



LCEE

LIFE CYCLE ENGINEERING EXPERTS GMBH

▶▶▶ **Berlin Hafenplatz**

▶▶▶ **NACHHALTIGKEITSKONZEPT**

▶▶▶ **V01**_STAND 27.02.2023

Impressum

Auftraggeber Entwicklungsgesellschaft Quartier am Hafenplatz mbH
Giesebrechtstr. 20
10629 Berlin

Auftragnehmer LCEE Life Cycle Engineering Experts GmbH
Birkenweg 24
64295 Darmstadt
+49 6151 130986-0
www.LCEE.de | info@LCEE.de

Verfasser Dr.-Ing. Torsten Mielecke
B. Eng. Oskar M. Wrese

Datum & Version **27.02.2023, V01**

Inhaltsübersicht

1.1	Ökobilanz der Planungsvarianten	6
1.2	Kontext	6
1.3	Berechnung der Umweltwirkungen	8
1.4	Variantenbeschreibung	11
1.5	Ökobilanzielle Betrachtung der Varianten	18
1.6	Erläuterung der Ergebnisse	35
2.	Literatur	38

Abbildung 1: Betrachtete Lebenszyklusphasen in der Ökobilanz nach DGNB 8

Abbildung 2: Hafenplatz Berlin (Quelle: Google Earth 22.02.2023)11

Abbildung 3: Planungsareal Hafenplatz mit Bestandsgebäuden WEST (grün), NORD (orange) und OST (pink) (Quelle: HENN Architekten 2022).....12

Abbildung 4: Visualisierung GMP: Bauvorbescheidsplanung Grundstück West 2019.....15

Abbildung 5: Abriss- und Neubauflächen Untergeschoss/Tiefgaragen gemäß Bauvorbescheid 2020.....16

Abbildung 6: Bilanz der Endenergie und Emission, (Szenario 1)19

Abbildung 7: CO₂-Äquivalentemissionen pro Lebensabschnitt, Sanierung Bestand (Bauvorbescheid 2020)21

Abbildung 8: Bilanz der Endenergie und Emission, Bestand saniert (Bauvorbescheid 2020)22

Abbildung 9: Summe aller Emissionen Abriss + Sanierung (Bauvorbescheid 2020).....23

Abbildung 10: Konstruktive CO₂-Äquivalentemissionen pro Lebensabschnitt (Bauvorbescheid 2020)24

Abbildung 11: Vergleich ermittelter Wert, Bauvorbescheid 2020 Neubau und DGNB-Benchmarks25

Abbildung 12: Bilanz der Endenergie und Emission, Neubau Wohnen (Bauvorbescheid 2020)26

Abbildung 13: Bilanz der Endenergie und Emission, Neubau Nichtwohngebäude (Bauvorbescheid 2020)26

Abbildung 14: Zusammenführung CO₂-Äquivalentemissionen (Bauvorbescheid 2020)28

Abbildung 15: Konstruktive CO₂-Äquivalentemissionen pro Lebensabschnitt Neubau Stahlskelett (Szenario 3)29

Abbildung 16: Endenergiebilanz und Emissionen, HH-Neubau Wohnen Fernwärme (Szenario 3).....30

Abbildung 17: Endenergiebilanz und Emissionen, HH-Neubau Wohnen Wärmepumpe (Szenario 3).....30

Abbildung 18: Endenergiebilanz und Emissionen, Neubau Nichtwohngebäude FW (Szenario 3).....31

Abbildung 19: Endenergiebilanz und Emissionen, Neubau Nichtwohngebäude WP (Szenario 3).....31

Abbildung 20: Zusammenführung CO₂-Äquivalentemissionen, Fernwärme33

Abbildung 21: Zusammenführung CO₂-Äquivalentemissionen, Wärmepumpe.....33

Abbildung 22: Vergleich der Emissionen pro m² und Jahr für betrachteten Varianten.....34

Berlin Hafenplatz

Nachhaltigkeitskonzept

Abbildung 23: Vergleich der Emissionen pro m² und Jahr nach Konstruktion- und Nutzungsabschnitt.....34

Abbildung 24: Jährliche CO₂-Äquivalenzrate.....37

1.1 Ökobilanz der Planungsvarianten

1.2 Kontext

Die zukünftige Entwicklung des Hafenplatzes in Berlin soll unter Beachtung von Nachhaltigkeitsgesichtspunkten erfolgen. Mehrere Möglichkeiten zur Weiterentwicklung des Standortes stehen zur Verfügung. Die konkrete Fragestellung ist, ob eine Sanierung der Bestandsgebäude verbunden mit einem Teilabriss und Ersatzneubau (gemäß Bauvorbescheid 2020), eine ökologischere Variante darstellt als der Komplettabriss der Bestandsbauten und die Errichtung von Neubauten mit einem zeitgemäßen Energiestandard.

Die notwendigen, zu betrachtenden Aspekte sind neben der Bauart des Gebäudes, die Flächennutzung der vorhandenen Fläche, das einzusetzende Baumaterial sowie die möglichen und einsetzbaren energetischen Standards der Sanierungsobjekte und des Neubaus.

Im Rahmen dieser Studie liegt der Fokus auf dem Indikator Treibhauspotenzial. Das Treibhauspotenzial beschreibt den Ausstoß an Klimagasen, die zum Treibhauseffekt beitragen, also ihre mittlere Erwärmungswirkung der Erdatmosphäre über einen Zeitraum von 100 Jahren. Leitindikator für das Treibhauspotenzial ist das Molekül CO₂. Daher werden alle Treibhausgase in das Wirkungsäquivalent von CO₂ umgerechnet. Die Ergebnisse für das Treibhauspotenzial werden entsprechend in kg CO₂-Äquivalent dargestellt.

Das Treibhauspotenzial ist von hoher Bedeutung für die Umsetzung der Klimaziele aus dem Pariser Klimaabkommen. Mit dem Übereinkommen von Paris haben sich unter anderem die Europäische Union, darunter auch Deutschland, verpflichtet, den Ausstoß an Klimagasen bis zum Jahr 2050 zu reduzieren und damit die Erderwärmung auf 1,5 °C im Vergleich zur vorindustriellen Zeit zu begrenzen. Der deutsche Klimaschutzplan sieht eine Reduzierung der Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2030 um mindestens 55 % im Vergleich zum Jahr 1990 vor. Bis zum Jahr 2045 wird eine Reduzierung um 95 % der Treibhausgasemissionen im Vergleich zum Basisjahr 1990 angestrebt.

Für die Bewertung der ökologischen Wirkungen werden in den nachfolgenden Kapiteln alle bebauten Flächen der Objekte betrachtet, die möglichen Emissionen pro Bauart und den Einfluss der möglichen Effizienzstandards in den Bauarten. Der Vergleich erfolgt auf ökobilanzieller Grundlage der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB). Hier wurden drei theoretische Entwicklungs- und Nutzungsszenarien der 3 Baugrundstücke **NORD**, **WEST** und **OST** am Hafenplatz betrachtet, ungeachtet ihrer tatsächlichen Realisierbarkeit. Die aktuell vorliegenden Fachgutachten zum Bauzustand stellen einen akuten Handlungsbedarf aber eine geringe Sanierungsfähigkeit der Bestandsbauten fest.

Die drei bilanzierten Szenarien werden auf Grundlage folgender Überlegungen betrachtet:

1. Szenario 1: Bestandserhalt im Ist-Zustand ohne Sanierung
2. Szenario 2: Sanierung der Bestandsgebäude **OST** und **NORD**, Teilabriss- und Ersatzneubau des Gebäudes **WEST** verbunden mit Bestandssanierung gemäß Bauvorbescheid 2020.
3. Szenario 3: Abriss der kompletten Bestandsbebauung **WEST**, **OST**, **NORD** und Neubau nach **EG40** Standard in Holz-Hybrid Bauweise mit zwei Hochpunkten in Stahlbetonkonstruktion.

1.3 Berechnung der Umweltwirkungen

1.3.1 Systemgrenzen der Bilanzierung

Gegenstand der Bewertung sind die Gebäude inkl. der Untergeschosse. Die Systemgrenze beinhaltet die folgenden Module entsprechend DIN EN 15978 aus dem Lebenszyklus:

- Herstellungsphase mit Rohstoffbereitstellung, Transport zum Hersteller und Herstellung der im Gebäude verbauten Produkte (Module A1-A3)
- ein Szenario für die Nutzungsphase mit Instandhaltung und Austausch von Gebäudeelementen einschließlich deren Herstellung und Lebensendphase (Module B4)
- Energiebedarf des Gebäudes in der Nutzungsphase bestehend aus Endenergiebedarf, der im Energiebedarfsausweis nach GEG ausgewiesen wird (Modul B6)
- ein Szenario für die Lebensendphase mit Abfallverwertung und Entsorgung (Module C3 und C4)
- ein Szenario für mögliche Leistungen und Belastungen außerhalb der Systemgrenze mit Wiederverwendung, Recycling und Energierückgewinnung (Modul D)

Die nachfolgende Abbildung zeigt die zu betrachtenden Lebenszyklusphasen.

LEBENSWEG- PHASEN	A 1-3			A 4-5		B 1-7				C 1-4			D				
	HERSTEL- LUNGS-PHASE			ERRICH- TUNGS- PHASE		NUTZUNGSPHASE				ENDE DES LEBENS- ZYKLUS			VORTEILE UND BELASTUNGEN AUSSERHALB DER SYSTEM- GRENZE				
	ROHSTOFFBESCHAF- FUNG	TRANSPORT	PRODUKTION	TRANSPORT	ERRICHTUNG / EINBAU	NUTZUNG 1	INSTANDHALTUNG 2	INSTANDSETZUNG	AUSTAUSCH 2	MODERNISIERUNG	ENERGIEVERBRAUCH IM BETRIEB	WASSERVERBRAUCH IM BETRIEB	RÜCKBAU / ABRISS	TRANSPORT	ABFALLVERWERTUNG	ENTSORGUNG	POTENTIAL FÜR WIE- DERVERWERTUNG, RÜCKGEWINNUNG UND RECYCLING
Module gemäß DIN EN 15978	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D

Abbildung 1: Betrachtete Lebenszyklusphasen in der Ökobilanz nach DGNB

Die Festlegung der Module entspricht den Systemgrenzen im Zertifizierungssystem der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e.V. (DGNB).

