48 Prozent (Fernwärme + PV-Anlage) auf 65 Prozent (LWP) kann die Maßnahme jedoch nicht rechtfertigen oder ausgleichen. Der Einbau effizienter Systeme auf Basis erneuerbarer Energien wird somit zweitrangig behandelt, da weder vom Gesetzgeber Anreize für den Einbau geschaffen werden noch die Förderung die Kosten der Umrüstung nennenswert unterstützen kann.

Inwieweit können Gebäudesanierungen das Ziel, des nahezu klimaneutralen Gebäudebestands bis 2045, noch unterstützen, wenn weder durch den Gesetzgeber noch durch die Förderungen wirtschaftliche Anreize geschaffen werden, auf nachhaltige Systeme umzurüsten. Wie in dieser Arbeit gezeigt, tragen die Energieträger auf Basis erneuerbarer Energien wesentlich mehr zu dem übergeordneten Ziel bei, als beispielweise eine möglichst gut isolierte Gebäudehülle. Die Bundesregierung hat die BEG im Rahmen des Klimaschutzprogramms 2030 entwickelt, um die Gebäudeförderung attraktiver zu gestalten.<sup>153</sup> Der Einsatz von erneuerbaren Energien ist neben den Maßnahmen für mehr Energieeffizienz zentraler Bestandteil davon. Die BEG erfuhr seit ihrer ersten Veröffentlichung (Januar 2021 BEG EM, Mai 2021 BEG NWG, BEG WG) bereits zahlreiche Ergänzungen, Abänderungen und Nachträge, was die angepriesene Effizienz des Programms in Frage stellt. „Noch nie waren Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien so lohnend und einfach.“<sup>154</sup> Mit diesem Zitat bewirbt das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz die BEG. Zusätzliche fünf Prozentpunkte durch Erreichung der EE-Klasse und zusätzliche fünf Prozentpunkte Förderung für Worst-Performing-Buildings haben sich am Beispiel der Sanierung dieser Arbeit als nicht ausreichend erwiesen, um die „Attraktivität“ der Gebäudeförderung zu repräsentieren. Es wird zu sehen sein, in welcher Form sich die Sanierungsrate nach den Änderungen der BEG und den angepassten Fortsätzen im Juli 2022, entwickelt oder

---

<sup>153</sup> Vg. BMWK (2022): Bundesförderung für Effiziente Gebäude (BEG), 06.12.2022.

<sup>154</sup> BMWK (2022): Bundesförderung für Effiziente Gebäude (BEG), 06.12.2022.

ob das BMWK die Effektivität der Umstrukturierung überschätzt hat. Die Umstellung auf erneuerbare Energien zur Wärme- und Kälteversorgung des Bürogebäudes dieser Arbeit, hat sich zumindest schon mal als nicht „lohnend und einfach“ erwiesen.

### **Ausblick:**

Wie zu Beginn der Arbeit bereits erwähnt, hat der Gebäudesektor im Jahr 2020 die vorgegebene Emissionshöchstgrenze verfehlt. Im Jahr 2021 ist es dem Sektor erneut nicht gelungen, das vom Klimaschutzgesetz festgelegte Minderungsziel einzuhalten.<sup>155</sup> Die Treibhausgasemissionen haben sich zum Jahr 2020 zwar um 3,3 Prozent verringert, dies ist jedoch hauptsächlich auf die reduzierten Heizölkäufe zurückzuführen.<sup>156</sup> Obwohl im Jahr 2021 die Förderbedingungen der BEG noch wesentlich attraktiver waren als im Vergleich zu nach der zweiten Änderung im Juli 2022, scheint es so, dass die Bestandssanierungen keinen nennenswerten Einfluss auf die Reduzierung der Emissionen im Gebäudesektor haben.

Die Wirkung der BEG auf die jährlichen Treibhausgasemissionen wurde Mitte 2021 gutachterlich bewertet. Die Auswertung der Programmzahlen hat gezeigt, dass 75 Prozent der Brutto-Einspareffekte, bezogen auf die Emissionen, aus der Förderung von Wärmepumpen aus erneuerbaren Energien stammt.<sup>157</sup> Zwar beziehen sich die Zahlen lediglich auf Daten der ersten Monate nach Einführung der BEG, jedoch hat die exemplarische Sanierung des Bürogebäudes dieser Arbeit gezeigt, dass mit den Förderbedingungen vor der zweiten Änderung der Richtlinie der Umstieg auf erneuerbare Energien zur Wärmepumpen wirtschaftlich vertretbar war. Dennoch gibt es keine offiziellen Studien die untersuchen, inwiefern sich die Sanierungsrate nach Einführung der BEG bisher entwickelt hat.

Zu Beginn 2023 wird eine weitere Änderung der BEG veröffentlicht und in Kraft treten. Viele Privatpersonen aber auch Energie-Effizienz-Experten empfinden die häufigen Ergänzungen und Abänderungen als kontraproduktiv und unübersichtlich. Ebenfalls ist eine schrittweise Novellierung des GEG geplant. „Ab dem 1. Januar 2024 soll möglichst jede neue eingebaute Heizung zu 65 Prozent mit erneuerbaren Energien betrieben werden und die Anforderungssystematik des GEG soll angepasst werden.“<sup>158</sup> Es besteht also Hoffnung, dass eine stärkere Richtungsvorgabe durch den Gesetzgeber den Anteil der Sanierungen

---

<sup>155</sup> Vg. Deutscher Bundestag (2022): Klimaschutzbericht, S.5.

<sup>156</sup> Vg. Deutscher Bundestag (2022): Klimaschutzbericht, S.5.

<sup>157</sup> Vg. A. Kasabreh (2021): Sofortprogramm 2020 für den Gebäudesektor, S. X.

<sup>158</sup> Deutscher Bundestag (2022): Klimaschutzbericht, S. 18.

anheben kann, und die durchgeführten Sanierungen ebenfalls immer mehr auf ganzheitlich nachhaltige Systeme setzen. Damit die BEG dann aber effektiv zur Steigerung der Sanierungsrate beitragen kann, sollte die Umrüstung auf erneuerbare Energieträger mit mehr als nur 5 Prozentpunkten unterstützt werden und nicht wie im Beispiel dieser Arbeit gezeigt, den EE-Status im Vergleich zu Sanierungsalternativen als die am unattraktivste Alternative erweisen.

## Literatur

- Alkasabreh (2021) Alkasabreh, Mohamad; Heinrich, Stephan; Kemmler, Andreas et al.: Sofortprogramm 2020 für den Gebäudesektor [online] [https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/G/20211021-sofortprogramm-2020-fur-den-gebaudesektor.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=8](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/G/20211021-sofortprogramm-2020-fur-den-gebaudesektor.pdf?__blob=publicationFile&v=8) (Aufgerufen am 15.12.2022).
- BAFA (2019) Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle: Leitfaden Wirtschaftlichkeit. Betrachtung energetischer Sanierungen in Ein- und Zweifamilienhäuser [online] [https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/2272\\_Leitfaden\\_Wirtschaftlichkeit\\_BAU.pdf](https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/2272_Leitfaden_Wirtschaftlichkeit_BAU.pdf) (Aufgerufen am 08.11.2022).
- BAFA (2022) Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle: Allgemeines Merkblatt zur Antragstellung [online] [https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/beg\\_merkblatt\\_allgemein\\_antragstellung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=22](https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/beg_merkblatt_allgemein_antragstellung.pdf?__blob=publicationFile&v=22) (Aufgerufen am 14.12.2022).
- Bau (2021) Die Klimarunde Bau (2021): Sanierungsrate erhöhen [online] <http://www.klimarunde-bau.de/Download/Sanierungsrate-erhoehen.pdf> , (Aufgerufen am 07.12.2022).
- BaylkaBau (2021) Bayrische Ingenieurkammer-Bau: GEG 2020. Gebäudeenergiegesetz. Leitfaden für Bauherren und Anwender [online] [https://www.bayika.de/bayika-wAssets/docs/beratung-und-service/download/0043\\_bayika\\_geg-gebäudeenergiegesetz-leitfaden-bauherren-anwender.pdf](https://www.bayika.de/bayika-wAssets/docs/beratung-und-service/download/0043_bayika_geg-gebäudeenergiegesetz-leitfaden-bauherren-anwender.pdf) (Aufgerufen am 26.07.2022).



- Bauduin (2018) Bauduin, Nadine: Bestimmung des mittleren U-Wertes [online] <https://confluence.hottgenroth.de/display/FAQ/Bestimmung+des+mittleren+U-Wertes> (Aufgerufen am 25.09.2022).
- Bigalke (2015) Bigalke, Uwe; Pannier, Peter: Leitfaden Energieausweis. Teil 3 – Energieverbrauchsausweise für Wohn- und Nichtwohngebäude [online] [https://www.powerfuels.org/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/2057\\_Leitfaden\\_Energieausweis\\_Teil\\_3\\_-\\_Energieverbrauchsausweise\\_Download.pdf](https://www.powerfuels.org/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/2057_Leitfaden_Energieausweis_Teil_3_-_Energieverbrauchsausweise_Download.pdf) (Aufgerufen am 15.11.2022).
- BMWi (2021) Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2021): Deutsche Klimaschutzpolitik [online] <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Industrie/klimaschutz-deutsche-klimaschutzpolitik.html>, (Aufgerufen am 07.12.2022).
- BMWi (2022) Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM) [online] <https://www.bundesanzeiger.de/pub/publication/egtUuGLeV7FCHAtDg1s/content/egtUuGLeV7FCHAtDg1s/BAanz%20AT%2018.10.2021%20B2.pdf?inline>, (Aufgerufen am 23.11.2022).
- BMWi (2022) Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude – Nichtwohngebäude (BEG NWG) [online] <https://www.energiewechsel.de/KAENEF/Redaktion/DE/PDF-Anlagen/BEG/bundesfoerderung-für-effiziente-gebaeude-nichtwohngebaeude-20220201.pdf?blob=publication-File&v=6>, (Aufgerufen am 23.11.2022).

- BMWi (2022) Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: Bekanntmachung Änderung von Richtlinien [online] <https://www.bundesanzeiger.de/pub/de/amtliche-veroeffentlichung?8> ,(Aufgerufen am 23.11.2022).
- BMWi (2022) Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: Zweite Änderung der Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) – Einzelmaßnahmen (EM) [online] <https://www.bundesanzeiger.de/pub/de/amtliche-veroeffentlichung?5> (Aufgerufen am 24.11.2022).
- BMWK (2021) Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz: Bundesförderung für effiziente Gebäude – Nichtwohngebäude [online] [https://www.energiewechsel.de/KAENEF/Redaktion/DE/PDF-Anlagen/BEG/bundesfoerderung-fuer-effiziente-gebaeude-nichtwohngebaeude-20220201.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=6](https://www.energiewechsel.de/KAENEF/Redaktion/DE/PDF-Anlagen/BEG/bundesfoerderung-fuer-effiziente-gebaeude-nichtwohngebaeude-20220201.pdf?__blob=publicationFile&v=6) ,(Aufgerufen am 25.07.2022).
- BMWK (2022) Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz: Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) [online] <https://www.energiewechsel.de/KAENEF/Redaktion/DE/Dossier/beg.html> (Aufgerufen am 06.12.2022).
- BNB (2013) Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB): Büro- und Verwaltungsgebäude, Modul Komplettmodernisierung [online] [https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de/fileadmin/steckbriefe/verwaltungsgebaeude/bestand\\_komplettmassnahme/v\\_2013\\_3/BNB\\_BK2013-3\\_211.pdf](https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de/fileadmin/steckbriefe/verwaltungsgebaeude/bestand_komplettmassnahme/v_2013_3/BNB_BK2013-3_211.pdf) (Aufgerufen am 02.11.2022).

- Bundesregierung (2021): Deutschland bleibt im Klimaschutz auf Kurs [online] <https://www.bundesregierung.de/breg-de/suche/klimaschutzziel-2020-erreicht-1876954#:~:text=Treibhausgas%2DBilanz%20Deutschland%20bleibt%20im,Prozent%20zum%20Vergleichsjahr%201990%20vor> , (Aufgerufen am 07.12.2022).
- bwp (2022) Bundesverband Wärmepumpe e.V.: Wie funktioniert die Wärmepumpe? [online] <https://www.waermepumpe.de/waermepumpe/funktion-waermequellen/> (Aufgerufen am 26.10.2022).
- bwp (2022) Bundesverband Wärmepumpe e.V.: Kühlen mit der Wärmepumpe [online] <https://www.waermepumpe.de/waermepumpe/kuehlen-mit-der-waermepumpe/> (Aufgerufen am 26.10.2022).
- bwp (2022) Bundesverband Wärmepumpe e.V.: Energiepreise [online] <https://www.waermepumpe.de/politik/energiepreise/> (Aufgerufen am 15.11.2022).
- Byak (oJ) Bayrische Architektenkammer: Lebenszykluskostenberechnung [online] [https://www.byak.de/data/Nachhaltigkeit\\_gestalten/BA\\_NG\\_Infobox\\_S-106ff\\_Lebenszykluskostenberechnung.pdf](https://www.byak.de/data/Nachhaltigkeit_gestalten/BA_NG_Infobox_S-106ff_Lebenszykluskostenberechnung.pdf) (Aufgerufen am 02.11.2022).
- dena (2019) Deutsche Energie-Agentur GmbH: Leitfaden Wirtschaftlichkeit. Betrachtung energetischer Sanierungen in Ein- und Zweifamilienhäuser [online] [https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/2272\\_Leitfaden\\_Wirtschaftlichkeit\\_BAU.pdf](https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/2272_Leitfaden_Wirtschaftlichkeit_BAU.pdf) (Aufgerufen am 08.11.2022).

- dena (2019) Deutsche Energie-Agentur GmbH: Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand [online] [https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2019/dena-GEBAEUDEREPORT\\_KOMPAKT\\_2019.pdf](https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2019/dena-GEBAEUDEREPORT_KOMPAKT_2019.pdf) (Aufgerufen am 16.12.2022).
- Deutscher Bundestag (2022) Deutscher Bundestag: Unterrichtung durch die Bundesregierung. Klimaschutzbericht 2022 [online] <https://dserver.bundestag.de/btd/20/037/2003790.pdf> (Aufgerufen am 15.12.2022).
- DF (2022) Deutsche Fensterbau: Fenster-Preise im Überblick [online] <https://www.deutsche-fensterbau.de/fenster-preise/> (Aufgerufen am 21.11.2022).
- DGNB (2018) Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e.V.: Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus [online] [https://static.dgnb.de/fileadmin/dgnb-system/de/gebaeude/neubau/kriterien/03\\_ECO1.1\\_Gebaeudebezogene-Kosten-im-Lebenszyklus.pdf](https://static.dgnb.de/fileadmin/dgnb-system/de/gebaeude/neubau/kriterien/03_ECO1.1_Gebaeudebezogene-Kosten-im-Lebenszyklus.pdf), (Aufgerufen am 02.11.2022).
- DUH (2017) Deutsche Umwelthilfe e.V.: Energetische Gebäudesanierung. Fragen und Antworten zur Wirtschaftlichkeit [online] [https://www.duh.de/fileadmin/user\\_upload/download/Projektinformation/Energieeffizienz/Gebaeude/Hintergrundpapier\\_Wirtschaftlichkeit-Gebaeudesanierung\\_171004.pdf](https://www.duh.de/fileadmin/user_upload/download/Projektinformation/Energieeffizienz/Gebaeude/Hintergrundpapier_Wirtschaftlichkeit-Gebaeudesanierung_171004.pdf) (Aufgerufen am 08.11.2022).
- Dunkel (2017) Dunkel, Gerald: Ab 22 Metern gelten andere Regeln [online] [https://www.nw.de/lokal/kreis\\_herford/buende/21827321\\_Ab-22-Meter-gelten-andere-Regeln.html](https://www.nw.de/lokal/kreis_herford/buende/21827321_Ab-22-Meter-gelten-andere-Regeln.html) (Aufgerufen am 15.08.2022).

- EnBW (2022) Energie Baden-Württemberg: Effiziente Wärme für Ihre Gewerbe und Zuhause [online] <https://www.enbw.com/fernwaerme/ge-schaefstkunden> (Aufgerufen am 13.11.2022).
- Energie-Experten (2021) o.V.: Effizienzhaus-Klassen ab 2021: Was bedeuten EE und NH? [online] <https://www.energie-experten.org/news/effizienzhaus-klas-sen-ab-2021-was-bedeuten-ee-und-nh> (Aufgerufen am 25.10.2022)
- Energie-Experten (2022) o.V.: Ratgeber: Wärmeverluste durch "Transmission" verstehen & berechnen [online] <https://www.energie-experten.org/bauen-und-sanieren/daemmung/waermedaemmung/transmissionswaerme-verlust> (Aufgerufen am 18.10.2022).
- energie-fach-berater (2022) o.V.: Was ist eigentlich der "Worst Performing Building"-Bonus (WPB)? [online] <https://www.energie-fachberater.de/beratung-foer-dermittel/foerderung/foerdermittel/was-ist-eigentlich-der-worst-per-forming-building-bonus.php> (Aufgerufen am 23.11.2022).
- Enseling (2020) Enseling, Andreas; Grafe, Michael; Krapp, Max-Christopher: Studie über die wirtschaftlichen Auswirkungen verschiedener energetischer Standards in Augsburg [online] [https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/handlungslogiken/2020\\_IWU\\_EnselingEtAl\\_Studie-ueber-die-wirtschaftlichen-Auswirkungen-verschiedener-ener-getischer-Standards-in-Augsburg.pdf](https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/handlungslogiken/2020_IWU_EnselingEtAl_Studie-ueber-die-wirtschaftlichen-Auswirkungen-verschiedener-ener-getischer-Standards-in-Augsburg.pdf) (Aufgerufen am 08.11.2022).
- Götz (2013) Götz, Werner: Entdeckungsreise rund um das Thema Fernwärme [online] [http://www.kommunale-stadtwerke.de/fileadmin/user\\_upload/pdfs/stuttgart/termine/2013/2013-05-29\\_goetz/2013-05-29\\_praesentation\\_dr\\_goetz.pdf](http://www.kommunale-stadtwerke.de/fileadmin/user_upload/pdfs/stuttgart/termine/2013/2013-05-29_goetz/2013-05-29_praesentation_dr_goetz.pdf) (Aufgerufen am 25.10.2022).

- Groh (oJ) Groh, Alexander; Anger, Arvid: Erd-Wärmepumpe, Flächenkollektor [online] <https://www.bauwion.de/begriffe/erd-waermepumpe-flaechenkollektor> (Aufgerufen am 17.10.2022).
- Hottgenroth Akademie (2022) Hottgenroth Akademie: Ergebnisdarstellung, negative Anlagenverluste [online] <https://www.hottgenroth-akademie.de/service/faq/energieberater/wohngebaeude/ergebnisdarstellung-negative-anlagenverluste/> (Aufgerufen am 07.11.2022).
- Hottgenroth (2022) Hottgenroth Software: Energieberater 18599 3D Plus Vollversion [online] <https://www.hottgenroth.de/M/SOFTWARE/PVEnergieNachweise/Energieberater/Energieberater-18599-3D-PLUS/Seite.html,210031,80422> (Aufgerufen am 15.08.2022).
- Hottgenroth (oJ) Qualitätsanforderungen zu Erneuerbaren Energien GEG und BEG [online] <https://confluence.hottgenroth.de/pages/viewpage.action?pageId=94538638> (Aufgerufen am 26.10.2022).
- Hinz (2015) Eberhard, Hinz: Kosten energierelevanter Bau- Anlagenteile bei der energetischen Modernisierung von Altbauten [online] [https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/handlungslogiken/2015\\_IWU\\_Hinz\\_Kosten-energierelevanter-Bau-und-Anlagenteile-bei-der-energetischen-Modernisierung-von-Altbauten.pdf](https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/handlungslogiken/2015_IWU_Hinz_Kosten-energierelevanter-Bau-und-Anlagenteile-bei-der-energetischen-Modernisierung-von-Altbauten.pdf) (Aufgerufen am 18.11.2022).

- KfW (2021) Kreditanstalt für Wiederaufbau: Energieeffizient Bauen und Sanieren – Nichtwohngebäude. Liste der Technischen FAQ – Nichtwohngebäude [online] [https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Förderprogramme-\(Inlandsförderung\)/PDF-Dokumente/6000003931 Technische FAQ 217 218 219 220 276 277 278.pdf](https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Förderprogramme-(Inlandsförderung)/PDF-Dokumente/6000003931_Technische_FAQ_217_218_219_220_276_277_278.pdf) (Aufgerufen am 29.09.2022).
- KfW (2022) Kreditanstalt für Wiederaufbau: Bundesförderung für effiziente Gebäude – Infoblatt zu den förderfähigen Maßnahmen und Leistungen (Stand 04/22) [online] [https://www.kfw.de/partner/Dokumente/Archiv/782-2022-Q2/6000004863 Infoblatt BEG Förderfähige Maßnahmen 2022 04 schwarz.pdf](https://www.kfw.de/partner/Dokumente/Archiv/782-2022-Q2/6000004863_Infoblatt_BEG_Förderfähige_Maßnahmen_2022_04_schwarz.pdf) (Aufgerufen am 22.11.2022).
- KfW (2022) Kreditanstalt für Wiederaufbau: Bundesförderung für effiziente Gebäude – Infoblatt zu den förderfähigen Maßnahmen und Leistungen [online] [https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Förderprogramme-\(Inlandsförderung\)/PDF-Dokumente/6000004863 Infoblatt BEG Förderfähige Maßnahmen.pdf](https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Förderprogramme-(Inlandsförderung)/PDF-Dokumente/6000004863_Infoblatt_BEG_Förderfähige_Maßnahmen.pdf) (Aufgerufen am 22.11.2022).
- KfW (2022) Kreditanstalt für Wiederaufbau: Nichtwohngebäude – Kredit [online] [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-und-Umwelt/Förderprodukte/Bundesförderung-für-effiziente-Gebäude-Nichtwohngebäude-Kredit-\(263\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-und-Umwelt/Förderprodukte/Bundesförderung-für-effiziente-Gebäude-Nichtwohngebäude-Kredit-(263)/) (Aufgerufen am 06.12.2022).

- LGRB (2022) Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau [online] <https://i-song.lgrb-bw.de> (Aufgerufen am 26.10.2022).
- Müller (2020) Müller, Hans-Stefan: Zonierung von Nichtwohngebäuden [online] <https://energie-m.de/din18599/zonierung.html> (Aufgerufen am 28.10.2022).
- Paschotta (2020) Paschotta, Rüdiger: Wärmedurchgangskoeffizient [online] <https://www.energie-lexikon.info/waermedurchgangskoeffizient.html> (Aufgerufen am 12.09.2022).
- Paschotta (2020) Paschotta, Rüdiger: Energiedurchlassgrad [online] <https://www.energie-lexikon.info/energiedurchlassgrad.html> (Aufgerufen am 18.09.2022).
- Paschotta (2022) Paschotta, Rüdiger: Jahresarbeitszahl [online] <https://www.energie-lexikon.info/jahresarbeitszahl.html> (Aufgerufen am 27.10.2022).
- Pöschk (2022) Pöschk, Jürgen: Fünf Fragen zum Thema Klimaschutz in Gebäuden an... [online] <https://www.energiestage.de/kongress/energiestage-2021/energiestage-journal/5-fragen-zu-gebaeuden.html> (Aufgerufen am 06.12.2022).
- Schubert (2012) Schubert, Marjana: Energetische Sanierung im Bestand: Wirtschaftlichkeitsberechnung und Modellberechnung zur Investitionsentscheidung [online] [https://opus.ostfalia.de/frontdoor/deliver/index/docId/94/file/Schubert\\_2012\\_Wirtschaftlichkeitsberechnung\\_Modellberechnung\\_Investitionsentscheidung.pdf](https://opus.ostfalia.de/frontdoor/deliver/index/docId/94/file/Schubert_2012_Wirtschaftlichkeitsberechnung_Modellberechnung_Investitionsentscheidung.pdf) (Aufgerufen am 08.11.2022).



- Stein (2015) Stein, Britta; Hörner Michael: Typologie-gestützte Kennwerte für die energetische Bewertung bestehender Nichtwohngebäude am Beispiel von 10 Gerichts-, Verwaltungs- und Polizeidienstgebäuden [online] [https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/energie/typo\\_nwg/2015\\_IWU\\_SteinEtAl\\_Typologie-gestuetzte-Kennwerte-fuer-die-energetische-Bewertung-bestehender-Nichtwohngebäude.pdf](https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/energie/typo_nwg/2015_IWU_SteinEtAl_Typologie-gestuetzte-Kennwerte-fuer-die-energetische-Bewertung-bestehender-Nichtwohngebäude.pdf) (Aufgerufen am 07.09.2022).
- Tuschinski (2021) Tuschinski, Melita: BEG-Förderung am Beispiel eines Verwaltungsbaus [online] [https://tuschinski.de/publikationen/210913\\_tuschinski\\_bausv\\_4\\_2021\\_beg\\_foerderung\\_beispiel\\_verwaltungsbaus.pdf](https://tuschinski.de/publikationen/210913_tuschinski_bausv_4_2021_beg_foerderung_beispiel_verwaltungsbaus.pdf) (Aufgerufen am 22.07.2022).
- Tuschinski (2021) Tuschinski, Melita: GebäudeEnergieGesetz GEG 2020 – Kurzinfo [online] [https://www.geg-info.de/geg\\_praxishilfen/210124\\_geg\\_was\\_fordert\\_das\\_gesetz\\_im\\_neubau.htm](https://www.geg-info.de/geg_praxishilfen/210124_geg_was_fordert_das_gesetz_im_neubau.htm) (Aufgerufen am 21.07.2022).
- Umwelt Bund- o.V.: CO2-Äquivalent [online] [amt.de/service/glossary/c](https://www.umweltbundesamt.de/service/glossary/c) (Aufgerufen am 16.09.2022).



# Anlagen

Teil 1: GEG-Auszug „Anlage 2“	A-I
Teil 2: Baubeschreibung LPH 5-7	A-VII
Teil 3: Typologie-gestützte Kennwerte [...] bestehender Nichtwohngebäude, Auszug Anhang D, S. 93-96.	A-XIII
Teil 4: Gebäudehüllfläche Bestand	A-XVIII
Teil 5: Daten Bestandsgebäude	A-XXXIII
Teil 6: Daten Gebäudesanierung GEG-Standard	A-XL
Teil 7: Daten Gebäudesanierung GEG-Niveau2	A-XLVII
Teil 8: Daten Gebäudesanierung BEG-Standard	A-LVI
Teil 9: Daten PV-Anlage	A-LXI
Teil 10: Energieausweise Sanierungsstufen	A-LXIV
Teil 11: Kostenermittlung BKI Kostenplaner GEG-Niveau2	A-LXXIII
Teil 12: Kostenermittlung BKI Kostenplaner BEG-Standard	A-LXXVII
Teil 13: Berechnung Barwerte und Kapitalwert	A-LXXXIV
Teil 14: Berechnung Förderhöhe	A-LXXXVIII

# Anlagen, Teil 1

**GEG-Auszug „Anlage 2“.**

Nummer	Bauteile/Systeme	Referenzausführung/Wert (Maßeinheit)	
		Eigenschaft (zu den Nummern 1.1 bis 4)	
		indirekt beheizt (stehend), gleiche Aufstellung wie Wärmerezeuger, - kleine Solaranlage bei $A_N \leq 500 \text{ m}^2$ (bivalenter Solarspeicher) - große Solaranlage bei $A_N > 500 \text{ m}^2$ • Verteilsystem mit Zirkulation, innerhalb der wärmeübertragenden Umfassungsfläche, innen liegende Stränge, gemeinsame Installationswand, Standard-Leitungslängen nach DIN V 4701-10: 2003-08 Tabelle 5.1-2	
8	Kühlung	keine Kühlung	
9	Lüftung	zentrale Abluftanlage, nicht bedarfsgeführt mit geregelter DC-Ventilator, • DIN V 4701: 2003-08: Anlagen-Luftwechsel $n_A = 0,4 \text{ h}^{-1}$ • DIN-V 18599-10: 2018-09: nutzungsbedingter Mindestaußenluftwechsel $n_{\text{Nutz}}: 0,55 \text{ h}^{-1}$	
10	Gebäudeautomation	Klasse C nach DIN V 18599-11: 2018-09	

**Anlage 2 (zu § 18 Absatz 1)  
Technische Ausführung des Referenzgebäudes (Nichtwohngebäude)**

(Fundstelle: BGBl. I 2020, 1769 - 1773)

Nummer	Bauteile/Systeme	Eigenschaft (zu den Nummern 1.1 bis 1.13)	Referenzausführung/Wert (Maßeinheit)	
			Raum-Solltemperaturen im Heizfall $\geq 19 \text{ °C}$	Raum-Solltemperaturen im Heizfall von $12 \text{ bis } < 19 \text{ °C}$
1.1	Außenwand (einschließlich Einbauten, wie Rollladentkästen), Geschossdecke gegen Außenluft	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$U = 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
1.2	Vorhangfassade (siehe auch Nummer 1.14)	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$U = 1,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
		Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	$g = 0,48$	$g = 0,60$
		Lichttransmissionsgrad der Verglasung	$\tau_{v,D65,SNA} = 0,72$	$\tau_{v,D65,SNA} = 0,78$
1.3	Wand gegen Erdreich, Bodenplatte, Wände und Decken zu unbeheizten Räumen (außer Abseitenwände nach Nummer 1.4)	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$U = 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
1.4	Dach (soweit nicht unter Nummer 1.5), oberste Geschossdecke, Wände zu Abseiten	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$U = 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
1.5	Glasdächer	Wärmedurchgangskoeffizient	$U_W = 2,7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$U_W = 2,7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Nummer	Bauteile/Systeme	Eigenschaft (zu den Nummern 1.1 bis 1.13)	Referenzausführung/Wert (Maßeinheit)	
			Raum- Solltemperaturen im Heizfall ≥ 19 °C	Raum- Solltemperaturen im Heizfall von 12 bis < 19 °C
		Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	$g = 0,63$	$g = 0,63$
		Lichttransmissionsgrad der Verglasung	$\tau_{v,D65,SNA} = 0,76$	$\tau_{v,D65,SNA} = 0,76$
1.6	Lichtbänder	Wärmedurchgangskoeffizient	$U_W = 2,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$U_W = 2,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
		Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	$g = 0,55$	$g = 0,55$
		Lichttransmissionsgrad der Verglasung	$\tau_{v,D65,SNA} = 0,48$	$\tau_{v,D65,SNA} = 0,48$
1.7	Lichtkuppeln	Wärmedurchgangskoeffizient	$U_W = 2,7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$U_W = 2,7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
		Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	$g = 0,64$	$g = 0,64$
		Lichttransmissionsgrad der Verglasung	$\tau_{v,D65,SNA} = 0,59$	$\tau_{v,D65,SNA} = 0,59$
1.8	Fenster, Fenstertüren (siehe auch Nummer 1.14)	Wärmedurchgangskoeffizient	$U_W = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$U_W = 1,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
		Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	$g = 0,60$	$g = 0,60$
		Lichttransmissionsgrad der Verglasung	$\tau_{v,D65,SNA} = 0,78$	$\tau_{v,D65,SNA} = 0,78$
1.9	Dachflächenfenster (siehe auch Nummer 1.14)	Wärmedurchgangskoeffizient	$U_W = 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$U_W = 1,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
		Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	$g = 0,60$	$g = 0,60$
		Lichttransmissionsgrad der Verglasung	$\tau_{v,D65,SNA} = 0,78$	$\tau_{v,D65,SNA} = 0,78$
1.10	Außentüren; Türen gegen unbeheizte Räume; Tore	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 1,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$U = 2,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
1.11	Bauteile in den Nummern 1.1 und 1.3 bis 1.10	Wärmebrückenzuschlag	$\Delta U_{WB} = 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$\Delta U_{WB} = 0,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
1.12	Gebäudedichtheit	Kategorie nach DIN V 18599-2: 2018-09 Tabelle 7	Kategorie I	
1.13	Tageslichtversorgung bei Sonnen- oder Blendschutz oder bei Sonnen- und Blendschutz	Tageslichtversorgungsfaktor $C_{TL,Vers,SA}$ nach DIN V 18599-4: 2018-09	<ul style="list-style-type: none"> <li>kein Sonnen- oder Blendschutz vorhanden: 0,70</li> <li>Blendschutz vorhanden: 0,15</li> </ul>	
1.14	Sonnenschutzvorrichtung	<p>Für das Referenzgebäude ist die tatsächliche Sonnenschutzvorrichtung des zu errichtenden Gebäudes anzunehmen; sie ergibt sich gegebenenfalls aus den Anforderungen zum sommerlichen Wärmeschutz nach § 14 oder aus Erfordernissen des Blendschutzes.</p> <p>Soweit hierfür Sonnenschutzverglasung zum Einsatz kommt, sind für diese Verglasung folgende Kennwerte anzusetzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>anstelle der Werte der Nummer 1.2 <ul style="list-style-type: none"> <li>Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung <math>g = 0,35</math></li> <li>Lichttransmissionsgrad der Verglasung <math>\tau_{v,D65,SNA} = 0,58</math></li> </ul> </li> <li>anstelle der Werte der Nummern 1.8 und 1.9:</li> </ul>		

Nummer	Bauteile/Systeme	Eigenschaft (zu den Nummern 1.1 bis 1.13)	Referenzausführung/Wert (Maßeinheit)	
			Raum- Solltemperaturen im Heizfall ≥ 19 °C	Raum- Solltemperaturen im Heizfall von 12 bis < 19 °C
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung <math>g = 0,35</math></li> <li>- Lichttransmissionsgrad der Verglasung <math>\tau_{v,D65,SNA} \quad \tau_{v,D65,SNA} = 0,62</math></li> </ul>		
2	Solare Wärmegewinne über opake Bauteile	Wie beim zu errichtenden Gebäude		
3.1	Beleuchtungsart	direkt/indirekt mit elektronischem Vorschaltgerät und stabförmiger Leuchtstofflampe		
3.2	Regelung der Beleuchtung	<p>Präsenzkontrolle:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- in Zonen der Nutzungen 4, 15 bis 19, 21 und 31*: mit Präsenzmelder</li> <li>- im Übrigen: manuell</li> </ul> <p>Konstantlichtkontrolle/tageslichtabhängige Kontrolle:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- in Zonen der Nutzungen 5, 9, 10, 14, 22.1 bis 22.3, 29, 37 bis 40*: Konstantlichtkontrolle gemäß DIN V 18599-4: 2018-09 Abschnitt 5.4.6</li> <li>- in Zonen der Nutzungen 1 bis 4, 8, 12, 28, 31 und 36*: tageslichtabhängige Kontrolle, Kontrollart „gedimmt, nicht ausschaltend“ gemäß DIN V 18599-4: 2018-09 Abschnitt 5.5.4 (einschließlich Konstantlichtkontrolle)</li> <li>- im Übrigen: manuell</li> </ul>		
4.1	Heizung (Raumhöhen ≤ 4 m) - Wärmeerzeuger	Brennwertkessel (verbessert, nach 1994) nach DIN V 18599-5: 2018-09, Erdgas, Aufstellung außerhalb der thermischen Hülle, Wasserinhalt > 0,15 l/kW		
4.2	Heizung (Raumhöhen ≤ 4 m) - Wärmeverteilung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>bei statischer Heizung und Umluftheizung (dezentrale Nachheizung in RLT-Anlage):</u> Zweirohrnetz, außen liegende Verteilleitungen im unbeheizten Bereich, innen liegende Steigstränge, innen liegende Anbindeleitungen, Systemtemperatur 55/45 °C, ausschließlich statisch hydraulisch abgeglichen, <math>\Delta p</math> const, Pumpe auf Bedarf ausgelegt, Pumpe mit intermittierendem Betrieb, keine Überströmventile, für den Referenzfall sind die Rohrleitungslängen und die Umgebungstemperaturen gemäß den Standardwerten nach DIN V 18599-5: 2018-09 zu ermitteln.</li> <li>- <u>bei zentralem RLT-Gerät:</u> Zweirohrnetz, Systemtemperatur 70/55 °C, ausschließlich statisch hydraulisch abgeglichen, <math>\Delta p</math> const, Pumpe auf Bedarf ausgelegt, für den Referenzfall sind die Rohrleitungslängen und die Lage der Rohrleitungen wie beim zu errichtenden Gebäude anzunehmen.</li> </ul>		
4.3	Heizung (Raumhöhen ≤ 4 m) - Wärmeübergabe	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>bei statischer Heizung:</u> freie Heizflächen an der Außenwand (bei Anordnung vor Glasflächen mit Strahlungsschutz), ausschließlich statisch hydraulisch abgeglichen, P-Regler (nicht zertifiziert), keine Hilfsenergie</li> <li>- <u>bei Umluftheizung (dezentrale Nachheizung in RLT-Anlage):</u> Regelgröße Raumtemperatur, hohe Regelgüte.</li> </ul>		
4.4	Heizung (Raumhöhen > 4 m)	<p><u>Dezentrales Heizsystem:</u> Wärmeerzeuger gemäß DIN V 18599-5: 2018-09 Tabelle 52:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dezentraler Warmluft erzeuger</li> <li>- nicht kondensierend</li> <li>- Leistung 25 bis 50 kW je Gerät</li> </ul>		

Nummer	Bauteile/Systeme	Eigenschaft (zu den Nummern 1.1 bis 1.13)	Referenzausführung/Wert (Maßeinheit)	
			Raum- Solltemperaturen im Heizfall ≥ 19 °C	Raum- Solltemperaturen im Heizfall von 12 bis < 19 °C
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Energieträger Erdgas</li> <li>- Leistungsregelung 1 (einstufig oder mehrstufig/modulierend ohne Anpassung der Verbrennungsluftmenge)</li> </ul> <p>Wärmeübergabe gemäß DIN V 18599-5: 2018-09 Tabelle 16 und Tabelle 22:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Radialventilator, Auslass horizontal, ohne Warmluftrückführung, Raumtemperaturregelung P-Regler (nicht zertifiziert)</li> </ul>		
5.1	Warmwasser - zentrales System	<p><u>Wärmeerzeuger:</u> allgemeine Randbedingungen gemäß DIN V 18599-8: 2018-09 Tabelle 6, Solaranlage mit Flachkollektor (nach 1998) zur ausschließlichen Trinkwassererwärmung nach DIN V 18599-8: 2018-09 mit Standardwerten gemäß Tabelle 19 bzw. Abschnitt 6.4.3, jedoch abweichend auch für zentral warmwasserversorgte Nettogrundflächen über 3 000 m<sup>2</sup> Restbedarf über Wärmeerzeuger der Heizung</p> <p><u>Wärmespeicherung:</u> bivalenter, außerhalb der thermischen Hülle aufgestellter Speicher nach DIN V 18599-8: 2018-09 Abschnitt 6.4.3</p> <p><u>Wärmeverteilung:</u> mit Zirkulation, für den Referenzfall sind die Rohrleitungslänge und die Lage der Rohrleitungen wie beim zu errichtenden Gebäude anzunehmen.</p>		
5.2	Warmwasser - dezentrales System	hydraulisch geregelter Elektro-Durchlauferhitzer, eine Zapfstelle und 6 Meter Leitungslänge pro Gerät bei Gebäudezonen, die einen Warmwasserbedarf von höchstens 200 Wh / (m <sup>2</sup> • d) aufweisen		
6.1	Raumluftechnik - Abluftanlage	spezifische Leistungsaufnahme Ventilator P <sub>SFP</sub> = 1,0 kW/(m <sup>3</sup> /s)		
6.2	Raumluftechnik - Zu- und Abluftanlage	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Luftvolumenstromregelung: Soweit für Zonen der Nutzungen 4, 8, 9, 12, 13, 23, 24, 35, 37 und 40* eine Zu- und Abluftanlage vorgesehen wird, ist diese mit bedarfsabhängiger Luftvolumenstromregelung Kategorie IDA-C4 gemäß DIN V 18599-7: 2018-09 Abschnitt 5.8.1 auszulegen.</li> <li>- Spezifische Leistungsaufnahme: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zuluftventilator P<sub>SFP</sub> = 1,5 kW/(m<sup>3</sup>/s)</li> <li>- Abluftventilator P<sub>SFP</sub> = 1,0 kW/(m<sup>3</sup>/s)</li> </ul> </li> </ul> <p>Erweiterte P<sub>SFP</sub>-Zuschläge nach DIN EN 16798-3: 2017-11 Abschnitt 9.5.2.2 können für HEPA-Filter, Gasfilter sowie Wärmerückführungsbauteile der Klassen H2 oder H1 nach DIN EN 13053:2007-11 angerechnet werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wärmerückgewinnung über Plattenwärmeübertrager: Temperaturänderungsgrad <math>\eta_{t,comp} = 0,6</math> Zulufttemperatur 18 °C Druckverhältniszahl <math>f_p = 0,4</math></li> <li>- Luftkanalführung: innerhalb des Gebäudes</li> <li>- bei Kühlfunktion: Auslegung für 6/12 °C, keine indirekte Verdunstungskühlung</li> </ul>		
6.3	Raumluftechnik - Luftbefeuchtung	für den Referenzfall ist die Einrichtung zur Luftbefeuchtung wie beim zu errichtenden Gebäude anzunehmen		
6.4	Raumluftechnik - Nur-Luft-Klimaanlagen	<p><u>als kühllastgeregeltes Variabel-Volumenstrom-System ausgeführt:</u> Druckverhältniszahl: <math>f_p = 0,4</math> konstanter Vordruck Luftkanalführung: innerhalb des Gebäudes</p>		



Nummer	Bauteile/Systeme	Eigenschaft (zu den Nummern 1.1 bis 1.13)	Referenzausführung/Wert (Maßeinheit)	
			Raum- Solltemperaturen im Heizfall ≥ 19 °C	Raum- Solltemperaturen im Heizfall von 12 bis < 19 °C
7	Raumkühlung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Kältesystem:</u> Kaltwasser-Ventilatorkonvektor, Brüstungsgerät Kaltwassertemperatur 14/18 °C</li> <li>- <u>Kaltwasserkreis Raumkühlung:</u> Überströmung 10 % spezifische elektrische Leistung der Verteilung <math>P_{d, spez} = 30 \text{ W}_{el}/\text{kW}_{Kälte}</math> hydraulisch abgeglichen, geregelter Pumpe, Pumpe hydraulisch entkoppelt, saisonale sowie Nacht- und Wochenendabschaltung nach DIN V 18599-7: 2018-09, Anhang D</li> </ul>		
8	Kälteerzeugung	<p><u>Erzeuger:</u> Kolben/Scrollverdichter mehrstufig schaltbar, R134a, außenluftgekühlt, kein Speicher, Baualterfaktor <math>f_{c,B} = 1,0</math>, Freikühlfaktor <math>f_{FC} = 1,0</math> <u>Kaltwassertemperatur:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- bei mehr als 5 000 m<sup>2</sup> mittels Raumkühlung konditionierter Nettogrundfläche, für diesen Konditionierungsanteil 14/18 °C</li> <li>- im Übrigen: 6/12 °C</li> </ul> <p><u>Kaltwasserkreis Erzeuger inklusive RLT-Kühlung:</u> Überströmung 30 % spezifische elektrische Leistung der Verteilung <math>P_{d, spez} = 20 \text{ W}_{el}/\text{kW}_{Kälte}</math> hydraulisch abgeglichen, ungeregelte Pumpe, Pumpe hydraulisch entkoppelt, saisonale sowie Nacht- und Wochenendabschaltung nach DIN V 18599-7: 2018-09, Anhang D, Verteilung außerhalb der konditionierten Zone. Der Primärenergiebedarf für das Kühlsystem und die Kühlfunktion der raumlufttechnischen Anlage darf für Zonen der Nutzungen 1 bis 3, 8, 10, 16, 18 bis 20 und 31* nur zu 50 % angerechnet werden.</p>		
9	Gebäudeautomation	Klasse C nach DIN V 18599-11: 2018-09		

\* Nutzungen nach Tabelle 5 der DIN V 18599-10: 2018-09.

**Anlage 3 (zu § 19)  
Höchstwerte der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden  
Umfassungsfläche (Nichtwohngebäude)**

(Fundstelle: BGBl. I 2020, 1774)

Nummer	Bauteile	Höchstwerte der Mittelwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten	
		Zonen mit Raum-Solltemperaturen im Heizfall ≥ 19 °C	Zonen mit Raum-Solltemperaturen im Heizfall von 12 bis < 19 °C
1	Opake Außenbauteile, soweit nicht in Bauteilen der Nummern 3 und 4 enthalten	$\bar{U} = 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$\bar{U} = 0,50 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
2	Transparente Außenbauteile, soweit nicht in Bauteilen der Nummern 3 und 4 enthalten	$\bar{U} = 1,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$\bar{U} = 2,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
3	Vorhangfassade	$\bar{U} = 1,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$\bar{U} = 3,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

## **Anlagen, Teil 2**

**Baubeschreibung LPH 5-7.**

## 1. Aufgabenstellung

Die Planungsgruppe [REDACTED] erhielt von der Grundstücksverwaltungsgesellschaft [REDACTED] in Schönefeld den Planungsauftrag, die Sanierung des Bürogebäudes und den Neubau der Werkstatthalle bzw. des Showrooms im Mercedes-Benz Werk Untertürkheim, Außenstelle Höschle in Stuttgart umzusetzen.

Auf Grundlage der zuvor erarbeiteten Machbarkeitsstudie und Bearbeitung der daraus resultierenden Leistungsphasen LPH 1+2 wurden die Entwurfs- und Baugenehmigungsplanung (LPH 3+4) erstellt. Die Baugenehmigung liegt seit dem 01.07.2016 vor. Derzeit wird die Leistungsphase 5-7 bearbeitet.

Ziel der Aufgabe ist es, das Gebäude gemäß den Bedürfnissen / Wünschen des Bauherrn zu konzipieren, soweit die Bestandssituation dies zulässt. Gleichzeitig wird der Landesbauordnung LBO bzw. aller baurechtlichen Vorschriften Rechnung getragen, um eine bauantragsfähige Unterlage einreichen zu können.

In der folgenden Bauteilbeschreibung (Stand September 2016) wird der Planungsstand wiedergegeben. Abschluss der beauftragten Leistungsphasen 5-7 bildet die Fertigstellung der Ausführungsplanung, die Erstellung der Leistungsverzeichnisse aller Gewerke sowie die Mitwirkung bei der Vergabe.

## 2. Allgemeine Beschreibung der Maßnahme

Die Fa. Mercedes-Benz möchte die bestehenden Gebäude am Standort kernsanieren bzw. teilweise zurück- und wieder neu aufbauen. Das gesamte Grundstück (Höschle-Areal) wird in zwei Bauabschnitte unterteilt. Der erste Bauabschnitt, der auch Gegenstand dieses Bauantrages ist, betrifft das Bürogebäude und die beiden Shedhallen 1+2.

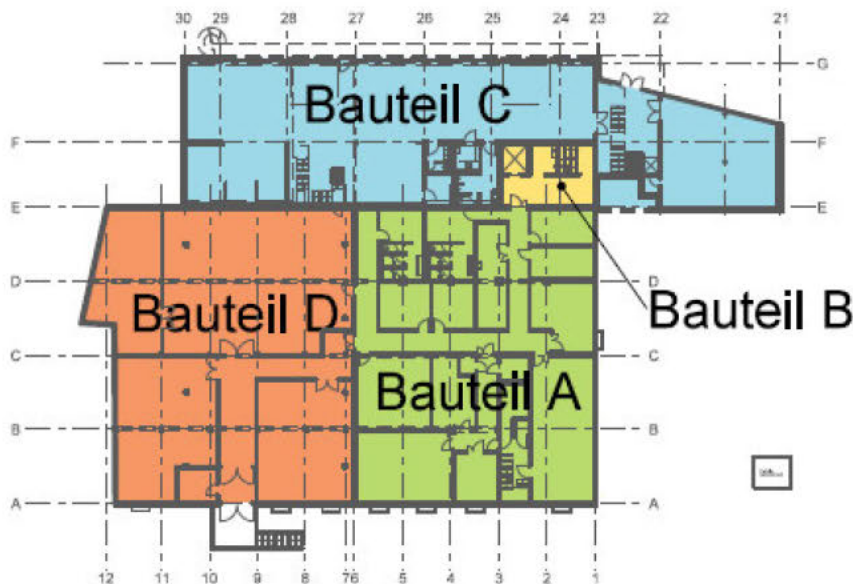
Das Bürogebäude wird bis auf den Rohbaugebäudekern (einschließlich Fassade) zurückgebaut. Das 6. OG entfällt. Aus brandschutztechnischen Gründen muss ein zweiter baulicher Rettungsweg (neues Treppenhaus) gebaut werden, die vorhandenen Decken (Betonrippendecken) müssen feuerbeständig mittels F90-Spritzputz ertüchtigt werden.

In der Shedhalle 1 wird der erdgeschossige Teil zurückgebaut. Die Shedhalle 1 wird als Werkstatt mit einem Flachdach (Stahlstützen/Träger, Trapezblech, Dämmung, Abdichtung, extensive Begrünung) wieder aufgebaut. Für den Brandüberschlag gegenüber dem Bürogebäude, wird das Dach unterseitig auf einem 5 m Streifen feuerbeständig bekleidet.

Die Shedhalle 2 wird inkl. Bodenplatte / Fundamente komplett zurückgebaut. Die Shedhalle 2 wird als Showroom massiv (Betonstützen und Betondecken) wieder aufgebaut. Darüber wird ein weiteres Bürogeschoss ebenfalls in Massivbauweise errichtet. Der Brandüberschlag gegenüber dem Bürogebäude ist durch die massive Decke (Beton) gewährleistet. Auf dem Dach kommt ebenfalls eine extensive Begrünung zur Ausführung.

Im Außenbereich werden die an das Bürogebäude und den Showroom angrenzenden Vordächer teilweise zurückgebaut. Die vier Pylone, die als Tragwerk für den ehemaligen Wetterschutz im Hofbereich auf der West-Seite gedient haben, werden komplett abgebrochen.

## 3. Übersichtsplan



Bauteil A: Bürogebäude, Bauteil B: Treppenhaus, Bauteil C: Showroom mit Büroebene, Foyer Locker-Bereich, Bauteil D: Werkstatt

## 4. Bauteilbeschreibung

### 4.1 Baubeschreibung Bauteil A – Bürogebäude:

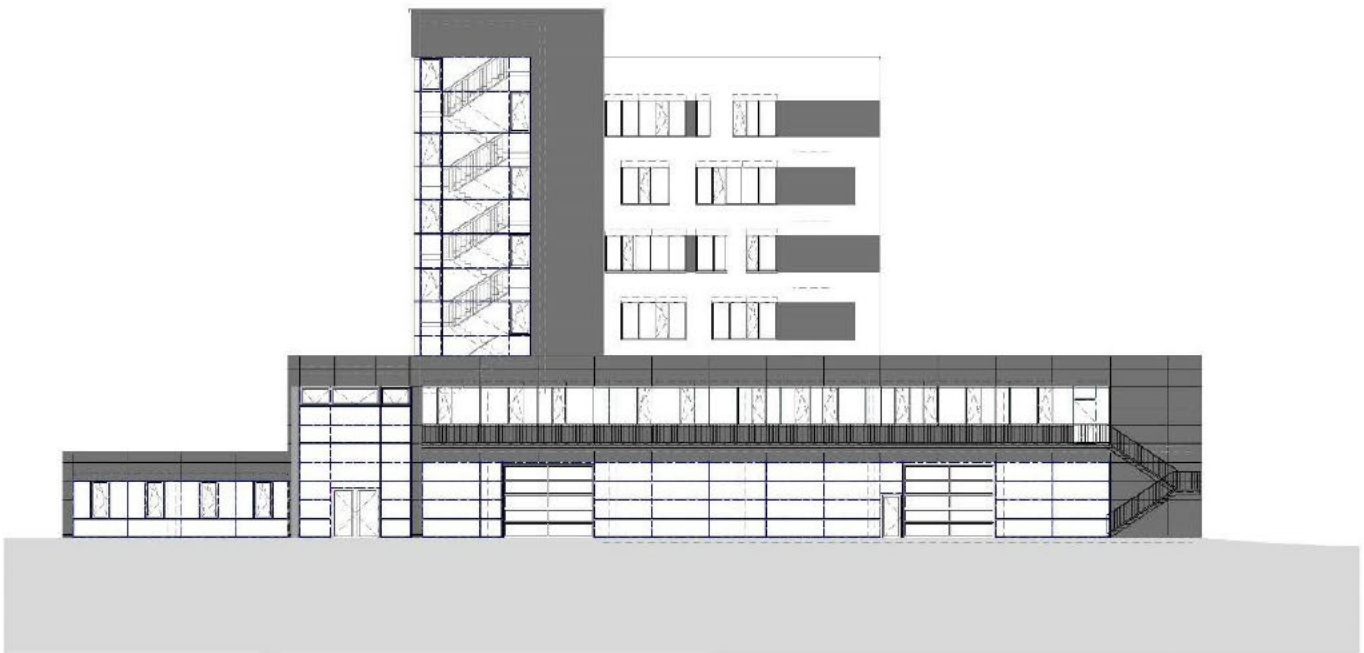
Der Baukörper wird bis auf die tragenden Bauteile in allen Geschossen komplett zurückgebaut und entkernt. Sämtliche Ausbaubereiche werden neu errichtet. Das ehemalige Erschließungstreppenhaus auf der Südseite dient zukünftig nur noch als zweiter vertikaler Rettungsweg (neue Erschließung siehe Beschreibung Bauteil B). Die ehemaligen Aufzüge werden ausgebaut und die Schächte für die Haustechnik verwendet.

Als Fassade sollen Aluminium-Fensterbänder mit integrierter Raffstoreanlage und ein Wärmedämmverbundsystem eingebaut werden.

Als Konzept für die Büroarbeitsflächen ist ein Großraumbüro in offener Bauweise mit eingestellten Besprechungskabinen (Think-Tanks) und offenen Kommunikationsflächen (Teeküche mit Pausenbereichen) vorgesehen. Die wenigen Trennwände (z.B. in Besprechungsräumen) werden als System-Trennwände ausgebildet, die größtenteils ganzverglast sind. Die Wände, die für haustechnische Installationen erforderlich sind werden in Trockenbau ausgeführt.

Als Fußboden soll ein textiler Bodenbelag auf den neu verlegten schwimmenden Estrich aufgebracht werden. Die Wandoberflächen werden verputzt, tapeziert und hell gestrichen. In den

# Daimler Höschle Areal; Baubeschreibung zur Planung LPH 5-7



Das Bürogebäude (im Übersichtsplan Hochhaus) auf dem Höschle-Areal hat eine Höhe von derzeit  $> 22,0$  m und fällt somit in die Kategorie "Hochhaus". Da bei Hochhäusern größere Auflagen hinsichtlich Brandschutz und Entfluchtung zu berücksichtigen sind, wurde der Entschluss gefasst, das 6. Obergeschoss abubrechen, um somit unter die Hochhausgrenze von 22,0 m zu gelangen.

Das Gebäude ist in Stahlbetonbauweise mit Stahlbeton-Rippendecken gebaut und mit einem aussteifenden zentralen Erschließungskern ausgestattet. Als Fassadenoberfläche ist eine vollflächige, vorgehängte Aluminium-Verschalung mit hinterlüfteter Zwischenraumdämmung vorhanden.

Bei den Fenstern handelt es sich um Aluminium-Fenster, die in Gruppen zusammengefasst eine Bandfassade in allen Geschossen darstellen.

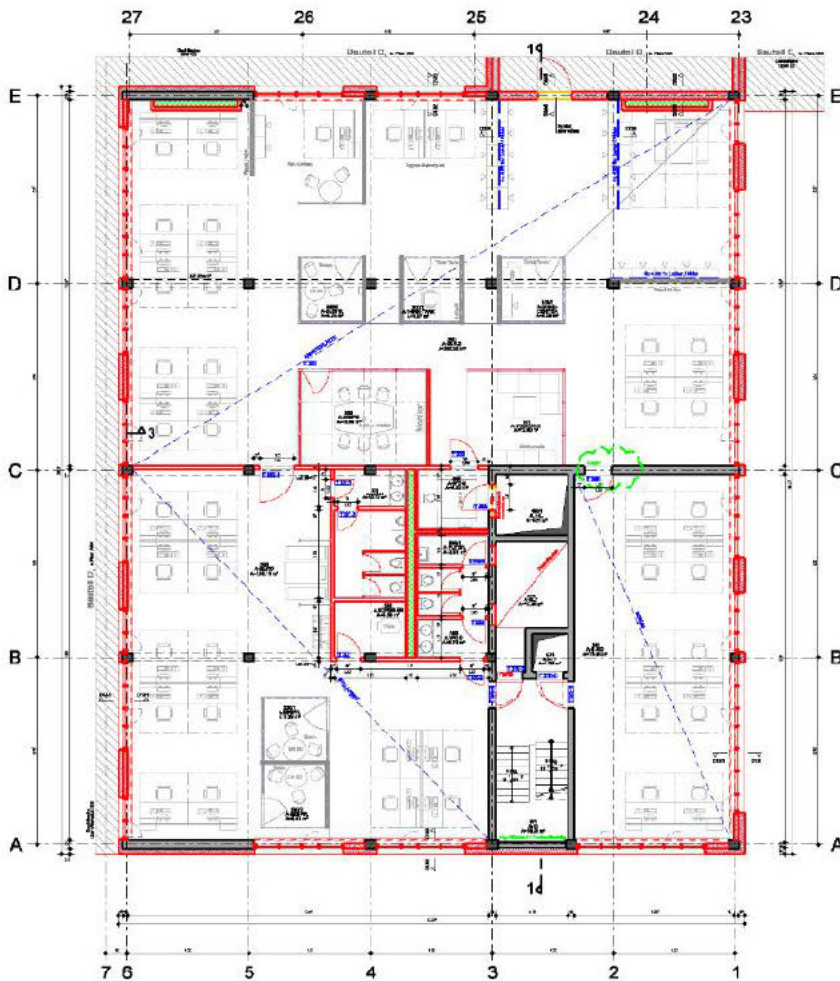


Das Gebäude unterliegt bis auf die Kellerräume komplett der Büronutzung. Die Büros sind als Bürozellen für zwei bis drei Mitarbeiter ausgebildet, deren Trennwände in Trockenbauweise ausgeführt wurden. Im Keller befindet sich die Tiefgarage, die über eine Rampe von der Ausstellungsfläche in der Shedhalle 2 erschlossen wird.

Für die Umplanung des Bürogebäudes ist eine komplette Kernsanierung vorgesehen. Somit werden mit Ausnahme der Stahlbetonkonstruktion sämtliche Gebäudeteile zurückgebaut und durch neue Elemente komplett ersetzt (siehe auch Pkt. 4.1 Bauteilbeschreibung Bauteil A - Bürogebäude).

Die Büroflächen sind entgegen der momentanen Situation als Großraum-Büroflächen geplant und werden später einmal in einer "Open-Space-Konzeption" betrieben und mit div. Einbauten hochwertig gestaltet.

# Daimler Höschle Areal; Baubeschreibung zur Planung LPH 5-7



Beispiel "Open-Space"



Beispiel "ThinkTank"

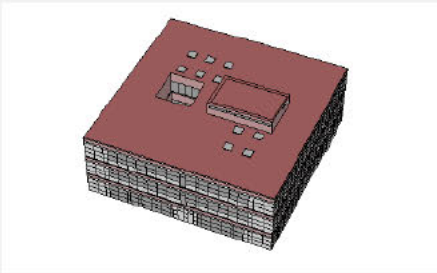
Das Gesamtkonzept Bürogebäude, Showroom mit Büroebene und Werkstatt soll nach Fertigstellung als Einheit wahrgenommen werden. Dabei sollen die einzelnen Nutzungen innerhalb der Baukörper über die Fassadengestaltung ablesbar sein.

So bekommt das Bürogebäude eine ganzheitliche Wärmedämmverbundsystem-Fassade mit großzügigen Fassadenöffnungen und hochwertigen Fenster- bzw. Pfosten-Riegele-Elementen, während die tieferen, technische Gebäudeteile Showroom und Werkstatt mit einer dunklen Eternit-Fassade ausgeführt werden.

Sämtliche Dachflächen werden extensiv begrünt und entsprechen somit den Anforderungen aus dem Bebauungsplan bzw. den behördlichen Auflagen für Dachflächenausbildung.

## **Anlagen, Teil 3**

**Typologie-gestützte Kennwerte [...] bestehender Nichtwohngebäude,  
Auszug Anhang D, S. 93-96.**



**Gebäudekategorie:** Büro- und Verwaltungs-  
gebäude

**Unterkategorie:** Verwaltungs-/Ämtergebäude

**Baujahr:** 1966

**Anzahl Vollgeschosse:** 3

Für die Sanierungsvariante „Zukunft“ wurde angenommen, dass eine neue Fassadenkonstruktion vor das äußere Tragwerk gesetzt wird, wodurch sich Veränderungen an Grund- und Hüllflächen ergeben.

	Ausgangs-Zustand und Effizienzniveau Standard	Effizienzniveau Zukunft
<b>Fensterflächenanteil (oberirdisch):</b>	36 %	35 %
<b>A/V-Verhältnis:</b>	0,34 m <sup>-1</sup>	0,35 m <sup>-1</sup>
<b>Nettogrundfläche (NGF):</b>	4.151 m <sup>2</sup>	4.575 m <sup>2</sup>
<b>Energiebezugsfläche (EBF):</b> <small>beheizter und gekühlter Anteil der Nettogrundfläche</small>	3.164 m <sup>2</sup>	3.588 m <sup>2</sup>

### Charakterisierung des Gebäudes


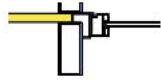


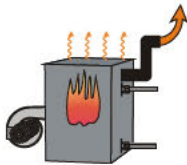
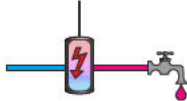

Fertigbauweise in Stahlbetonskelettbau, Wandelement als Rahmenkonstruktion, quadratischer Baukörper, Innenhof zur Belichtung der Nebenräume, umlaufender Balkon, Flachdach mit Oberlichtern, Aufzug im Gebäude vorhanden


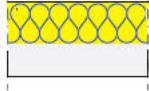
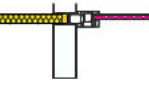

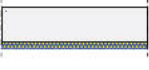
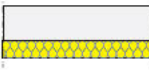
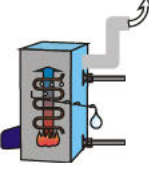
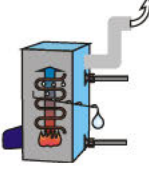
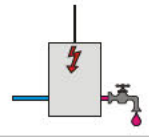
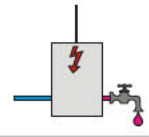
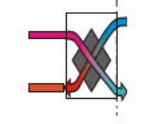


### Zoneninformationen

Zonen- nr.	Zonenbezeichnung	Standard- nutzung gemäß DIN V 18599	Effizienz- niveau	Flächen- anteil an NGF	Flächen- anteil an EBF	Konditionierung 1 = vorhanden		
						Heizung/ Warm- wasser	mech. Lüftung	Kälte
1	Büroräume	01 Einzelbüro	Ist u. Standard	34 %	45 %	1 / 1	-	1
			Zukunft	39 %	50 %			
2	Besprechungsräume	04 Sitzung	Ist u. Standard	8 %	11 %	1 /	-	1
			Zukunft	8 %	10 %			
3	WC, Sanitär	16 WC, Sanitär	Ist u. Standard	2 %	2 %	1 /	-	1
			Zukunft	2 %	2 %			
4	Sozialräume	17 sonstige Aufenthalts- räume	Ist u. Standard	1 %	2 %	1 /	-	1
			Zukunft	2 %	2 %			
5	Nebenflächen	18 Nebenflä- chen	Ist u. Standard	6 %	8 %	1 /	-	1
			Zukunft	6 %	7 %			
6	Verkehrsflächen	19 Verkehrs- fläche	Ist u. Standard	22 %	29 %	1 /	-	1
			Zukunft	20 %	26 %			
7	Technikraum DG unbeheizt	20 Lager, Technik	Ist u. Standard	1 %	2 %	1 /	-	1
			Zukunft	1 %	2 %			
8	Serverraum	21 Rechen- zentrum	Ist u. Standard	1 %	1 %	1 /	-	1
			Zukunft	1 %	1 %			
9	Verkehrsflächen KG unbeheizt	19 Verkehrs- fläche	Ist u. Standard	2 %				
			Zukunft	2 %				
10	Lager KG unbeheizt	20 Lager, Technik	Ist u. Standard	22 %				
			Zukunft	20 %				

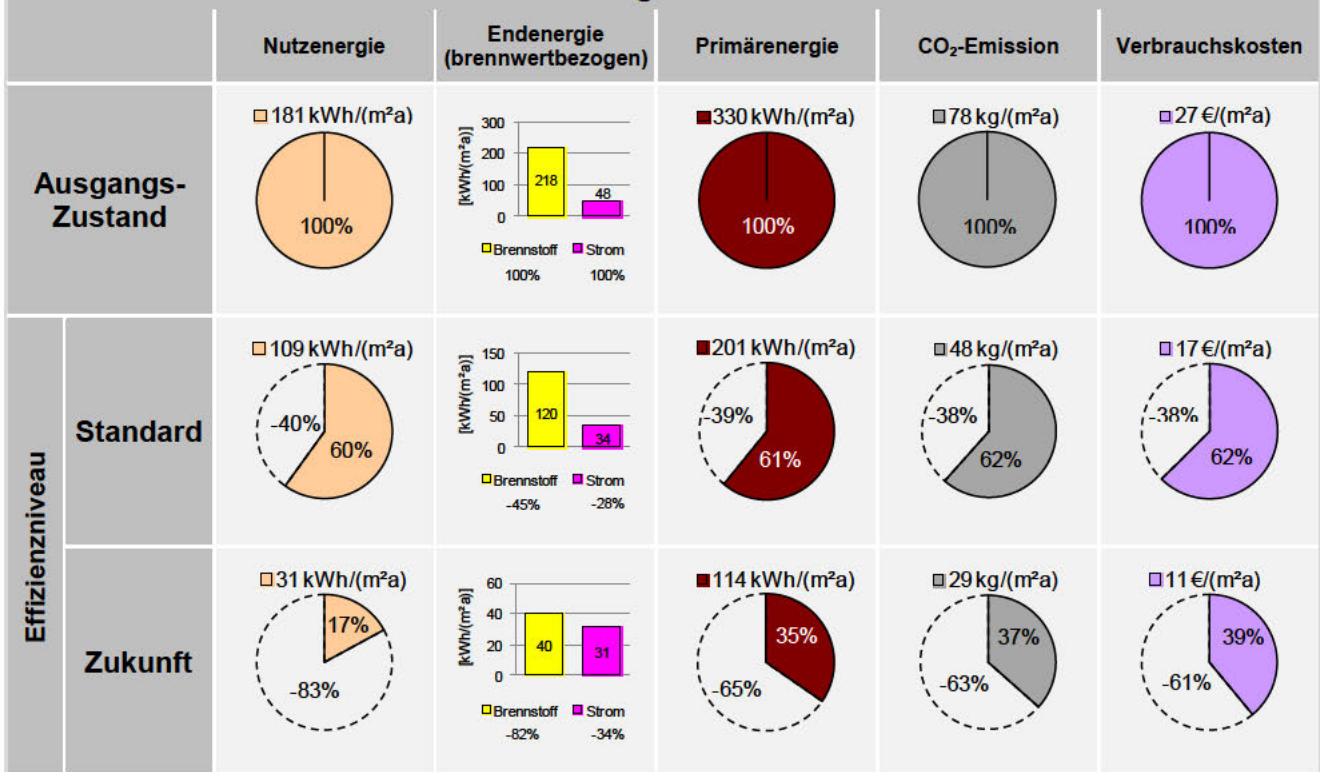


**Ausgangs-Zustand**

Konstruktion	Beschreibung	U-Wert [W/(m²K)]
Dach 	<b>Nicht belüftetes Flachdach (Warmdach)</b> 20 cm Fertigbetondeckenplatten, 5 cm Dämmung, Abdichtung, Kies	0,70
Außenwand 	<b>Betonskelett (20 % Betonanteil) mit Ausfachungen aus Montagewandelementen</b> 9 cm starke, pfostenlose Rahmenkonstruktion mit 7 cm Dämmung sowie beidseitiger Plattenverkleidung	1,15
Fenster 	<b>Aluminiumfenster mit Zweischeiben-Isolierverglasung</b>	4,30
Kellerdecke 	<b>Stahlbetondecke mit schwimmendem Estrich</b> 5 cm Zementestrich, 2,5 cm Dämmung, 20 cm Deckenkonstruktion	0,89
Wärmeversorgungssystem	Beschreibung	Energieaufwand für 1 kWh Wärme
Heizsystem 	<b>Gas-Zentralheizung, geringe Effizienz</b> Niedertemperaturkessel, hohe Wärmeverluste der Verteilungen, Wärmeübergabe über Heizkörper	1,24 kWh Gas
Warmwassersystem 	<b>Dezentrale elektrische Kleinspeicher (Boiler)</b>	1,70 kWh el.
Raumluftechnik	Beschreibung	Spez. Leistungsaufnahme [kW/m²s]
Raumluftechnische Anlage	nicht vorhanden	Zuluft  Abluft
Beleuchtungssystem	Beschreibung	Spez. Bewertungsleistung [W/(m² 100 Lux)]
Beleuchtungsanlage 	<b>Leuchtstofflampe stabförmig mit KVG</b> Direktbeleuchtung, manuelle Steuerung	5,0
Gebäudebezogene Kennwerte	Beschreibung	
Energetische Qualität der Hüllfläche	<b>Spezifischer hüllflächenbezogener Transmissionswärmetransferkoeffizient H'ₜ</b>	1,73 W/(m² <sub>BTP</sub> K)
Energetische Qualität der Lüftung	<b>Mindestaußenluftvolumenstrombezogener Lüftungswärmetransferkoeffizient H'ᵥ</b>	0,47 W/(K m³/h)
Primärenergieaufwand Wärme (Brennstoff)	<b>Primärenergieaufwandszahl</b> nicht erneuerbare Energieträger	1,23 kWh <sub>Prim</sub> /kWh <sub>Nutz</sub>
Primärenergieaufwand gesamt (Brennstoff und elektrisch)	<b>Primärenergieaufwandszahl</b> nicht erneuerbare Energieträger	1,44 kWh <sub>Prim</sub> /kWh <sub>Nutz</sub>