Für die Transportaufwände gemäß Modul A4 ist eine Berechnung grundsätzlich möglich, wird aber in der aktuellen Phase aufgrund der schwierigen Prognose der Transportentfernungen zurückgestellt. Folgende Hinweise sind hinsichtlich der Materialtransporte zu beachten:

- Zur Vermeidung von Umweltwirkungen aus Transporten sollen bevorzugt regionale Produkte und Materialien genutzt werden.
- Wesentlich für die Transporte ist der Herstellungsort der Produkte und Materialien.
- In die Betrachtung der Transporte sind auch Rohstoff- und Halbfertigteiltransporte einzubeziehen.¹

Folgende Prozesse und Phasen werden entsprechend nicht in die Bewertung einbezogen:

- Errichtungsphase mit Transporten der Produkte zur Baustelle, Einbau und Errichtung des Gebäudes (Module A4 und A5)
- Szenarien für die Nutzung der Produkte im Betrachtungszeitraum
- Szenario für Rückbaumaßnahmen, Abriss und Transport zur Abfallverwertung und Entsorgung (Module C1 und C2)
- Szenario für den Energiebedarf der Nutzungsphase

Für die Bilanzierung ist ein Zeitraum von 50 Jahren Nutzung zu betrachten. Für Maßnahmen im Lebenszyklus wird kein technischer Fortschritt angesetzt, sondern alle Aufwendungen werden mit den heutigen technischen Prozessen bilanziert.

1.3.2 Berechnungsverfahren

Das physische Gebäudemodell ermöglicht die Quantifizierung der Massen- und Energieströme. Deren Verknüpfung mit den entsprechenden Ökobilanzdaten ermöglicht die Bilanzierung der Umweltwirkungen.

Für die Erstellung des Gebäude-Modells wird das vereinfachte Rechenverfahren aus dem DGNB-System angewendet. Dieses beinhaltet die Berechnung von folgenden Bauteilen:

1. Außenwände (inklusive Türen und Fenster) und Kellerwände
2. Dach
3. Geschossdecke inkl. Fußbodenaufbau und –belägen, Beschichtungen sowie Geschossdecken über Luft
4. Bodenplatte inkl. Fußbodenaufbau und –belägen
5. Fundamente, inkl. Gründung
6. Innenwände und Türen, inkl. Beschichtungen sowie Innenstützen

¹ Quelle: BMI [Hrsg.] 2015: Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB), Bilanzierungsregeln für die Erstellung von Ökobilanzen, S. 4

Zur Abbildung der verbleibenden Gebäudebestandteile, wie z. B. Fugenmaterialien, Schrauben und Gebäudetechnik, wie bspw. Kabel, muss das Ökobilanzergebnis für Herstellung, Instandhaltung und Austausch sowie dem Lebensende mit dem Faktor 1,2 multipliziert werden. Der Faktor 1,2 wird durch die DGNB vorgegeben und ist dort durch Beispielrechnungen ermittelt worden.

In frühen Planungsphasen sind noch nicht alle Bauteile bekannt. In diesem Fall kann über Kennwerte für Einzelbauteile, Komponenten und Gebäude eine Grobökobilanz erstellt werden. Mit der vertieften Planung ist es dann möglich, eine Ökobilanz für die Einzelbauteile zu berechnen und eine höhere Genauigkeit zu erzielen.

Die voraussichtlichen Nutzungsdauern der Bauteile werden der folgenden Quelle entnommen:

- BBSR Nutzungsdauern von Bauteilen: BNB Nutzungsdauern von Bauteilen (2017) ²

Die Ökobilanzwerte der Einzelstoffe ergeben sich aus der Datenbank ÖKOBAUDAT³. Die ÖKOBAUDAT ist eine Onlineplattform des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen. Die Datenbank bietet eine einheitliche Datenbasis für die Umweltwirkungen von Baumaterialien, Bau-, Transport-, Energie- und Entsorgungsprozesse. Die über die Datenbank zur Verfügung gestellten Daten unterliegen einer strengen Qualitätskontrolle durch das Bundesministerium.

² Quelle: <https://www.nachhaltigesbauen.de/austausch/nutzungsdauern-von-bauteilen/>

³ Quelle: <https://www.oekobaudat.de/>

1.4 Variantenbeschreibung

1.4.1 Szenario 1: Bestandserhalt im Ist-Zustand ohne Sanierung

Momentan sind die drei Grundstücke mit einem zusammenhängenden Gebäudeensemble der frühen 1970er Jahre bebaut, das aus den Gebäuden WEST, OST und NORD besteht. Alle Gebäude sind unterkellert, mehrgeschossig und in Schottenbauweise errichtet und zum Teil in stufenförmige Baukörper gegliedert. Die oberirdisch bebaute Fläche der Gebäudekonstruktion beträgt rund 39.500 m² BGF. Werden die Tiefgaragenflächen mit einbezogen, summiert sich die BGF auf knapp 52.250 m².

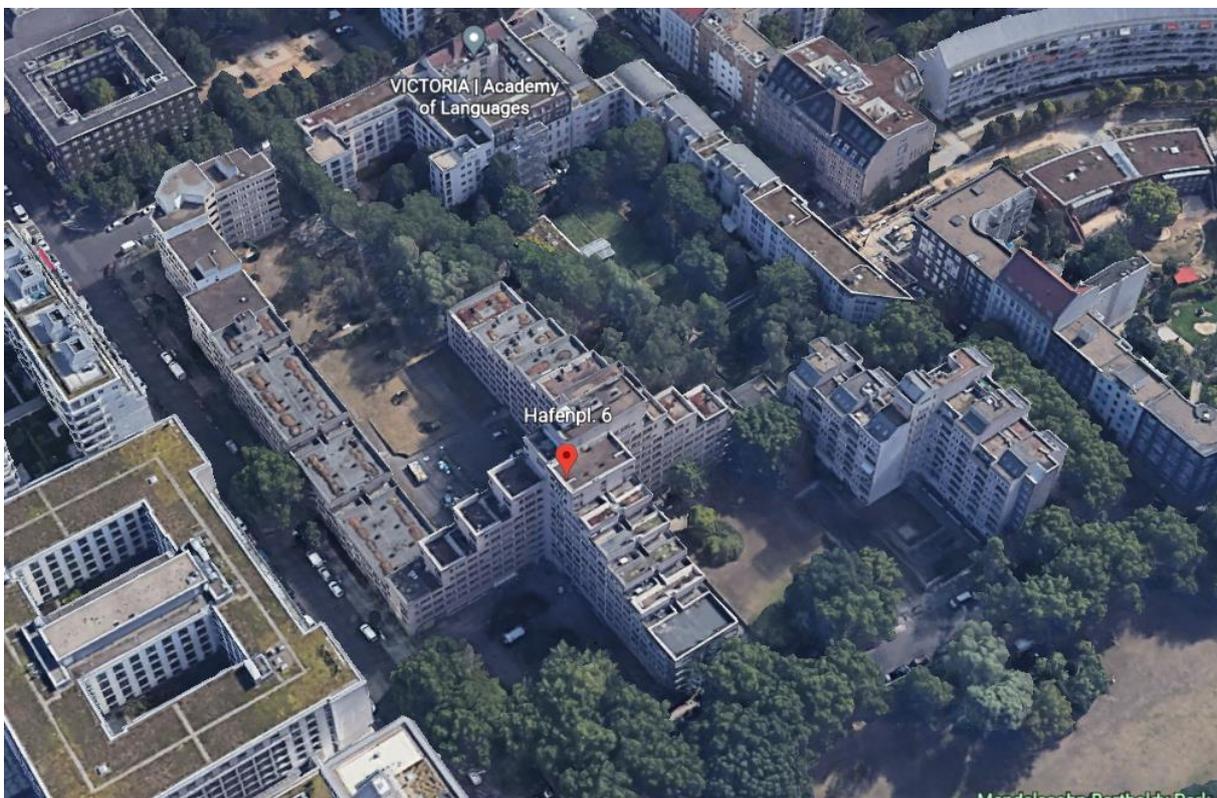


Abbildung 2: Hafenplatz Berlin (Quelle: Google Earth 22.02.2023)

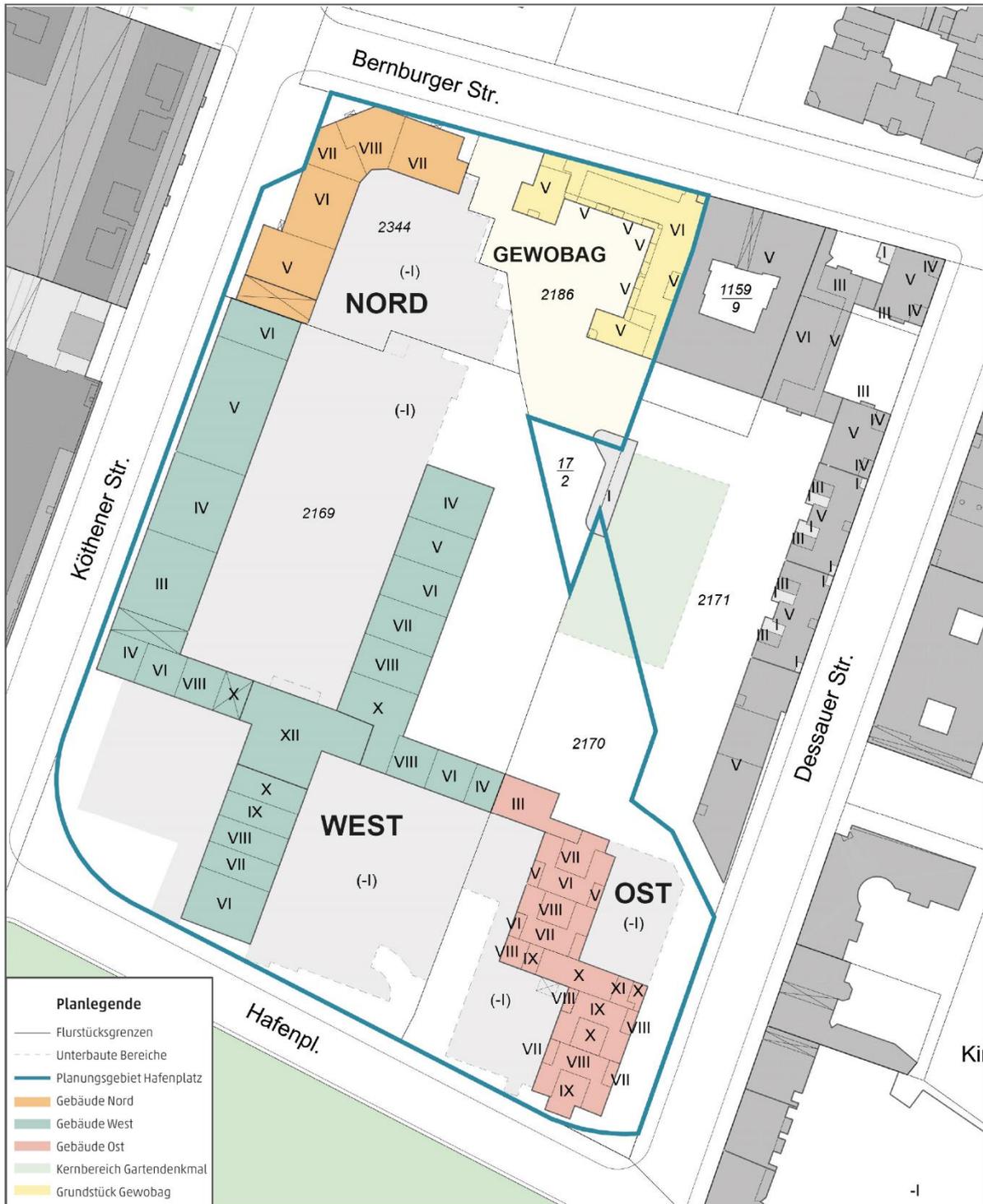


Abbildung 3: Planungsareal Hafenplatz mit Bestandsgebäuden WEST (grün), NORD (orange) und OST (pink) (Quelle: HENN Architekten 2022)

Die tragenden Wände dieser Konstruktion bestehen gänzlich aus Stahlbeton und wurden in einer starren und sparsamen Schottenbauweise konstruiert, die kaum Spielräume für Grundrissänderungen und keine Lastreserven für zusätzlichen Lasteintrag besitzt. Alle drei

Gebäude sind in der vorhandenen Tragstruktur nicht durch Aufstockungen konstruktiv erweiterbar.