Effizienzniveau „Standard“		Effizienzniveau „Zukunft“	
Maßnahme	U-Wert [W/(m²K)]	Maßnahme	U-Wert [W/(m²K)]
<b>Neue Gefälledämmung + Dachabdichtung</b> ≥ 18 cm Gefälledämmung WLS 035, neue Dachabdichtung 	≤ 0,20	<b>Neue Gefälledämmung + Dachabdichtung</b> ≥ 28 cm Gefälledämmung WLS 035, neue Dachabdichtung 	≤ 0,12
Anstelle der Montagewände und Fenster: <b>Pfosten-Riegel-Fassade mit 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung</b>  Auf den Betonflächen: <b>Schleppdämmung</b> 14 cm Dämmung WLS 035 mit hinterlüfteter Blechverkleidung 	≤ 1,50  ≤ 0,24	Vor das äußere Tragwerk gesetzt: <b>Passivhaustaugliche Pfosten-Riegel-Fassade mit 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung</b> 	≤ 0,80
<b>Unterseitige Dämmung der Kellerdecke</b> 8 cm Dämmung WLS 035 	≤ 0,30	<b>Unterseitige Dämmung der Kellerdecke</b> 10 cm Dämmung WLS 035 	≤ 0,25
<b>Wärmeversorgungssystem</b>	Energieaufwand für 1 kWh Wärme	<b>Wärmeversorgungssystem</b>	Energieaufwand für 1 kWh Wärme
<b>Gas-Zentralheizung, hohe Effizienz</b> Brennwertkessel verbessert; verringerte Wärmeverluste der Verteilungen, Wärmeübergabe über Heizkörper 	1,15 kWh Gas	<b>Gas-Zentralheizung, hohe Effizienz</b> Brennwertkessel verbessert; verringerte Wärmeverluste der Verteilungen, Wärmeübergabe über Heizregister und zusätzliche Heizkörper 	0,96 kWh Gas
<b>Dezentrale elektrische Durchlauferhitzer</b> 	1,00 kWh el.	<b>Dezentrale elektrische Durchlauferhitzer</b> 	1,00 kWh El.
<b>Raumluftechnik</b>	Spez. Leistungsaufnahme [kW/(m³/s)]	<b>Raumluftechnik</b>	Spez. Leistungsaufnahme [kW/(m³/s)]
wie Ausgangs-Zustand	Zuluft  Abluft	<b>Lüftungsanlage mit 80 % Wärmerückgewinnung</b> 	Zuluft 0,70 Abluft 0,50
<b>Beleuchtungssystem</b>	Spez. Bewertungsleistung [W/m² 100 Lux]	<b>Beleuchtungssystem</b>	Spez. Bewertungsleistung [W/m² 100 Lux]
<b>Leuchtstofflampe stabförmig mit EVG</b> Direkt-/Indirektbeleuchtung, manuelle Steuerung 	3,0	<b>Leuchtstofflampe stabförmig mit EVG</b> Direktbeleuchtung, dimmend abschaltend, mit Präsenzmelder 	2,0
<b>Gebäudebezogene Kennwerte</b>		<b>Gebäudebezogene Kennwerte</b>	
Spezifischer hüllflächenbezogener Transmissionswärmetransferkoeffizient $H'_{T}$	0,84 W/(m² <sub>BTF</sub> K)	Spezifischer hüllflächenbezogener Transmissionswärmetransferkoeffizient $H'_{T}$	0,50 W/(m² <sub>BTF</sub> K)
Mindestaußenluftvolumenstrombezogener Lüftungswärmetransferkoeffizient $H'_{V}$	0,45 W/(K m³/h)	Mindestaußenluftvolumenstrombezogener Lüftungswärmetransferkoeffizient $H'_{V}$	0,06 W/(K m³/h)
Primärenergieaufwandszahl nicht erneuerbare Energieträger	1,14 kWh <sub>prim</sub> /kWh <sub>Nutz</sub>	Primärenergieaufwandszahl nicht erneuerbare Energieträger	0,96 kWh <sub>prim</sub> /kWh <sub>Nutz</sub>
Primärenergieaufwandszahl nicht erneuerbare Energieträger	1,36 kWh <sub>prim</sub> /kWh <sub>Nutz</sub>	Primärenergieaufwandszahl nicht erneuerbare Energieträger	1,40 kWh <sub>prim</sub> /kWh <sub>Nutz</sub>

Gesamtergebnisse auf Gebäudeebene



Teilenergiekennwerte auf Gebäudeebene

		Heizung	Warmwasser	Beleuchtung	Luftförderung	Kälte	Bilanzrahmen EnEV	Arbeits-hilfen und Zentrale Dienste	gesamt	
<b>Ausgangs-Zustand</b>	Nutzenergie	176,6	3,4			1,4	181,4		181,4	
	Endenergie Brennstoff (Brennwert)	218,3					218,3		218,3	
	Endenergie elektrisch	1,2	5,7	26,5	0,0	1,0	34,5	13,0	47,5	
	Primärenergie	219,3	13,7	63,6	0,0	2,5	299,1	31,2	330,3	
	CO <sub>2</sub> -Emission	48,8	3,6	16,8	0,0	0,7	69,8	8,2	78,1	
<b>Effizienzniveau</b>	<b>Standard</b>	Nutzenergie	103,8	3,4			1,4	108,5		108,5
		Endenergie Brennstoff (Brennwert)	119,7					119,7		119,7
		Endenergie elektrisch	0,8	3,4	16,1	0,0	1,0	21,3	13,0	34,3
		Primärenergie	120,6	8,1	38,7	0,0	2,5	169,9	31,2	201,1
		CO <sub>2</sub> -Emission	26,8	2,1	10,2	0,0	0,7	39,8	8,2	48,1
<b>Zukunft</b>	Nutzenergie	26,0	3,0			2,0	31,0		31,0	
	Endenergie Brennstoff (Brennwert)	39,8					39,8		39,8	
	Endenergie elektrisch	0,7	3,0	11,0	1,9	1,5	18,1	13,2	31,2	
	Primärenergie	41,1	7,1	26,5	4,6	3,5	82,8	31,6	114,4	
	CO <sub>2</sub> -Emission	9,2	1,9	7,0	1,2	0,9	20,2	8,3	28,5	

Alle Kennwerte sind auf die Energiebezugsfläche (beheizter und gekühlter Anteil der Nettogrundfläche) bezogen.

# Anlagen, Teil 4

**Bauteilauflistung Gebäudehüllfläche Bestand.**

Objekt: Ulmer-Straße 196, Stuttgart					
Gebäudehüllfläche Summe A <sub>i</sub> = 3541,63 m <sup>2</sup>					
Ausrichtung, Bauteiltyp und Bauteil		Fläche A <sub>i</sub> m <sup>2</sup>	U <sub>i</sub> - Wert W/m <sup>2</sup> K	Raum	Zone
<b>Dach</b>					
1	Dach 001-32	4,90	0,700	OG5-R23 - Nebenraum 021	Sonstige Aufenthaltsräume
11	Dach 001-13	19,85	0,700	OG5-R4 - Treppenraum	Verkehrsfläche
25	Dach 001-16	72,78	0,700	OG5-R7 - Flur 003	Verkehrsfläche
69	Dach 001-3	6,15	0,700	OG5-R3 - Flur 002	Verkehrsfläche
77	Dach 001-12	29,22	0,700	OG5-R1 - Büroraum 011	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
83	Dach 001-14	9,02	0,700	OG5-R5 - WC-Raum 004	WC und Sanitäräume in Nichtwohnggeb...
92	Dach 001-26	7,64	0,700	OG5-R17 - Nebenraum 015	Sonstige Aufenthaltsräume
95	Dach 001-2	1,95	0,700	OG5-R2 - Flur	Verkehrsfläche
99	Dach 001-27	57,13	0,700	OG5-R18 - Büroraum 013	Gruppenbüro
114	Dach 001-17	45,73	0,700	OG5-R8 - Büroraum 002	Gruppenbüro
125	Dach 001-29	4,74	0,700	OG5-R25 - Küche	Sonstige Aufenthaltsräume
131	Dach 001-15	48,63	0,700	OG5-R6 - Büroraum	Gruppenbüro
137	Dach 001-19	66,50	0,700	OG5-R10 - Büroraum 014	Gruppenbüro
150	Dach 001-25	7,87	0,700	OG5-R16 - Nebenraum 014	Sonstige Aufenthaltsräume
155	Dach 001-18	12,40	0,700	OG5-R9 - Flur 004	Verkehrsfläche
159	Dach 001-21	32,80	0,700	OG5-R12 - Büroraum 003	Gruppenbüro
165	Dach 001-28	16,20	0,700	OG5-R19 - Flur 005	Verkehrsfläche
174	Dach 001-35	5,32	0,700	OG5-R26 - WC-Raum 002	WC und Sanitäräume in Nichtwohnggeb...
179	Dach 001-20	20,58	0,700	OG5-R11 - Büroraum 006	Gruppenbüro
189	Dach 001-24	18,46	0,700	OG5-R15 - Büroraum 007	Gruppenbüro
195	Dach 001-22	32,59	0,700	OG5-R13 - Büroraum 004	Gruppenbüro
203	Dach 001-31	33,87	0,700	OG5-R22 - Büroraum 012	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
214	Dach 001-29	19,92	0,700	OG5-R20 - Büroraum 008	Gruppenbüro
220	Dach 001-33	7,05	0,700	OG5-R24 - WC-Raum	WC und Sanitäräume in Nichtwohnggeb...
223	Dach 001-23	27,15	0,700	OG5-R14 - Büroraum 005	Gruppenbüro
234	Dach 001-36	2,10	0,700	OG5-R27 - WC-Raum 003	WC und Sanitäräume in Nichtwohnggeb...
236	Dach 001-37	22,66	0,700	OG5-R28 - Büroraum 010	Gruppenbüro
241	Dach 001-30	19,50	0,700	OG5-R21 - Büroraum 009	Gruppenbüro
245	Dach 001-38	1,70	0,700	OG5-R29 - Nebenraum 027	Nebenflächen ohne Aufenthaltsräume
		<b>Zwischensumme =</b>	<b>654,40</b>		
<b>Wand gegen Außenluft</b>					
15	SW AW 021	6,91	0,600	OG5-R4 - Treppenraum	Verkehrsfläche
100	SW AW 021-2	27,10	0,600	OG5-R18 - Büroraum 013	Gruppenbüro
106	NW AW 024-4	18,65	0,600	OG5-R18 - Büroraum 013	Gruppenbüro
115	NW AW 024-2	15,85	0,600	OG5-R8 - Büroraum 002	Gruppenbüro
132	NW AW 024	15,80	0,600	OG5-R6 - Büroraum	Gruppenbüro

Schulungsversion

- nicht für den gewerblichen Einsatz -

Objekt: Ulmer-Straße 196, Stuttgart

Ausrichtung, Bauteiltyp und Bauteil		Fläche A <sub>i</sub> m <sup>2</sup>	U <sub>i</sub> -Wert W/m <sup>2</sup> K	Raum	Zone
138	NW AW 024-3	18,40	0,600	OG5-R10 - Büroraum 014	Gruppenbüro
142	NO AW 023	27,20	0,600	OG5-R10 - Büroraum 014	Gruppenbüro
161	NO AW 023-2	10,40	0,600	OG5-R12 - Büroraum 003	Gruppenbüro
185	SO AW 022	11,29	0,600	OG5-R11 - Büroraum 006	Gruppenbüro
191	SO AW 022-3	9,46	0,600	OG5-R15 - Büroraum 007	Gruppenbüro
196	NO AW 023-3	10,56	0,600	OG5-R13 - Büroraum 004	Gruppenbüro
205	SO AW 022-6	12,55	0,600	OG5-R22 - Büroraum 012	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
209	SW AW 021-3	13,97	0,600	OG5-R22 - Büroraum 012	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
215	SO AW 022-4	9,49	0,600	OG5-R20 - Büroraum 008	Gruppenbüro
224	SO AW 022-2	14,63	0,600	OG5-R14 - Büroraum 005	Gruppenbüro
229	NO AW 023-4	10,96	0,600	OG5-R14 - Büroraum 005	Gruppenbüro
237	SW AW 021-4	9,98	0,600	OG5-R28 - Büroraum 010	Gruppenbüro
242	SO AW 022-5	11,71	0,600	OG5-R21 - Büroraum 009	Gruppenbüro
256	SO AW 018-5	11,44	0,600	OG4-R21 - Büroraum 009	Gruppenbüro
269	NO AW 019-2	10,04	0,600	OG4-R12 - Büroraum 003	Gruppenbüro
281	NW AW 020	15,45	0,600	OG4-R6 - Büroraum	Gruppenbüro
307	SW AW 017-4	9,76	0,600	OG4-R28 - Büroraum 010	Gruppenbüro
329	NO AW 019-4	10,73	0,600	OG4-R14 - Büroraum 005	Gruppenbüro
333	SO AW 018-2	14,34	0,600	OG4-R14 - Büroraum 005	Gruppenbüro
341	SO AW 018-4	9,29	0,600	OG4-R20 - Büroraum 008	Gruppenbüro
347	NW AW 020-4	18,29	0,600	OG4-R18 - Büroraum 013	Gruppenbüro
351	SW AW 017-2	26,63	0,600	OG4-R18 - Büroraum 013	Gruppenbüro
360	NW AW 020-3	15,80	0,600	OG4-R10 - Büroraum 012	Gruppenbüro
371	NO AW 019	26,74	0,600	OG4-R10 - Büroraum 012	Gruppenbüro
377	SO AW 018-3	9,26	0,600	OG4-R15 - Büroraum 007	Gruppenbüro
429	SO AW 018	11,01	0,600	OG4-R11 - Büroraum 006	Gruppenbüro
434	SW AW 017-3	13,66	0,600	OG4-R22 - Büroraum 014	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
439	SO AW 018-6	12,38	0,600	OG4-R22 - Büroraum 014	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
451	SW AW 017	6,73	0,600	OG4-R4 - Treppenraum	Verkehrsfläche
455	NO AW 019-3	10,33	0,600	OG4-R13 - Büroraum 004	Gruppenbüro
461	NW AW 020-2	15,50	0,600	OG4-R8 - Büroraum 002	Gruppenbüro
466	SW AW 013-4	3,76	0,600	OG3-R28 - Büroraum 011	Gruppenbüro
485	SW AW 013-2	22,88	0,600	OG3-R18 - Büroraum 013	Gruppenbüro
494	NW AW 016-4	18,28	0,600	OG3-R18 - Büroraum 013	Gruppenbüro
513	NO AW 015-2	4,04	0,600	OG3-R11 - Büroraum 003	Gruppenbüro
527	SO AW 014-4	9,24	0,600	OG3-R20 - Büroraum 008	Gruppenbüro
549	SO AW 014-3	9,25	0,600	OG3-R14 - Büroraum 006	Gruppenbüro
588	NO AW 015-4	10,73	0,600	OG3-R13 - Büroraum 005	Gruppenbüro

**Schulungsversion**

- nicht für den gewerblichen Einsatz -

Objekt: Ulmer-Straße 196, Stuttgart

Ausrichtung, Bauteiltyp und Bauteil		Fläche A <sub>i</sub> m <sup>2</sup>	U <sub>i</sub> -Wert W/m <sup>2</sup> K	Raum	Zone
592	SO AW 014-2	14,35	0,600	OG3-R13 - Büroraum 005	Gruppenbüro
599	NW AW 016	15,45	0,600	OG3-R6 - Büroraum	Gruppenbüro
607	NO AW 015-3	8,46	0,600	OG3-R12 - Büroraum 004	Gruppenbüro
616	NW AW 016-3	15,81	0,600	OG3-R8 - Büroraum 012	Gruppenbüro
621	NO AW 015	23,54	0,600	OG3-R8 - Büroraum 012	Gruppenbüro
653	SO AW 014-6	12,25	0,600	OG3-R22 - Büroraum 014	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
658	SW AW 013-3	5,41	0,600	OG3-R22 - Büroraum 014	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
669	NW AW 016-2	15,50	0,600	OG3-R7 - Büroraum 002	Gruppenbüro
674	SO AW 014	10,96	0,600	OG3-R10 - Büroraum 007	Gruppenbüro
689	SW AW 013	6,73	0,600	OG3-R4 - Treppenraum	Verkehrsfläche
694	SO AW 014-5	11,50	0,600	OG3-R21 - Büroraum 009	Gruppenbüro
708	NW AW 012	15,45	0,600	OG2-R5 - Büroraum 002	Gruppenbüro
719	SO AW 010	10,95	0,600	OG2-R10 - Büroraum 006	Gruppenbüro
742	NO AW 011-2	10,04	0,600	OG2-R11 - Büroraum 003	Gruppenbüro
763	SW AW 009	26,63	0,600	OG2-R17 - Büroraum 013	Gruppenbüro
769	NW AW 012-4	18,29	0,600	OG2-R17 - Büroraum 013	Gruppenbüro
782	SW AW 009-2	13,66	0,600	OG2-R21 - Büroraum 014	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
786	SO AW 010-6	12,31	0,600	OG2-R21 - Büroraum 014	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
828	SO AW 010-4	9,19	0,600	OG2-R19 - Büroraum 008	Gruppenbüro
834	SO AW 010-3	9,26	0,600	OG2-R14 - Büroraum 007	Gruppenbüro
840	NW AW 012-2	15,50	0,600	OG2-R7 - Büroraum	Gruppenbüro
849	NW AW 012-3	15,79	0,600	OG2-R9 - Büroraum 010	Gruppenbüro
858	NO AW 011	26,74	0,600	OG2-R9 - Büroraum 010	Gruppenbüro
878	SO AW 010-5	11,50	0,600	OG2-R20 - Büroraum 009	Gruppenbüro
882	SW AW 009-3	9,76	0,600	OG2-R27 - Büroraum 011	Gruppenbüro
889	NO AW 011-4	10,73	0,600	OG2-R13 - Büroraum 005	Gruppenbüro
893	SO AW 010-2	14,34	0,600	OG2-R13 - Büroraum 005	Gruppenbüro
900	NO AW 011-3	10,33	0,600	OG2-R12 - Büroraum 004	Gruppenbüro
906	SW AW 009-4	6,73	0,600	OG2-R4 - Treppenraum	Verkehrsfläche
910	NO AW 007-4	10,73	0,600	OG1-R15 - Büroraum 003	Gruppenbüro
914	SO AW 006-2	14,35	0,600	OG1-R15 - Büroraum 003	Gruppenbüro
923	NO AW 007	26,74	0,600	OG1-R11 - Büroraum 012	Gruppenbüro
931	NW AW 008-3	15,81	0,600	OG1-R11 - Büroraum 012	Gruppenbüro
952	SW AW 005-2	13,66	0,600	OG1-R20 - Büroraum 014	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
960	SO AW 006-4	12,39	0,600	OG1-R20 - Büroraum 014	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
1007	SW AW 005-4	9,76	0,600	OG1-R23 - Büroraum 011	Gruppenbüro
1017	SO AW 006	10,87	0,600	OG1-R12 - Büroraum 007	Gruppenbüro
1064	NW AW 008-4	15,29	0,600	OG1-R22 - Büroraum 013	Gruppenbüro

Schulungsversion

- nicht für den gewerblichen Einsatz -

Objekt: Ulmer-Straße 196, Stuttgart

Ausrichtung, Bauteiltyp und Bauteil		Fläche A <sub>i</sub> m <sup>2</sup>	U <sub>i</sub> -Wert W/m <sup>2</sup> K	Raum	Zone
1070 SW AW 005-3		26,63	0,600	OG1-R22 - Büroraum 013	Gruppenbüro
1080 NW AW 008-2		15,50	0,600	OG1-R9 - Büroraum 004	Gruppenbüro
1093 SW AW 005		6,73	0,600	OG1-R4 - Treppenraum	Verkehrsfläche
1105 SO AW 006-5		10,20	0,600	OG1-R21 - Büroraum 010	Gruppenbüro
1112 NW AW 008		15,45	0,600	OG1-R6 - Büroraum 005	Gruppenbüro
1120 NO AW 007-3		10,33	0,600	OG1-R14 - Büroraum 002	Gruppenbüro
1125 NO AW 007-2		10,04	0,600	OG1-R13 - Büroraum	Gruppenbüro
1129 SO AW 006-3		9,26	0,600	OG1-R16 - Büroraum 008	Gruppenbüro
1134 SO AW 006-6		9,20	0,600	OG1-R28 - Büroraum 009	Gruppenbüro
1152 SW AW 001-3		21,67	0,600	EG-R15 - Flur 002	Verkehrsfläche
1155 SO AW 002-4		13,79	0,600	EG-R15 - Flur 002	Verkehrsfläche
1161 SO AW 002-3		20,01	0,600	EG-R12 - Flur 003	Sonstige Aufenthaltsräume
1178 NO AW 003		42,31	0,600	EG-R12 - Flur 003	Sonstige Aufenthaltsräume
1186 SW AW 001-2		37,61	0,600	EG-R12 - Flur 003	Sonstige Aufenthaltsräume
1192 NW AW 004-3		50,01	0,600	EG-R12 - Flur 003	Sonstige Aufenthaltsräume
1224 SW AW 001		10,62	0,600	EG-R7 - Treppenraum	Verkehrsfläche
1229 NW AW 004		15,04	0,600	EG-R9 - WC-Raum	WC und Sanitärräume in Nichtwohngengeb...
1240 SO AW 002		35,17	0,600	EG-R1 - Flur	Sonstige Aufenthaltsräume
1249 NO AW 003-3		12,55	0,600	EG-R17 - Büroraum	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
1258 NO AW 003-2		16,89	0,600	EG-R13 - Nebenraum	WC und Sanitärräume in Nichtwohngengeb...
1259 NW AW 004-4		10,79	0,600	EG-R13 - Nebenraum	WC und Sanitärräume in Nichtwohngengeb...
1268 NW AW 004-2		14,48	0,600	EG-R11 - Küche	WC und Sanitärräume in Nichtwohngengeb...
1275 SO AW 002-2		14,51	0,600	EG-R2 - Nebenraum 003	Sonstige Aufenthaltsräume
<b>Zwischensumme =</b>		<b>1726,02</b>			
<b>Wand gegen Außenluft (nicht zur Hüllfläche)</b>					
1287 SW WE 025-2		33,22	0,419	Keller-R7 - Kellerraum 003	Lager
1289 NW WE 028-2		50,22	0,419	Keller-R7 - Kellerraum 003	Lager
1291 NW WE 028		48,93	0,419	Keller-R1 - Kellerraum 004	Nebenflächen ohne Aufenthaltsräume
1292 SO WE 026		48,90	0,419	Keller-R1 - Kellerraum 004	Nebenflächen ohne Aufenthaltsräume
1293 NO WE 027		80,78	0,419	Keller-R1 - Kellerraum 004	Nebenflächen ohne Aufenthaltsräume
1325 SW WE 025		10,48	0,419	Keller-R2 - Treppenraum 003	Verkehrsfläche
1335 SW WE 025-4		15,17	0,419	Keller-R15 - Kellerraum 007	Lager
1339 SO WE 026-3		14,50	0,419	Keller-R12 - Kellerraum 002	Serverraum/Rechenzentrum
1345 SO WE 026-2		19,07	0,419	Keller-R11 - Hausanschlussraum	Serverraum/Rechenzentrum
1346 SW WE 025-3		21,91	0,419	Keller-R11 - Hausanschlussraum	Serverraum/Rechenzentrum
1356 SO WE 026-4		15,54	0,419	Keller-R13 - Kellerraum	Lager
<b>Zwischensumme =</b>		<b>358,73</b>			
<b>Fenster (nach außen)</b>					
16 SW F 263		1,88	3,000	OG5-R4 - Treppenraum	Verkehrsfläche



Objekt: Ulmer-Straße 196, Stuttgart

Ausrichtung, Bauteiltyp und Bauteil		Fläche A <sub>i</sub> m <sup>2</sup>	U <sub>i</sub> -Wert W/m <sup>2</sup> K	Raum	Zone
17	SW F 264	1,84	3,000	OG5-R4 - Treppenraum	Verkehrsfläche
101	SW F 202	1,50	3,000	OG5-R18 - Büroraum 013	Gruppenbüro
102	SW F 294	1,13	3,000	OG5-R18 - Büroraum 013	Gruppenbüro
103	SW F 204	1,13	3,000	OG5-R18 - Büroraum 013	Gruppenbüro
104	SW F 205	1,13	3,000	OG5-R18 - Büroraum 013	Gruppenbüro
105	SW F 207	1,13	3,000	OG5-R18 - Büroraum 013	Gruppenbüro
107	NW F 212	1,88	3,000	OG5-R18 - Büroraum 013	Gruppenbüro
108	NW F 211	3,00	3,000	OG5-R18 - Büroraum 013	Gruppenbüro
109	NW F 213	1,88	3,000	OG5-R18 - Büroraum 013	Gruppenbüro
116	NW F 218	3,00	3,000	OG5-R8 - Büroraum 002	Gruppenbüro
117	NW F 286	3,00	3,000	OG5-R8 - Büroraum 002	Gruppenbüro
118	NW F 217	3,00	3,000	OG5-R8 - Büroraum 002	Gruppenbüro
133	NW F 216	3,00	3,000	OG5-R6 - Büroraum	Gruppenbüro
134	NW F 215	3,00	3,000	OG5-R6 - Büroraum	Gruppenbüro
135	NW F 214	3,00	3,000	OG5-R6 - Büroraum	Gruppenbüro
139	NW F 220	2,25	3,000	OG5-R10 - Büroraum 014	Gruppenbüro
140	NW F 221	2,63	3,000	OG5-R10 - Büroraum 014	Gruppenbüro
141	NW F 222	2,25	3,000	OG5-R10 - Büroraum 014	Gruppenbüro
143	NO F 224	0,94	3,000	OG5-R10 - Büroraum 014	Gruppenbüro
144	NO F 223	1,13	3,000	OG5-R10 - Büroraum 014	Gruppenbüro
145	NO F 225	1,13	3,000	OG5-R10 - Büroraum 014	Gruppenbüro
146	NO F 093	2,50	3,000	OG5-R10 - Büroraum 014	Gruppenbüro
162	NO F 226	2,87	3,000	OG5-R12 - Büroraum 003	Gruppenbüro
163	NO F 227	3,00	3,000	OG5-R12 - Büroraum 003	Gruppenbüro
186	SO F 193	3,00	3,000	OG5-R11 - Büroraum 006	Gruppenbüro
187	SO F 192	1,30	3,000	OG5-R11 - Büroraum 006	Gruppenbüro
192	SO F 265	1,50	3,000	OG5-R15 - Büroraum 007	Gruppenbüro
193	SO F 195	3,00	3,000	OG5-R15 - Büroraum 007	Gruppenbüro
197	NO F 273	1,88	3,000	OG5-R13 - Büroraum 004	Gruppenbüro
198	NO F 277	1,88	3,000	OG5-R13 - Büroraum 004	Gruppenbüro
199	NO F 228	1,88	3,000	OG5-R13 - Büroraum 004	Gruppenbüro
206	SO F 200	3,00	3,000	OG5-R22 - Büroraum 012	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
207	SO F 199	2,86	3,000	OG5-R22 - Büroraum 012	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
208	SO F 201	2,25	3,000	OG5-R22 - Büroraum 012	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
210	SW F 208	3,00	3,000	OG5-R22 - Büroraum 012	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
211	SW F 203	2,25	3,000	OG5-R22 - Büroraum 012	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
212	SW F 206	3,00	3,000	OG5-R22 - Büroraum 012	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
216	SO F 196	2,63	3,000	OG5-R20 - Büroraum 008	Gruppenbüro

Schulungsversion

- nicht für den gewerblichen Einsatz

Objekt: Ulmer-Straße 196, Stuttgart

Ausrichtung, Bauteiltyp und Bauteil		Fläche A <sub>i</sub> m <sup>2</sup>	U <sub>i</sub> -Wert W/m <sup>2</sup> K	Raum	Zone
217	SO F 197	2,92	3,000	OG5-R20 - Büroraum 008	Gruppenbüro
225	SO F 192	0,00	3,000	OG5-R14 - Büroraum 005	Gruppenbüro
226	SO F 191	1,50	3,000	OG5-R14 - Büroraum 005	Gruppenbüro
227	SO F 190	2,25	3,000	OG5-R14 - Büroraum 005	Gruppenbüro
228	SO F 269	2,25	3,000	OG5-R14 - Büroraum 005	Gruppenbüro
230	NO F 281	1,88	3,000	OG5-R14 - Büroraum 005	Gruppenbüro
231	NO F 282	1,88	3,000	OG5-R14 - Büroraum 005	Gruppenbüro
232	NO F 283	1,88	3,000	OG5-R14 - Büroraum 005	Gruppenbüro
238	SW F 209	3,00	3,000	OG5-R28 - Büroraum 010	Gruppenbüro
239	SW F 210	3,00	3,000	OG5-R28 - Büroraum 010	Gruppenbüro
243	SO F 198	3,00	3,000	OG5-R21 - Büroraum 009	Gruppenbüro
257	SO F 120	3,00	3,000	OG4-R21 - Büroraum 009	Gruppenbüro
258	SO F 121	0,06	3,000	OG4-R21 - Büroraum 009	Gruppenbüro
270	NO F 150	3,00	3,000	OG4-R12 - Büroraum 003	Gruppenbüro
271	NO F 149	3,00	3,000	OG4-R12 - Büroraum 003	Gruppenbüro
282	NW F 136	3,00	3,000	OG4-R6 - Büroraum	Gruppenbüro
283	NW F 138	3,00	3,000	OG4-R6 - Büroraum	Gruppenbüro
284	NW F 137	3,00	3,000	OG4-R6 - Büroraum	Gruppenbüro
308	SW F 127	3,00	3,000	OG4-R28 - Büroraum 010	Gruppenbüro
309	SW F 128	3,00	3,000	OG4-R28 - Büroraum 010	Gruppenbüro
330	NO F 280	1,88	3,000	OG4-R14 - Büroraum 005	Gruppenbüro
331	NO F 278	1,88	3,000	OG4-R14 - Büroraum 005	Gruppenbüro
332	NO F 279	1,88	3,000	OG4-R14 - Büroraum 005	Gruppenbüro
334	SO F 112	2,25	3,000	OG4-R14 - Büroraum 005	Gruppenbüro
335	SO F 268	2,25	3,000	OG4-R14 - Büroraum 005	Gruppenbüro
336	SO F 113	1,50	3,000	OG4-R14 - Büroraum 005	Gruppenbüro
342	SO F 119	2,90	3,000	OG4-R20 - Büroraum 008	Gruppenbüro
343	SO F 118	2,63	3,000	OG4-R20 - Büroraum 008	Gruppenbüro
348	NW F 135	1,88	3,000	OG4-R18 - Büroraum 013	Gruppenbüro
349	NW F 134	1,88	3,000	OG4-R18 - Büroraum 013	Gruppenbüro
350	NW F 133	3,00	3,000	OG4-R18 - Büroraum 013	Gruppenbüro
352	SW F 130	1,13	3,000	OG4-R18 - Büroraum 013	Gruppenbüro
353	SW F 293	1,13	3,000	OG4-R18 - Büroraum 013	Gruppenbüro
354	SW F 129	1,13	3,000	OG4-R18 - Büroraum 013	Gruppenbüro
355	SW F 131	1,13	3,000	OG4-R18 - Büroraum 013	Gruppenbüro
356	SW F 132	1,50	3,000	OG4-R18 - Büroraum 013	Gruppenbüro
361	NW F 144	2,24	3,000	OG4-R10 - Büroraum 012	Gruppenbüro
362	NW F 296	2,25	3,000	OG4-R10 - Büroraum 012	Gruppenbüro

**Schulungsversion**

- nicht für den gewerblichen Einsatz -

Objekt: Ulmer-Straße 196, Stuttgart

Ausrichtung, Bauteiltyp und Bauteil		Fläche A <sub>i</sub> m <sup>2</sup>	U <sub>i</sub> -Wert W/m <sup>2</sup> K	Raum	Zone
363	NW F 142	2,25	3,000	OG4-R10 - Büroraum 012	Gruppenbüro
364	NW F 143	2,63	3,000	OG4-R10 - Büroraum 012	Gruppenbüro
372	NO F 145	1,13	3,000	OG4-R10 - Büroraum 012	Gruppenbüro
373	NO F 147	1,13	3,000	OG4-R10 - Büroraum 012	Gruppenbüro
374	NO F 146	0,94	3,000	OG4-R10 - Büroraum 012	Gruppenbüro
375	NO F 148	2,50	3,000	OG4-R10 - Büroraum 012	Gruppenbüro
378	SO F 117	3,00	3,000	OG4-R15 - Büroraum 007	Gruppenbüro
379	SO F 194	1,50	3,000	OG4-R15 - Büroraum 007	Gruppenbüro
430	SO F 154	1,36	3,000	OG4-R11 - Büroraum 006	Gruppenbüro
431	SO F 115	3,00	3,000	OG4-R11 - Büroraum 006	Gruppenbüro
435	SW F 125	3,00	3,000	OG4-R22 - Büroraum 014	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
436	SW F 126	2,25	3,000	OG4-R22 - Büroraum 014	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
437	SW F 124	3,00	3,000	OG4-R22 - Büroraum 014	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
440	SO F 121	2,74	3,000	OG4-R22 - Büroraum 014	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
441	SO F 122	3,00	3,000	OG4-R22 - Büroraum 014	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
442	SO F 123	2,25	3,000	OG4-R22 - Büroraum 014	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
452	SW F 262	1,88	3,000	OG4-R4 - Treppenraum	Verkehrsfläche
453	SW F 246	1,88	3,000	OG4-R4 - Treppenraum	Verkehrsfläche
456	NO F 151	1,88	3,000	OG4-R13 - Büroraum 004	Gruppenbüro
457	NO F 276	1,88	3,000	OG4-R13 - Büroraum 004	Gruppenbüro
458	NO F 272	1,88	3,000	OG4-R13 - Büroraum 004	Gruppenbüro
462	NW F 140	3,00	3,000	OG4-R8 - Büroraum 002	Gruppenbüro
463	NW F 285	3,00	3,000	OG4-R8 - Büroraum 002	Gruppenbüro
464	NW F 139	3,00	3,000	OG4-R8 - Büroraum 002	Gruppenbüro
467	SW F 088	3,00	3,000	OG3-R28 - Büroraum 011	Gruppenbüro
468	SW F 166	3,00	3,000	OG3-R28 - Büroraum 011	Gruppenbüro
469	SW F 087	3,00	3,000	OG3-R28 - Büroraum 011	Gruppenbüro
470	SW F 167	3,00	3,000	OG3-R28 - Büroraum 011	Gruppenbüro
486	SW F 090	1,13	3,000	OG3-R18 - Büroraum 013	Gruppenbüro
487	SW F 089	1,13	3,000	OG3-R18 - Büroraum 013	Gruppenbüro
488	SW F 169	1,13	3,000	OG3-R18 - Büroraum 013	Gruppenbüro
489	SW F 292	1,13	3,000	OG3-R18 - Büroraum 013	Gruppenbüro
490	SW F 170	1,13	3,000	OG3-R18 - Büroraum 013	Gruppenbüro
491	SW F 091	1,13	3,000	OG3-R18 - Büroraum 013	Gruppenbüro
492	SW F 092	1,50	3,000	OG3-R18 - Büroraum 013	Gruppenbüro
493	SW F 171	1,50	3,000	OG3-R18 - Büroraum 013	Gruppenbüro
495	NW F 172	3,00	3,000	OG3-R18 - Büroraum 013	Gruppenbüro
496	NW F 174	1,88	3,000	OG3-R18 - Büroraum 013	Gruppenbüro

**Schulungsversion**

- nicht für den gewerblichen Einsatz -

Objekt: Ulmer-Straße 196, Stuttgart

Ausrichtung, Bauteiltyp und Bauteil		Fläche A <sub>i</sub> m <sup>2</sup>	U <sub>i</sub> -Wert W/m <sup>2</sup> K	Raum	Zone
497	NW F 173	1,88	3,000	OG3-R18 - Büroraum 013	Gruppenbüro
514	NO F 187	3,00	3,000	OG3-R11 - Büroraum 003	Gruppenbüro
515	NO F 188	3,00	3,000	OG3-R11 - Büroraum 003	Gruppenbüro
516	NO F 109	3,00	3,000	OG3-R11 - Büroraum 003	Gruppenbüro
517	NO F 110	3,00	3,000	OG3-R11 - Büroraum 003	Gruppenbüro
528	SO F 078	2,63	3,000	OG3-R20 - Büroraum 008	Gruppenbüro
529	SO F 079	2,96	3,000	OG3-R20 - Büroraum 008	Gruppenbüro
550	SO F 116	1,50	3,000	OG3-R14 - Büroraum 006	Gruppenbüro
551	SO F 068	3,00	3,000	OG3-R14 - Büroraum 006	Gruppenbüro
589	NO F 183	1,88	3,000	OG3-R13 - Büroraum 005	Gruppenbüro
590	NO F 259	1,88	3,000	OG3-R13 - Büroraum 005	Gruppenbüro
591	NO F 260	1,88	3,000	OG3-R13 - Büroraum 005	Gruppenbüro
593	SO F 267	2,25	3,000	OG3-R13 - Büroraum 005	Gruppenbüro
594	SO F 072	2,25	3,000	OG3-R13 - Büroraum 005	Gruppenbüro
595	SO F 073	1,50	3,000	OG3-R13 - Büroraum 005	Gruppenbüro
600	NW F 098	3,00	3,000	OG3-R6 - Büroraum	Gruppenbüro
601	NW F 097	3,00	3,000	OG3-R6 - Büroraum	Gruppenbüro
602	NW F 096	3,00	3,000	OG3-R6 - Büroraum	Gruppenbüro
608	NO F 189	1,88	3,000	OG3-R12 - Büroraum 004	Gruppenbüro
609	NO F 271	1,88	3,000	OG3-R12 - Büroraum 004	Gruppenbüro
610	NO F 111	1,88	3,000	OG3-R12 - Büroraum 004	Gruppenbüro
611	NO F 275	1,88	3,000	OG3-R12 - Büroraum 004	Gruppenbüro
617	NW F 103	2,63	3,000	OG3-R8 - Büroraum 012	Gruppenbüro
618	NW F 295	2,25	3,000	OG3-R8 - Büroraum 012	Gruppenbüro
619	NW F 181	2,25	3,000	OG3-R8 - Büroraum 012	Gruppenbüro
620	NW F 104	2,24	3,000	OG3-R8 - Büroraum 012	Gruppenbüro
622	NO F 184	1,13	3,000	OG3-R8 - Büroraum 012	Gruppenbüro
623	NO F 186	1,13	3,000	OG3-R8 - Büroraum 012	Gruppenbüro
624	NO F 105	1,13	3,000	OG3-R8 - Büroraum 012	Gruppenbüro
625	NO F 185	0,94	3,000	OG3-R8 - Büroraum 012	Gruppenbüro
626	NO F 107	1,13	3,000	OG3-R8 - Büroraum 012	Gruppenbüro
627	NO F 108	2,50	3,000	OG3-R8 - Büroraum 012	Gruppenbüro
628	NO F 106	0,94	3,000	OG3-R8 - Büroraum 012	Gruppenbüro
654	SO F 161	3,00	3,000	OG3-R22 - Büroraum 014	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
655	SO F 081	2,85	3,000	OG3-R22 - Büroraum 014	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
656	SO F 162	2,25	3,000	OG3-R22 - Büroraum 014	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
659	SW F 165	2,25	3,000	OG3-R22 - Büroraum 014	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
660	SW F 086	2,25	3,000	OG3-R22 - Büroraum 014	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar

Schulungsversion

- nicht für den gewerblichen Einsatz

Objekt: Ulmer-Straße 196, Stuttgart

Ausrichtung, Bauteiltyp und Bauteil		Fläche A <sub>i</sub> m <sup>2</sup>	U <sub>i</sub> -Wert W/m <sup>2</sup> K	Raum	Zone
661	SW F 164	3,00	3,000	OG3-R22 - Büroraum 014	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
662	SW F 163	3,00	3,000	OG3-R22 - Büroraum 014	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
663	SW F 085	3,00	3,000	OG3-R22 - Büroraum 014	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
664	SW F 084	3,00	3,000	OG3-R22 - Büroraum 014	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
670	NW F 099	3,00	3,000	OG3-R7 - Büroraum 002	Gruppenbüro
671	NW F 284	3,00	3,000	OG3-R7 - Büroraum 002	Gruppenbüro
672	NW F 100	3,00	3,000	OG3-R7 - Büroraum 002	Gruppenbüro
675	SO F 114	1,41	3,000	OG3-R10 - Büroraum 007	Gruppenbüro
676	SO F 075	3,00	3,000	OG3-R10 - Büroraum 007	Gruppenbüro
690	SW F 245	1,88	3,000	OG3-R4 - Treppenraum	Verkehrsfläche
691	SW F 244	1,88	3,000	OG3-R4 - Treppenraum	Verkehrsfläche
695	SO F 080	3,00	3,000	OG3-R21 - Büroraum 009	Gruppenbüro
709	NW F 255	3,00	3,000	OG2-R5 - Büroraum 002	Gruppenbüro
710	NW F 252	3,00	3,000	OG2-R5 - Büroraum 002	Gruppenbüro
711	NW F 251	3,00	3,000	OG2-R5 - Büroraum 002	Gruppenbüro
720	SO F 083	3,00	3,000	OG2-R10 - Büroraum 006	Gruppenbüro
721	SO F 074	1,41	3,000	OG2-R10 - Büroraum 006	Gruppenbüro
743	NO F 177	3,00	3,000	OG2-R11 - Büroraum 003	Gruppenbüro
744	NO F 182	3,00	3,000	OG2-R11 - Büroraum 003	Gruppenbüro
764	SW F 236	1,13	3,000	OG2-R17 - Büroraum 013	Gruppenbüro
765	SW F 229	1,13	3,000	OG2-R17 - Büroraum 013	Gruppenbüro
766	SW F 232	1,13	3,000	OG2-R17 - Büroraum 013	Gruppenbüro
767	SW F 291	1,13	3,000	OG2-R17 - Büroraum 013	Gruppenbüro
768	SW F 234	1,50	3,000	OG2-R17 - Büroraum 013	Gruppenbüro
770	NW F 256	1,88	3,000	OG2-R17 - Büroraum 013	Gruppenbüro
771	NW F 247	1,88	3,000	OG2-R17 - Büroraum 013	Gruppenbüro
772	NW F 257	3,00	3,000	OG2-R17 - Büroraum 013	Gruppenbüro
783	SW F 237	2,25	3,000	OG2-R21 - Büroraum 014	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
784	SW F 235	3,00	3,000	OG2-R21 - Büroraum 014	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
785	SW F 230	3,00	3,000	OG2-R21 - Büroraum 014	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
787	SO F 158	3,00	3,000	OG2-R21 - Büroraum 014	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
788	SO F 159	2,80	3,000	OG2-R21 - Büroraum 014	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
789	SO F 077	2,25	3,000	OG2-R21 - Büroraum 014	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
829	SO F 156	3,00	3,000	OG2-R19 - Büroraum 008	Gruppenbüro
830	SO F 082	2,63	3,000	OG2-R19 - Büroraum 008	Gruppenbüro
835	SO F 076	1,50	3,000	OG2-R14 - Büroraum 007	Gruppenbüro
836	SO F 160	3,00	3,000	OG2-R14 - Büroraum 007	Gruppenbüro
841	NW F 254	3,00	3,000	OG2-R7 - Büroraum	Gruppenbüro

**Schulungsrevision**

- nicht für andere Zwecke einzusetzen -

Objekt: Ulmer-Straße 196, Stuttgart

Ausrichtung, Bauteiltyp und Bauteil		Fläche A <sub>i</sub> m <sup>2</sup>	U <sub>i</sub> -Wert W/m <sup>2</sup> K	Raum	Zone
842	NW F 249	3,00	3,000	OG2-R7 - Büroraum	Gruppenbüro
843	NW F 250	3,00	3,000	OG2-R7 - Büroraum	Gruppenbüro
850	NW F 248	2,25	3,000	OG2-R9 - Büroraum 010	Gruppenbüro
851	NW F 253	2,63	3,000	OG2-R9 - Büroraum 010	Gruppenbüro
852	NW F 287	2,25	3,000	OG2-R9 - Büroraum 010	Gruppenbüro
853	NW F 258	2,25	3,000	OG2-R9 - Büroraum 010	Gruppenbüro
859	NO F 095	0,94	3,000	OG2-R9 - Büroraum 010	Gruppenbüro
860	NO F 102	1,13	3,000	OG2-R9 - Büroraum 010	Gruppenbüro
861	NO F 178	2,50	3,000	OG2-R9 - Büroraum 010	Gruppenbüro
862	NO F 094	1,13	3,000	OG2-R9 - Büroraum 010	Gruppenbüro
879	SO F 157	3,00	3,000	OG2-R20 - Büroraum 009	Gruppenbüro
883	SW F 233	3,00	3,000	OG2-R27 - Büroraum 011	Gruppenbüro
884	SW F 231	3,00	3,000	OG2-R27 - Büroraum 011	Gruppenbüro
890	NO F 175	1,88	3,000	OG2-R13 - Büroraum 005	Gruppenbüro
891	NO F 179	1,88	3,000	OG2-R13 - Büroraum 005	Gruppenbüro
892	NO F 176	1,88	3,000	OG2-R13 - Büroraum 005	Gruppenbüro
894	SO F 153	1,50	3,000	OG2-R13 - Büroraum 005	Gruppenbüro
895	SO F 266	2,25	3,000	OG2-R13 - Büroraum 005	Gruppenbüro
896	SO F 152	2,25	3,000	OG2-R13 - Büroraum 005	Gruppenbüro
901	NO F 180	1,88	3,000	OG2-R12 - Büroraum 004	Gruppenbüro
902	NO F 270	1,88	3,000	OG2-R12 - Büroraum 004	Gruppenbüro
903	NO F 274	1,88	3,000	OG2-R12 - Büroraum 004	Gruppenbüro
907	SW F 243	1,88	3,000	OG2-R4 - Treppenraum	Verkehrsfläche
908	SW F 242	1,88	3,000	OG2-R4 - Treppenraum	Verkehrsfläche
911	NO F 041	1,88	3,000	OG1-R15 - Büroraum 003	Gruppenbüro
912	NO F 101	1,88	3,000	OG1-R15 - Büroraum 003	Gruppenbüro
913	NO F 039	1,88	3,000	OG1-R15 - Büroraum 003	Gruppenbüro
915	SO F 034	2,25	3,000	OG1-R15 - Büroraum 003	Gruppenbüro
916	SO F 033	1,50	3,000	OG1-R15 - Büroraum 003	Gruppenbüro
917	SO F 030	2,25	3,000	OG1-R15 - Büroraum 003	Gruppenbüro
924	NO F 067	1,13	3,000	OG1-R11 - Büroraum 012	Gruppenbüro
925	NO F 155	2,50	3,000	OG1-R11 - Büroraum 012	Gruppenbüro
926	NO F 065	1,13	3,000	OG1-R11 - Büroraum 012	Gruppenbüro
927	NO F 066	0,94	3,000	OG1-R11 - Büroraum 012	Gruppenbüro
932	NW F 064	2,24	3,000	OG1-R11 - Büroraum 012	Gruppenbüro
933	NW F 168	2,25	3,000	OG1-R11 - Büroraum 012	Gruppenbüro
934	NW F 062	2,25	3,000	OG1-R11 - Büroraum 012	Gruppenbüro
935	NW F 063	2,63	3,000	OG1-R11 - Büroraum 012	Gruppenbüro

**Schulungsversion**

- nicht für den gewerblichen Einsatz -

Objekt: Ulmer-Straße 196, Stuttgart

Ausrichtung, Bauteiltyp und Bauteil		Fläche A <sub>i</sub> m <sup>2</sup>	U <sub>i</sub> -Wert W/m <sup>2</sup> K	Raum	Zone
953 SW F 045		3,00	3,000	OG1-R20 - Büroraum 014	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
954 SW F 044		3,00	3,000	OG1-R20 - Büroraum 014	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
955 SW F 046		2,25	3,000	OG1-R20 - Büroraum 014	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
961 SO F 290		0,09	3,000	OG1-R20 - Büroraum 014	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
962 SO F 239		2,63	3,000	OG1-R20 - Büroraum 014	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
963 SO F 043		2,25	3,000	OG1-R20 - Büroraum 014	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
964 SO F 042		3,00	3,000	OG1-R20 - Büroraum 014	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
1008 SW F 048		3,00	3,000	OG1-R23 - Büroraum 011	Gruppenbüro
1009 SW F 047		3,00	3,000	OG1-R23 - Büroraum 011	Gruppenbüro
1018 SO F 035		3,00	3,000	OG1-R12 - Büroraum 007	Gruppenbüro
1019 SO F 141		1,50	3,000	OG1-R12 - Büroraum 007	Gruppenbüro
1065 NW F 053		3,00	3,000	OG1-R22 - Büroraum 013	Gruppenbüro
1066 NW F 055		1,88	3,000	OG1-R22 - Büroraum 013	Gruppenbüro
1067 NW F 054		1,88	3,000	OG1-R22 - Büroraum 013	Gruppenbüro
1068 NW F 288		3,00	3,000	OG1-R22 - Büroraum 013	Gruppenbüro
1071 SW F 052		1,50	3,000	OG1-R22 - Büroraum 013	Gruppenbüro
1072 SW F 289		1,13	3,000	OG1-R22 - Büroraum 013	Gruppenbüro
1073 SW F 050		1,13	3,000	OG1-R22 - Büroraum 013	Gruppenbüro
1074 SW F 049		1,13	3,000	OG1-R22 - Büroraum 013	Gruppenbüro
1075 SW F 051		1,13	3,000	OG1-R22 - Büroraum 013	Gruppenbüro
1081 NW F 059		3,00	3,000	OG1-R9 - Büroraum 004	Gruppenbüro
1082 NW F 061		3,00	3,000	OG1-R9 - Büroraum 004	Gruppenbüro
1083 NW F 060		3,00	3,000	OG1-R9 - Büroraum 004	Gruppenbüro
1094 SW F 240		1,88	3,000	OG1-R4 - Treppenraum	Verkehrsfläche
1095 SW F 241		1,88	3,000	OG1-R4 - Treppenraum	Verkehrsfläche
1106 SO F 290		1,30	3,000	OG1-R21 - Büroraum 010	Gruppenbüro
1107 SO F 040		3,00	3,000	OG1-R21 - Büroraum 010	Gruppenbüro
1113 NW F 056		3,00	3,000	OG1-R6 - Büroraum 005	Gruppenbüro
1114 NW F 058		3,00	3,000	OG1-R6 - Büroraum 005	Gruppenbüro
1115 NW F 057		3,00	3,000	OG1-R6 - Büroraum 005	Gruppenbüro
1121 NO F 032		1,88	3,000	OG1-R14 - Büroraum 002	Gruppenbüro
1122 NO F 071		1,88	3,000	OG1-R14 - Büroraum 002	Gruppenbüro
1123 NO F 036		1,88	3,000	OG1-R14 - Büroraum 002	Gruppenbüro
1126 NO F 070		3,00	3,000	OG1-R13 - Büroraum	Gruppenbüro
1127 NO F 069		3,00	3,000	OG1-R13 - Büroraum	Gruppenbüro
1130 SO F 219		1,50	3,000	OG1-R16 - Büroraum 008	Gruppenbüro
1131 SO F 037		3,00	3,000	OG1-R16 - Büroraum 008	Gruppenbüro
1135 SO F 238		2,63	3,000	OG1-R28 - Büroraum 009	Gruppenbüro

**Schulungsversion**

- nicht für den gewerblichen Einsatz -

Objekt: Ulmer-Straße 196, Stuttgart

Ausrichtung, Bauteiltyp und Bauteil	Fläche A <sub>i</sub> m <sup>2</sup>	U <sub>i</sub> -Wert W/m <sup>2</sup> K	Raum	Zone
1136 SO F 038	3,00	3,000	OG1-R28 - Büroraum 009	Gruppenbüro
1162 SO F 027	2,35	3,000	EG-R12 - Flur 003	Sonstige Aufenthaltsräume
1163 SO F 017	1,69	3,000	EG-R12 - Flur 003	Sonstige Aufenthaltsräume
1164 SO F 022	2,94	3,000	EG-R12 - Flur 003	Sonstige Aufenthaltsräume
1165 SO F 031	2,94	3,000	EG-R12 - Flur 003	Sonstige Aufenthaltsräume
1166 SO F 023	3,52	3,000	EG-R12 - Flur 003	Sonstige Aufenthaltsräume
1167 SO F 021	2,94	3,000	EG-R12 - Flur 003	Sonstige Aufenthaltsräume
1179 NO F 029	4,11	3,000	EG-R12 - Flur 003	Sonstige Aufenthaltsräume
1180 NO F 001	4,70	3,000	EG-R12 - Flur 003	Sonstige Aufenthaltsräume
1181 NO F 002	4,11	3,000	EG-R12 - Flur 003	Sonstige Aufenthaltsräume
1182 NO F 028	4,11	3,000	EG-R12 - Flur 003	Sonstige Aufenthaltsräume
1187 SW F 005	4,70	3,000	EG-R12 - Flur 003	Sonstige Aufenthaltsräume
1188 SW F 003	2,35	3,000	EG-R12 - Flur 003	Sonstige Aufenthaltsräume
1189 SW F 007	4,70	3,000	EG-R12 - Flur 003	Sonstige Aufenthaltsräume
1190 SW F 006	4,70	3,000	EG-R12 - Flur 003	Sonstige Aufenthaltsräume
1191 SW F 004	4,70	3,000	EG-R12 - Flur 003	Sonstige Aufenthaltsräume
1193 NW F 019	3,52	3,000	EG-R12 - Flur 003	Sonstige Aufenthaltsräume
1194 NW F 018	4,70	3,000	EG-R12 - Flur 003	Sonstige Aufenthaltsräume
1195 NW F 020	4,11	3,000	EG-R12 - Flur 003	Sonstige Aufenthaltsräume
1241 SO F 011	2,25	3,000	EG-R1 - Flur	Sonstige Aufenthaltsräume
1242 SO F 009	2,25	3,000	EG-R1 - Flur	Sonstige Aufenthaltsräume
1243 SO F 012	1,69	3,000	EG-R1 - Flur	Sonstige Aufenthaltsräume
1244 SO F 008	2,25	3,000	EG-R1 - Flur	Sonstige Aufenthaltsräume
1245 SO F 010	2,25	3,000	EG-R1 - Flur	Sonstige Aufenthaltsräume
1250 NO F 026	3,52	3,000	EG-R17 - Büroraum	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar
1260 NW F 025	4,70	3,000	EG-R13 - Nebenraum	WC und Sanitärräume in Nichtwohnggeb...
1261 NW F 024	4,70	3,000	EG-R13 - Nebenraum	WC und Sanitärräume in Nichtwohnggeb...
1276 SO F 014	2,25	3,000	EG-R2 - Nebenraum 003	Sonstige Aufenthaltsräume
1277 SO F 015	2,25	3,000	EG-R2 - Nebenraum 003	Sonstige Aufenthaltsräume
1278 SO F 013	1,69	3,000	EG-R2 - Nebenraum 003	Sonstige Aufenthaltsräume
1279 SO F 016	2,25	3,000	EG-R2 - Nebenraum 003	Sonstige Aufenthaltsräume
<b>Zwischensumme =</b>				<b>692,89</b>
<b>Tür (nach außen)</b>				
1153 SW AT 004	2,31	2,700	EG-R15 - Flur 002	Verkehrsfläche
1154 SW AT 005	2,31	2,700	EG-R15 - Flur 002	Verkehrsfläche
1183 NO AT 006	2,31	2,700	EG-R12 - Flur 003	Sonstige Aufenthaltsräume
1184 NO AT 007	2,31	2,700	EG-R12 - Flur 003	Sonstige Aufenthaltsräume
1196 NW AT 009	2,31	2,700	EG-R12 - Flur 003	Sonstige Aufenthaltsräume

Schulungssoftware

Energieeffizienten Einsatz



Objekt: Ulmer-Straße 196, Stuttgart

Ausrichtung, Bauteiltyp und Bauteil		Fläche A <sub>i</sub> m <sup>2</sup>	U <sub>i</sub> -Wert W/m <sup>2</sup> K	Raum	Zone
1197 NW AT 008		2,31	2,700	EG-R12 - Flur 003	Sonstige Aufenthaltsräume
1198 NW AT 003		2,31	2,700	EG-R12 - Flur 003	Sonstige Aufenthaltsräume
1225 SW AT 002		2,52	2,700	EG-R7 - Treppenraum	Verkehrsfläche
<b>Zwischensumme =</b>		<b>18,69</b>			
<b>Boden gegen Keller/unbeheizten Raum</b>					
1145 Boden EG 002-54		8,24	0,898	EG-R10 - WC-Raum 002   Keller-R1 - Kel...	WC und Sanitärräume in Nichtwohnggeb...
1151 Boden EG 002-47		6,04	0,898	EG-R3 - Treppenraum 002   Keller-R5 - Tr...	Verkehrsfläche   Fx 0,50
1160 Boden EG 002-64		20,56	0,898	EG-R15 - Flur 002   Keller-R11 - Hausans...	Verkehrsfläche   Fx 0,50
1213 Boden EG 002-60		3,27	0,898	EG-R12 - Flur 003   Keller-R14 - Kellerrau...	Sonstige Aufenthaltsräume   Fx 0,50
1214 Boden EG 002-59		25,61	0,898	EG-R12 - Flur 003   Keller-R8 - Flur	Sonstige Aufenthaltsräume   Fx 0,50
1215 Boden EG 002-57		27,55	0,898	EG-R12 - Flur 003   Keller-R6 - Kellerrau...	Sonstige Aufenthaltsräume   Fx 0,50
1216 Boden EG 002-58		120,32	0,898	EG-R12 - Flur 003   Keller-R7 - Kellerrau...	Sonstige Aufenthaltsräume   Fx 0,50
1217 Boden EG 002-56		197,54	0,898	EG-R12 - Flur 003   Keller-R1 - Kellerrau...	Sonstige Aufenthaltsräume   Fx 0,50
1218 Boden EG 002-61		22,68	0,898	EG-R12 - Flur 003   Keller-R15 - Kellerrau...	Sonstige Aufenthaltsräume   Fx 0,50
1226 Boden EG 002-51		17,11	0,898	EG-R7 - Treppenraum   Keller-R2 - Treppe...	Verkehrsfläche   Fx 0,50
1231 Boden EG 002-53		15,94	0,898	EG-R9 - WC-Raum   Keller-R1 - Kellerrau...	WC und Sanitärräume in Nichtwohnggeb...
1246 Boden EG 002-45		27,79	0,898	EG-R1 - Flur   Keller-R13 - Kellerraum	Sonstige Aufenthaltsräume   Fx 0,50
1247 Boden EG 002-44		25,94	0,898	EG-R1 - Flur   Keller-R12 - Kellerraum 002	Sonstige Aufenthaltsräume   Fx 0,50
1248 Boden EG 002-43		13,56	0,898	EG-R1 - Flur   Keller-R11 - Hausanschluss...	Sonstige Aufenthaltsräume   Fx 0,50
1252 Boden EG 002-67		18,40	0,898	EG-R17 - Büroraum   Keller-R1 - Kellerra...	Besprechung/Sitzungszimmer/Sehinar   ...
1257 Boden EG 002-49		4,89	0,898	EG-R5 - WC-Raum 004   Keller-R4 - Flur ...	WC und Sanitärräume in Nichtwohnggeb...
1262 Boden EG 002-62		19,33	0,898	EG-R13 - Nebenraum   Keller-R1 - Kellerr...	WC und Sanitärräume in Nichtwohnggeb...
1263 Boden EG 002-52		5,61	0,898	EG-R8 - WC-Raum 005   Keller-R4 - Flur ...	WC und Sanitärräume in Nichtwohnggeb...
1265 Boden EG 002-65		1,34	0,898	EG-R16 - Nebenraum 002   Keller-R9 - Ne...	Nebenflächen ohne Aufenthaltsräume   F...
1266 Boden EG 002-66		0,58	0,898	Keller-R10 - Nebenraum   EG-R16 - Nebe...	Nebenflächen ohne Aufenthaltsräume   F...
1269 Boden EG 002-55		10,09	0,898	EG-R11 - Küche   Keller-R1 - Kellerraum ...	WC und Sanitärräume in Nichtwohnggeb...
1270 Boden EG 002-50		1,95	0,898	Keller-R3 - Treppenraum 002   EG-R6 - Tr...	Verkehrsfläche   Fx 0,50
1271 Boden EG 002-48		12,38	0,898	EG-R4 - WC-Raum 003   Keller-R1 - Kell...	WC und Sanitärräume in Nichtwohnggeb...
1274 Boden EG 002-63		8,27	0,898	EG-R14 - Nebenraum 004   Keller-R1 - Ke...	Sonstige Aufenthaltsräume   Fx 0,50
1280 Boden EG 002-46		36,65	0,898	EG-R2 - Nebenraum 003   Keller-R1 - Kell...	Sonstige Aufenthaltsräume   Fx 0,50
<b>Zwischensumme =</b>		<b>652,63</b>			

## **Anlagen, Teil 5**

**Daten Bestandsgebäude.**

# ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 79 ff. Gebäudeenergiegesetz (GEG) vom <sup>1</sup> 8. August 2020

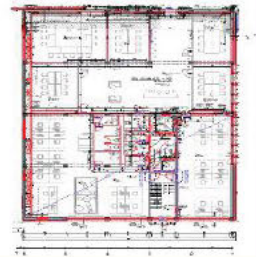
www.hottgenroth.de

Gültig bis: 28.11.2032

Vorschau  
(Ausweis rechtlich nicht gültig)

1

## Gebäude

Hauptnutzung / Gebäudekategorie	Nichtwohngebäude		
Adresse	Ulmer-Straße 196 Stuttgart		
Gebäudeteil <sup>2</sup>	Nichtwohngebäude		
Baujahr Gebäude <sup>3</sup>	2022		
Baujahr Wärmeerzeuger <sup>3,4</sup>			
Nettogrundfläche <sup>5</sup>	3.119,1 m <sup>2</sup>		
Wesentliche Energieträger für Heizung <sup>3</sup>	Heizwerk, fossil		
Wesentliche Energieträger für Warmwasser <sup>3</sup>			
Erneuerbare Energien	Art:	Verwendung:	
Art der Lüftung <sup>3</sup>	<input checked="" type="checkbox"/> Fensterlüftung <input type="checkbox"/> Schachtlüftung	<input type="checkbox"/> Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung <input type="checkbox"/> Lüftungsanlage ohne Wärmerückgewinnung	
Art der Kühlung <sup>3</sup>	<input type="checkbox"/> Passive Kühlung <input type="checkbox"/> Gelieferte Kälte	<input checked="" type="checkbox"/> Kühlung aus Strom <input type="checkbox"/> Kühlung aus Wärme	
Inspektionspflichtige Klimaanlage <sup>6</sup>	Anzahl: 1	Nächstes Fälligkeitsdatum der Inspektion: 21.08.2022	
Anlass der Ausstellung des Energieausweises	<input type="checkbox"/> Neubau <input type="checkbox"/> Vermietung / Verkauf	<input type="checkbox"/> Modernisierung (Änderung / Erweiterung)	<input checked="" type="checkbox"/> Aushangpflicht <input type="checkbox"/> Sonstiges (freiwillig)

## Hinweise zu den Angaben über die energetische Qualität des Gebäudes

Die energetische Qualität eines Gebäudes kann durch die Berechnung des **Energiebedarfs** unter Annahme von standardisierten Randbedingungen oder durch die Auswertung des **Energieverbrauchs** ermittelt werden. **Als Bezugsfläche dient die Nettogrundfläche.** Teil des Energieausweises sind die Modernisierungsempfehlungen (Seite 4).

Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Berechnungen des **Energiebedarfs** erstellt (Energiebedarfsausweis). Die Ergebnisse sind auf **Seite 2** dargestellt. Zusätzliche Informationen zum Verbrauch sind freiwillig. Diese Art der Ausstellung ist Pflicht bei Neubauten und bestimmten Modernisierungen nach § 80 Absatz 2 GEG. Die angegebenen Vergleichswerte sind die Anforderungen des GEG zum Zeitpunkt der Erstellung des Energieausweises (**Erläuterungen – siehe Seite 5**).

Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Auswertungen des **Energieverbrauchs** erstellt. (Energieverbrauchsausweis). Die Ergebnisse sind auf **Seite 3** dargestellt. Die Vergleichswerte beruhen auf statistischen Auswertungen.

Datenerhebung Bedarf/Verbrauch durch  Eigentümer  Aussteller

Dem Energieausweis sind zusätzliche Informationen zur energetischen Qualität beigefügt (freiwillige Angabe).

## Hinweise zur Verwendung des Energieausweises

Energieausweise dienen ausschließlich der Information. Die Angaben im Energieausweis beziehen sich auf das gesamte Gebäude oder den oben bezeichneten Gebäudeteil. Der Energieausweis ist lediglich dafür gedacht, einen überschlägigen Vergleich von Gebäuden zu ermöglichen.

Aussteller (mit Anschrift und Berufsbezeichnung)

DEMO-Version

Musterstr. 13  
23323 Musterstadt

Unterschrift des Ausstellers

Ausstellungsdatum 29.11.2022

<sup>1</sup> Datum des angewendeten GEG, gegebenenfalls des angewendeten Änderungsgesetzes zum GEG

<sup>2</sup> nur im Falle des § 79 Absatz 2 Satz 2 GEG

<sup>3</sup> Mehrfachangaben möglich

<sup>4</sup> bei Wärmenetzen Baujahr der Übergabestation

<sup>5</sup> Nettogrundfläche ist im Sinne des GEG ausschließlich der beheizte / gekühlte Teil der Nettogrundfläche

<sup>6</sup> Klimaanlage oder kombinierte Lüftungs- und Klimaanlage im Sinne des § 74 GEG

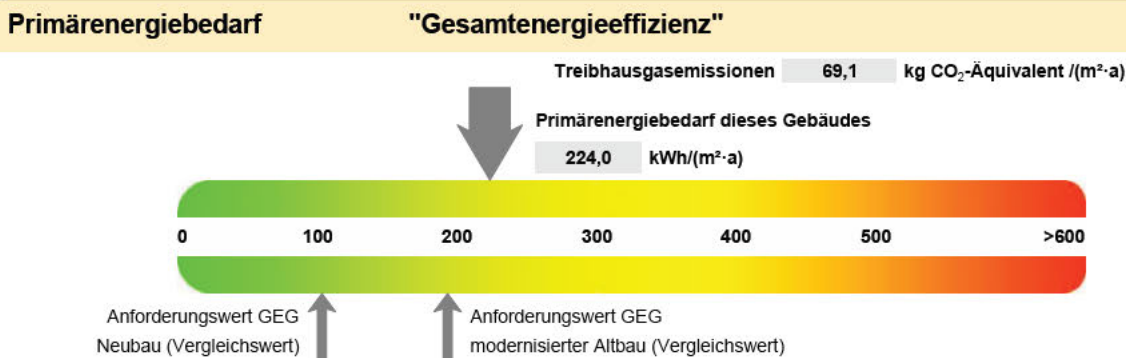
# ENERGIEAUSWEIS *Simulation* für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 79 ff. Gebäudeenergiegesetz (GEG) vom <sup>1</sup> 8. August 2020

**Berechneter Energiebedarf des Gebäudes**

**Vorschau**  
(Ausweis rechtlich nicht gültig)

**2**



Anforderungen gemäß GEG<sup>2</sup>

Primärenergiebedarf  
Ist-Wert **224,0** kWh/(m<sup>2</sup>·a) Anforderungswert **193,2** kWh/(m<sup>2</sup>·a)

Mittlere Wärmedurchgangskoeffizienten  eingehalten  
Sommerlicher Wärmeschutz (bei Neubau)  eingehalten

Für Energiebedarfsberechnungen verwendetes Verfahren

- Verfahren nach § 21 GEG
- Verfahren nach § 32 GEG ("Ein-Zonen-Modell")
- Vereinfachungen nach § 50 Absatz 4 GEG
- Vereinfachungen nach § 21 Absatz 2 Satz 2 GEG

**Endenergiebedarf**

Energieträger	Jährlicher Endenergiebedarf in kWh/(m <sup>2</sup> ·a) für					Gebäude insgesamt
	Heizung	Warmwasser	Eingebaute Beleuchtung	Lüftung <sup>3)</sup>	Kühlung einschl. Befeuchtung	
Heizwerk, fossil	128,1					128,1
Strom (Hilfsenergie)			23,0		0,5	23,5
Strom-Mix					8,4	8,4

**Endenergiebedarf Wärme** [Pflichtangabe in Immobilienanzeigen] **136,5 kWh/(m<sup>2</sup>·a)**

**Endenergiebedarf Strom** [Pflichtangabe in Immobilienanzeigen] **23,5 kWh/(m<sup>2</sup>·a)**

**Angaben zur Nutzung erneuerbarer Energien<sup>4</sup>**

**Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs auf Grund des § 10 Absatz 2 Nummer 3 GEG**

Art	Deckungsanteil	Anteil der Pflichterfüllung
	%	%
	%	%
Summe:	%	%

**Maßnahmen zur Einsparung<sup>4</sup>**

Die Anforderungen zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs werden durch eine Maßnahme nach § 45 GEG oder als Kombination gemäß § 34 Absatz 2 GEG erfüllt.