Die Außenwände sind modular als Waschbeton-Vorsatzelemente angebracht. Die Dachkonstruktionen sind in einfacher Flachdachbauweise ohne Lastreserven u.a. für Dachbegrünung und Dachflächennutzungen gebaut worden.

Der energetische Standard entspricht dem Standard des Errichtungszeitpunkts und erfüllt nicht die heutigen gesetzlichen Anforderungen an einen Neubau. Die testierte Bausubstanz entspricht den Baunormen der 70er Jahre. Energietechnisch ist die kaum vorhandene Dämmwirkung an Fassade, Fenster, Dach und auch Boden erheblich schlechter als der heutige Neubau- sowie Sanierungsstandard. Die Grundstücksflächen sind zu großen Teilen durch eingeschossige Tiefgaragen und Kellerräume unterbaut, die anteilig aufgrund fehlerhafter Gebäudegründung von Grund- und Sickerwassereintritt betroffen sind, starke Bauschäden aufweisen und nicht sanierbar sind. Eine Betonsanierung der schadhaften Bodenplatten und Geschossdecken ist nach gutachterlicher Prüfung im Bestand nicht möglich.

Die Lebensdauer der Einzelbauteile und Baumaterialien ist nach 50 Jahren in vielen Bereichen bereits überschritten oder wird in den kommenden Jahren überschritten werden, insbesondere in Hinblick auf Bauwerksabdichtung, technischen Anlagen, Fenster, Türen und Einbauten des Schall- und Wärmeschutzes. Konstruktives Kernproblem sind die niedrigen Raumhöhen (unter 2,50 m) in allen Wohnräumen der drei Gebäude. Die Mindestanforderungen der Berliner Bauordnung für Aufenthaltsräume können aktuell und auch nach biophysikalischer Nachrüstung / Bodenneuaufbau nicht eingehalten werden.

Alle Gebäude haben erhebliche Sanierungs- und Nachrüstungsbedarfe hinsichtlich Brand-, Schall- und Wärmeschutz. Eine Nachrüstung bedeutet im Wesentlichen einen Wegfall des bestehenden Bestandschutzes und erscheint bei vorhandener Tragstruktur und Fassadenaufbau nicht oder nur bedingt möglich. Selbst bei weitgehendem Rückbau der Gebäude auf Ihre Tragstruktur, inklusive Rückbau der Erschließungskerne und Entkopplung der Treppenhäuser, bleibt angesichts der vorhandenen Tragstruktur und niedrigen Geschosshöhe unklar, ob eine Ertüchtigung des Bestands gemäß den geltenden Anforderungen möglich erscheint.

In allen drei Gebäuden besteht großflächig ein Verdacht auf Schad- und Problemstoffe, wie sie typisch für Gebäude der 1970er Jahre sind. Da die aufgefundenen Schadstoffe im Wesentlichen festgebunden und verkapselt sind, besteht zwar kein akuter Handlungsbedarf. Es ergibt sich daraus aber mittelfristig die Notwendigkeit zu einer komplexen Schadstoffsanierung bei weitgehendem Rückbau der Bestandsbauten auf ihre Tragstruktur.

Nach aktueller gutachterlicher Einschätzung erscheint eine langfristige Nachnutzung des Bestandes selbst nach grundlegender Kernsanierung bei Rückbau auf die Tragstruktur fraglich, nicht wirtschaftlich darstellbar und in Teilbereichen nicht möglich.

1.4.2 Szenario 2: Teilabriss, Neubau und Sanierung gemäß Bauvorbescheid 2020

Das Szenario sieht eine Sanierung der Gebäude Nord und OST sowie die Umsetzung der 2020 amtlich vorbeschriebenen Planung zur Nachverdichtung des Grundstücks WEST vor (siehe Abbildung 5).

Nach einer eingehender Schadstoffsanierung aller Gebäudeteile erfolgt ein Abriss des bestehenden Baukörpers entlang der Köthener Straße mit einer BGF 6.340 m² (oberirdisch).

In diesem Zusammenhang werden auch alle nicht überbauten Bereiche der schadhaften Tiefgaragen rückgebaut (BGF 6.235 m² unterirdisch) und zusammen mit dem Untergeschoss der Neubauten mit einer BGF 6.570 m² (unterirdisch) in Massivbauweise neu errichtet (siehe Abbildung 4).

Die überbauten Bereiche der bestehenden Tiefgarage mit einer BGF 2.215 m² (unterirdisch) werden falls technisch möglich saniert bzw. baulich von den Neubauflächen getrennt und stillgelegt. Bezogen auf die Grundstücke NORD, WEST, OST entsteht so eine BGF unterirdisch von 13.085 m².

Oberirdisch entsteht auf dem Grundstück West entlang der Köthener Straße ein 7- bis 8-geschossiges Büro- und Geschäftshaus mit einer BGF 15.520 m² und ein 6-geschossiges Wohnhaus am Hafenplatz mit BGF 2.800 m².

Bezogen auf die Grundstücke NORD, WEST, OST entsteht so insgesamt eine BGF oberirdisch von 51.520 m².

Die zu erhaltende Bausubstanz mit einer BGF oberirdisch von 33.200 m² wird soweit überhaupt möglich grundlegend saniert gemäß dem Gebäudeenergiegesetz (GEG).



Abbildung 4: Visualisierung GMP: Bauvorbescheidsplanung Grundstück West 2019



Abbildung 5: Abriss- und Neubaufächen Untergeschoss/Tiefgaragen gemäß Bauvorbescheid 2020

1.4.3 Szenario 3: Komplettabriss und Neubau mit zwei Türmen

Das letzte betrachtete Szenario beinhaltet einen Komplettabriss der momentanen Gebäudestrukturen und eine Neubebauung der drei Grundstücke mit einer Grundstücksfläche von 19.245 m². Da aktuell keine konkrete Planung vorliegt, soll hier eine Modellstudie für einen Neubau mit ca. 100.000 m² BGF oberirdisch und ca. 9.500 m² BGF unterirdisch herangezogen werden, der im Wesentlichen aus Sockelbauten mit 6 Vollgeschossen und 2 Staffelgeschossen besteht und zwei Türme mit einer Höhe von 98,9 m beinhaltet. Im Konzept entfällt ein Anteil von 60.000 m² BGF auf Büro- und Gewerbenutzung (Büro, Einzelhandel, soziale Infrastruktur) und ein Anteil von 40.000 m² auf eine Wohnnutzung.

Die 8-geschossigen Sockelbauten mit einer BGF 62.200 m² sollen in einer Holz-Hybridkonstruktion errichtet werden. Die zwei Hochhäuser mit einer BGF 37.800 m² sollen in einer Stahlbetonkonstruktion errichten werden.

Folgende Nachhaltigkeitsfaktoren sind bei der Errichtung und Nutzung des Neubaus anvisiert:

- weitgehendes Beton- und Materialrecycling
- Vorhangfassaden mit PV-Modulen
- anteilig Fassaden vertikal begrünt
- Dachflächen intensiv begrünt
- Niederschlags- und Grauwasserbewirtschaftung
- Energetisches Quartierskonzept / Energie-Genossenschaft zur Nutzung Geothermie
- Reduktion der PKW-Stellplätze auf ein Mindestmaß
- Hohes Maß an Mobilitäts-Sharing-Angebote (Auto, (Lasten-)Fahrrad, etc.)

1.5 Ökobilanzielle Betrachtung der Varianten

1.5.1 Einleitung

Um die drei oben genannten Varianten miteinander vergleichen zu können, ist es notwendig für jede Variante und jedes spezifische Bauteil ein angepasstes Szenario zu entwickeln. Zu jeder Variante gibt es zwei große Kalkulationseinheiten:

- Die Emissionen der „Grauen Energie“ der Materialien über den Verlauf des Lebens
- Die Emissionen des Gebäudes durch Heizung, Licht und Lüftung

Die Berechnungen für die Herstellung der Materialien wurde auf Grundlage einer ökobilanziellen Berechnung der verbauten Mengen bilanziert. Diese Ökobilanzierung erfolgte auf Grundlage einer möglichst detailgetreuen Abbildung der größten Baukostengruppen. Diese Ökobilanzierung fußt auf Erfahrungen von bereits bilanzierten Gebäuden dieser Art und wurde mit Hilfe der aktuellen ÖkoBauDat (2021-II) ermittelt.

Die Berechnung der Emissionen im Nutzungszeitraum wurde mit der Software EnerCalc (V.6) durchgeführt. In die Bestimmung der Kennwerte für die spezifischen Gebäude sind mehrere Angaben geflossen: Zum einen die thermische Hüllfläche der Gebäude, die Ausrichtung der jeweiligen Fassaden sowie die spezifischen U-Werte, die sich nach entsprechenden Angaben der EnEV bzw. GEG richten.

Bei der ökobilanziellen Berechnung der Fernwärme wurde der aktuelle Fernwärme-Mix Berlins als Rechnungsgrundlage genommen. Diese Basis wurde für jede Fernwärme-Variante angewendet.

Ebenfalls wurden Parameter, die das Ergebnis negativ beeinflussen könnten, für alle Varianten gleichgesetzt. Dies bezieht sich auf die Druckfestigkeit des eingesetzten Betons, die Dicke vom Estrich, die Bodenbelagsart sowie die Art der Verglasung. Ausnahme hier sind die zwei geplanten Hochhäuser in der Neugestaltung (2022), da diese eine erhöhte Druckfestigkeit sowie einen erhöhten Bewehrungsanteil auf Grund ihrer Höhe haben müssen.

1.5.2 Szenario 1: Bestandserhalt im Ist-Zustand ohne Sanierung

Das Szenario 1 sieht vor, die momentane Gebäudestruktur in seiner Gesamtheit ohne Sanierung der innenliegenden Bauteile zu erhalten und keine Änderungen an der thermischen Hülle vorzunehmen. Der Betrachtungszeitraum liegt bei 50 Jahren liegen, so wie bei allen anderen betrachteten Varianten.

Um eine Abschätzung der Emissionen in der Lebensphase B6 (Energieverbrauch) vorzunehmen, wurde eine Energiebilanz des Gebäudes erstellt. Durch die Schadstoffuntersuchungen sowie den Zeitraum der Konstruktion wurden folgende bauwerkspezifische U-Werte angenommen:

- U-Wert Außenwände: 1,00 W/(m²*K)
- U-Wert Fenster: 2,40 W/(m²*K)
- U-Wert Dach: 0,80 W/(m²*K)
- U-Wert gegen Boden: 1,40 W/(m²*K)

Diese U-Werte, die Größe der Außenhülle, die Ausrichtung der Hülle sowie das Gebäudevolumen und der benutzte Fernwärmeanschluss wurden in das Bilanzierungstool EnerCalc eingegeben. Die kalkulierte Endenergiebilanz beläuft sich auf 158,4 kWh pro Quadratmeter und Jahr.

Dieser berechnete Wert wird allein durch die Fernwärme abgedeckt. Wird der Endenergiebedarf des Nutzers mit der fernwärmespezifischen Emissionen der Berliner Fernwärme verrechnet, ergibt sich nachfolgende Grafik.

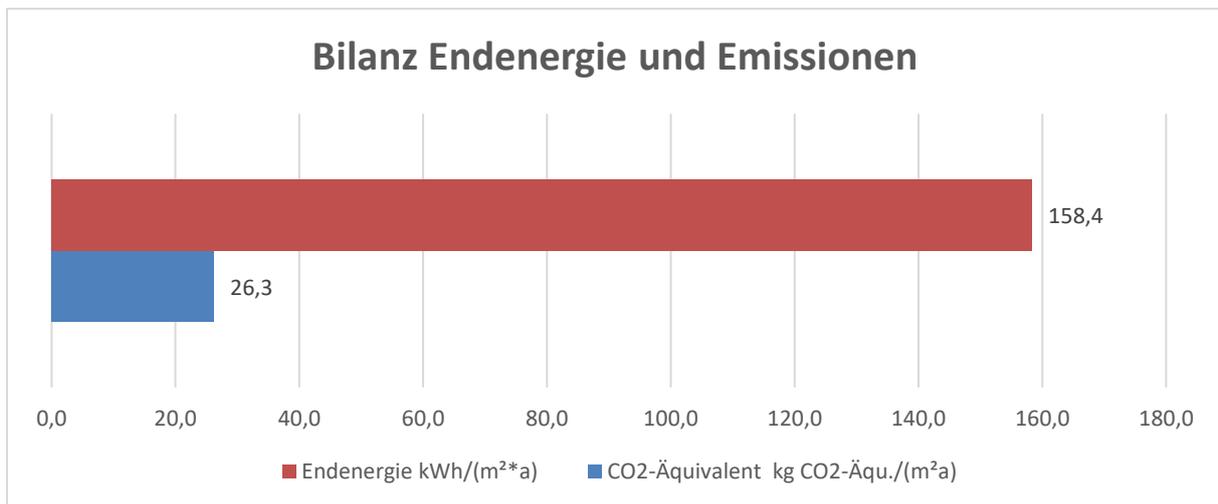


Abbildung 6: Bilanz der Endenergie und Emission, (Szenario 1)

1.5.3 Szenario 2: Teilabriss, Neubau und Sanierung gemäß Bauvorbescheid 2020

In diesem Szenario wird die aktuell planungsrechtlich 2020 vorbeschriebenen Entwicklungsvariante ökobilanziell untersucht. Es müssen mehrere Aspekte einzeln betrachtet und ökobilanztechnisch bilanziert werden. Die in die Berechnung eingeflossenen Bestandteile sind:

- Emissionen, die bei der Entsorgung (C3), Deponierung (C4) sowie Recycling (D) des Abrisses auftreten
- Emissionen, die bei der Entsorgung (C3), Deponierung (C4) sowie Recycling (D) der Sanierung auftreten
- Emissionen, die über den gesamten Lebensweg der neu errichteten Gebäude zu Stande kommen
- Emissionen, die in der Nutzungsphase (B6 Energieverbrauch) des Gebäudes auftreten.

Im ersten Schritt wurde eine Sachbilanz erstellt, um die grundlegenden Stoffströme zu bestimmen. Diese Bestimmung der Mengen fand auf Basis einer Abschätzung mit Hilfe der bestehenden Baupläne statt.

Das Ergebnis dieser Untersuchung sagt aus, dass die Tiefgaragen sowie die oberirdischen Strukturen in den Lebensabschnitten C3+C4 eine Menge von 141 Tonnen CO₂-Äquivalent ausstoßen würden. Das Recyclingpotential, und somit eine ökobilanzielle Gutschrift, beläuft sich auf ca. 248 Tonnen CO₂-Äquivalent. Somit würde der Abriss eine ökobilanzielle Gutschrift ergeben. Diese kann jedoch nur dann angerechnet werden, wenn der abgerissene Beton bautechnisch wiederverwendet werden kann, und zwar in Form von Rezyklat.

Der nächste Bilanzierungsschritt der LCA-Betrachtung dieser Variante beinhaltet die Komplettsanierung der bestehenden Gebäudestrukturen. In diesem Fall setzt sich die Sanierung aus zwei Punkten zusammen:

1. Entsorgung (C3), Deponierung (C4) sowie Recycling (D) der nicht tragenden Strukturen. Hierzu zählen die Außenfassade mit den Betonplattenelementen, die Fenster, die Fußböden sowie der momentane Dachaufbau.
2. Einbau und Konstruktion einer neuen Fassade, neuen Fenster, neuen Böden sowie einem neuen Dachaufbau

Es ist anzumerken, dass die thermische Hülle, die für diesen Berechnungsvorgang gewählt wurde, den Anforderungen der GEG entspricht. Die Anforderungen beziehen sich auf die einzuhaltenden U-Werte der thermischen Hülle. Es ist hier hervorzuheben, dass das Anbringen einer stärkeren thermischen Hülle nach Angaben des Statikers, durch die unzureichende Bausubstanz NICHT gegeben ist. Auch die in dieser Variante als Rechengrundlage angenommene Vorhangfassade mit moderner Dreifachverglasung wäre bautechnisch nicht umzusetzen, da das zu tragende Gewicht zu hoch wäre. Somit sind die Angaben mit Vorsicht zu genießen und dienen nur zur Veranschaulichung der bestmöglichen Variante.

Im nachfolgenden Schaubild werden die bautechnischen Bilanzierungen für die Sanierung des Bestandes zusammengefasst.

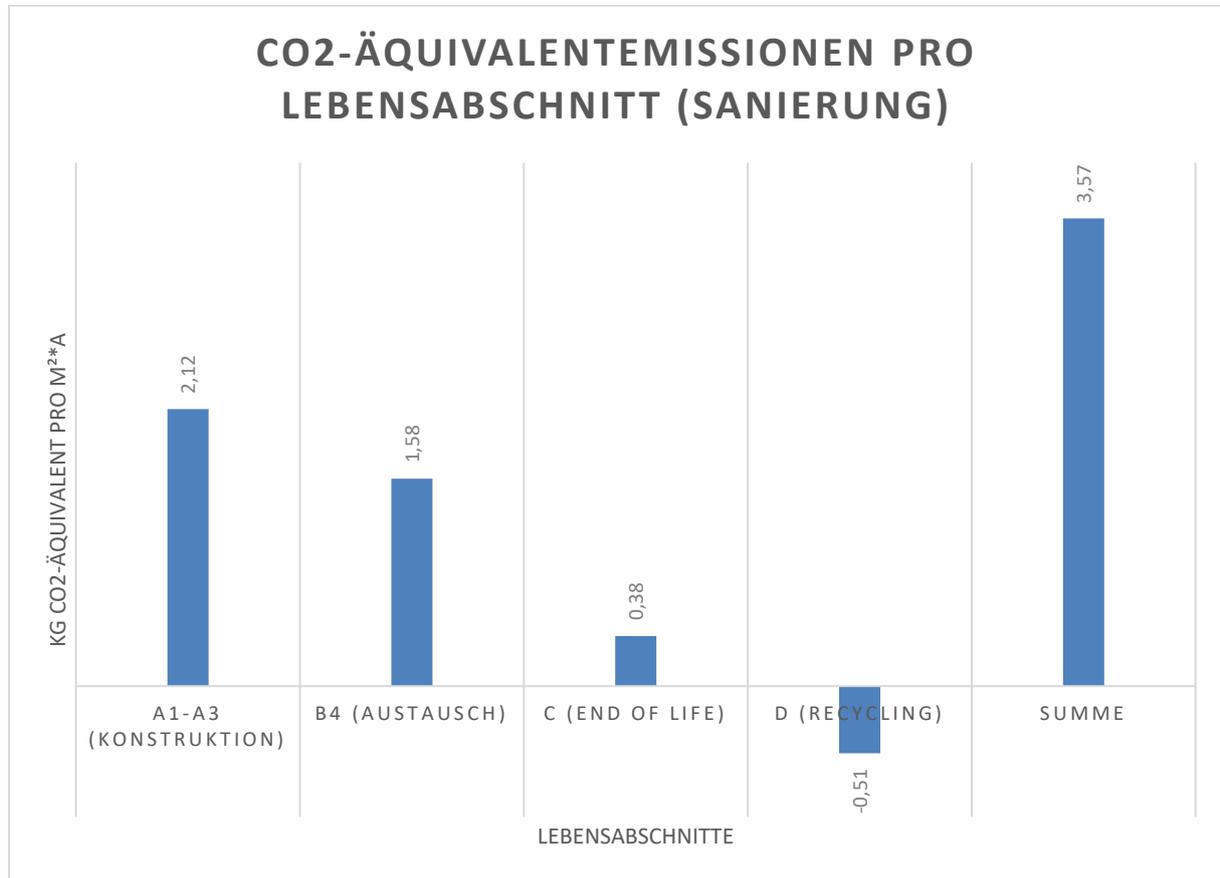


Abbildung 7: CO₂-Äquivalentemissionen pro Lebensabschnitt, Sanierung Bestand (Bauvorbescheid 2020)

Diese Rechnung repräsentiert eine charakteristische Verteilung der Treibhausgasemissionen für ein Sanierungsobjekt. Der niedrige Emissionsanteil in der Herstellung ergibt sich aus den bereits bestehenden tragenden Strukturen wie Fundamenten, Geschossdecken und Innenwänden. Der in Relation hohe Anteil am Austausch ergibt sich durch den bilanzierten Anteil der Fenster und der Bodenbelagsflächen, die im betrachteten Zeitraum von 50 Jahren mindestens einmal ausgetauscht werden muss.