- Die Anforderungen nach § 45 GEG in Verbindung mit § 19 GEG sind eingehalten.
- Maßnahme nach § 45 GEG in Kombination gemäß § 34 Absatz 2 GEG: Die Anforderungen nach § 19 GEG werden um % unterschritten. Anteil der Pflichterfüllung: %
- Bei grundlegender Renovierung eines öffentlichen Gebäudes:<sup>5</sup> Die Anforderungen des § 52 Absatz 1 GEG werden eingehalten.

**Gebäudezonen**

Nr.	Zone	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Anteil [%]
1	WC und Sanitärräume in Nichtwohgeb...	165,2	3,7
2	Verkehrsfläche	674,8	15,4
3	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar	295,6	7,2
4	Lager	191,1	4,5
5	Serverraum/Rechenzentrum	52,0	1,3
6	Sonstige Aufenthaltsräume	579,5	14,2
7	Nebenflächen ohne Aufenthaltsräume	358,4	8,5
8	Gruppenbüro	2.026,8	45,2
9			

weitere Einträge in Anlage

**Erläuterungen zum Berechnungsverfahren**

Das Gebäudeenergiegesetz lässt für die Berechnung des Energiebedarfs in vielen Fällen neben dem Berechnungsverfahren alternative Vereinfachungen zu, die im Einzelfall zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die ausgewiesenen Bedarfswerte sind spezifische Werte nach dem GEG pro Quadratmeter beheizte/gekühlte Nettogrundfläche.

<sup>1</sup> siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises

<sup>2</sup> nur bei Neubau sowie bei Modernisierung im Fall § 80 Absatz 2 GEG

<sup>3</sup> nur Hilfsenergiebedarf

<sup>4</sup> nur bei Neubau

<sup>5</sup> nur bei grundlegender Renovierung eines öffentlichen Gebäudes nach § 52 Absatz 1 GEG

## GEG- und BEG-Anforderungen

### Bundesförderung für effiziente Gebäude - Nichtwohngebäude - Bestand

Nutzung	Nichtwohngebäude
Beheiztes Gebäudevolumen $V_e$	12551,5 m <sup>3</sup>
Hüllfläche A	3471,2 m <sup>2</sup>
Nettogrundfläche $A_{NGF}$	2926,1 m <sup>2</sup>
Fensterfläche	692,9 m <sup>2</sup>
Außentürfläche	18,7 m <sup>2</sup>
Bauart des Gebäudes	nicht leichte Bauart
Gebäudetyp	freistehend

### Effizienzgebäude-Stufen

Ergebnis			Anforderungen NWG						
			GEG		BEG-Effizienzhaus				
	Einheit	Ist-Wert	Bestand	REF (100%)	EH40	EH55	EH70	EH100 *	Denkmal
Primärenergiebedarf $Q_p$	kWh/m <sup>2</sup> a	224,0	<input type="checkbox"/> 193,2	138,0	<input type="checkbox"/> 55,2	<input type="checkbox"/> 75,9	<input type="checkbox"/> 96,6	<input type="checkbox"/> 138,0	<input type="checkbox"/> 220,8
Mittlerer U-Wert opake Bauteile	W/m <sup>2</sup> K	0,58	<input type="checkbox"/> 0,56		<input type="checkbox"/> 0,18	<input type="checkbox"/> 0,22	<input type="checkbox"/> 0,26	<input type="checkbox"/> 0,34	
Mittlerer U-Wert transparente Bauteile	W/m <sup>2</sup> K	3,0	<input type="checkbox"/> 2,7		<input type="checkbox"/> 1,0	<input type="checkbox"/> 1,2	<input type="checkbox"/> 1,4	<input type="checkbox"/> 1,8	
Mittlerer U-Wert Lichtkuppeln, etc.	W/m <sup>2</sup> K	2,7	<input checked="" type="checkbox"/> 4,3		<input type="checkbox"/> 1,6	<input type="checkbox"/> 2,0	<input type="checkbox"/> 2,4	<input checked="" type="checkbox"/> 3,0	

\* EH 100 für Bestandsgebäude wird nur noch bis zum 28.07.2022 gefördert.

### EE-Klasse

Bereitstellung durch erneuerbare Energien	Energie [kWh/a]	Deckungsgrad [%]
Fernwärme	168174	35,6

Anforderung EE-Klasse nicht erfüllt (mindestens 55 % Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien).

Summe Deckungsgrad: 35,6%

# Bestand: Ergebnisse

Energieberater 18599 3D PLUS

Programm Kataloge Datenverwaltung Ansicht Extras Hilfe

Sanierung "Büroturm" Bestand Ist-Zustand GEG - DIN 18599:2018 - Nichtwohngebäude

EH WPB

Ist-Zustand

Ist-Zustand

Variante

Gebäudeinfo Gebäudeerfassung **Zonen** Parameter

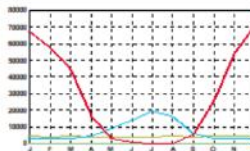
## Nutzungszonen

Nutzung Geometrie Bauweise Luft Licht Wärme Kälte Wasser Ergebnisse

Nr	Zone	H_T	Gesamt	Q_b	Heizung	Q_h_b	Kühlung	Q_c_b	Wasser	Q_w_b	Licht	Q_l_b
1	WC	WC und Sanitärräume in 10,000		14.925		13.030						1.895
2		Verkehrsfläche 0,000		6.752								6.752
3		Besprechung/Sitzungszim 0,000		56.234		43.022		8.216				4.996
4		Lager 0,000		170								170
5		Serverraum/Rechenzentri 0,000		38.011				36.180				1.832
6		Sonstige Aufenthaltsräum 0,000		93.981		75.042		7.039				11.900
7		Nebenflächen ohne Außer 0,000		0								
8		Gruppenbüro 0,000		269.328		212.079		35.368				21.880

### Gebäude:

	Q <sub>b</sub>	<b>479.401 kWh</b>
	Q <sub>c,b</sub>	343.173 kWh
	Q <sub>w,b</sub>	86.803 kWh
	Q <sub>l,b</sub>	0 kWh
		49.425 kWh



### Transmissionswärmeverlust

H<sub>T</sub> **1,210 W/m²K**  
H<sub>T,ref</sub> **0,532 W/m²K**

Zonen-Zonen

Zonen-Verwaltung

Raum-Verwaltung

Bauteil-Zuordnung

Beleuchtungs-Bereiche

Schulungsversion

- nicht für den gewerblichen Einsatz -

weiter

# Bestand: Übersicht

Energieberater 18599 3D PLUS

Programm Kataloge Datenverwaltung Ansicht Extras Hilfe

Fotos / Pläne  
Notizen

Sanierung "Büroturm" Bestand Ist-Zustand GEG - DIN 18599:2018 - Nichtwohngebäude

EH WPB

Ist-Zustand

Ist-Zustand  
Variante

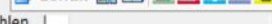
Übersicht / Ausgabe

Diagramme

Variantenvergleich

Wirtschaftlichkeit

Zonen



auswählen

**Gebäude**  
Gebäudeinfo  
Gebäudeerfassung  
Zonen  
Parameter

**Bauteile**  
U-Werte  
Ergebnisse

**Anlage**  
Zonen  
Lüftung  
Heizung  
Kühlung  
Wasser

**Ergebnisse**  
Übersicht / Ausgabe  
Diagramme  
Variantenvergleich  
Wirtschaftlichkeit

Nutzenergiebedarf	163,8 kWh/m²	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: red;"></div>
Anlagenverluste	-3,8 kWh/m²	
<b>Endenergie</b> (bezogen auf Brennwert)	160,0 kWh/m²	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: red;"></div>
<b>Primärenergie</b>	224,0 kWh/m²	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: red;"></div>
CO2-Emission	69,113 kg/m²	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: red;"></div>

A\_NGF = 2.926 m²

Bewertung

GEG



Ergebnisse / Übersicht / Verluste / Brennstoff / Emission / Bilanz / Bewertung



anpassen

Drucken

Ausführlicher Beratungsbericht mit Variantenvergleich und Wirtschaftlichkeit (soweit vorhanden) - kann z.B. als Grundlage für den Vor-Ort-Beratungsbericht verwendet werden (individuelle Anpassungen durch Word-Export).

hinzufügen / entfernen



**Neue Variante:**

Neue Sanierungs-Variante auf Basis der Daten des aktuellen Projekts anlegen

Variante anlegen

**Schulungsversion**

- nicht für den gewerblichen Einsatz -

weiter

# Bestand: Verluste

Energieberater 18599 3D PLUS

Programm Kataloge Datenverwaltung Ansicht Extras Hilfe

Fotos / Pläne  
Notizen

Sanierung "Büroturm" Bestand Ist-Zustand GEG - DIN 18599:2018 - Nichtwohngebäude

EH WPB

Ist-Zustand

Ist-Zustand  
Variante

Übersicht / Ausgabe

Diagramme

Variantenvergleich

Wirtschaftlichkeit

Zonen



auswählen

Dach/OGD	35.655 kWh	<div style="width: 10%;"></div>
Außenwand	84.272 kWh	<div style="width: 25%;"></div>
Fenster	203.149 kWh	<div style="width: 60%;"></div>
Keller	27.155 kWh	<div style="width: 10%;"></div>
Lüftung	210.711 kWh	<div style="width: 65%;"></div>
Heizung (inkl. Warmwasser)	57.620 kWh	<div style="width: 15%;"></div>



anpassen

Drucken

Ausführlicher Beratungsbericht mit Variantenvergleich und Wirtschaftlichkeit (soweit vorhanden) - kann z.B. als Grundlage für den Vor-Ort-Beratungsbericht verwendet werden (individuelle Anpassungen durch Word-Export).

hinzufügen / entfernen



### Neue Variante:

Neue Sanierungs-Variante auf Basis der Daten des aktuellen Projekts anlegen

Variante anlegen

Ergebnisse / Übersicht / Verluste / Brennstoff / Emission / Bilanz / Bewertung

Schulungsversion

- nicht für den gewerblichen Einsatz -

weiter

**Gebäude**  
Gebäudeinfo  
Gebäudeerfassung  
Zonen  
Parameter

**Bauteile**  
U-Werte  
Ergebnisse

**Anlage**  
Zonen  
Lüftung  
Heizung  
Kühlung  
Wasser

**Ergebnisse**  
Übersicht / Ausgabe  
Diagramme  
Variantenvergleich  
Wirtschaftlichkeit



# Anlagen, Teil 6

**Daten Gebäudesanierung GEG Standard.**

# ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 79 ff. Gebäudeenergiegesetz (GEG) vom <sup>1</sup> 8. August 2020


*www.hottgenroth.de*

Gültig bis: 06.11.2032

Vorschau  
(Ausweis rechtlich nicht gültig)

1

## Gebäude

Hauptnutzung / Gebäudekategorie	Nichtwohngebäude		
Adresse	Ulmer-Straße 196 Stuttgart		
Gebäudeteil <sup>2</sup>	Nichtwohngebäude		
Baujahr Gebäude <sup>3</sup>	2022		
Baujahr Wärmeerzeuger <sup>3,4</sup>			
Nettogrundfläche <sup>5</sup>	3,464,5 m <sup>2</sup>		
Wesentliche Energieträger für Heizung <sup>3</sup>	Heizwerk, fossil		
Wesentliche Energieträger für Warmwasser <sup>3</sup>			
Erneuerbare Energien	Art:	Verwendung:	
Art der Lüftung <sup>3</sup>	<input checked="" type="checkbox"/> Fensterlüftung	<input type="checkbox"/> Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	
	<input type="checkbox"/> Schachtlüftung	<input type="checkbox"/> Lüftungsanlage ohne Wärmerückgewinnung	
Art der Kühlung <sup>3</sup>	<input type="checkbox"/> Passive Kühlung	<input checked="" type="checkbox"/> Kühlung aus Strom	
	<input type="checkbox"/> Gelieferte Kälte	<input type="checkbox"/> Kühlung aus Wärme	
Inspektionspflichtige Klimaanlage <sup>6</sup>	Anzahl: 1	Nächstes Fälligkeitsdatum der Inspektion: 21.08.2022	
Anlass der Ausstellung des Energieausweises	<input type="checkbox"/> Neubau	<input checked="" type="checkbox"/> Modernisierung	<input type="checkbox"/> Aushangpflicht
	<input type="checkbox"/> Vermietung / Verkauf	(Änderung / Erweiterung)	<input type="checkbox"/> Sonstiges (freiwillig)

## Hinweise zu den Angaben über die energetische Qualität des Gebäudes

Die energetische Qualität eines Gebäudes kann durch die Berechnung des Energiebedarfs unter Annahme von standardisierten Randbedingungen oder durch die Auswertung des Energieverbrauchs ermittelt werden. Als Bezugsfläche dient die Nettogrundfläche. Teil des Energieausweises sind die Modernisierungsempfehlungen (Seite 4).

Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Berechnungen des Energiebedarfs erstellt (Energiebedarfsausweis). Die Ergebnisse sind auf Seite 2 dargestellt. Zusätzliche Informationen zum Verbrauch sind freiwillig. Diese Art der Ausstellung ist Pflicht bei Neubauten und bestimmten Modernisierungen nach § 80 Absatz 2 GEG. Die angegebenen Vergleichswerte sind die Anforderungen des GEG zum Zeitpunkt der Erstellung des Energieausweises (Erläuterungen – siehe Seite 5).

Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Auswertungen des Energieverbrauchs erstellt. (Energieverbrauchsausweis). Die Ergebnisse sind auf Seite 3 dargestellt. Die Vergleichswerte beruhen auf statistischen Auswertungen.

Datenerhebung Bedarf/Verbrauch durch  Eigentümer  Aussteller

Dem Energieausweis sind zusätzliche Informationen zur energetischen Qualität beigefügt (freiwillige Angabe).

## Hinweise zur Verwendung des Energieausweises

Energieausweise dienen ausschließlich der Information. Die Angaben im Energieausweis beziehen sich auf das gesamte Gebäude oder den oben bezeichneten Gebäudeteil. Der Energieausweis ist lediglich dafür gedacht, einen überschlägigen Vergleich von Gebäuden zu ermöglichen.

Aussteller (mit Anschrift und Berufsbezeichnung)

Unterschrift des Ausstellers

Ausstellungsdatum 07.11.2022

<sup>1</sup> Datum des angewendeten GEG, gegebenenfalls des angewendeten Änderungsgesetzes zum GEG

<sup>2</sup> nur im Falle des § 79 Absatz 2 Satz 2 GEG

<sup>3</sup> Mehrfachangaben möglich

<sup>4</sup> bei Wärmenetzen Baujahr der Übergabestation

<sup>5</sup> Nettogrundfläche ist im Sinne des GEG ausschließlich der beheizte / gekühlte Teil der Nettogrundfläche

<sup>6</sup> Klimaanlage oder kombinierte Lüftungs- und Klimaanlage im Sinne des § 74 GEG

# ENERGIEAUSWEIS Schulungsversion für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 79 ff. Gebäudeenergiegesetz (GEG) vom <sup>1</sup> 8. August 2020 www.gewerblichen-Einsatz.de

Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

Vorschau  
(Ausweis rechtlich nicht gültig)

2

## Primärenergiebedarf

## "Gesamtenergieeffizienz"

Treibhausgasemissionen **54,0** kg CO<sub>2</sub>-Äquivalent / (m<sup>2</sup>·a)

Primärenergiebedarf dieses Gebäudes

**174,9** kWh/(m<sup>2</sup>·a)



Anforderungswert GEG  
Neubau (Vergleichswert)

Anforderungswert GEG  
modernisierter Altbau (Vergleichswert)

### Anforderungen gemäß GEG <sup>2</sup>

#### Primärenergiebedarf

Ist-Wert **174,9** kWh/(m<sup>2</sup>·a) Anforderungswert **193,4** kWh/(m<sup>2</sup>·a)

#### Mittlere Wärmedurchgangskoeffizienten

eingehalten

#### Sommerlicher Wärmeschutz (bei Neubau)

eingehalten

### Für Energiebedarfsberechnungen verwendetes Verfahren

Verfahren nach § 21 GEG

Verfahren nach § 32 GEG ("Ein-Zonen-Modell")

Vereinfachungen nach § 50 Absatz 4 GEG

Vereinfachungen nach § 21 Absatz 2 Satz 2 GEG

## Endenergiebedarf

Energieträger	Jährlicher Endenergiebedarf in kWh/(m <sup>2</sup> ·a) für					Gebäude insgesamt
	Heizung	Warmwasser	Eingebaute Beleuchtung	Lüftung <sup>3)</sup>	Kühlung einschl. Befeuchtung	
Heizwerk, fossil	90,9					90,9
Strom (Hilfsenergie)			23,3		0,5	23,7
Strom-Mix					7,8	7,8

### Endenergiebedarf Wärme

[Pflichtangabe in Immobilienanzeigen]

**98,7 kWh/(m<sup>2</sup>·a)**

### Endenergiebedarf Strom

[Pflichtangabe in Immobilienanzeigen]

**23,7 kWh/(m<sup>2</sup>·a)**

## Angaben zur Nutzung erneuerbarer Energien <sup>4</sup>

### Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs auf Grund des § 10 Absatz 2 Nummer 3 GEG

Art	Deckungsanteil	Anteil der Pflichterfüllung
	%	%
	%	%
Summe:	%	%

### Maßnahmen zur Einsparung <sup>4</sup>

Die Anforderungen zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs werden durch eine Maßnahme nach § 45 GEG oder als Kombination gemäß § 34 Absatz 2 GEG erfüllt.

- Die Anforderungen nach § 45 GEG in Verbindung mit § 19 GEG sind eingehalten.
- Maßnahme nach § 45 GEG in Kombination gemäß § 34 Absatz 2 GEG: Die Anforderungen nach § 19 GEG werden um % unterschritten. Anteil der Pflichterfüllung: %
- Bei grundlegender Renovierung eines öffentlichen Gebäudes: <sup>5</sup> Die Anforderungen des § 52 Absatz 1 GEG werden eingehalten.

## Gebäudezonen

Nr.	Zone	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Anteil [%]
1	WC und Sanitärräume in Nichtwohngeb...	150,2	3,7
2	Verkehrsfläche	629,8	15,4
3	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar	295,6	7,2
4	Lager	185,1	4,5
5	Serverraum/Rechenzentrum	52,0	1,3
6	Sonstige Aufenthaltsräume	579,5	14,2
7	Nebenflächen ohne Aufenthaltsräume	346,4	8,5
8	Gruppenbüro	1.848,8	45,2
9			

weitere Einträge in Anlage

## Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Das Gebäudeenergiegesetz lässt für die Berechnung des Energiebedarfs in vielen Fällen neben dem Berechnungsverfahren alternative Vereinfachungen zu, die im Einzelfall zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die ausgewiesenen Bedarfswerte sind spezifische Werte nach dem GEG pro Quadratmeter beheizte/gekühlte Nettogrundfläche.

<sup>1</sup> siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises

<sup>2</sup> nur bei Neubau sowie bei Modernisierung im Fall § 80 Absatz 2 GEG

<sup>3</sup> nur Hilfsenergiebedarf

<sup>4</sup> nur bei Neubau

<sup>5</sup> nur bei grundlegender Renovierung eines öffentlichen Gebäudes nach § 52 Absatz 1 GEG

## GEG- und BEG-Anforderungen

### Bundesförderung für effiziente Gebäude - Nichtwohngebäude - Bestand

Nutzung	Nichtwohngebäude
Beheiztes Gebäudevolumen $V_e$	14094,3 m <sup>3</sup>
Hüllfläche A	3282,9 m <sup>2</sup>
Nettogrundfläche $A_{NGF}$	3464,,5 m <sup>2</sup>
Fensterfläche	648,16 m <sup>2</sup>
Außentürfläche	10,5 m <sup>2</sup>
Bauart des Gebäudes	nicht leichte Bauart
Gebäudetyp	freistehend

### Effizienzgebäude-Stufen

Ergebnis			Anforderungen NWG						
			GEG		BEG-Effizienzhaus				
	Einheit	Ist-Wert	Bestand	REF (100%)	EH40	EH55	EH70	EH100 *	Denkmal
Primärenergiebedarf $Q_p$	kWh/m <sup>2</sup> a	174,9	✓ 193,4	138,1	□ 55,2	□ 76,0	□ 96,7	□ 138,1	✓ 221,0
Mittlerer U-Wert opake Bauteile	W/m <sup>2</sup> K	0,48	✓ 0,56		□ 0,18	□ 0,22	□ 0,26	□ 0,34	
Mittlerer U-Wert transparente Bauteile	W/m <sup>2</sup> K	1,3	✓ 2,7		□ 1,0	□ 1,2	✓ 1,4	✓ 1,8	
Mittlerer U-Wert Lichtkuppeln, etc.	W/m <sup>2</sup> K	2,7	✓ 4,3		□ 1,6	□ 2,0	□ 2,4	✓ 3,0	

\* EH 100 für Bestandsgebäude wird nur noch bis zum 28.07.2022 gefördert.

### EE-Klasse

Bereitstellung durch erneuerbare Energien	Energie [kWh/a]	Deckungsgrad [%]
Fernwärme	119193	33,5

□ Anforderung EE-Klasse nicht erfüllt (mindestens 55 % Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien).

Summe Deckungsgrad: 33,5%

# GEG-Standard: Ergebnisse

Energieberater 18599 - Sanierung "Büroturm" Bestand Ist-Zustand Final 2 Kopie

ei Ansicht Programm Kataloge Datenverwaltung Extras Hilfe

**Navigation** <<

- tz-Optionen ↑
- Fotos / Pläne

**Gebäude** ↑

- Gebäudeinfo
- Zonen**
- Parameter

**Bauteile** ↑

- U-Werte
- Ergebnisse

**Anlage** ↑

- Zonen
- Lüftung
- Heizung
- Kühlung
- Wasser

**Ergebnisse** ↑

- Übersicht / Ausgabe
- Diagramme
- Wirtschaftlichkeit

Sanierung "Büroturm" Bestand Ist-Zustand GEG - DIN 18599:2018 - Nichtwohngebäude GEG **Ist-Zustand** ▶ Ist-Zustand Variante

Gebäudeinfo **Zonen** Parameter

**Nutzungszonen**

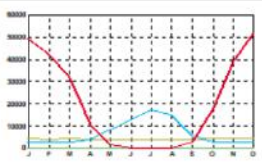
Nutzung Geometrie Bauweise Luft Licht Wärme Kälte Wasser Ergebnisse F<sub>x</sub>

Nr	Zone	H_T	Gesamt	Q_b	Heizung	Q_h_b	Kühlung	Q_c_b	Wasser	Q_w_b	Licht	Q_l_b
1	WC und Sanitärräume in 10,000			12.905		11.010						1.895
2	Verkehrsfäche 0,000			6.752								6.752
3	Besprechung/Sitzungszim 0,000			42.922		30.846		7.029				5.047
4	Lager 0,000			170								170
5	Serverraum/Rechenzentru 0,000			36.510				34.679				1.832
6	Sonstige Aufenthaltsraum 0,000			82.270		64.263		6.107				11.900
7	Nebenflächen ohne Aufer 0,000			0								
8	Gruppenbüro 0,000			195.407		140.246		32.935				22.227

**Gebäude:**

Heizung	Q <sub>b</sub>	<b>376.936 kWh</b>
Kühlung	Q <sub>c,b</sub>	246.365 kWh
Warmwasser	Q <sub>w,b</sub>	80.749 kWh
Beleuchtung	Q <sub>l,b</sub>	49.822 kWh

Zonen-Zonen



**Transmissionswärmeverlust**

H<sub>T</sub> **0,766 W/m²K**

H<sub>T,Ref</sub> **0,533 W/m²K**

Zonen-Verwaltung Raum-Verwaltung Bauteil-Zuordnung Beleuchtungs-Bereiche

# GEG-Standard: Übersicht

Energieberater 18599 - Sanierung "Büroturm" Bestand Ist-Zustand Final 2 Kopie

ei Ansicht Programm Kataloge Datenverwaltung Extras Hilfe

**Navigation** <<

Fotos / Pläne

**Gebäude** <>

Gebäudeinfo  
Zonen  
Parameter

**Bauteile** <>

U-Werte  
Ergebnisse

**Anlage** <>

Zonen  
Lüftung  
Heizung  
Kühlung  
Wasser

**Ergebnisse** <>

Übersicht / Ausgabe  
Diagramme  
Wirtschaftlichkeit

Sanierung "Büroturm" Bestand Ist-Zustand GEG - DIN 18599:2018 - Nichtwohngebäude  
Fehler / Hinweise

GEG

Ist-Zustand

Ist-Zustand  
Variante

Übersicht / Ausgabe Diagramme Wirtschaftlichkeit

<b>Übersicht</b>		
Nutzenergiebedarf	129,2 kWh/m <sup>2</sup>	
Anlagenverluste	-7,0 kWh/m <sup>2</sup>	
<b>Endenergie</b> (bezogen auf Brennwert)	122,2 kWh/m <sup>2</sup>	
<b>Primärenergie</b>	174,7 kWh/m <sup>2</sup>	
CO2-Emission	53,943 kg/m <sup>2</sup>	

A\_NGF = 2.926 m<sup>2</sup>



Ergebnisse / **Übersicht** / Verluste / Brennstoff / Emission / Bilanz / Bewertung

**ENERGIEAUSWEIS** für Nichtwohngebäude  
gemäß Anl. 12a ENEC 2010

**auswählen**

**Drucken**

Energieausweise auf Bedarfsbasis inkl. Modernisierungsempfehlungen

hinzufügen / entfernen

Thumbnail images of energy certificates and empty slots for additional certificates.

**Neue Variante:**

Neue Sanierungs-Variante auf Basis der Daten des aktuellen Projekts anlegen

**Variante anlegen**

# GEG-Standard: Verluste

Energieberater 18599 - Sanierung "Büroturm" Bestand Ist-Zustand Final 2 Kopie

ei Ansicht Programm Kataloge Datenverwaltung Extras Hilfe

Navigation <<

Fotos / Pläne

Gebäude

Gebäudeinfo

Zonen

Parameter

Bauteile

U-Werte

Ergebnisse

Anlage

Zonen

Lüftung

Heizung

Kühlung

Wasser

Ergebnisse

Übersicht / Ausgabe

Diagramme

Wirtschaftlichkeit

Sanierung "Büroturm" Bestand Ist-Zustand GEG - DIN 18599:2018 - Nichtwohngebäude

Fehler / Hinweise

GEG

Ist-Zustand

Ist-Zustand

Variante

Übersicht / Ausgabe

Diagramme

Wirtschaftlichkeit

## Verluste

Dach/OGD	10.607 kWh	<div style="width: 10%;"></div>
Außenwand	88.285 kWh	<div style="width: 88%;"></div>
Fenster	93.458 kWh	<div style="width: 93%;"></div>
Keller	28.744 kWh	<div style="width: 29%;"></div>
Lüftung	211.093 kWh	<div style="width: 211%;"></div>
Heizung (inkl. Warmwasser)	48.887 kWh	<div style="width: 49%;"></div>

### ENERGIEAUSWEIS

ausf. Nr. 18599

Name	
Adresse	
Postleitzahl	
Ort	
Land	
Objekttyp	
Objektgröße	
Objektzustand	
Objektbeschreibung	
Objektadresse	
Objektgröße	
Objektzustand	
Objektbeschreibung	

ausgewählte Ergebnisse

ausgewählte Ergebnisse

ausgewählte Ergebnisse

auswählen

Drucken

Energieausweise auf Bedarfsbasis inkl. Modernisierungsempfehlungen

hinzufügen / entfernen



### Neue Variante:

Neue Sanierungs-Variante auf Basis der Daten des aktuellen Projekts anlegen

Variante anlegen

Ergebnisse / Übersicht / Verluste / Brennstoff / Emission / Bilanz / Bewertung

# Anlagen, Teil 7

**Daten Gebäudesanierung GEG-Niveau2.**



# ENERGIEAUSWEIS DEMO-Version für Nichtwohngebäude

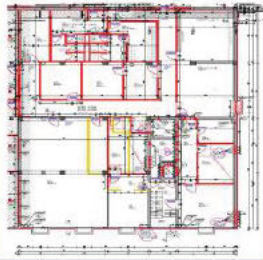
gemäß den §§ 79 ff. Gebäudeenergiegesetz (GEG) vom <sup>1</sup> 8. August 2020 www.hottgenroth.de

Gültig bis: 28.11.2032

Vorschau  
(Ausweis rechtlich nicht gültig)

1

## Gebäude

Hauptnutzung / Gebäudekategorie	Nichtwohngebäude		
Adresse	Ulmer-Straße 196 Stuttgart		
Gebäudeteil <sup>2</sup>	Nichtwohngebäude		
Baujahr Gebäude <sup>3</sup>	2022		
Baujahr Wärmeerzeuger <sup>3,4</sup>			
Nettogrundfläche <sup>5</sup>	3.464,5 m <sup>2</sup>		
Wesentliche Energieträger für Heizung <sup>3</sup>	Heizwerk, fossil		
Wesentliche Energieträger für Warmwasser <sup>3</sup>			
Erneuerbare Energien	Art:	Verwendung:	
Art der Lüftung <sup>3</sup>	<input type="checkbox"/> Fensterlüftung	<input checked="" type="checkbox"/> Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	
	<input type="checkbox"/> Schachtlüftung	<input type="checkbox"/> Lüftungsanlage ohne Wärmerückgewinnung	
Art der Kühlung <sup>3</sup>	<input type="checkbox"/> Passive Kühlung	<input checked="" type="checkbox"/> Kühlung aus Strom	
	<input type="checkbox"/> Gelieferte Kälte	<input type="checkbox"/> Kühlung aus Wärme	
Inspektionspflichtige Klimaanlage <sup>6</sup>	Anzahl: 1	Nächstes Fälligkeitsdatum der Inspektion: 21.08.2022	
Anlass der Ausstellung des Energieausweises	<input type="checkbox"/> Neubau	<input checked="" type="checkbox"/> Modernisierung	<input type="checkbox"/> Aushangpflicht
	<input type="checkbox"/> Vermietung / Verkauf	(Änderung / Erweiterung)	<input type="checkbox"/> Sonstiges (freiwillig)

## Hinweise zu den Angaben über die energetische Qualität des Gebäudes

Die energetische Qualität eines Gebäudes kann durch die Berechnung des Energiebedarfs unter Annahme von standardisierten Randbedingungen oder durch die Auswertung des Energieverbrauchs ermittelt werden. Als Bezugsfläche dient die Nettogrundfläche. Teil des Energieausweises sind die Modernisierungsempfehlungen (Seite 4).

- Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Berechnungen des Energiebedarfs erstellt (Energiebedarfsausweis). Die Ergebnisse sind auf Seite 2 dargestellt. Zusätzliche Informationen zum Verbrauch sind freiwillig. Diese Art der Ausstellung ist Pflicht bei Neubauten und bestimmten Modernisierungen nach § 80 Absatz 2 GEG. Die angegebenen Vergleichswerte sind die Anforderungen des GEG zum Zeitpunkt der Erstellung des Energieausweises (Erläuterungen – siehe Seite 5).
- Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Auswertungen des Energieverbrauchs erstellt. (Energieverbrauchsausweis). Die Ergebnisse sind auf Seite 3 dargestellt. Die Vergleichswerte beruhen auf statistischen Auswertungen.

Datenerhebung Bedarf/Verbrauch durch

Eigentümer

Aussteller

- Dem Energieausweis sind zusätzliche Informationen zur energetischen Qualität beigelegt (freiwillige Angabe).

## Hinweise zur Verwendung des Energieausweises

Energieausweise dienen ausschließlich der Information. Die Angaben im Energieausweis beziehen sich auf das gesamte Gebäude oder den oben bezeichneten Gebäudeteil. Der Energieausweis ist lediglich dafür gedacht, einen überschlägigen Vergleich von Gebäuden zu ermöglichen.