Durch die Ertüchtigung der Fassade im Zuge der Sanierung wurde ebenfalls der Verbrauch an Energie im Vergleich zur nicht sanierten Variante drastisch reduziert. Die Ermittlung des Endenergieverbrauches erfolgte auf Basis des Gebäudeenergiegesetzes (GEG)⁴ und den dort aufgeführten Anforderungen an die Sanierung eines Bestandsgebäudes:

- Außenwände: 0,24 W/(m²*K)
- Fenster: 1,3 W/(m²*K)
- Dachflächen: 0,20 W/(m²*K)

⁴ GEG, Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten von Außenbauteilen bei Änderung an bestehenden Gebäuden, S. 77f

- Wände gegen Erdreich oder unbeheizte Räume: $0,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Neben den Anforderungen an die thermische Hülle sind auch noch Anforderungen des GEG an die Technische Gebäudeausrüstung gegeben. Auch diese werden gemäß der GEG umgesetzt. Ausnahme bildet hier der Energieträger, der sich komplett aus der Berliner Fernwärme erschließt und nicht wie im GEG für ein Referenzgebäude vorgeschrieben, aus einem Brennwertgerät (Gas). Die folgende Abbildung stellt die Ergebnisse dieser Berechnung dar.

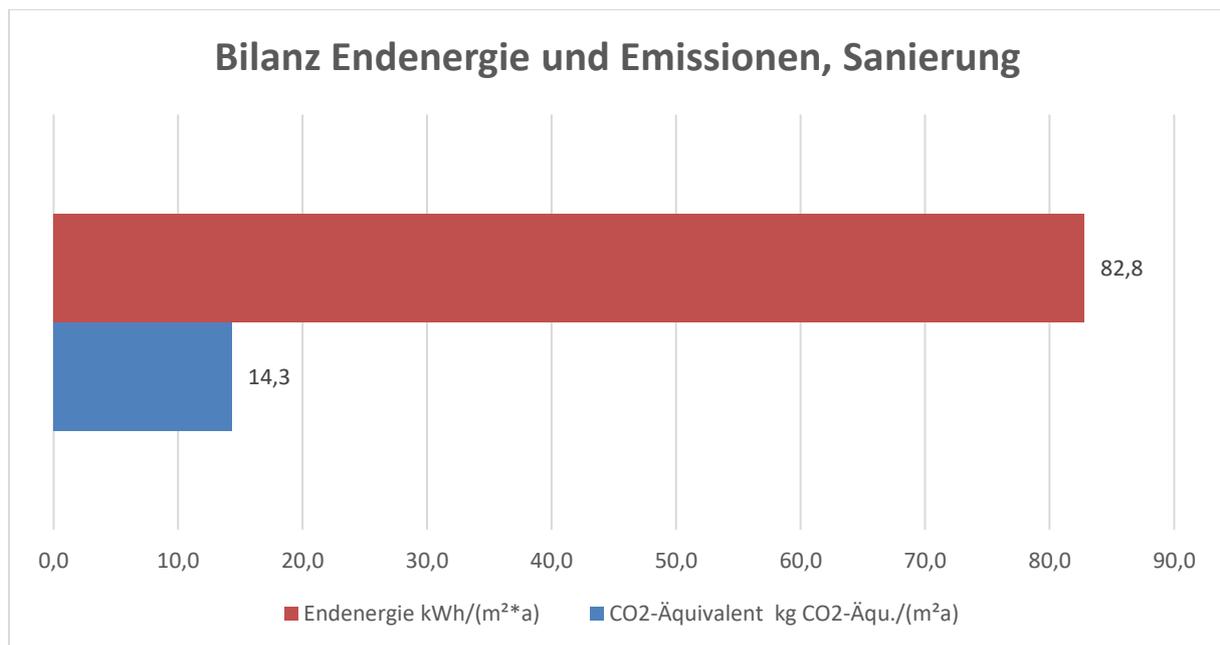


Abbildung 8: Bilanz der Endenergie und Emission, Bestand saniert (Bauvorbescheid 2020)

Der Endenergieverbrauch der Sanierung würde $82,8 \text{ kWh}$ verbrauchen. Dieser Endenergieverbrauch wird komplett über die zur Verfügung stehende Berliner Fernwärme abgedeckt.

Es werden nun zusätzlich die Emissionen bzw. das Recyclingpotential beim Abriss der Gebäudestruktur Gamma sowie die bei der Entkernung anfallenden Baustoffe bilanziell abgebildet. Die Berechnung aller Sanierungs- und Abrissemissionen zu einem flächengewichteten Wert erfolgt in diesem Schritt, wodurch der resultierende Wert in den nachfolgenden Schritten vereinfacht dargestellt werden kann.

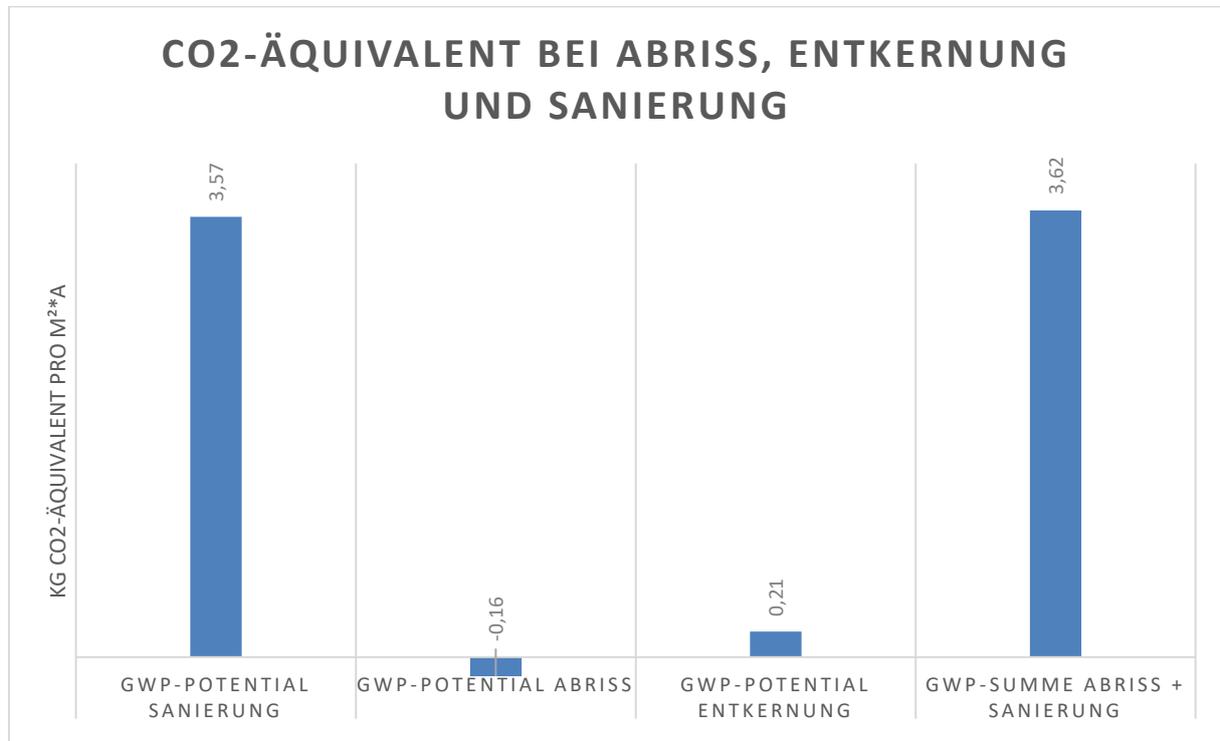


Abbildung 9: Summe aller Emissionen Abriss + Sanierung (Bauvorbescheid 2020)

Im nächsten Bilanzierungsschritt wurden die Emissionen ermittelt, die die beiden Neubauten in der Konstruktion verursachen würden. Die Rahmenelemente entsprechen denen der Sanierungsvariante: Ein Gebäude, das den Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes entspricht (Neubau) für ein Referenzgebäude entspricht. Diese Anforderungen beinhalten U-Werte für die thermische Hülle eines Neubaus für ein Wohngebäude⁵, die im nachfolgenden Absatz angezeigt werden:

- Außenwände: 0,28 W/(m²*K)
- Fenster: 1,3 W/(m²*K)
- Dachflächen: 0,20 W/(m²*K)
- Wände gegen Erdreich oder unbeheizte Räume: 0,35 W/(m²*K)

Die betreffenden Anforderungswerte für ein Nichtwohngebäude sind laut EnEV⁶:

- Außenwände: 0,28 W/(m²*K)
- Fenster: 1,3 W/(m²*K)
- Dachflächen: 0,20 W/(m²*K)
- Wände gegen Erdreich oder unbeheizte Räume: 0,35 W/(m²*K)

Diese Vorgaben wurden für die LCA-Berechnung in den vorgesehenen Gebäuden eingehalten und auch übertroffen. Die Gebäude wurden folgendermaßen „konstruiert“: Es handelt sich bei beiden Gebäuden um eine Stahlbetonkonstruktion, in denen die tragenden Elemente wie Außenwände, Geschossdecken und Fundament aus Stahlbeton bestehen. Die Dicken der

⁵ GEG, Anlage 1: Technische Ausführung des Referenzgebäudes (Wohngebäude), S.57ff

⁶ GEG, Anlage 2: Technische Ausführung des Referenzgebäudes (Nichtwohngebäude), S.59ff

Bauteile wurden aus vergleichbaren, bereits bilanzierten Bauvorhaben entnommen. Bei dem Fenster handelt es sich um Dreifachverglasung in einem PVC-Rahmen.

Die bilanzierte thermische Hülle der beiden Gebäudetypen basiert auf folgenden Angaben, die auch ebenfalls in die Energiebilanz einbezogen worden sind:

- Außenwände: 0,20 W/(m²*K)
- Fenster: 1,0 W/(m²*K)
- Dachflächen: 0,16 W/(m²*K)
- Wände gegen Erdreich oder unbeheizte Räume: 0,20 W/(m²*K)

Neben den einzuhaltenden U-Werten sieht das GEG auch vor, dass der Jahres-Primärenergiebedarf 55 dem des Referenzgebäudes entspricht.⁷ Durch die Nutzung von Fernwärme wird dieser Wert für beide Gebäude erreicht. In der Abschätzung nach EnerCalC betrug der Jahres-Primärenergiebedarf für den Wohnungsneubau 54,8%, der Wert für das Nichtwohngebäude ist 54,2%.

Nachfolgende Abbildung zeigt die potenziellen, gemittelten Emissionen in den verschiedenen Lebensabschnitten der geplanten Neubaugebäude.

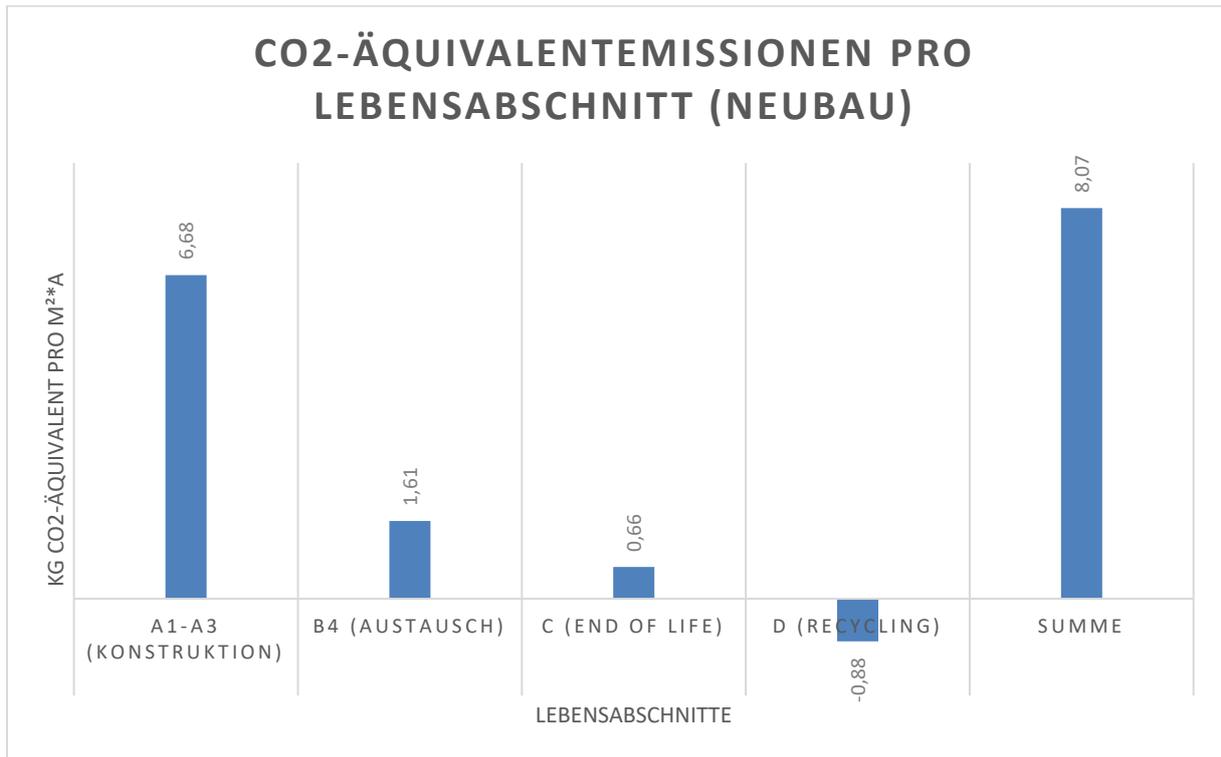


Abbildung 10: Konstruktive CO₂-Äquivalentemissionen pro Lebensabschnitt (Bauvorbescheid 2020)

Die in Abbildung 10 visuelle Darstellung der kalkulierten Emissionen pro Lebensabschnitt entspricht einem typischen mineralischen Neubau. Dies kann generell als Standardverteilung

⁷ GEG, §15 und §18

der Emissionen betrachtet werden. Um diese Eingangsgröße in Relation zu setzen, werden im nachfolgenden Schaubild Benchmarks der DGNB aufgezeigt.

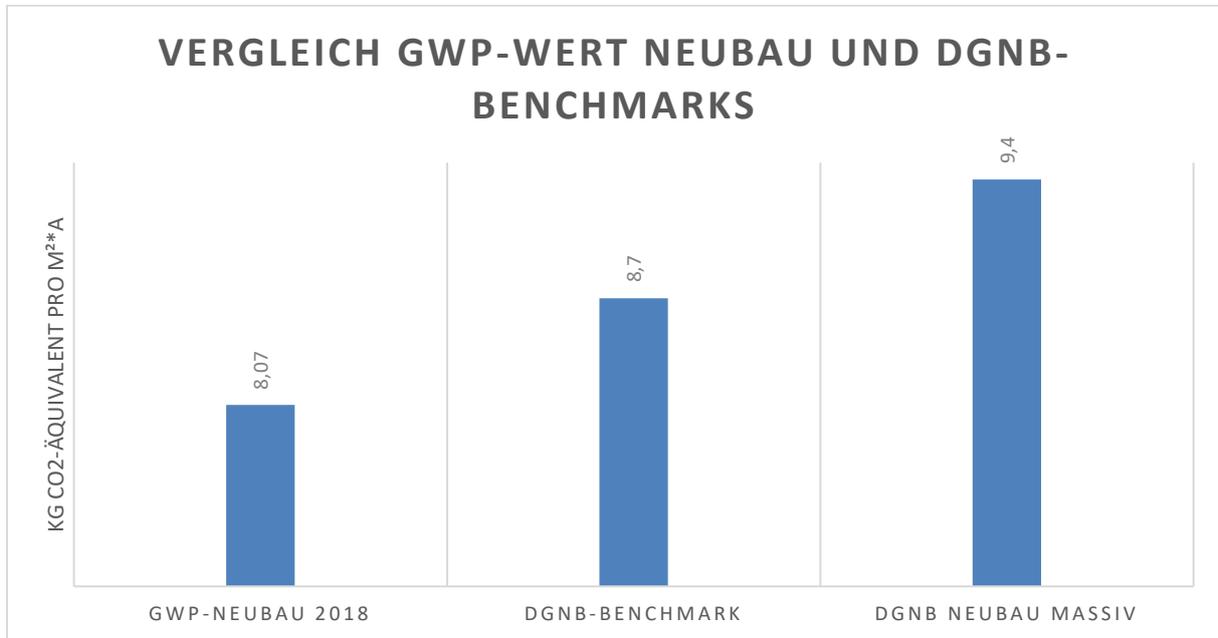


Abbildung 11: Vergleich ermittelter Wert, Bauvorbescheid 2020 Neubau und DGNB-Benchmarks

Anhand Abbildung 11 ist zu sehen, dass das Gebäude unter den DGNB-Benchmarks liegen würde. Der DGNB-Referenzwert für 8,7 stammt aus einer DGNB-internen Analyse der eingereichten Daten für Stahlbetongebäude.⁸

Abschließend erfolgt eine Betrachtung des Lebensabschnitts B6 unter dem Aspekt des ausgestoßenen Treibhausgaspotentials. Die Berechnung des Moduls B6 erfolgte ebenfalls über das Energiebilanzierungstool „EnerCalC“. Es wurden die vorgegebenen U-Werte der GEG als Rahmenwerte eingegeben und die resultierenden Werte mit dem Umweltwirkungsindikator für GWP (CO₂-Äquivalent) für die Fernwärme sowie den Strom verrechnet. Die Emissionen der Fernwärme ergeben sich aus dem Aufbau der Berliner Fernwärme, während die Emissionen des verbrauchten Stroms aus dem Datensatz der ÖkoBauDat (Strom-Mix-Szenario 2020) stammen.

⁸ DGNB e.V. [Hrsg.]: Benchmarks für die Treibhausgasemissionen der Gebäudekonstruktion, 2021

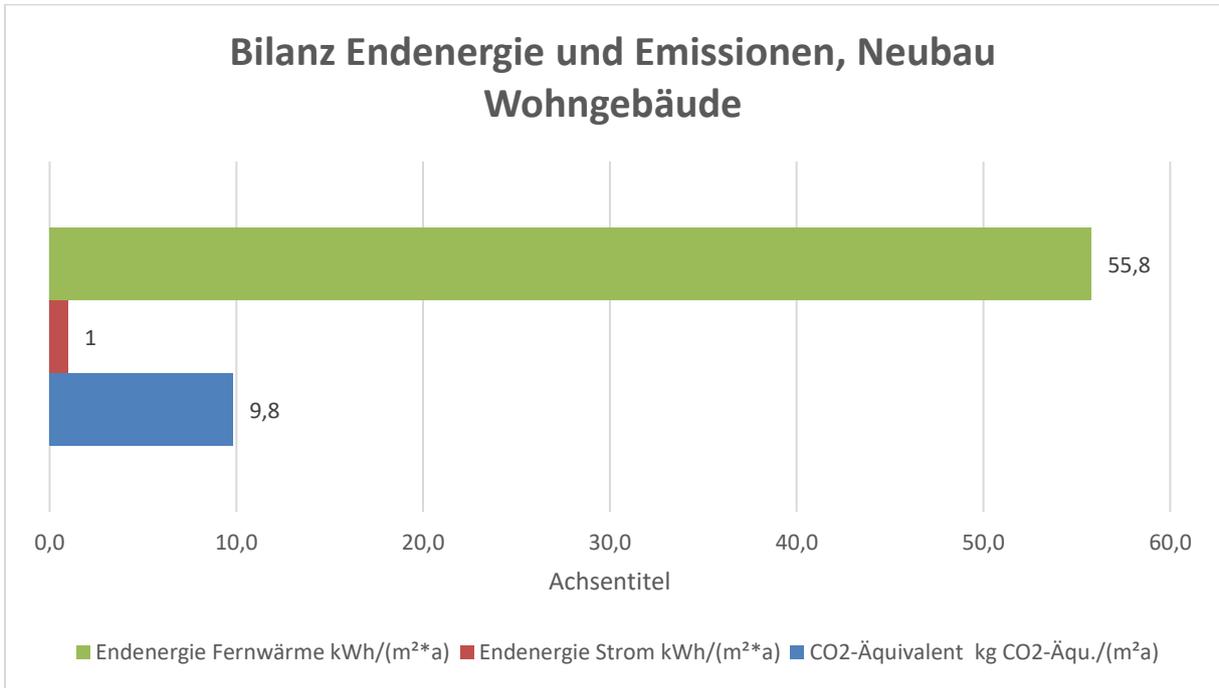


Abbildung 12: Bilanz der Endenergie und Emission, Neubau Wohnen (Bauvorbescheid 2020)

Dasselbe Verfahren wurde ebenfalls für das geplante Gewerbegebäude (Nichtwohngebäude) angewendet.

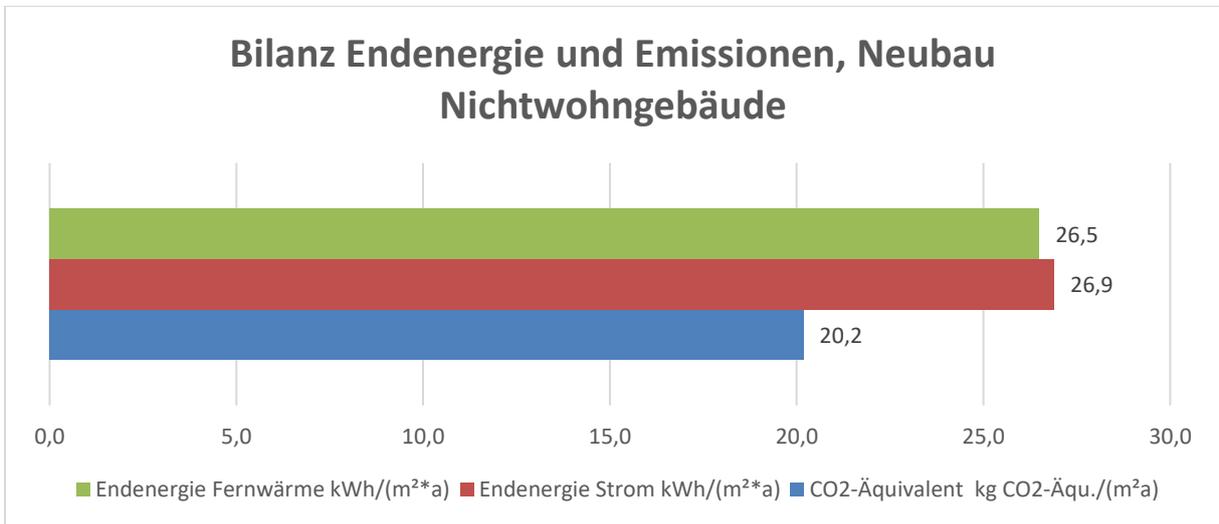


Abbildung 13: Bilanz der Endenergie und Emission, Neubau Nichtwohngebäude (Bauvorbescheid 2020)

Für eine Vergleichbarkeit der unterschiedlichen Nutzungsbereiche werden alle Berechnungen flächengewichtet gemittelt. Dies bedeutet, dass alle Emissionen (Konstruktiv und Energietechnisch) auf Grundlage der vorliegenden Fläche gemittelt werden.