Aussteller (mit Anschrift und Berufsbezeichnung)

DEMO-Version

Musterstr. 13  
23323 Musterstadt

Unterschrift des Ausstellers

Ausstellungsdatum 29.11.2022

<sup>1</sup> Datum des angewendeten GEG, gegebenenfalls des angewendeten Änderungsgesetzes zum GEG

<sup>2</sup> nur im Falle des § 79 Absatz 2 Satz 2 GEG

<sup>3</sup> Mehrfachangaben möglich

<sup>4</sup> bei Wärmenetzen Baujahr der Übergabestation

<sup>5</sup> Nettogrundfläche ist im Sinne des GEG ausschließlich der beheizte / gekühlte Teil der Nettogrundfläche

<sup>6</sup> Klimaanlage oder kombinierte Lüftungs- und Klimaanlage im Sinne des § 74 GEG

# ENERGIEAUSWEIS Schulungsversion für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 79 ff. Gebäudeenergiegesetz (GEG) vom <sup>1</sup> 8. August 2020 www.bau-welt.de

Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

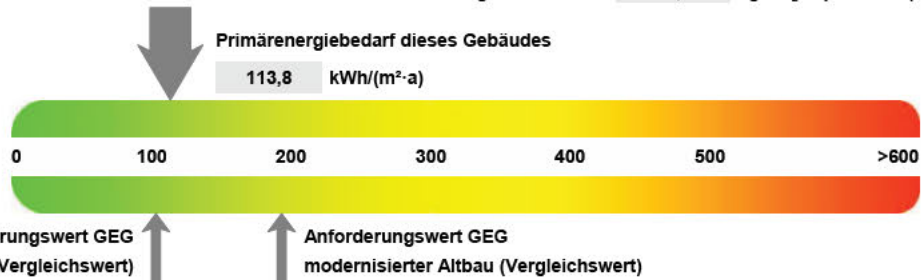
Vorschau  
(Ausweis rechtlich nicht gültig)

2

## Primärenergiebedarf

## "Gesamtenergieeffizienz"

Treibhausgasemissionen **35,3** kg CO<sub>2</sub>-Äquivalent / (m<sup>2</sup>·a)



### Anforderungen gemäß GEG<sup>2</sup>

#### Primärenergiebedarf

Ist-Wert **113,8 kWh/(m<sup>2</sup>·a)** Anforderungswert **193,2 kWh/(m<sup>2</sup>·a)**

Mittlere Wärmedurchgangskoeffizienten  eingehalten

Sommerlicher Wärmeschutz (bei Neubau)  eingehalten

### Für Energiebedarfsberechnungen verwendetes Verfahren

Verfahren nach § 21 GEG

Verfahren nach § 32 GEG ("Ein-Zonen-Modell")

Vereinfachungen nach § 50 Absatz 4 GEG

Vereinfachungen nach § 21 Absatz 2 Satz 2 GEG

## Endenergiebedarf

Energieträger	Jährlicher Endenergiebedarf in kWh/(m <sup>2</sup> ·a) für					Gebäude insgesamt
	Heizung	Warmwasser	Eingebaute Beleuchtung	Lüftung <sup>3)</sup>	Kühlung einschl. Befeuchtung	
Heizwerk, fossil	34,2					34,2
Strom (Hilfsenergie)			12,7	16,0	0,2	28,9
Strom-Mix					9,6	9,6

**Endenergiebedarf Wärme** [Pflichtangabe in Immobilienanzeigen] **43,8 kWh/(m<sup>2</sup>·a)**

**Endenergiebedarf Strom** [Pflichtangabe in Immobilienanzeigen] **28,9 kWh/(m<sup>2</sup>·a)**

## Angaben zur Nutzung erneuerbarer Energien<sup>4</sup>

### Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs auf Grund des § 10 Absatz 2 Nummer 3 GEG

Art	Deckungsanteil	Anteil der Pflichterfüllung
	%	%
	%	%
Summe:	%	%

### Maßnahmen zur Einsparung<sup>4</sup>

Die Anforderungen zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs werden durch eine Maßnahme nach § 45 GEG oder als Kombination gemäß § 34 Absatz 2 GEG erfüllt.

Die Anforderungen nach § 45 GEG in Verbindung mit § 19 GEG sind eingehalten.

Maßnahme nach § 45 GEG in Kombination gemäß § 34 Absatz 2 GEG: Die Anforderungen nach § 19 GEG werden um % unterschritten. Anteil der Pflichterfüllung: %

Bei grundlegender Renovierung eines öffentlichen Gebäudes:<sup>5</sup> Die Anforderungen des § 52 Absatz 1 GEG werden eingehalten.

## Gebäudezonen

Nr.	Zone	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Anteil [%]
1	Großraumbüro	2.731,7	66,5
2	WC und Sanitärräume in Nichtwohngeb...	217,0	5,3
3	Verkehrsfläche	261,6	6,4
4	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar	267,9	6,5
5	Lager	324,9	7,9
6	Serverraum/Rechenzentrum	31,1	0,8
7	Sonstige Aufenthaltsräume	216,9	5,3
8	Nebenflächen ohne Aufenthaltsräume	55,4	1,3
9			

weitere Einträge in Anlage

## Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Das Gebäudeenergiegesetz lässt für die Berechnung des Energiebedarfs in vielen Fällen neben dem Berechnungsverfahren alternative Vereinfachungen zu, die im Einzelfall zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die ausgewiesenen Bedarfswerte sind spezifische Werte nach dem GEG pro Quadratmeter beheizte/gekühlte Nettogrundfläche.

<sup>1</sup> siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises

<sup>2</sup> nur bei Neubau sowie bei Modernisierung im Fall § 80 Absatz 2 GEG

<sup>3</sup> nur Hilfsenergiebedarf

<sup>4</sup> nur bei Neubau

<sup>5</sup> nur bei grundlegender Renovierung eines öffentlichen Gebäudes nach § 52 Absatz 1 GEG

## GEG- und BEG-Anforderungen

### Bundesförderung für effiziente Gebäude - Nichtwohngebäude - Bestand

Nutzung Nichtwohngebäude

Beheiztes Gebäudevolumen  $V_e$  14094,3 m<sup>3</sup>  
 Hüllfläche A 3282,9 m<sup>2</sup>  
 Nettogrundfläche  $A_{NGF}$  3464,5 m<sup>2</sup>  
 Fensterfläche 648,5 m<sup>2</sup>  
 Außentürfläche 10,50 m<sup>2</sup>

Bauart des Gebäudes nicht leichte Bauart  
 Gebäudetyp freistehend

### Effizienzgebäude-Stufen

Ergebnis			Anforderungen NWG						
			GEG		BEG-Effizienzhaus				
	Einheit	Ist-Wert	Bestand	REF (100%)	EH40	EH55	EH70	EH100 *	Denkmal
Primärenergiebedarf $Q_p$	kWh/m <sup>2</sup> a	113,8	✓ 193,2	138,0	□ 55,2	□ 75,9	□ 96,6	✓ 138,0	✓ 220,7
Mittlerer U-Wert opake Bauteile	W/m <sup>2</sup> K	0,24	✓ 0,56		□ 0,18	□ 0,22	✓ 0,26	✓ 0,34	
Mittlerer U-Wert transparente Bauteile	W/m <sup>2</sup> K	1,3	✓ 2,7		□ 1,0	□ 1,2	✓ 1,4	✓ 1,8	
Mittlerer U-Wert Lichtkuppeln, etc.	W/m <sup>2</sup> K	2,7	✓ 4,3		□ 1,6	□ 2,0	□ 2,4	✓ 3,0	

\* EH 100 für Bestandsgebäude wird nur noch bis zum 28.07.2022 gefördert.

### EE-Klasse

Bereitstellung durch erneuerbare Energien	Energie [kWh/a]	Deckungsgrad [%]
Fernwärme	64627	31,6

□ Anforderung EE-Klasse nicht erfüllt (mindestens 55 % Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien).

Summe Deckungsgrad: 31,6%

# GEG-Niveau2: Ergebnisse

Energieberater 18599 3D PLUS

Programm Kataloge Datenverwaltung Ansicht Extras Hilfe

Sanierung "Büroturm" GEG sanierung Final b GEG - DJN 18599:2018 - Nichtwohngebäude

EH 100

Ist-Zustand

Ist-Zustand

Variante

## Gebäude

- Gebäudeinfo
- Gebäudeerfassung
- Zonen
- Parameter

## Bauteile

- U-Werte
- Ergebnisse

## Anlage

- Zonen
- Lüftung
- Heizung
- Kühlung
- Wasser

## Ergebnisse

- Übersicht / Ausgabe
- Diagramme
- Variantenvergleich
- Wirtschaftlichkeit

Gebäudeinfo Gebäudeerfassung **Zonen** Parameter

### Nutzungszone

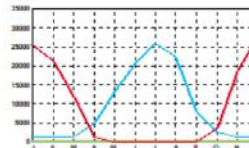
Nutzung Geometrie Bauweise Luft Licht Wärme Kälte Wasser Ergebnisse

Nr	Zone	H_T	Gesamt	Q_b	Heizung	Q_h_b	Kühlung	Q_c_b	Wasser	Q_w_b	Licht	Q_l_b
1	Großraumbüro	0,000	164.097	164.097	84.251	84.251	77.940					1.905
2	WC und Sanitärräume in	0,000	8.023	8.023	7.760							263
3	Verkehrsfläche	0,000	79	79								79
4	Besprechung/Sitzungszim	0,000	17.890	17.890	11.364		6.272					254
5	Lager	0,000	158	158								158
6	Serverraum/Rechenzentr	0,000	18.204	18.204			17.628					576
7	Sonstige Aufenthaltsräum	0,000	7.994	7.994	6.493		1.343					159
8	Nebenflächen ohne Außer	0,000	0	0								

### Gebäude:

	Heizung	Q <sub>h,b</sub>	216.445 kWh
	Kühlung	Q <sub>c,b</sub>	109.868 kWh
	Warmwasser	Q <sub>w,b</sub>	103.184 kWh
	Beleuchtung	Q <sub>l,b</sub>	0 kWh
			3.394 kWh

Zonen-Zonen



### Transmissionswärmeverlust

H<sub>T</sub> 0,592 W/m²K  
H<sub>T,ref</sub> 0,533 W/m²K

Zonen-Verwaltung

Raum-Verwaltung

Bauteil-Zuordnung

Beleuchtungs-Bereiche

Schulungsversion

- nicht für den gewerblichen Einsatz -

weiter

# GEG-Niveau2: Übersicht

Energieberater 18599 3D PLUS

Programm Kataloge Datenverwaltung Ansicht Extras Hilfe

Sanierung "Büroturm" GEG sanierung Final b GEG - DIN 18599:2018 - Nichtwohngebäude

EH 100

Ist-Zustand

Ist-Zustand

Variante

Übersicht / Ausgabe

Diagramme

Variantenvergleich

Wirtschaftlichkeit

Zonen

auswählen

Nutzenergiebedarf	62,5 kWh/m <sup>2</sup>	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: red;"></div>
Anlagenverluste	10,3 kWh/m <sup>2</sup>	<div style="width: 10%; height: 10px; background-color: red;"></div>
<b>Endenergie</b> (bezogen auf Brennwert)	72,7 kWh/m <sup>2</sup>	<div style="width: 70%; height: 10px; background-color: red;"></div>
<b>Primärenergie</b>	113,8 kWh/m <sup>2</sup>	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: red;"></div>
CO2-Emission	35,251 kg/m <sup>2</sup>	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: red;"></div>

A\_NGF = 3.465 m<sup>2</sup>

Bewertung

GEG



Ergebnisse / Übersicht / Verluste / Brennstoff / Emission / Bilanz / Bewertung

Übersicht über die GEG-Bewertung und die zugehörigen Daten. Es enthält ein Formular zur Eingabe von Gebäudedaten und eine Tabelle mit den Ergebnissen der Bewertung.

Drucken

Energieausweise auf Bedarfsbasis inkl. Modernisierungsempfehlungen

hinzufügen / entfernen

Übersicht über die Energieausweise und die zugehörigen Daten. Es enthält eine Tabelle mit den Ergebnissen der Bewertung und eine Möglichkeit, die Ausweise hinzuzufügen oder zu entfernen.

Neue Variante:

Neue Sanierungs-Variante auf Basis der Daten des aktuellen Projekts anlegen

Variante anlegen

Schulungsversion

- nicht für den gewerblichen Einsatz -

weiter

# GEG-Niveau2: Verluste

Energieberater 18599 3D PLUS

Programme Kataloge Datenverwaltung Ansicht Extras Hilfe

Sanierung "Büroturm" GEG sanierung Final b GEG - DIN 18599:2018 - Nichtwohngebäude

EH 100 Ist-Zustand ▶ Ist-Zustand ▶ Variante

Übersicht / Ausgabe Diagramme Variantenvergleich Wirtschaftlichkeit

Zonen auswählen Drucken

Kategorie	Verlust (kWh)	Visualisierung
Dach/OGD	12.645 kWh	[Bar chart]
Außenwand	33.792 kWh	[Bar chart]
Fenster	96.719 kWh	[Bar chart]
Keller	28.510 kWh	[Bar chart]
Lüftung	88.768 kWh	[Bar chart]
Heizung (inkl. Warmwasser)	135.617 kWh	[Bar chart]

Energieausweise auf Bedarfsbasis inkl. Modernisierungsempfehlungen

hinzufügen / entfernen

**Neue Variante:**  
Neue Sanierungs-Variante auf Basis der Daten des aktuellen Projekts anlegen

Variante anlegen

Ergebnisse / Übersicht / Verluste / Brennstoff / Emission / Bilanz / Bewertung

**Schulungsversion**  
- nicht für den gewerblichen Einsatz -

weiter

# Anlagen, Teil 8

**Daten Gebäudesanierung BEG-Standard.**

# ENERGIEAUSWEIS Sanftumversion für Nichtwohngebäude

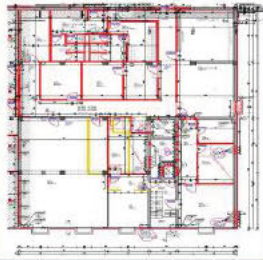
gemäß den §§ 79 ff. Gebäudeenergiegesetz (GEG) vom <sup>1</sup> 8. August 2020 mit dem den gewerblichen Einsatz -

Gültig bis: 01.11.2032

Vorschau  
(Ausweis rechtlich nicht gültig)

1

## Gebäude

Hauptnutzung / Gebäudekategorie	Nichtwohngebäude		
Adresse	Ulmer-Straße 196 Stuttgart		
Gebäudeteil <sup>2</sup>	Nichtwohngebäude		
Baujahr Gebäude <sup>3</sup>	2022		
Baujahr Wärmeerzeuger <sup>3, 4</sup>			
Nettogrundfläche <sup>5</sup>	3.464,5 m <sup>2</sup>		
Wesentliche Energieträger für Heizung <sup>3</sup>	Strom-Mix		
Wesentliche Energieträger für Warmwasser <sup>3</sup>			
Erneuerbare Energien	Art:	Verwendung:	
Art der Lüftung <sup>3</sup>	<input type="checkbox"/> Fensterlüftung	<input checked="" type="checkbox"/> Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	
	<input type="checkbox"/> Schachtlüftung	<input type="checkbox"/> Lüftungsanlage ohne Wärmerückgewinnung	
Art der Kühlung <sup>3</sup>	<input type="checkbox"/> Passive Kühlung	<input checked="" type="checkbox"/> Kühlung aus Strom	
	<input type="checkbox"/> Gelieferte Kälte	<input type="checkbox"/> Kühlung aus Wärme	
Inspektionspflichtige Klimaanlage <sup>6</sup>	Anzahl: 1	Nächstes Fälligkeitsdatum der Inspektion: 21.08.2022	
Anlass der Ausstellung des Energieausweises	<input type="checkbox"/> Neubau	<input checked="" type="checkbox"/> Modernisierung	<input type="checkbox"/> Aushangpflicht
	<input type="checkbox"/> Vermietung / Verkauf	(Änderung / Erweiterung)	<input type="checkbox"/> Sonstiges (freiwillig)

## Hinweise zu den Angaben über die energetische Qualität des Gebäudes

Die energetische Qualität eines Gebäudes kann durch die Berechnung des **Energiebedarfs** unter Annahme von standardisierten Randbedingungen oder durch die Auswertung des **Energieverbrauchs** ermittelt werden. **Als Bezugsfläche dient die Nettogrundfläche.** Teil des Energieausweises sind die Modernisierungsempfehlungen (Seite 4).

- Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Berechnungen des **Energiebedarfs** erstellt (Energiebedarfsausweis). Die Ergebnisse sind auf **Seite 2** dargestellt. Zusätzliche Informationen zum Verbrauch sind freiwillig. Diese Art der Ausstellung ist Pflicht bei Neubauten und bestimmten Modernisierungen nach § 80 Absatz 2 GEG. Die angegebenen Vergleichswerte sind die Anforderungen des GEG zum Zeitpunkt der Erstellung des Energieausweises (**Erläuterungen – siehe Seite 5**).
  - Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Auswertungen des **Energieverbrauchs** erstellt. (Energieverbrauchsausweis). Die Ergebnisse sind auf **Seite 3** dargestellt. Die Vergleichswerte beruhen auf statistischen Auswertungen.
- Datenerhebung Bedarf/Verbrauch durch  Eigentümer  Aussteller
- Dem Energieausweis sind zusätzliche Informationen zur energetischen Qualität beigefügt (freiwillige Angabe).

## Hinweise zur Verwendung des Energieausweises

Energieausweise dienen ausschließlich der Information. Die Angaben im Energieausweis beziehen sich auf das gesamte Gebäude oder den oben bezeichneten Gebäudeteil. Der Energieausweis ist lediglich dafür gedacht, einen überschlägigen Vergleich von Gebäuden zu ermöglichen.

Aussteller (mit Anschrift und Berufsbezeichnung)

Unterschrift des Ausstellers

Ausstellungsdatum 02.11.2022

<sup>1</sup> Datum des angewendeten GEG, gegebenenfalls des angewendeten Änderungsgesetzes zum GEG

<sup>2</sup> nur im Falle des § 79 Absatz 2 Satz 2 GEG

<sup>3</sup> Mehrfachangaben möglich

<sup>4</sup> bei Wärmenetzen Baujahr der Übergabestation

<sup>5</sup> Nettogrundfläche ist im Sinne des GEG ausschließlich der beheizte / gekühlte Teil der Nettogrundfläche

<sup>6</sup> Klimaanlage oder kombinierte Lüftungs- und Klimaanlage im Sinne des § 74 GEG



# ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 79 ff. Gebäudeenergiegesetz (GEG) vom <sup>1</sup> 8. August 2020

*www.hoggenroth.de*

## Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

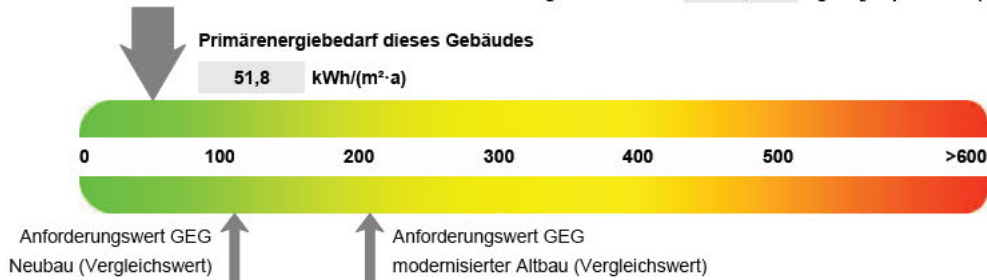
Vorschau  
(Ausweis rechtlich nicht gültig)

2

### Primärenergiebedarf

### "Gesamtenergieeffizienz"

Treibhausgasemissionen **16,4** kg CO<sub>2</sub>-Äquivalent / (m<sup>2</sup>·a)



#### Anforderungen gemäß GEG <sup>2</sup>

##### Primärenergiebedarf

Ist-Wert **51,8** kWh/(m<sup>2</sup>·a) Anforderungswert **193,2** kWh/(m<sup>2</sup>·a)

##### Mittlere Wärmedurchgangskoeffizienten

eingehalten

##### Sommerlicher Wärmeschutz (bei Neubau)

eingehalten

#### Für Energiebedarfsberechnungen verwendetes Verfahren

Verfahren nach § 21 GEG

Verfahren nach § 32 GEG ("Ein-Zonen-Modell")

Vereinfachungen nach § 50 Absatz 4 GEG

Vereinfachungen nach § 21 Absatz 2 Satz 2 GEG

### Endenergiebedarf

Energieträger	Jährlicher Endenergiebedarf in kWh/(m <sup>2</sup> ·a) für					Gebäude insgesamt
	Heizung	Warmwasser	Eingebaute Beleuchtung	Lüftung <sup>3)</sup>	Kühlung einschl. Befeuchtung	
Strom (Hilfsenergie)	0,2		7,2	7,5	1,5	16,4
Strom-Mix	10,8				2,1	13,0

### Endenergiebedarf Wärme

[Pflichtangabe in Immobilienanzeigen]

**13,0 kWh/(m<sup>2</sup>·a)**

### Endenergiebedarf Strom

[Pflichtangabe in Immobilienanzeigen]

**16,4 kWh/(m<sup>2</sup>·a)**

### Angaben zur Nutzung erneuerbarer Energien <sup>4</sup>

#### Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs auf Grund des § 10 Absatz 2 Nummer 3 GEG

Art	Deckungsanteil	Anteil der Pflichterfüllung
	%	%
	%	%
	%	%
	%	%
Summe:	%	%

#### Maßnahmen zur Einsparung <sup>4</sup>

Die Anforderungen zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs werden durch eine Maßnahme nach § 45 GEG oder als Kombination gemäß § 34 Absatz 2 GEG erfüllt.

Die Anforderungen nach § 45 GEG in Verbindung mit § 19 GEG sind eingehalten.

Maßnahme nach § 45 GEG in Kombination gemäß § 34 Absatz 2 GEG: Die Anforderungen nach § 19 GEG werden um  % unterschritten. Anteil der Pflichterfüllung:  %

Bei grundlegender Renovierung eines öffentlichen Gebäudes: <sup>5</sup> Die Anforderungen des § 52 Absatz 1 GEG werden eingehalten.

### Gebäudezonen

Nr.	Zone	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Anteil [%]
1	Großraumbüro	2.731,7	66,5
2	WC und Sanitärräume in Nichtwohngeb...	217,0	5,3
3	Verkehrsfläche	187,8	4,6
4	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar	267,9	6,5
5	Lager	324,9	7,9
6	Serverraum/Rechenzentrum	31,1	0,8
7	Sonstige Aufenthaltsräume	216,9	5,3
8	Nebenflächen ohne Aufenthaltsräume	129,2	3,1
9			

weitere Einträge in Anlage

### Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Das Gebäudeenergiegesetz lässt für die Berechnung des Energiebedarfs in vielen Fällen neben dem Berechnungsverfahren alternative Vereinfachungen zu, die im Einzelfall zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die ausgewiesenen Bedarfswerte sind spezifische Werte nach dem GEG pro Quadratmeter beheizte/gekühlte Nettogrundfläche.

<sup>1</sup> siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises

<sup>2</sup> nur bei Neubau sowie bei Modernisierung im Fall § 80 Absatz 2 GEG

<sup>3</sup> nur Hilfsenergiebedarf

<sup>4</sup> nur bei Neubau

<sup>5</sup> nur bei grundlegender Renovierung eines öffentlichen Gebäudes nach § 52 Absatz 1 GEG

## GEG- und BEG-Anforderungen

### Bundesförderung für effiziente Gebäude - Nichtwohngebäude - Bestand

Nutzung	Nichtwohngebäude
Beheiztes Gebäudevolumen $V_e$	14094,3 m <sup>3</sup>
Hüllfläche A	3282,9 m <sup>2</sup>
Nettogrundfläche $A_{NGF}$	3464,5 m <sup>2</sup>
Fensterfläche	648,16 m <sup>2</sup>
Außentürfläche	10,2 m <sup>2</sup>
Bauart des Gebäudes	nicht leichte Bauart
Gebäudetyp	freistehend

### Effizienzgebäude-Stufen

Ergebnis			Anforderungen NWG						
			GEG		BEG-Effizienzhaus				
	Einheit	Ist-Wert	Bestand	REF (100%)	EH40	EH55	EH70	EH100 *	Denkmal
Primärenergiebedarf $Q_p$	kWh/m <sup>2</sup> a	51,8	✓ 221,8	138,0	✓ 55,2	✓ 75,9	✓ 96,6	✓ 138,0	✓ 220,7
Mittlerer U-Wert opake Bauteile	W/m <sup>2</sup> K	0,15	✓ 0,56		✓ 0,18	✓ 0,22	✓ 0,26	✓ 0,34	
Mittlerer U-Wert transparente Bauteile	W/m <sup>2</sup> K	1,0	✓ 2,7		✓ 1,0	✓ 1,2	✓ 1,4	✓ 1,8	
Mittlerer U-Wert Lichtkuppeln, etc.	W/m <sup>2</sup> K	1,2	✓ 4,3		✓ 1,6	✓ 2,0	✓ 2,4	✓ 3,0	

\* EH 100 für Bestandsgebäude wird nur noch bis zum 28.07.2022 gefördert.

### EE-Klasse

Bereitstellung durch erneuerbare Energien	Energie [kWh/a]	Deckungsgrad [%]
PV-Strom	32623	16,4
Wärmepumpen	97483	49,0

✓ Anforderung EE-Klasse erfüllt (mindestens 55 % Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien).

Summe Deckungsgrad: 65,3%

# BEG-Standard: Ergebnisse

Energieberater 18599 3D PLUS

Programm Kataloge Datenverwaltung Ansicht Extras Hilfe

Sanierung "Büroturm" BEG Sanierung Fernw GEG - DIN 18599:2018 - Nichtwohngebäude  
 LW-Wärmepumpe Fehler / Hinweise

EH 40 EE

Variante

Ist-Zustand  
 Variante

Gebäudeinfo Zonen Parameter

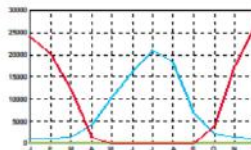
## Nutzungszone

Nutzung Geometrie Bauweise Luft Licht Wärme Kälte Wasser Ergebnisse

Nr	Zone	H_T	Gesamt	Q_b	Heizung	Q_h_b	Kühlung	Q_c_b	Wasser	Q_w_b	Licht	Q_l_b
1	Großraumbüro	0,000	146.770	146.770	84.323	60.507						1.941
2	WC und Sanitärräume in F	0,000	6.623	6.623	6.056	412						155
3	Verkehrsfläche	0,000	55	55								55
4	Besprechung/Sitzungszim	0,000	15.576	15.576	9.407	5.913						256
5	Lager	0,000	159	159								158
6	Serverraum/Rechenzentru	0,000	17.791	17.791		17.215						576
7	Sonstige Aufenthaltsräum	0,000	7.172	7.172	5.521	1.492						159
8	Nebenflächen ohne Außer	0,000	0	0								

Gebäude:

Heizung	Q <sub>b</sub>	194.145 kWh
Kühlung	Q <sub>h,b</sub>	105.307 kWh
Warmwasser	Q <sub>c,b</sub>	85.538 kWh
Beleuchtung	Q <sub>w,b</sub>	0 kWh
	Q <sub>l,b</sub>	3.300 kWh



Transmissionswärmeverlust

H<sub>T</sub> 0,445 W/m²K

H<sub>T,ref</sub> 0,532 W/m²K

Zonen-Zonen

Zonen-Verwaltung Raum-Verwaltung Bauteil-Zuordnung Beleuchtungs-Bereiche

Schulungsversion

- nicht für den gewerblichen Einsatz -

weiter

# BEG-Standard: Übersicht

Energieberater 18599 3D PLUS

Programm Kataloge Datenverwaltung Ansicht Extras Hilfe

Fotos / Pläne  
Notizen

**Gebäude**  
Gebäudeinfo  
Zonen  
Parameter

**Bauteile**  
Sanierung  
U-Werte  
Ergebnisse

**Anlage**  
Zonen  
Lüftung  
Heizung  
Kühlung  
Wasser

**Ergebnisse**  
Übersicht / Ausgabe  
Diagramme  
Variantenvergleich  
Wirtschaftlichkeit

Sanierung "Büroturm" BEG Sanierung Fernw GEG - DIN 18599:2018 - Nichtwohngebäude  
LW-Wärmepumpe

EH 40 EE

Variante Ist-Zustand  
Variante

Übersicht / Ausgabe Diagramme Variantenvergleich Wirtschaftlichkeit

Nutzenergiebedarf	56,8 kWh/m <sup>2</sup>	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: red;"></div>	+1 %
	57,7 kWh/m <sup>2</sup>	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: green;"></div>	+0,8 kWh/m <sup>2</sup>
Anlagenverluste	-27,2 kWh/m <sup>2</sup>		-6 %
	-28,9 kWh/m <sup>2</sup>		-1,7 kWh/m <sup>2</sup>
Endenergie (bezogen auf Brennstoff)	29,6 kWh/m <sup>2</sup>	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: red;"></div>	-3 %
	28,8 kWh/m <sup>2</sup>	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: green;"></div>	-0,9 kWh/m <sup>2</sup>
Primärenergie	53,3 kWh/m <sup>2</sup>	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: red;"></div>	-3 %
	51,8 kWh/m <sup>2</sup>	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: green;"></div>	-1,5 kWh/m <sup>2</sup>
CO2-Emission	16,583 kg/m <sup>2</sup>	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: red;"></div>	-3 %
	16,104 kg/m <sup>2</sup>	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: green;"></div>	-0,479 kg/m <sup>2</sup>

A\_NGF = 3.465 m<sup>2</sup>

Bewertung



Ergebnisse / Übersicht / Verluste / Brennstoff / Emission / Bilanz / Bewertung

auswählen

Beschreibung

Drucken

Energieausweise auf Bedarfsbasis inkl. Modernisierungsempfehlungen

hinzufügen / entfernen

Neue Variante:

Neue Sanierungs-Variante auf Basis der Daten des aktuellen Projekts anlegen

Variante anlegen

**Schulungsversion**

- nicht für den gewerblichen Einsatz -

weiter

# BEG-Standard: Verluste

Energieberater 18599 3D PLUS

Programm Kataloge Datenverwaltung Ansicht Extras Hilfe

Fotos / Pläne  
Notizen

Sanierung "Büroturm" BEG Sanierung Fernw GEG - DIN 18599:2018 - Nichtwohngebäude  
LW-Wärmepumpe

EH 40 EE

Variante

Ist-Zustand  
Variante

Übersicht / Ausgabe

Diagramme

Variantenvergleich

Wirtschaftlichkeit

Zonen



**Gebäude**  
Gebäudeinfo  
Zonen  
Parameter

**Bauteile**  
Sanierung  
U-Werte  
Ergebnisse

**Anlage**  
Zonen  
Lüftung  
Heizung  
Kühlung  
Wasser

**Ergebnisse**  
Übersicht / Ausgabe  
Diagramme  
Variantenvergleich  
Wirtschaftlichkeit

Dach/OGD	14.096 kWh	<div style="width: 29%;"></div>	-29 %
	10.001 kWh	<div style="width: 71%;"></div>	-4.095 kWh
Außenwand	23.075 kWh	<div style="width: 50%;"></div>	
	23.255 kWh	<div style="width: 51%;"></div>	
Fenster	81.088 kWh	<div style="width: 100%;"></div>	+2 %
	82.339 kWh	<div style="width: 101%;"></div>	+1.251 kWh
Keller	14.292 kWh	<div style="width: 33%;"></div>	+3 %
	14.773 kWh	<div style="width: 34%;"></div>	+481 kWh
Lüftung	128.929 kWh	<div style="width: 100%;"></div>	
	127.827 kWh	<div style="width: 99%;"></div>	
Heizung (inkl. Warmwasser)	-44.748 kWh	<div style="width: 35%;"></div>	-5 %
	-42.579 kWh	<div style="width: 33%;"></div>	+2.170 kWh

auswählen

Beschreibung

Drucken

Energieausweise auf Bedarfsbasis inkl. Modernisierungsempfehlungen

hinzufügen / entfernen

Neue Variante:  
Neue Sanierungs-Variante auf Basis der Daten des aktuellen Projekts anlegen

Variante anlegen

Ergebnisse / Übersicht / Verluste / Brennstoff / Emission / Bilanz / Bewertung

Schulungsversion

- nicht für den gewerblichen Einsatz -

weiter

## **Anlagen, Teil 9**

**Daten PV-Anlage.**



**Gebäude**

Gebäudeinfo

Gebäudeerfassung

Zonen

Parameter



**Bauteile**

U-Werte

Ergebnisse



**Anlage**

Zonen

Lüftung

Heizung

Kühlung

Wasser



**Ergebnisse**

Übersicht / Ausgabe

Diagramme

Variantenvergleich

Wirtschaftlichkeit

Name **PV-Anlage**

Hersteller

Bezeichnung

Baujahr **2022**

Modul-Ausrichtung **Süd** W SW S SO O

Modul-Neigung **30** 0 30 45 60 90

Gesamtfläche A **445,01** m<sup>2</sup>

Peakleistung Anlage P<sub>pk</sub> **80,99** kW

Peakleistung pro m<sup>2</sup> K<sub>pk</sub> **182,0** W/m<sup>2</sup> Tabelle B.1 und B.2

Zelltyp **Monokristallines Silizium**

Technologie **kristallin**

Stärke der Belüftung **Stark belüftete oder freistehend Module**

Systemleistungsfaktor f<sub>best</sub> **0,8000**

Leistung in 25 Jahren P<sub>pk</sub> / P<sub>pk,25</sub> **80** %

Ergebnis

**PV Gesamtertrag Q<sub>PV</sub> 70.654 kWh**

**Stromspeicher**

Batterie vorhanden

Nutzkapazität C<sub>net</sub> **181,37** kWh

Batterietyp **Lithium-Batterie** Tabelle B.3

Systemwirkungsgrad η<sub>best</sub> **92,0** %

Maximale Entladetiefe η<sub>load</sub> **83,0** %

Entladezeit t<sub>dis</sub> **2,0** h

PV-Anlage/

Qualitätsanforderungen GEG / BEG an die PV-Anlage sind erfüllt

[Info](#)

**Hinweis Peakleistung**

- Ab dieser Leistung gibt es bei der vereinfachten GEG-Berechnung einen Zuschlag.

$$\text{Grenze der Peakleistung } P_{pk} > 0,00 \text{ kW} = 0,01 \times A_{BEG}$$

$$A_{BEG} = 3.464,5 \text{ m}^2$$

$$n_G = 6 \text{ Geschosse}$$

**GEG - selbst nutzbarer PV-Strom**

Erneuerbare Energie	Q <sub>el,PV</sub>	<b>70.654 kWh</b>	<a href="#">zur Berechnung</a>
Abzugswert für Q <sub>p</sub> *	Q <sub>ab,PV</sub>	<b>127.178 kWh</b>	<a href="#">zur Berechnung</a>
	CO <sub>2,PV</sub>	39.566 kg	

\* nach GEG §23 Abs. 4 - monatsweise Verrechnung mit Strombedarf

**BEG - selbst nutzbarer PV-Strom**

Erneuerbare Energie	Q <sub>el,PV</sub>	<b>30.262 kWh</b>	<a href="#">zur Berechnung</a>
Abzugswert für Q <sub>p</sub> *	Q <sub>ab,PV</sub>	<b>127.178 kWh</b>	<a href="#">zur Berechnung</a>
	CO <sub>2,PV</sub>	39.566 kg	

\* aus monatsweiser Verrechnung analog GEG §23 Abs. 4 und Technischer FAQ

Ergebnisse [monatliche Bilanzierung](#)

[Info zur Berechnung](#)

**Übernehmen**

Energieberater 18599 3D PLUS  
 Programm Kataloge Datenverwaltung  
 Fotos / Pläne  
 Notizen