Es ist anzumerken, dass bei Nichtwohngebäuden, anders als bei Wohngebäuden, eine Bilanzierung der Kühlung sowie Beleuchtung stattfindet. Somit verbraucht ein Nichtwohngebäude nach GEG, trotz gleicher theoretischer Aufbauten, mehr kWh.

Die Flächengewichtung nach bautechnischen Komponenten ergibt folgende Werte:

Fläche in m ²	%-Gewichtung	CO ₂ -Äquivalent	CO ₂ -Äquivalent gewichtet
33200	64,44	3,62	9,232
15520	30,12	8,07	9,594
2800	5,43	8,07	6,19
Summe			5,17

Tabelle 1: Gewichtungstabelle Konstruktion

Flächengewichtung nach Energieaufwand:

Fläche in m ²	%-Gewichtung	CO ₂ -Äquivalent	CO ₂ -Äquivalent gewichtet
33200	64,44	14,33	9,232
15520	30,12	31,85	9,594
2800	5,43	11,39	6,19
Summe			15,85

Tabelle 2: Gewichtungstabelle Energieaufwand

Werden diese Werte addiert ergibt sich folgendes, in Abbildung 14 dargestelltes Ergebnis:

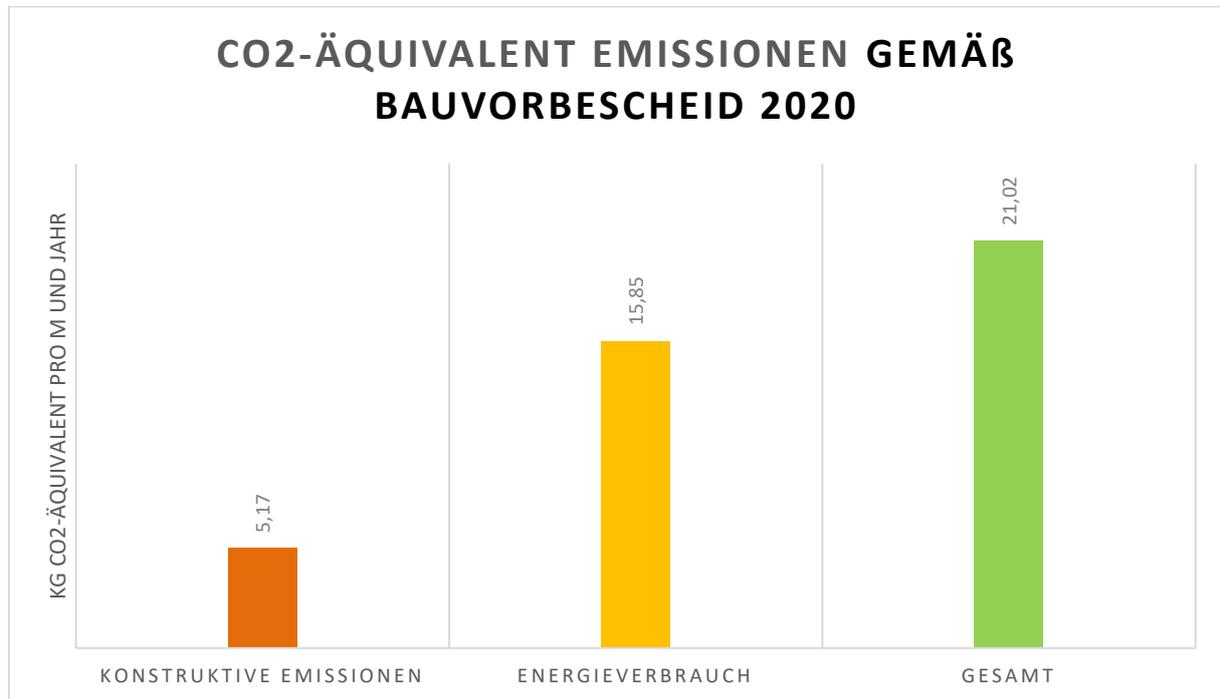


Abbildung 14: Zusammenführung CO₂-Äquivalentemissionen (Bauvorbescheid 2020)

1.5.4 Szenario 3: Komplettabriss und Neubau mit zwei Türmen

Im letzten Schritt wird das Szenario des angestrebten Neubaus nach EG40 Standard betrachtet. Die dritte betrachtete Variante hat drei Eckpunkte:

1. Neubau Wohngebäude nach EG 40 Standard und Holz-Hybrid-Bau (HH-Bau)
2. Neubau Nichtwohngebäude mit 2 Hochpunkten als Stahlbetonkonstruktion
3. Konzeptionierung und Berechnung des Energieverbrauchs durch Heizung, Lüftung und Beleuchtung der beiden Gebäudestrukturen

Die Emissionen für ein Holz-Hybrid-Gebäude wurden aus der Studie „Benchmarks für Treibhausgasemissionen der Gebäudekonstruktion“ der DGNB entnommen. Dort wurde der Wert für eine HH-Konstruktion auf 2,7 festgelegt.⁹ Dieser Wert wurde für diese Ökobilanz übernommen.

Die zwei Hochpunkte wurden hingegen wieder auf Grundlage einer ökobilanziellen Abschätzung der vorhandenen Pläne bilanziert. Hierfür sind folgende Aspekte in die Ökobilanz miteingeflossen: Die erhöhte Druckfestigkeit der tragenden senkrechten Elemente sowie die erhöhten Dämmwerte, um die gestiegenen Werte der GEG in Bezug zum EG40 einzuhalten.

Die U-Werte der thermischen Hülle, die für die ökobilanzielle Berechnung verwendet wurden, sind:

⁹ DGNB e.V. [Hrsg.]: Benchmarks für die Treibhausgasemissionen der Gebäudekonstruktion, 2021

Berlin Hafenplatz

Nachhaltigkeitskonzept

- Außenwände: 0,16W/(m²*K)
- Fenster: 0,8 W/(m²*K)
- Dachflächen: 0,12 W/(m²*K)
- Wände gegen Erdreich oder unbeheizte Räume: 0,2 W/(m²*K)

Auch hier wird die zweite Anforderung des GEG (Primärenergiebedarfs) erfüllt. Der Erfüllungsgrad für das Wohngebäude beläuft sich auf 38,86% bei Fernwärme und 36,53% bei der Erdreichwärmepumpe. Bei dem angedachten Nichtwohngebäuden beläuft sich der Wert auf 39,52% (Fernwärme) und 35,77% (Wärmepumpe).

Die konstruktive, ökobilanzielle Berechnung des Bürogebäudes ergibt sich aus nachfolgender Abbildung.

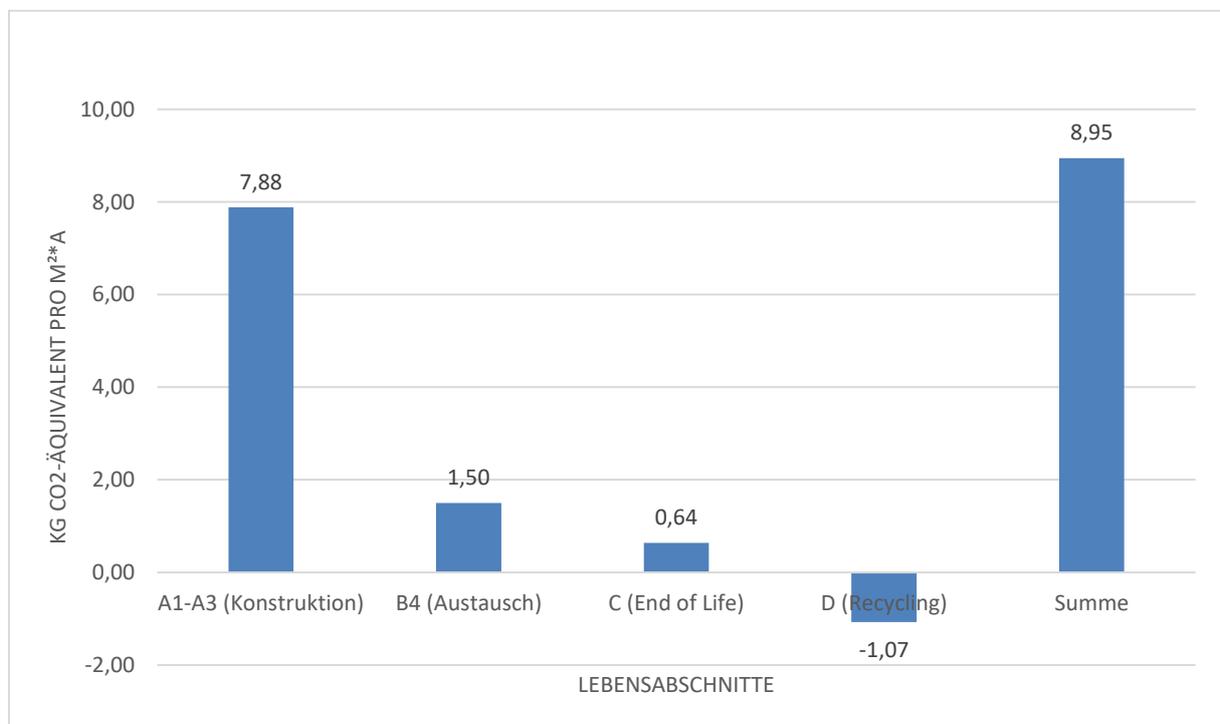


Abbildung 15: Konstruktive CO₂-Äquivalentemissionen pro Lebensabschnitt Neubau Stahlskelett (Szenario 3)

Die erhöhten Druckfestigkeiten sowie die prozentuale Mehrmenge an Dämmmaterial spiegelt sich in den erhöhten Emissionen im Lebensabschnitt A1-A3 wider.

Auch hier werden die Emissionen im Lebensabschnitt B6 ermittelt. Es wurden zwei Versionen bilanziert: Eine, die den vorhandenen Fernwärmeanschluss nutzt sowie eine andere mit einer möglichen Sole-Wärmepumpe.