**Gebäude**  
 Gebäudeinfo  
 Gebäudeerfassung  
 Zonen  
 Parameter

**Bauteile**  
 U-Werte  
 Ergebnisse

**Anlage**  
 Zonen  
 Lüftung  
 Heizung  
 Kühlung  
 Wasser

**Ergebnisse**  
 Übersicht / Ausgabe  
 Diagramme  
 Variantenvergleich  
 Wirtschaftlichkeit

Name **PV-Anlage**  
 Hersteller  
 Bezeichnung  
 Baujahr **2022**  
 Modul-Ausrichtung **Süd** W SW S SO O  
 Modul-Neigung **30** ° 0 30 45 60 90  
 Gesamtfläche A **445,01** m<sup>2</sup>  
 Peakleistung Anlage P<sub>pk</sub> **80,99** kW  
 Peakleistung pro m<sup>2</sup> K<sub>pk</sub> **182,0** W/m<sup>2</sup> Tabelle B.1 und B.2  
 Zelltyp **Monokristallines Silizium**  
 Technologie **kristallin**  
 Stärke der Belüftung **Stark belüftete oder freistehend Module**  
 Systemleistungsfaktor f<sub>perf</sub> **0,8000**  
 Leistung in 25 Jahren P<sub>pk</sub> / P<sub>pk,25</sub> **80** %

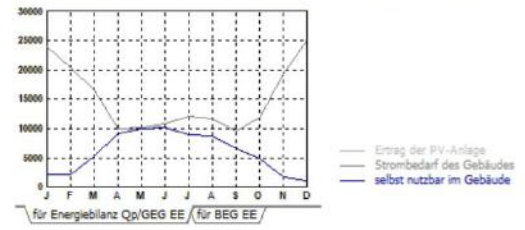
Ergebnis  
 PV Gesamtenergie Q<sub>PV</sub> **70.654 kWh**

**Stromspeicher**  Batterie vorhanden  
 Nutzkapazität C<sub>eff</sub> **181,37** kWh  
 Batterietyp **Lithium-Batterie**  
 Systemwirkungsgrad η<sub>Batt</sub> **92,0** % Tabelle B.3  
 Maximale Entladetiefe η<sub>100D</sub> **83,0** %  
 Entladezeit t<sub>Dis</sub> **2,0** h

PV-Anlage

Qualitätsanforderungen GEG / BEG an die PV-Anlage sind erfüllt [Info](#)

**Selbst nutzbarer PV-Strom - für erneuerbare Energien nach GEG / BEG**



Energiebilanz Q<sub>p</sub> / GEG EE : gesamter Strom im Gebäude  
 BEG EE: Stromanteil für Wärmeenergiebedarf

	PV-Ertrag	el.Bedarf nutzbar	el.Bedarf	nutzbar	kWh
Jan	2169	24020	2169	15087	2169
Feb	2155	20416	2155	12511	2155
Mar	5250	16468	5250	7931	5250
Apr	9111	10038	9111	1893	1893
Mai	9979	10141	9979	1818	1818
Jun	10119	10865	10119	2803	2803
Jul	9024	11999	9024	3625	3625
Aug	8634	11619	8634	3198	3198
Sep	6592	9491	6592	1279	1279
Okt	4772	11901	4772	3222	3222
Nov	1721	19272	1721	10606	1721
Dez	1128	25120	1128	15909	1128
Ertrag Q <sub>p</sub>	<b>70654</b>	181370	<b>70654</b>	79883	<b>30262</b>

x 1,8  
 Primärenergie Q<sub>p</sub> **27178 kWh**  
 x 0,560 kg/kWh  
 CO<sub>2</sub> **39566 kg**

Ergebnisse **monatliche Bilanzierung**

[Info zur Berechnung](#)



# Anlagen, Teil 10

**Energieausweise Sanierungsstufen.**

# ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 79 ff. Gebäudeenergiegesetz (GEG) vom <sup>1</sup> 8. August 2020

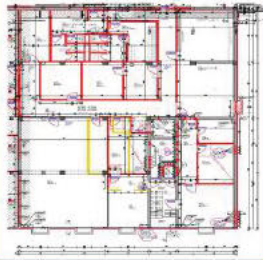
www.hottgenroth.de

Gültig bis: 09.11.2032

Vorschau  
(Ausweis rechtlich nicht gültig)

1

## Gebäude

Hauptnutzung / Gebäudekategorie	Nichtwohngebäude		
Adresse	Ulmer-Straße 196 Stuttgart		
Gebäudeteil <sup>2</sup>	Nichtwohngebäude		
Baujahr Gebäude <sup>3</sup>	2022		
Baujahr Wärmeerzeuger <sup>3, 4</sup>			
Nettogrundfläche <sup>5</sup>	3.464,5 m <sup>2</sup>		
Wesentliche Energieträger für Heizung <sup>3</sup>			Heizwerk, fossil
Wesentliche Energieträger für Warmwasser <sup>3</sup>			
Erneuerbare Energien	Art:	Verwendung:	
Art der Lüftung <sup>3</sup>	<input type="checkbox"/> Fensterlüftung	<input checked="" type="checkbox"/> Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	
	<input type="checkbox"/> Schachtlüftung	<input type="checkbox"/> Lüftungsanlage ohne Wärmerückgewinnung	
Art der Kühlung <sup>3</sup>	<input type="checkbox"/> Passive Kühlung	<input checked="" type="checkbox"/> Kühlung aus Strom	
	<input type="checkbox"/> Gelieferte Kälte	<input type="checkbox"/> Kühlung aus Wärme	
Inspektionspflichtige Klimaanlage <sup>6</sup>	Anzahl: 1	Nächstes Fälligkeitsdatum der Inspektion: 21.08.2022	
Anlass der Ausstellung des Energieausweises	<input type="checkbox"/> Neubau	<input checked="" type="checkbox"/> Modernisierung	<input type="checkbox"/> Aushangpflicht
	<input type="checkbox"/> Vermietung / Verkauf	(Änderung / Erweiterung)	<input type="checkbox"/> Sonstiges (freiwillig)

## Hinweise zu den Angaben über die energetische Qualität des Gebäudes

Die energetische Qualität eines Gebäudes kann durch die Berechnung des **Energiebedarfs** unter Annahme von standardisierten Randbedingungen oder durch die Auswertung des **Energieverbrauchs** ermittelt werden. **Als Bezugsfläche dient die Nettogrundfläche.** Teil des Energieausweises sind die Modernisierungsempfehlungen (Seite 4).

Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Berechnungen des **Energiebedarfs** erstellt (Energiebedarfsausweis). Die Ergebnisse sind auf **Seite 2** dargestellt. Zusätzliche Informationen zum Verbrauch sind freiwillig. Diese Art der Ausstellung ist Pflicht bei Neubauten und bestimmten Modernisierungen nach § 80 Absatz 2 GEG. Die angegebenen Vergleichswerte sind die Anforderungen des GEG zum Zeitpunkt der Erstellung des Energieausweises (**Erläuterungen – siehe Seite 5**).

Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Auswertungen des **Energieverbrauchs** erstellt. (Energieverbrauchsausweis). Die Ergebnisse sind auf **Seite 3** dargestellt. Die Vergleichswerte beruhen auf statistischen Auswertungen.

Datenerhebung Bedarf/Verbrauch durch  Eigentümer  Aussteller

Dem Energieausweis sind zusätzliche Informationen zur energetischen Qualität beigefügt (freiwillige Angabe).

## Hinweise zur Verwendung des Energieausweises

Energieausweise dienen ausschließlich der Information. Die Angaben im Energieausweis beziehen sich auf das gesamte Gebäude oder den oben bezeichneten Gebäudeteil. Der Energieausweis ist lediglich dafür gedacht, einen überschlägigen Vergleich von Gebäuden zu ermöglichen.

Aussteller (mit Anschrift und Berufsbezeichnung)

Unterschrift des Ausstellers

Ausstellungsdatum 10.11.2022

<sup>1</sup> Datum des angewendeten GEG, gegebenenfalls des angewendeten Änderungsgesetzes zum GEG

<sup>2</sup> nur im Falle des § 79 Absatz 2 Satz 2 GEG

<sup>3</sup> Mehrfachangaben möglich

<sup>4</sup> bei Wärmenetzen Baujahr der Übergabestation

<sup>5</sup> Nettogrundfläche ist im Sinne des GEG ausschließlich der beheizte / gekühlte Teil der Nettogrundfläche

<sup>6</sup> Klimaanlage oder kombinierte Lüftungs- und Klimaanlage im Sinne des § 74 GEG

# ENERGIEAUSWEIS Schulungsversion für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 79 ff. Gebäudeenergiegesetz (GEG) vom <sup>1</sup> 8. August 2020

www.bau-welt.de den gewerblichen Einsatz -

## Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

Vorschau  
(Ausweis rechtlich nicht gültig)

2

### Primärenergiebedarf

### "Gesamtenergieeffizienz"

Treibhausgasemissionen **48,2** kg CO<sub>2</sub>-Äquivalent / (m<sup>2</sup>·a)

Primärenergiebedarf dieses Gebäudes

**156,0** kWh/(m<sup>2</sup>·a)



#### Anforderungen gemäß GEG<sup>2</sup>

##### Primärenergiebedarf

Ist-Wert **156,0** kWh/(m<sup>2</sup>·a) Anforderungswert **193,2** kWh/(m<sup>2</sup>·a)

##### Mittlere Wärmedurchgangskoeffizienten

eingehalten

##### Sommerlicher Wärmeschutz (bei Neubau)

eingehalten

#### Für Energiebedarfsberechnungen verwendetes Verfahren

Verfahren nach § 21 GEG

Verfahren nach § 32 GEG ("Ein-Zonen-Modell")

Vereinfachungen nach § 50 Absatz 4 GEG

Vereinfachungen nach § 21 Absatz 2 Satz 2 GEG

### Endenergiebedarf

Energieträger	Jährlicher Endenergiebedarf in kWh/(m <sup>2</sup> ·a) für					Gebäude insgesamt
	Heizung	Warmwasser	Eingebaute Beleuchtung	Lüftung <sup>3)</sup>	Kühlung einschl. Befeuchtung	
Heizwerk, fossil	73,3					73,3
Strom (Hilfsenergie)			25,6		0,2	25,8
Strom-Mix					7,9	7,9

**Endenergiebedarf Wärme** [Pflichtangabe in Immobilienanzeigen] **81,3 kWh/(m<sup>2</sup>·a)**

**Endenergiebedarf Strom** [Pflichtangabe in Immobilienanzeigen] **25,8 kWh/(m<sup>2</sup>·a)**

### Angaben zur Nutzung erneuerbarer Energien<sup>4</sup>

#### Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs auf Grund des § 10 Absatz 2 Nummer 3 GEG

Art	Deckungsanteil	Anteil der Pflichterfüllung
	%	%
	%	%
Summe:	%	%

#### Maßnahmen zur Einsparung<sup>4</sup>

Die Anforderungen zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs werden durch eine Maßnahme nach § 45 GEG oder als Kombination gemäß § 34 Absatz 2 GEG erfüllt.

Die Anforderungen nach § 45 GEG in Verbindung mit § 19 GEG sind eingehalten.

Maßnahme nach § 45 GEG in Kombination gemäß § 34 Absatz 2 GEG: Die Anforderungen nach § 19 GEG werden um  % unterschritten. Anteil der Pflichterfüllung:  %

Bei grundlegender Renovierung eines öffentlichen Gebäudes:<sup>5</sup> Die Anforderungen des § 52 Absatz 1 GEG werden eingehalten.

### Gebäudezonen

Nr.	Zone	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Anteil [%]
1	Großraumbüro	2.731,7	66,5
2	WC und Sanitärräume in Nichtwohngeb...	217,0	5,3
3	Verkehrsfläche	187,8	4,6
4	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar	267,9	6,5
5	Lager	324,9	7,9
6	Serverraum/Rechenzentrum	31,1	0,8
7	Sonstige Aufenthaltsräume	216,9	5,3
8	Nebenflächen ohne Aufenthaltsräume	129,2	3,1
9			

weitere Einträge in Anlage

### Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Das Gebäudeenergiegesetz lässt für die Berechnung des Energiebedarfs in vielen Fällen neben dem Berechnungsverfahren alternative Vereinfachungen zu, die im Einzelfall zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die ausgewiesenen Bedarfswerte sind spezifische Werte nach dem GEG pro Quadratmeter beheizte/gekühlte Nettogrundfläche.

<sup>1</sup> siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises

<sup>2</sup> nur bei Neubau sowie bei Modernisierung im Fall § 80 Absatz 2 GEG

<sup>3</sup> nur Hilfsenergiebedarf

<sup>4</sup> nur bei Neubau

<sup>5</sup> nur bei grundlegender Renovierung eines öffentlichen Gebäudes nach § 52 Absatz 1 GEG

# ENERGIEAUSWEIS Sanftumversion für Nichtwohngebäude

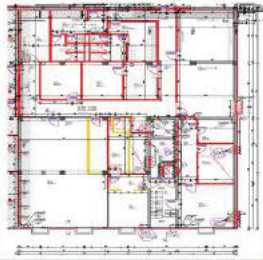
gemäß den §§ 79 ff. Gebäudeenergiegesetz (GEG) vom <sup>1</sup> 8. August 2020 gemäß dem gewerblichen Einsatz -

Gültig bis: 09.11.2032

Vorschau  
(Ausweis rechtlich nicht gültig)

1

## Gebäude

Hauptnutzung / Gebäudekategorie	Nichtwohngebäude		
Adresse	Ulmer-Straße 196 Stuttgart		
Gebäudeteil <sup>2</sup>	Nichtwohngebäude		
Baujahr Gebäude <sup>3</sup>	2022		
Baujahr Wärmeerzeuger <sup>3, 4</sup>			
Nettogrundfläche <sup>5</sup>	3.464,5 m <sup>2</sup>		
Wesentliche Energieträger für Heizung <sup>3</sup>			Heizwerk, fossil
Wesentliche Energieträger für Warmwasser <sup>3</sup>			
Erneuerbare Energien	Art:	Verwendung:	
Art der Lüftung <sup>3</sup>	<input type="checkbox"/> Fensterlüftung	<input checked="" type="checkbox"/> Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	
	<input type="checkbox"/> Schachtlüftung	<input type="checkbox"/> Lüftungsanlage ohne Wärmerückgewinnung	
Art der Kühlung <sup>3</sup>	<input type="checkbox"/> Passive Kühlung	<input checked="" type="checkbox"/> Kühlung aus Strom	
	<input type="checkbox"/> Gelieferte Kälte	<input type="checkbox"/> Kühlung aus Wärme	
Inspektionspflichtige Klimaanlage <sup>6</sup>	Anzahl: 1	Nächstes Fälligkeitsdatum der Inspektion: 21.08.2022	
Anlass der Ausstellung des Energieausweises	<input type="checkbox"/> Neubau	<input checked="" type="checkbox"/> Modernisierung	<input type="checkbox"/> Aushangpflicht
	<input type="checkbox"/> Vermietung / Verkauf	(Änderung / Erweiterung)	<input type="checkbox"/> Sonstiges (freiwillig)

## Hinweise zu den Angaben über die energetische Qualität des Gebäudes

Die energetische Qualität eines Gebäudes kann durch die Berechnung des **Energiebedarfs** unter Annahme von standardisierten Randbedingungen oder durch die Auswertung des **Energieverbrauchs** ermittelt werden. **Als Bezugsfläche dient die Nettogrundfläche.** Teil des Energieausweises sind die Modernisierungsempfehlungen (Seite 4).

- Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Berechnungen des **Energiebedarfs** erstellt (Energiebedarfsausweis). Die Ergebnisse sind auf **Seite 2** dargestellt. Zusätzliche Informationen zum Verbrauch sind freiwillig. Diese Art der Ausstellung ist Pflicht bei Neubauten und bestimmten Modernisierungen nach § 80 Absatz 2 GEG. Die angegebenen Vergleichswerte sind die Anforderungen des GEG zum Zeitpunkt der Erstellung des Energieausweises (**Erläuterungen – siehe Seite 5**).
  - Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Auswertungen des **Energieverbrauchs** erstellt. (Energieverbrauchsausweis). Die Ergebnisse sind auf **Seite 3** dargestellt. Die Vergleichswerte beruhen auf statistischen Auswertungen.
- Datenerhebung Bedarf/Verbrauch durch  Eigentümer  Aussteller
- Dem Energieausweis sind zusätzliche Informationen zur energetischen Qualität beigefügt (freiwillige Angabe).

## Hinweise zur Verwendung des Energieausweises

Energieausweise dienen ausschließlich der Information. Die Angaben im Energieausweis beziehen sich auf das gesamte Gebäude oder den oben bezeichneten Gebäudeteil. Der Energieausweis ist lediglich dafür gedacht, einen überschlägigen Vergleich von Gebäuden zu ermöglichen.

Aussteller (mit Anschrift und Berufsbezeichnung)

Unterschrift des Ausstellers

Ausstellungsdatum 10.11.2022

<sup>1</sup> Datum des angewendeten GEG, gegebenenfalls des angewendeten Änderungsgesetzes zum GEG

<sup>2</sup> nur im Falle des § 79 Absatz 2 Satz 2 GEG

<sup>3</sup> Mehrfachangaben möglich

<sup>4</sup> bei Wärmenetzen Baujahr der Übergabestation

<sup>5</sup> Nettogrundfläche ist im Sinne des GEG ausschließlich der beheizte / gekühlte Teil der Nettogrundfläche

<sup>6</sup> Klimaanlage oder kombinierte Lüftungs- und Klimaanlage im Sinne des § 74 GEG

# ENERGIEAUSWEIS Schulungsversion für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 79 ff. Gebäudeenergiegesetz (GEG) vom <sup>1</sup> 8. August 2020

www.hogentrotz.de www.hogentrotz.de www.hogentrotz.de

## Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

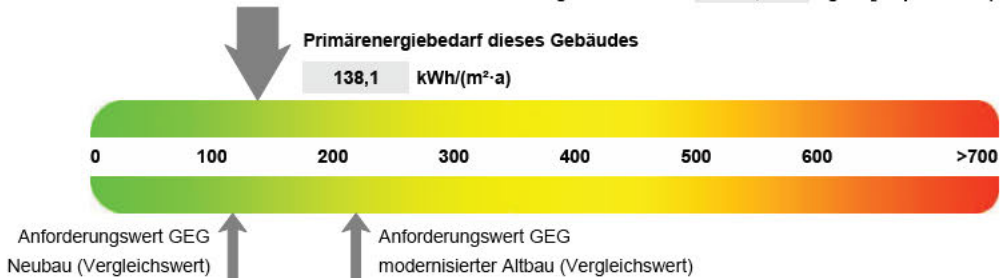
Vorschau  
(Ausweis rechtlich nicht gültig)

2

### Primärenergiebedarf

### "Gesamtenergieeffizienz"

Treibhausgasemissionen **42,6** kg CO<sub>2</sub>-Äquivalent / (m<sup>2</sup>·a)



#### Anforderungen gemäß GEG<sup>2</sup>

##### Primärenergiebedarf

Ist-Wert **138,1** kWh/(m<sup>2</sup>·a) Anforderungswert **193,2** kWh/(m<sup>2</sup>·a)

##### Mittlere Wärmedurchgangskoeffizienten

eingehalten

##### Sommerlicher Wärmeschutz (bei Neubau)

eingehalten

#### Für Energiebedarfsberechnungen verwendetes Verfahren

Verfahren nach § 21 GEG

Verfahren nach § 32 GEG ("Ein-Zonen-Modell")

Vereinfachungen nach § 50 Absatz 4 GEG

Vereinfachungen nach § 21 Absatz 2 Satz 2 GEG

### Endenergiebedarf

Energieträger	Jährlicher Endenergiebedarf in kWh/(m <sup>2</sup> ·a) für					Gebäude insgesamt
	Heizung	Warmwasser	Eingebaute Beleuchtung	Lüftung <sup>3)</sup>	Kühlung einschl. Befeuchtung	
Heizwerk, fossil	63,9					63,9
Strom (Hilfsenergie)			9,5		0,2	9,6
Strom-Mix					6,2	6,2

### Endenergiebedarf Wärme

[Pflichtangabe in Immobilienanzeigen]

**73,5 kWh/(m<sup>2</sup>·a)**

### Endenergiebedarf Strom

[Pflichtangabe in Immobilienanzeigen]

**9,6 kWh/(m<sup>2</sup>·a)**

### Angaben zur Nutzung erneuerbarer Energien<sup>4</sup>

#### Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs auf Grund des § 10 Absatz 2 Nummer 3 GEG

Art	Deckungsanteil	Anteil der Pflichterfüllung
	%	%
	%	%
Summe:	%	%

#### Maßnahmen zur Einsparung<sup>4</sup>

Die Anforderungen zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs werden durch eine Maßnahme nach § 45 GEG oder als Kombination gemäß § 34 Absatz 2 GEG erfüllt.

Die Anforderungen nach § 45 GEG in Verbindung mit § 19 GEG sind eingehalten.

Maßnahme nach § 45 GEG in Kombination gemäß § 34 Absatz 2 GEG: Die Anforderungen nach § 19 GEG werden um % unterschritten. Anteil der Pflichterfüllung: %

Bei grundlegender Renovierung eines öffentlichen Gebäudes:<sup>5</sup> Die Anforderungen des § 52 Absatz 1 GEG werden eingehalten.

### Gebäudezonen

Nr.	Zone	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Anteil [%]
1	Großraumbüro	2.731,7	66,5
2	WC und Sanitärräume in Nichtwohngeb...	217,0	5,3
3	Verkehrsfläche	187,8	4,6
4	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar	267,9	6,5
5	Lager	324,9	7,9
6	Serverraum/Rechenzentrum	31,1	0,8
7	Sonstige Aufenthaltsräume	216,9	5,3
8	Nebenflächen ohne Aufenthaltsräume	129,2	3,1
9			

weitere Einträge in Anlage

### Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Das Gebäudeenergiegesetz lässt für die Berechnung des Energiebedarfs in vielen Fällen neben dem Berechnungsverfahren alternative Vereinfachungen zu, die im Einzelfall zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die ausgewiesenen Bedarfswerte sind spezifische Werte nach dem GEG pro Quadratmeter beheizte/gekühlte Nettogrundfläche.

<sup>1</sup> siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises

<sup>2</sup> nur bei Neubau sowie bei Modernisierung im Fall § 80 Absatz 2 GEG

<sup>3</sup> nur Hilfsenergiebedarf

<sup>4</sup> nur bei Neubau

<sup>5</sup> nur bei grundlegender Renovierung eines öffentlichen Gebäudes nach § 52 Absatz 1 GEG

# ENERGIEAUSWEIS Sanftversion für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 79 ff. Gebäudeenergiegesetz (GEG) vom <sup>1</sup> 8. August 2020

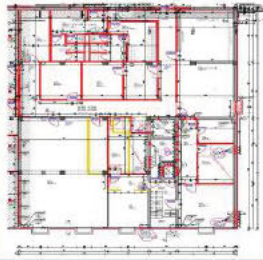
www.hottgenroth.de

Gültig bis: 09.11.2032

Vorschau  
(Ausweis re)

1

## Gebäude

Hauptnutzung / Gebäudekategorie	Nichtwohngebäude		
Adresse	Ulmer-Straße 196 Stuttgart		
Gebäudeteil <sup>2</sup>	Nichtwohngebäude		
Baujahr Gebäude <sup>3</sup>	2022		
Baujahr Wärmeerzeuger <sup>3, 4</sup>			
Nettogrundfläche <sup>5</sup>	3.464,5 m²		
Wesentliche Energieträger für Heizung <sup>3</sup>	Heizwerk, fossil		
Wesentliche Energieträger für Warmwasser <sup>3</sup>			
Erneuerbare Energien	Art:	Verwendung:	
Art der Lüftung <sup>3</sup>	<input type="checkbox"/> Fensterlüftung	<input checked="" type="checkbox"/> Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	
	<input type="checkbox"/> Schachtlüftung	<input type="checkbox"/> Lüftungsanlage ohne Wärmerückgewinnung	
Art der Kühlung <sup>3</sup>	<input type="checkbox"/> Passive Kühlung	<input checked="" type="checkbox"/> Kühlung aus Strom	
	<input type="checkbox"/> Gelieferte Kälte	<input type="checkbox"/> Kühlung aus Wärme	
Inspektionspflichtige Klimaanlage <sup>6</sup>	Anzahl: 1	Nächstes Fälligkeitsdatum der Inspektion: 21.08.2022	
Anlass der Ausstellung des Energieausweises	<input type="checkbox"/> Neubau	<input checked="" type="checkbox"/> Modernisierung	<input type="checkbox"/> Aushangpflicht
	<input type="checkbox"/> Vermietung / Verkauf	(Änderung / Erweiterung)	<input type="checkbox"/> Sonstiges (freiwillig)

## Hinweise zu den Angaben über die energetische Qualität des Gebäudes

Die energetische Qualität eines Gebäudes kann durch die Berechnung des **Energiebedarfs** unter Annahme von standardisierten Randbedingungen oder durch die Auswertung des **Energieverbrauchs** ermittelt werden. **Als Bezugsfläche dient die Nettogrundfläche.** Teil des Energieausweises sind die Modernisierungsempfehlungen (Seite 4).

Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Berechnungen des **Energiebedarfs** erstellt (Energiebedarfsausweis). Die Ergebnisse sind auf **Seite 2** dargestellt. Zusätzliche Informationen zum Verbrauch sind freiwillig. Diese Art der Ausstellung ist Pflicht bei Neubauten und bestimmten Modernisierungen nach § 80 Absatz 2 GEG. Die angegebenen Vergleichswerte sind die Anforderungen des GEG zum Zeitpunkt der Erstellung des Energieausweises (**Erläuterungen – siehe Seite 5**).

Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Auswertungen des **Energieverbrauchs** erstellt. (Energieverbrauchsausweis). Die Ergebnisse sind auf **Seite 3** dargestellt. Die Vergleichswerte beruhen auf statistischen Auswertungen.

Datenerhebung Bedarf/Verbrauch durch  Eigentümer  Aussteller

Dem Energieausweis sind zusätzliche Informationen zur energetischen Qualität beigefügt (freiwillige Angabe).

## Hinweise zur Verwendung des Energieausweises

Energieausweise dienen ausschließlich der Information. Die Angaben im Energieausweis beziehen sich auf das gesamte Gebäude oder den oben bezeichneten Gebäudeteil. Der Energieausweis ist lediglich dafür gedacht, einen überschlägigen Vergleich von Gebäuden zu ermöglichen.

Aussteller (mit Anschrift und Berufsbezeichnung)

Unterschrift des Ausstellers

Ausstellungsdatum 10.11.2022

<sup>1</sup> Datum des angewendeten GEG, gegebenenfalls des angewendeten Änderungsgesetzes zum GEG

<sup>2</sup> nur im Falle des § 79 Absatz 2 Satz 2 GEG

<sup>3</sup> Mehrfachangaben möglich

<sup>4</sup> bei Wärmenetzen Baujahr der Übergabestation

<sup>5</sup> Nettogrundfläche ist im Sinne des GEG ausschließlich der beheizte / gekühlte Teil der Nettogrundfläche

<sup>6</sup> Klimaanlage oder kombinierte Lüftungs- und Klimaanlage im Sinne des § 74 GEG

# ENERGIEAUSWEIS Schulungsversion für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 79 ff. Gebäudeenergiegesetz (GEG) vom <sup>1</sup> 8. August 2020 www.bau-welt.de

## Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

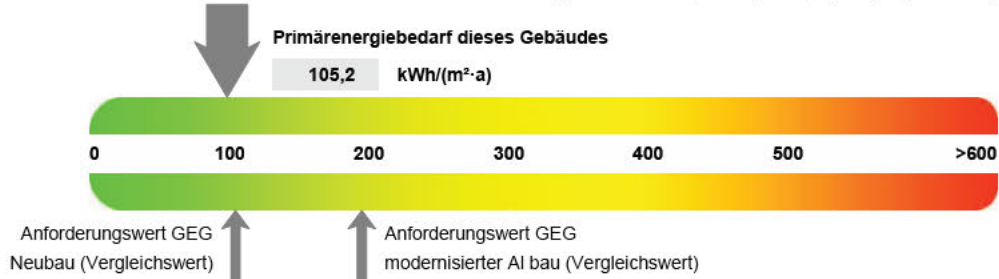
Vorschau  
(Ausweis rechtlich nicht gültig)

2

### Primärenergiebedarf

### "Gesamtenergieeffizienz"

Treibhausgasemissionen **30,6** kg CO<sub>2</sub>-Äquivalent / (m<sup>2</sup>·a)



#### Anforderungen gemäß GEG <sup>2</sup>

##### Primärenergiebedarf

Ist-Wert **105,2** kWh/(m<sup>2</sup>·a) Anforderungswert **193,2** kWh/(m<sup>2</sup>·a)

##### Mittlere Wärmedurchgangskoeffizienten

eingehalten

##### Sommerlicher Wärmeschutz (bei Neubau)

eingehalten

#### Für Energiebedarfsberechnungen verwendetes Verfahren

Verfahren nach § 21 GEG

Verfahren nach § 32 GEG ("Ein-Zonen-Modell")

Vereinfachungen nach § 50 Absatz 4 GEG

Vereinfachungen nach § 21 Absatz 2 Satz 2 GEG

### Endenergiebedarf

Energieträger	Jährlicher Endenergiebedarf in kWh/(m <sup>2</sup> ·a) für					Gebäude insgesamt
	Heizung	Warmwasser	Eingebaute Beleuchtung	Lüftung <sup>3)</sup>	Kühlung einschl. Befeuchtung	
Strom (Hilfsenergie)			12,3	15,1	2,0	29,4
Heizwerk, fossil	32,5					32,5
Strom (Sondertarif)					7,9	7,9

### Endenergiebedarf Wärme

[Pflichtangabe in Immobilienanzeigen]

**40,4 kWh/(m<sup>2</sup>·a)**

### Endenergiebedarf Strom

[Pflichtangabe in Immobilienanzeigen]

**29,4 kWh/(m<sup>2</sup>·a)**

### Angaben zur Nutzung erneuerbarer Energien <sup>4</sup>

#### Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs auf Grund des § 10 Absatz 2 Nummer 3 GEG

Art	Deckungsanteil	Anteil der Pflichterfüllung
	%	%
	%	%
Summe:	%	%

#### Maßnahmen zur Einsparung <sup>4</sup>

Die Anforderungen zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs werden durch eine Maßnahme nach § 45 GEG oder als Kombination gemäß § 34 Absatz 2 GEG erfüllt.

Die Anforderungen nach § 45 GEG in Verbindung mit § 19 GEG sind eingehalten.

Maßnahme nach § 45 GEG in Kombination gemäß § 34 Absatz 2 GEG: Die Anforderungen nach § 19 GEG werden um  % unterschritten. Anteil der Pflichterfüllung:  %

Bei grundlegender Renovierung eines öffentlichen Gebäudes: <sup>5</sup> Die Anforderungen des § 52 Absatz 1 GEG werden eingehalten.

### Gebäudezonen

Nr.	Zone	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Anteil [%]
1	Großraumbüro	2.731,7	66,5
2	WC und Sanitärräume in Nichtwohngeb...	217,0	5,3
3	Verkehrsfläche	187,8	4,6
4	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar	267,9	6,5
5	Lager	324,9	7,9
6	Serverraum/Rechenzentrum	31,1	0,8
7	Sonstige Aufenthaltsräume	216,9	5,3
8	Nebenflächen ohne Aufenthaltsräume	129,2	3,1
9			

weitere Einträge in Anlage

### Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Das Gebäudeenergiegesetz lässt für die Berechnung des Energiebedarfs in vielen Fällen neben dem Berechnungsverfahren alternative Vereinfachungen zu, die im Einzelfall zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die ausgewiesenen Bedarfswerte sind spezifische Werte nach dem GEG pro Quadratmeter beheizte/gekühlte Nettogrundfläche.

<sup>1</sup> siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises

<sup>2</sup> nur bei Neubau sowie bei Modernisierung im Fall § 80 Absatz 2 GEG

<sup>3</sup> nur Hilfsenergiebedarf

<sup>4</sup> nur bei Neubau

<sup>5</sup> nur bei grundlegender Renovierung eines öffentlichen Gebäudes nach § 52 Absatz 1 GEG

# ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 79 ff. Gebäudeenergiegesetz (GEG) vom <sup>1</sup> 8. August 2020

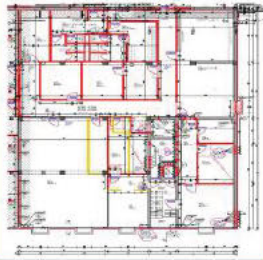
www.hottgenroth.de

Gültig bis: 11.11.2032

Vorschau  
(Ausweis rechtlich nicht gültig)

1

## Gebäude

Hauptnutzung / Gebäudekategorie	Nichtwohngebäude		
Adresse	Ulmer-Straße 196 Stuttgart		
Gebäudeteil <sup>2</sup>	Nichtwohngebäude		
Baujahr Gebäude <sup>3</sup>	2022		
Baujahr Wärmeerzeuger <sup>3, 4</sup>			
Nettogrundfläche <sup>5</sup>	3.464,5 m <sup>2</sup>		
Wesentliche Energieträger für Heizung <sup>3</sup>			Heizwerk, fossil
Wesentliche Energieträger für Warmwasser <sup>3</sup>			
Erneuerbare Energien	Art:	Verwendung:	
Art der Lüftung <sup>3</sup>	<input type="checkbox"/> Fensterlüftung	<input checked="" type="checkbox"/> Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	
	<input type="checkbox"/> Schachtlüftung	<input type="checkbox"/> Lüftungsanlage ohne Wärmerückgewinnung	
Art der Kühlung <sup>3</sup>	<input type="checkbox"/> Passive Kühlung	<input checked="" type="checkbox"/> Kühlung aus Strom	
	<input type="checkbox"/> Gelieferte Kälte	<input type="checkbox"/> Kühlung aus Wärme	
Inspektionspflichtige Klimaanlage <sup>6</sup>	Anzahl: 1	Nächstes Fälligkeitsdatum der Inspektion: 21.08.2022	
Anlass der Ausstellung des Energieausweises	<input type="checkbox"/> Neubau	<input checked="" type="checkbox"/> Modernisierung	<input type="checkbox"/> Aushangpflicht
	<input type="checkbox"/> Vermietung / Verkauf	(Änderung / Erweiterung)	<input type="checkbox"/> Sonstiges (freiwillig)

## Hinweise zu den Angaben über die energetische Qualität des Gebäudes

Die energetische Qualität eines Gebäudes kann durch die Berechnung des **Energiebedarfs** unter Annahme von standardisierten Randbedingungen oder durch die Auswertung des **Energieverbrauchs** ermittelt werden. **Als Bezugsfläche dient die Nettogrundfläche.** Teil des Energieausweises sind die Modernisierungsempfehlungen (Seite 4).

Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Berechnungen des **Energiebedarfs** erstellt (Energiebedarfsausweis). Die Ergebnisse sind auf **Seite 2** dargestellt. Zusätzliche Informationen zum Verbrauch sind freiwillig. Diese Art der Ausstellung ist Pflicht bei Neubauten und bestimmten Modernisierungen nach § 80 Absatz 2 GEG. Die angegebenen Vergleichswerte sind die Anforderungen des GEG zum Zeitpunkt der Erstellung des Energieausweises (**Erläuterungen – siehe Seite 5**).

Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Auswertungen des **Energieverbrauchs** erstellt. (Energieverbrauchsausweis). Die Ergebnisse sind auf **Seite 3** dargestellt. Die Vergleichswerte beruhen auf statistischen Auswertungen.

Datenerhebung Bedarf/Verbrauch durch  Eigentümer  Aussteller

Dem Energieausweis sind zusätzliche Informationen zur energetischen Qualität beigefügt (freiwillige Angabe).

## Hinweise zur Verwendung des Energieausweises

Energieausweise dienen ausschließlich der Information. Die Angaben im Energieausweis beziehen sich auf das gesamte Gebäude oder den oben bezeichneten Gebäudeteil. Der Energieausweis ist lediglich dafür gedacht, einen überschlägigen Vergleich von Gebäuden zu ermöglichen.

Aussteller (mit Anschrift und Berufsbezeichnung)

Unterschrift des Ausstellers

Ausstellungsdatum 12.11.2022

<sup>1</sup> Datum des angewendeten GEG, gegebenenfalls des angewendeten Änderungsgesetzes zum GEG

<sup>2</sup> nur im Falle des § 79 Absatz 2 Satz 2 GEG

<sup>3</sup> Mehrfachangaben möglich

<sup>4</sup> bei Wärmenetzen Baujahr der Übergabestation

<sup>5</sup> Nettogrundfläche ist im Sinne des GEG ausschließlich der beheizte / gekühlte Teil der Nettogrundfläche

<sup>6</sup> Klimaanlage oder kombinierte Lüftungs- und Klimaanlage im Sinne des § 74 GEG



# ENERGIEAUSWEIS Schulungsversion

für Nichtwohngebäude  
gemäß den §§ 79 ff. Gebäudeenergiegesetz (GEG) vom <sup>1</sup> 8. August 2020

www.energieausweis.de

## Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

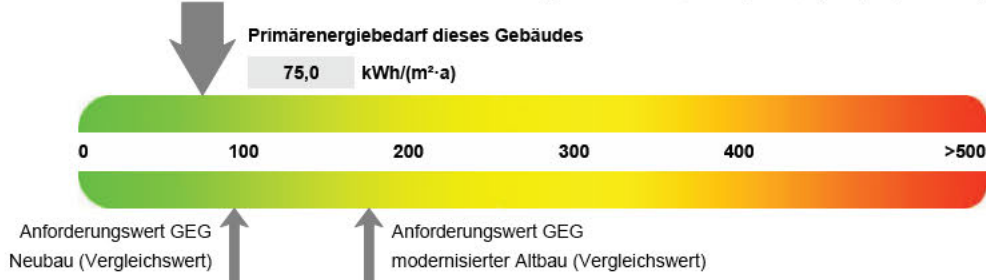
Vorschau  
(Ausweis rechtlich nicht gültig)

2

### Primärenergiebedarf

### "Gesamtenergieeffizienz"

Treibhausgasemissionen 27,6 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalent / (m<sup>2</sup>·a)



#### Anforderungen gemäß GEG<sup>2</sup>

##### Primärenergiebedarf

Ist-Wert 75,0 kWh/(m<sup>2</sup>·a) Anforderungswert 193,2 kWh/

Mittlere Wärmedurchgangskoeffizienten

Sommerlicher Wärmeschutz (bei Neubau)

eingehalten  
 eingehalten

#### Für Energiebedarfsberechnungen verwendetes Verfahren

- Verfahren nach § 21 GEG
- Verfahren nach § 32 GEG ("Ein-Zonen-Modell")
- Vereinfachungen nach § 50 Absatz 4 GEG
- Vereinfachungen nach § 21 Absatz 2 Satz 2 GEG

### Endenergiebedarf

Energieträger	Jährlicher Endenergiebedarf in kWh/(m <sup>2</sup> ·a) für					Gebäude insgesamt
	Heizung	Warmwasser	Eingebaute Beleuchtung	Lüftung <sup>3)</sup>	Kühlung einschl. Befeuchtung	
Heizwerk, fossil	28,9					28,9
Strom (Hilfsenergie)	0,1		9,6	14,5	0,2	24,5
Strom-Mix					8,1	8,1

**Endenergiebedarf Wärme** [Pflichtangabe in Immobilienanzeigen] 37,0 kWh/(m<sup>2</sup>·a)

**Endenergiebedarf Strom** [Pflichtangabe in Immobilienanzeigen] 24,5 kWh/(m<sup>2</sup>·a)

### Angaben zur Nutzung erneuerbarer Energien<sup>4</sup>

#### Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs auf Grund des § 10 Absatz 2 Nummer 3 GEG

Art	Deckungsanteil	Anteil der Pflichterfüllung
	%	%
	%	%
	%	%
	%	%
Summe:	%	%

#### Maßnahmen zur Einsparung<sup>4</sup>

Die Anforderungen zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs werden durch eine Maßnahme nach § 45 GEG oder als Kombination gemäß § 34 Absatz 2 GEG erfüllt.

- Die Anforderungen nach § 45 GEG in Verbindung mit § 19 GEG sind eingehalten.
- Maßnahme nach § 45 GEG in Kombination gemäß § 34 Absatz 2 GEG: Die Anforderungen nach § 19 GEG werden um % unterschritten. Anteil der Pflichterfüllung: %
- Bei grundlegender Renovierung eines öffentlichen Gebäudes:<sup>5</sup> Die Anforderungen des § 52 Absatz 1 GEG werden eingehalten.

### Gebäudezonen

Nr.	Zone	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Anteil [%]
1	Großraumbüro	2.731,7	66,5
2	WC und Sanitärräume in Nichtwohngeb...	217,0	5,3
3	Verkehrsfläche	187,8	4,6
4	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar	267,9	6,5
5	Lager	324,9	7,9
6	Serverraum/Rechenzentrum	31,1	0,8
7	Sonstige Aufenthaltsräume	216,9	5,3
8	Nebenflächen ohne Aufenthaltsräume	129,2	3,1
9			

weitere Einträge in Anlage

### Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Das Gebäudeenergiegesetz lässt für die Berechnung des Energiebedarfs in vielen Fällen neben dem Berechnungsverfahren alternative Vereinfachungen zu, die im Einzelfall zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die ausgewiesenen Bedarfswerte sind spezifische Werte nach dem GEG pro Quadratmeter beheizte/gekühlte Nettogrundfläche.

<sup>1</sup> siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises

<sup>2</sup> nur bei Neubau sowie bei Modernisierung im Fall § 80 Absatz 2 GEG

<sup>3</sup> nur Hilfsenergiebedarf

<sup>4</sup> nur bei Neubau

<sup>5</sup> nur bei grundlegender Renovierung eines öffentlichen Gebäudes nach § 52 Absatz 1 GEG

# Anlagen, Teil 11

**Kostenermittlung BKI-Kostenplaner GEG-Niveau2.**

## Kosten GEG\_Sanierung

### Kostenanschlag

Kostenanschlag Datenstand: 04.11.2022 Kostenstand: 3. Quartal 2021 DIN 276:2018-12

#### Projektbeschreibung

Seite: 1

#### Kosteneinfluss aus dem Grundstück:

*Neigung:- keine Angaben -*

*Bauraum:- keine Angaben -*

#### Kosteneinfluss aus der Baukonjunktur:

*Konjunktur:- keine Angaben -*

#### Kosteneinfluss aus der Region:

*Region:- keine Angaben -*

#### Kosteneinfluss aus dem Ausbaustandard:

*Standard:- keine Angaben -*

Kostenplan Demoversion

# Kosten GEG\_Sanierung

## Kostenanschlag

Kostenanschlag Datenstand: 04.11.2022 Kostenstand: 3. Quartal 2021 DIN 276:2018-12

### Flächen und Rauminhalte

Seite: 2

#### Flächen nach DIN 277-1:2016-1

Bezeichnung	Regelfall (R)	Sonderfall (S)	Gesamt
Nutzungsfläche			3343 m <sup>2</sup>
Verkehrsfläche			408 m <sup>2</sup>
Technikfläche			349 m <sup>2</sup>
Netto-Raumfläche			4100 m <sup>2</sup>
Konstruktions-Grundfläche			427 m <sup>2</sup>
Brutto-Grundfläche			4527 m <sup>2</sup>

#### Rauminhalte nach DIN 277-1:2016-1

Bezeichnung	Regelfall (R)	Sonderfall (S)	Gesamt
Brutto-Rauminhalt			16487 m <sup>3</sup>
Netto-Rauminhalt			

#### Flächen des Baugrundstücks

Bezeichnung	Regelfall (R)	Sonderfall (S)	Gesamt
Bebaute Fläche			
Unbebaute Fläche			
Grundstücksfläche			
Außenanlagenfläche			

#### Raumluftechnisch behandelte Flächen (RTL)

Bezeichnung	Regelfall (R)	Sonderfall (S)	Gesamt
Beheizte Fläche			
Entlüftete Fläche			
Be- und Entlüftete Fläche			
Teilklimatisierte Fläche			
Klimatisierte Fläche			

Kostenplan Demoversion

# Kosten GEG\_Sanierung

## Kostenanschlag

Kostenanschlag Datenstand: 04.11.2022 Kostenstand: 3. Quartal 2021 DIN 276:2018-12

BKI Kostenberechnung (3. Ebene)				Seite: 3
KG-Nummer	Bezeichnung / Beschreibungen	Menge Einheit	KKW [€]	Kosten [€]
<b>300</b>	<b>Bauwerk – Baukonstruktionen</b>	4.527,00 BGF	<b>388,37</b>	<b>1.758.158,09</b>
330	Außenwände/Vertikale Baukonstruktionen, außen	1.960,00 m²	370,19	725.572,00
331	Tragende Außenwände Wärmedämmverbundsystem, 17cm MIWO Dämmung, Grundkosten ohne Bauteil: 125,81€/m2, Mehrkosten: 3,65 €/m2	1.580,00 m²	187,86	296.819,00
334	Außenwandöffnungen <b>Abbrechen:</b> Abbruch Fenster- und Türflügel, (700m2), Entsorgung, Deponiegebühren <b>Herstellen:</b> Aluminiumfenster, 2-Scheiben- Isolierverglasung 650m2, Fensterbänke aluminium, U-Wert 1,3 W/m2K, Kosten Fenster: 400€/m2	650,00 m²	400,00	260.000,00
338	Lichtschutz zur KG 330 <b>Abbrechen:</b> Abbruch Sonnenschutz (700 m2), Entsorgung, Deponiegebühren <b>Herstellen:</b> Alu-Lamellen-Raffstores, Elektroantrieb (650m2)	650,00 m²	259,62	168.753,00
340	Innenwände/Vertikale Baukonstruktionen, innen <b>Abbrechen:</b> Abbruch mauerwerkswände, Türen mit zargen, Sanitär trennwände, Entsorgung, Deponiegebühren <b>Herstellen:</b> Mauerwerkswände, GK-Wände, Systemtrennwände, Holztüren, Brandschutztüren, ThinkTanks, Putzarbeiten, Gipsputz, Malerarbeiten, Fliesen, WC-trennwände	4.000,00 m²	164,11	656.430,24
342	Nichttragende Innenwände	4.000,00 m²	136,83	547.320,00
344	Innenwandöffnungen	162,00 m²	673,52	109.110,24
350	Decken/Horizontale Baukonstruktionen	5.800,00 m²	30,72	178.174,00
353	Deckenbeläge <b>Abbrechen:</b> Alter Teppichboden, Fliesen <b>Herstellen:</b> Teppichböden, Fliesen	2.000,00 m²	25,00	50.000,00
354	Deckenbekleidungen <b>Herstellen:</b> Ertüchtigung Betonrippendecken mittels F90- Spritzschutz, Decken abhängen	3.800,00 m²	33,73	128.174,00
360	Dächer <b>Abbrechen:</b> Abbruch von Flachdach (260m2) und Räumen 6. Obergeschoss, Entsorgung, Deponiegebühren <b>77,98 €/m2</b> <b>Herstellen:</b> F30-/F90 Anstrich, Akustik-Dachtrapezblech, Flachdach-Dämmung, Dachabdichtung, Titanzink Dachentwässerung, Flachdachsabsturzicherungen,RWA- Kuppeln, <b>88,45 €/m2</b> , Grundkosten: 28,13€/m2 , Mehrkosten 16cm Dämmung: 60,32€/m2	654,00 m²	166,43	108.845,22
390	Sonstige Maßnahmen für Baukonstruktionen	4.527,00 BGF	19,69	89.136,63
392	Gerüste	4.527,00 BGF	19,69	89.136,63
394	Abbruchmaßnahmen Abtraug 6.OG und alte Fenster	4.527,00 BGF	0,00	0,00

# Kosten GEG\_Sanierung

## Kostenanschlag

Kostenanschlag Datenstand: 04.11.2022 Kostenstand: 3. Quartal 2021 DIN 276:2018-12

BKI Kostenberechnung (3. Ebene)				Seite: 4
KG-Nummer	Bezeichnung / Beschreibungen	Menge Einheit	KKW [€]	Kosten [€]
<b>400</b>	<b>Bauwerk – Technische Anlagen</b>	4.527,00 BGF	<b>198,80</b>	<b>899.967,60</b>
410	Abwasser-, Wasser-, Gasanlagen	4.527,00 BGF	22,81	103.260,87
411	Abwasseranlagen <b>Abbrechen:</b> Abbruch von Abwasserleitungen, Rohrdämmung, Dacheinläufen; Entsorgung, Deponiegebühren <b>Herstellen:</b> Abwasserleitungen, Formstücke, Rohrdämmung, Bodenabläufe, Dachabläufe	4.527,00 BGF	22,81	103.260,87
420	Wärmeversorgungsanlagen <b>Abbruch:</b> Alte Versorgungsleitungen, Heizkörper, Heizungsrohren, Übergabeelemente, Entorgung, Deponiegebühren <b>Wiederherstellen:</b> Dämmung Rohrleitungen, Heizkörperventile, Niedertemperaturheizkörper	4.527,00 BGF	13,00	58.851,00
422	Wärmeverteilnetze Ausbau Wärmeverteilung Kellerräume	4.527,00 BGF	10,00	45.270,00
423	Raumheizflächen	4.527,00 BGF	3,00	13.581,00
430	Raumlufttechnische Anlagen <b>Herstellen:</b> Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnungsfunktion	4.527,00 BGF	92,76	419.924,52
431	Lüftungsanlagen	4.527,00 BGF	92,76	419.924,52
440	Elektrische Anlagen <b>Abbrechen:</b> Demontage von Leuchtstoffröhren, Entsorgung, Deponiegebühren <b>Herstellen:</b> LEDs in LED Leuchten, Präsenzmelder, Beleuchtungskontrolle	4.527,00 BGF	39,16	177.277,32
445	Beleuchtungsanlagen	4.527,00 BGF	39,16	177.277,32
480	Gebäude- und Anlagenautomation	4.527,00 BGF	31,07	140.653,89
481	Automationseinrichtungen <b>Herstellen:</b> Gebäudeautomation, BUS-System, Allgemeinbeleuchtung, Heizung, Jalousien, Lieferung, Montage, Programmierung, Inbetriebnahme, Dokumentation	4.527,00 BGF	31,07	140.653,89
<b>600</b>	<b>Ausstattung und Kunstwerke</b>	4.527,00 BGF	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>700</b>	<b>Baunebenkosten</b>	4.527,00 BGF	<b>42,05</b>	<b>190.360,35</b>
740	Fachplanung	4.527,00 BGF	29,79	134.859,33
760	Allgemeine Baunebenkosten	4.527,00 BGF	12,26	55.501,02
<b>800</b>	<b>Finanzierung</b>	4.527,00 BGF	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

# **Anlagen, Teil 12**

**Kostenermittlung BKI Kostenplaner BEG-Standard.**

## Kosten BEG\_Sanierung

### Kostenanschlag

Kostenanschlag Datenstand: 04.11.2022 Kostenstand: 3. Quartal 2021 DIN 276:2018-12

#### Projektbeschreibung

Seite: 1

#### Kosteneinfluss aus dem Grundstück:

*Neigung:- keine Angaben -*

*Bauraum:- keine Angaben -*

#### Kosteneinfluss aus der Baukonjunktur:

*Konjunktur:- keine Angaben -*

#### Kosteneinfluss aus der Region:

*Region:- keine Angaben -*

#### Kosteneinfluss aus dem Ausbaustandard:

*Standard:- keine Angaben -*

Kostenplan Demoversion



## Kosten BEG\_Sanierung

### Kostenanschlag

Kostenanschlag Datenstand: 04.11.2022 Kostenstand: 3. Quartal 2021 DIN 276:2018-12

#### Flächen und Rauminhalte

Seite: 2

##### Flächen nach DIN 277-1:2016-1

Bezeichnung	Regelfall (R)	Sonderfall (S)	Gesamt
Nutzungsfläche			3343 m <sup>2</sup>
Verkehrsfläche			408 m <sup>2</sup>
Technikfläche			349 m <sup>2</sup>
Netto-Raumfläche			4100 m <sup>2</sup>
Konstruktions-Grundfläche			427 m <sup>2</sup>
Brutto-Grundfläche			4527 m <sup>2</sup>

##### Rauminhalte nach DIN 277-1:2016-1

Bezeichnung	Regelfall (R)	Sonderfall (S)	Gesamt
Brutto-Rauminhalt			16487 m <sup>3</sup>
Netto-Rauminhalt			

##### Flächen des Baugrundstücks

Bezeichnung	Regelfall (R)	Sonderfall (S)	Gesamt
Bebaute Fläche			
Unbebaute Fläche			
Grundstücksfläche			
Außenanlagenfläche			

##### Raumluftechnisch behandelte Flächen (RTL)

Bezeichnung	Regelfall (R)	Sonderfall (S)	Gesamt
Beheizte Fläche			
Entlüftete Fläche			
Be- und Entlüftete Fläche			
Teilklimatisierte Fläche			
Klimatisierte Fläche			

Kostenplan Demoversion

# Kosten BEG\_Sanierung

## Kostenanschlag

Kostenanschlag Datenstand: 04.11.2022 Kostenstand: 3. Quartal 2021 DIN 276:2018-12

BKI Kostenberechnung (3. Ebene)				Seite: 3
KG-Nummer	Bezeichnung / Beschreibungen	Menge Einheit	KKW [€]	Kosten [€]
<b>300</b>	<b>Bauwerk – Baukonstruktionen</b>	4.527,00 BGF	<b>416,06</b>	<b>1.883.497,84</b>
330	Außenwände/Vertikale Baukonstruktionen, außen	1.960,00 m <sup>2</sup>	417,23	817.772,00
331	Tragende Außenwände Wärmedämmverbundsystem, 24cm MIWO Dämmung,	1.580,00 m <sup>2</sup>	213,41	337.188,00
334	Außenwandöffnungen <b>Abbrechen:</b> Abbruch Fenster- und Türflügel, (700m2), Entsorgung, Deponiegebühren <b>Herstellen:</b> Aluminiumfenster, 3-Scheiben- Isolierverglasung (650m2), Fensterbänke Aluminium, U- Wert 1,0 W/m2K, Fensterbänke aluminium, Außentüren aluminium mit Glasausschnitt U=1,6 W/m2K (10,5m2); Kosten Fenster 460€/m2, kosten Tür: 1.222€/m2	660,50 m <sup>2</sup>	472,11	311.831,00
338	Lichtschutz zur KG 330 <b>Abbrechen:</b> Abbruch Sonnenschutz (700 m2), Entsorgung, Deponiegebühren <b>Herstellen:</b> Alu-Lamellen-Raffstores, Elektroantrieb (650m2)	650,00 m <sup>2</sup>	259,62	168.753,00
340	Innenwände/Vertikale Baukonstruktionen, innen <b>Abbrechen:</b> Abbruch Mauerwerkswände, Türen mit Zargen, Sanitärtrennwände, Entsorgung, Deponiegebühren <b>Herstellen:</b> Mauerwerkswände, GK-Wände, Systemtrennwände, Holztüren, Brandschutztüren, ThinkTanks, Putzarbeiten, Gipsputz, Malerarbeiten, Fliesen, WC-trennwände	4.000,00 m <sup>2</sup>	164,11	656.430,24
342	Nichttragende Innenwände	4.000,00 m <sup>2</sup>	136,83	547.320,00
344	Innenwandöffnungen	162,00 m <sup>2</sup>	673,52	109.110,24
350	Decken/Horizontale Baukonstruktionen	6.435,00 m <sup>2</sup>	32,84	211.313,75
351	Deckenkonstruktionen <b>Herstellen:</b> Unterseitige Wärmedämmung Kellerdecke, 9cm EPS Dämmung, Putz	653,00 m <sup>2</sup>	50,75	33.139,75
353	Deckenbeläge <b>Abbrechen:</b> Alter Teppichboden, Fliesen, <b>Herstellen:</b> Teppichböden, Fliesen,	2.000,00 m <sup>2</sup>	25,00	50.000,00
354	Deckenbekleidungen <b>Herstellen:</b> Ertüchtigung Betonrippendecken mittels F90- Spritzschutz, Decken abhängen	3.800,00 m <sup>2</sup>	33,73	128.174,00
360	Dächer <b>Abbrechen:</b> Abbruch von Flachdach (260m2) und Räumen 6. Obergeschoss, Entsorgung, Deponiegebühren <b>77,98 €/m2</b> <b>Herstellen:</b> F30-/F90 Anstrich, Akustik-Dachtrapezblech, Flachdach-Dämmung, Dachabdichtung, Titanzink Dachentwässerung, Flachdachsabsturzicherungen,RWA- Kuppeln, <b>88,45 €/m2</b>	654,00 m <sup>2</sup>	166,43	108.845,22
390	Sonstige Maßnahmen für Baukonstruktionen	4.527,00 BGF	19,69	89.136,63
392	Gerüste	4.527,00 BGF	19,69	89.136,63
394	Abbruchmaßnahmen Abtraug 6.OG und alte Fenster	4.527,00 BGF	0,00	0,00

# Kosten BEG\_Sanierung

## Kostenanschlag

Kostenanschlag Datenstand: 04.11.2022 Kostenstand: 3. Quartal 2021 DIN 276:2018-12

BKI Kostenberechnung (3. Ebene)				Seite: 4
KG-Nummer	Bezeichnung / Beschreibungen	Menge Einheit	KKW [€]	Kosten [€]
400	<b>Bauwerk – Technische Anlagen</b>	4.527,00 BGF	<b>350,63</b>	<b>1.587.310,03</b>
410	Abwasser-, Wasser-, Gasanlagen	4.527,00 BGF	22,81	103.260,87
411	Abwasseranlagen <b>Abbrechen:</b> Abbruch von Abwasserleitungen, Rohrdämmung, Dacheinläufen; Entsorgung, Deponiegebühren <b>Herstellen:</b> Abwasserleitungen, Formstücke, Rohrdämmung, Bodenabläufe, Dachabläufe	4.527,00 BGF	22,81	103.260,87
420	Wärmeversorgungsanlagen <b>Abbruch:</b> Alte Versorgungsleitungen, Heizkörper, Heizungsrohren Übergabeelemente, Übergabestation Fernwärme, Entorgung, Deponiegebühren <b>Herstellen:</b> Einbau Luft-Wasser-Wärmepumpe 130kW, Einbau Pufferspeicher, Deckenheizsystem, Steigleitungen, Raumthermostate,	4.527,00 BGF	133,94	606.362,43
421	Wärmeerzeugungsanlagen <b>Herstellen:</b> Einbau Luft-Wasser-Wärmepumpe 130kW, Einbau Pufferspeicher	4.527,00 BGF	38,85	175.890,00
422	Wärmeverteilnetze <b>Abbrechen:</b> Betsehende Rohre, Heizkörper, Übergabeelemente	4.527,00 BGF	3,09	13.988,43
423	Raumheizflächen <b>Herstellen:</b> Einbau Deckenheiz- und Kühlsystem	4.527,00 BGF	92,00	416.484,00
430	Raumlufttechnische Anlagen <b>Herstellen:</b> Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnungsfunktion	4.527,00 BGF	92,76	419.924,52
431	Lüftungsanlagen	4.527,00 BGF	92,76	419.924,52
440	Elektrische Anlagen <b>Abbrechen:</b> Demontage von Leuchtstoffröhren, Abbruch Beleuchtung (psch.) Entsorgung, Deponiegebühren <b>Herstellen:</b> LEDs in LED Leuchten, Präsenzmelder, Beleuchtungskontrolle Photovoltaikanlage, Solarmodule, 335 Wp, Flachdach-Montagesysteme, Überspannungsschutz, Kontrollmodul, Steuereinheit, Starkstromkabel, C-Modulanschlussleitungen, Mantelleitungen,, Zählerschrank, Verteilfeld, Zählertafel, Überspannungsschutz (1St), FI-Schutzschalter	4.527,00 BGF	70,05	317.108,32
442	Eigenstromversorgungsanlagen <b>Herstellen:</b> Photovoltaikanlage, Solarmodule, 81kWp, Flachdach-Montagesysteme, Überspannungsschutz, Kontrollmodul, Steuereinheit, Starkstromkabel, C-Modulanschlussleitungen, Mantelleitungen,, Zählerschrank, Verteilfeld, Zählertafel, Überspannungsschutz (1St), FI-Schutzschalter	4.527,00 BGF	30,89	139.831,00
445	Beleuchtungsanlagen	4.527,00 BGF	39,16	177.277,32
480	Gebäude- und Anlagenautomation	4.527,00 BGF	31,07	140.653,89
481	Automationseinrichtungen	4.527,00 BGF	31,07	140.653,89
600	<b>Ausstattung und Kunstwerke</b>	4.527,00 BGF	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

## Kosten BEG\_Sanierung

### Kostenanschlag

Kostenanschlag Datenstand: 04.11.2022 Kostenstand: 3. Quartal 2021 DIN 276:2018-12

BKI Kostenberechnung (3. Ebene)				Seite: 5
KG-Nummer	Bezeichnung / Beschreibungen	Menge Einheit	KKW [€]	Kosten [€]
<b>700</b>	<b>Baunebenkosten</b>	4.527,00 BGF	<b>42,05</b>	<b>190.360,35</b>
740	Fachplanung	4.527,00 BGF	29,79	134.859,33
760	Allgemeine Baunebenkosten	4.527,00 BGF	12,26	55.501,02
<b>800</b>	<b>Finanzierung</b>	4.527,00 BGF	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

Kostenplan Demoversion

# Anlagen, Teil 13

**Berechnung Barwerte und Kapitalwert.**

	<b>GEG</b>	<b>BEG</b>	<b>Qp 75 kWh</b>
Betrachtungszeitraum	20 Jahre	20 Jahre	20 Jahre
Kalkulationszins	3,00%	3,00%	3,00%
Inflation	2,00%	2,00%	2,00%
Instandhaltungskosten	<b>17.123,62 €</b>	<b>23.292,64 €</b>	<b>19.065,85 €</b>
Aufzinsen der Instandhaltungskosten mit der Inflation	25.444,80	34.611,64	
Summe	424.380,11 €	577.268,89 €	
Abzinsen der aufgezinnten Instandhaltungskosten mit dem kalkulationszins zum Barwert der Instandhaltungskosten	14.088,17 €	19.163,62 €	
<b>Summierte Barwerte der Instandhaltungskosten</b>	<b>309.616,10 €</b>	<b>421.159,57 €</b>	<b>344.734,01 €</b>

	<b>GEG</b>	<b>BEG</b>	<b>Qp75</b>
Betrachtungszeitraum	20 Jahre	20 Jahre	20 Jahre
Kalkulationszins	3%	3%	3%
Energiepreissteigerung	5%	5%	5%
<b>Energiekosten</b>	<b>19.680,56 €</b>	<b>11.160,11 €</b>	<b>16.006,35 €</b>
Aufzinsen der Energiekosten mit der Inflation			
Summe	683.294,32 €	387.470,67 €	
Abzinsen der aufgezinnten Energiekosten mit dem kalkulationszins zum Barwert der Energiekosten			
Barwert der Energiekosten	<b>484.653,41 €</b>	<b>274.828,83 €</b>	<b>394.172,33 €</b>

Energiekosten Bestand:

136,5                      **61.894,00 €**

14088,16803

	GEG	BEG	Differenz
<b>Investitionskosten</b>			
<b>Gesamtkosten</b>	2.848.486 €	3.660.255 €	811.769 €
<b>Energieeffizienzbedingte Mehrkosten</b>	568.934 €	1.380.703 €	<b>811.769 €</b>
<b>Laufende Kosten</b>			
<b>Instandhaltungskosten</b>	309.616 €	421.160 €	<b>111.543 €</b>
<b>Energiekosten</b>	484.653 €	274.829 €	<b>209.825 €</b>
<b>Zinsen</b>	0 €	395.222 €	<b>395.222 €</b>
<b>Wert der Förderung Juni 2022</b>	269.776 €	1.380.301 €	<b>1.110.526 €</b>
<b>Wert der Förderung November 2022</b>	200.406 €	863.850 €	<b>663.445 €</b>

Betrachtungszeitraum 20 Jahre	Jun 22	Nov 22- Zuschuss	Nov 22 -Kredit
<b>1. Ausgaben</b>	923.313 €	923.313 €	1.318.535 €
<b>2. Einnahmen</b>	1.320.350 €	873.269 €	873.269 €
<b>3. Kapitalwert</b>	<b>397.038 €</b>	<b>-50.043 €</b>	<b>-445.265 €</b>

<b>Betrachtungszeitraum 30 Jahre</b>	
<b>1. Ausgaben</b>	971.434,33 €
<b>2. Einnahmen</b>	527.964,63 €
<b>3. Kapitalwert</b>	-443.469,70 €

Bestand: -337.081,85 € Differenz IK  
1.249.372,62 € EK überschuss  
912.290,77 €

**Berechnung Bestand**

1. Ausgaben	2.113.007,12 €
2. Einnahmen	2.113.223,04 €
<b>3. Kapitalwert</b>	<b>215,92 €</b>

Berechnung Qp 75 kWh/m2a

	GEG	75 kWh	Differenz
<b>Investitionskosten</b>			
<b>Gesamtkosten</b>	2.848.486 €	3.112.744 €	264.258 €
<b>Energieeffizienzbedingte Mehrkosten</b>	568.934 €	833.192 €	<b>264.258 €</b>
<b>Laufende Kosten</b>			
<b>Gesamtkosten</b>	794.270 €	738.906 €	<b>55.363 €</b>
<b>Warungskosten<sup>2</sup></b>	309.616 €	344.734 €	<b>-35.118 €</b>
<b>Energiekosten</b>	484.653 €	394.172 €	<b>90.481 €</b>
<b>Wert der Förderung November 2022</b>	211.640 €	490.624 €	<b>278.985 €</b>

<b>Betrachtungszeitraum 20 Jahre</b>	
<b>1. Ausgaben</b>	<b>299.376 €</b>
<b>2. Einnahmen</b>	<b>369.466 €</b>
<b>3. Kapitalwert</b>	<b>70.090 €</b>



## **Anlagen, Teil 14**

**Berechnung Förderhöhe.**

Förderhöhe Juni 2022 und November 2022

Maßnahme / Bauteil	Vollkosten	Förderanteil	Förderhöhe
<b>GEG-Niveau2</b>			
Wärmedämmverbundsystem	296.819,00 €	20%	59.363,80 €
Lichtschutz	168.753,00 €	20%	33.750,60 €
Beleuchtungserneuerung	177.277,00 €	20%	35.455,40 €
Lüftungsanlage	419.925,00 €	20%	83.985,00 €
Gebäudetechnik	140.654,00 €	20%	28.130,80 €
Heizungsperipherie	58.851,00 €	20%	11.770,20 €
Planung und Baubegleitung	190.360,00 €	9%	17.320,00 €
<b>Summe:</b>	<b>1.452.639,00 €</b>		<b>269.775,80 €</b>
<b>BEG-Standard</b>			
Summe förderfähige Maßnahmen	2.582.254,43 €	50%	1.291.127,22 €
PV-Anlage	139.831,00 €	39%	54.534,09 €
Planung und Baubegleitung	190.360,00 €	18%	34.640,00 €
<b>Summe:</b>	<b>2.912.445,43 €</b>		<b>1.380.301,31 €</b>
<b>Differenz:</b>			<b>1.110.525,51 €</b>

Qp 75:

<b>BEG-Standard</b>			
Summe förderfähige Maßnahmen	1.704.551,26 €	20%	340.910,25 €
PV-Anlage	139.831,00 €	39%	54.534,09 €
Planung und Baubegleitung	190.360,00 €	18%	34.640,00 €
<b>Summe:</b>	<b>2.034.742,26 €</b>		<b>430.084,34 €</b>

229.678,73 €

Summe Förderfähige Kosten 2.034.742,26 €

Maßnahme / Bauteil	Vollkosten	Förderanteil	Förderhöhe
<b>GEG-Niveau2</b>			
Wärmedämmverbundsystem	296.819,00 €	15%	44.522,85 €
Lichtschutz	168.753,00 €	15%	25.312,95 €
Beleuchtungserneuerung	177.277,00 €	15%	26.591,55 €
Lüftungsanlage	419.925,00 €	15%	62.988,75 €
Gebäudetechnik	140.654,00 €	15%	21.098,10 €
Heizungsperipherie*	17.142,73 €	15%	2.571,41 €
Planung und Baubegleitung	190.360,00 €	9%	17.320,00 €
<b>Summe:</b>	<b>1.410.930,73 €</b>		<b>200.405,61 €</b>
<b>BEG-Standard</b>			
Summe förderfähige Maßnahmen	2.582.254,43 €	30%	774.676,33 €
PV-Anlage	139.831,00 €	39%	54.534,09 €
Planung und Baubegleitung	190.360,00 €	18%	34.640,00 €
<b>Summe:</b>	<b>2.912.445,43 €</b>		<b>863.850,42 €</b>
<b>Differenz:</b>			<b>663.444,81 €</b>

beheizte NGF

3464

17320

34640

## Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Ingolstadt, den 23.Dezember.2022

A black rectangular box redacting the signature of Nicole Marie Estenfelder.

Nicole Marie Estenfelder