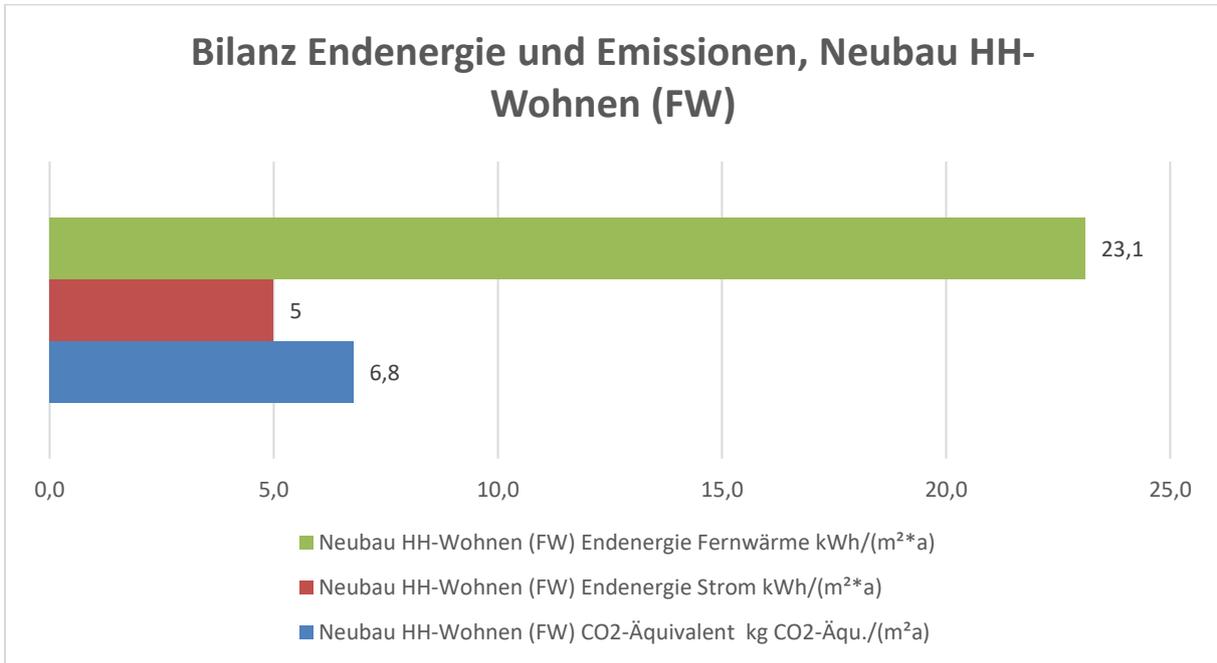


Abbildung 16: Endenergiebilanz und Emissionen, HH-Neubau Wohnen Fernwärme (Szenario 3)

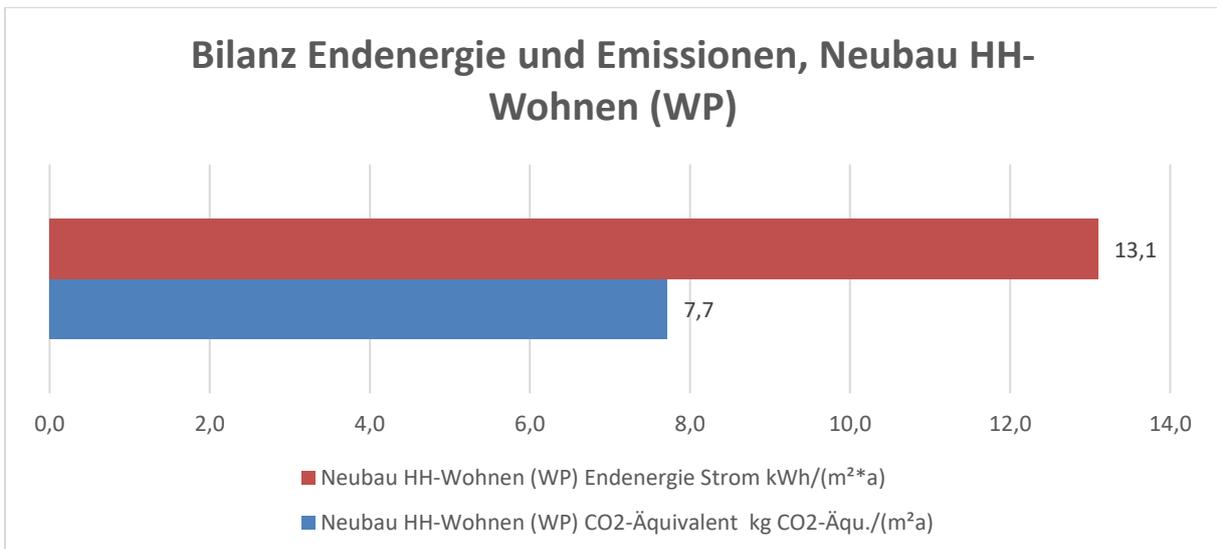


Abbildung 17: Endenergiebilanz und Emissionen, HH-Neubau Wohnen Wärmepumpe (Szenario 3)

Die Unterschiede in den Emissionen beim Wohngebäude sind gering. Dies lässt sich mit der Zusammensetzung der Berliner Fernwärme erklären und mit dem generell hohen Emissionsfaktor des deutschen Strommix, der aktuell in der ÖkoBauDat verwendet wird.¹⁰ Bei der in dieser Studie durchgeführten Berechnungen wurden Standardwerte für die COP einer Wärmepumpe benutzt. Bei einer detaillierten Bodenuntersuchung könnten jedoch bessere Kennwerte ermittelt werden.

¹⁰ ÖkoBauDat.de; Strom-Mix-Szenario 2020; <1kV

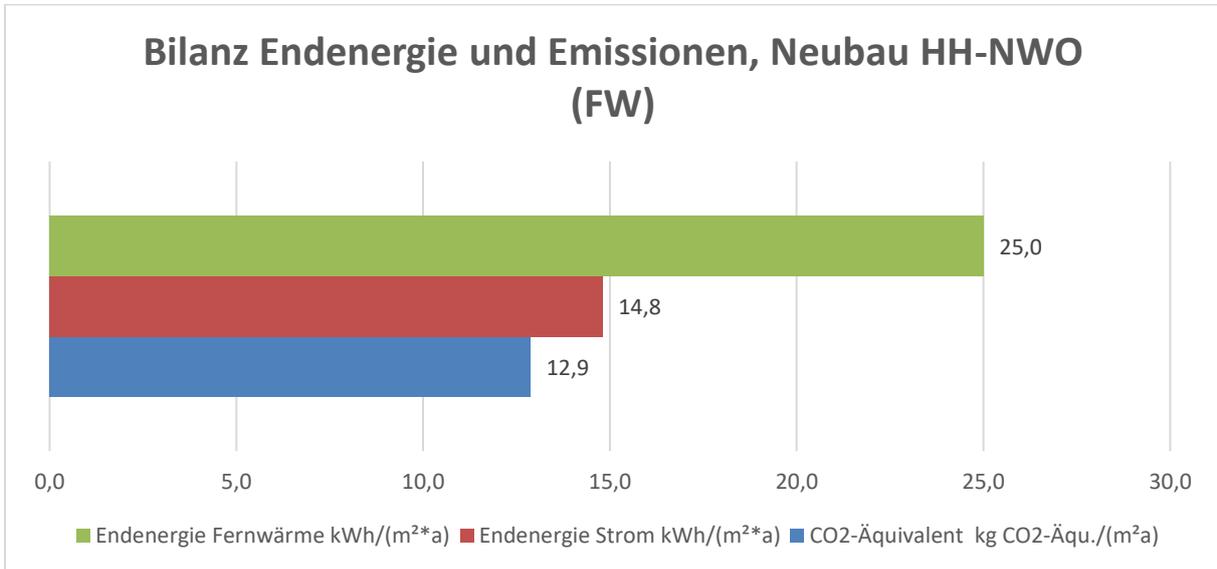


Abbildung 18: Endenergiebilanz und Emissionen, Neubau Nichtwohngebäude FW (Szenario 3)

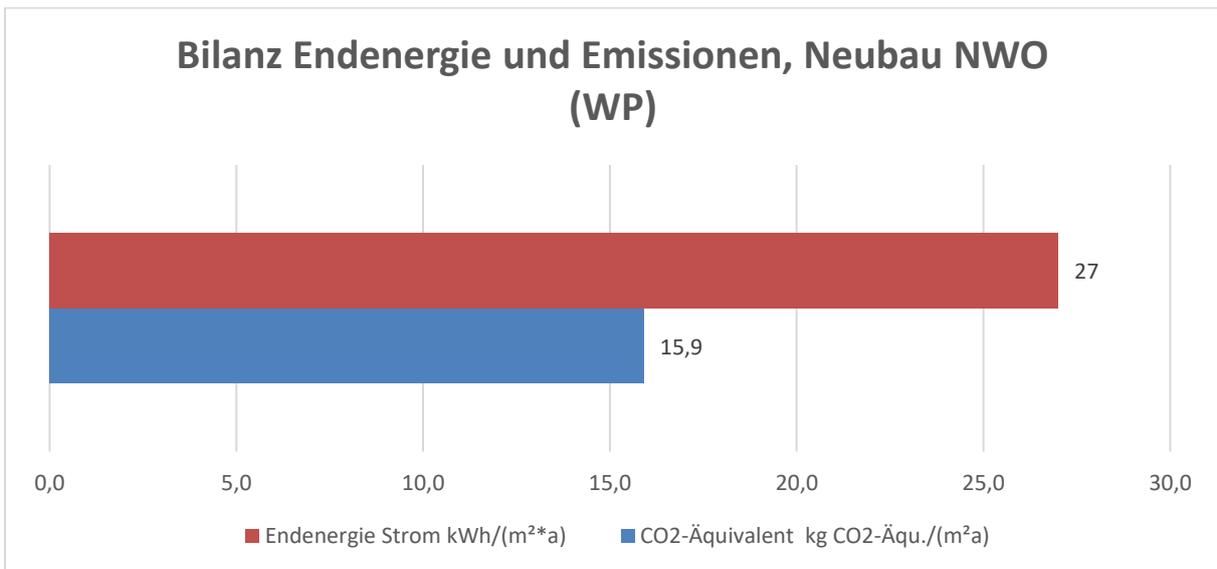


Abbildung 19: Endenergiebilanz und Emissionen, Neubau Nichtwohngebäude WP (Szenario 3)

In diesem Szenario muss ebenfalls, analog zu den Berechnungen in vorangegangenen Kapitel, eine Gewichtung der Flächenanteile durchgeführt werden. Die flächenmäßige Aufteilung erfolgt zweimal, einmal für eine mögliche Fernwärmenutzung und zum anderen für eine mögliche Wärmepumpennutzung. Die konstruktive Gewichtung erfolgt wie in nachfolgender Tabelle:

Fläche in m ²	%-Gewichtung	CO ₂ -Äquivalent	CO ₂ -Äquivalent gewichtet
60.000	66,00	2,7	1,80
40.000	40,00	8,95	3,00
Summe			5,2

Tabelle 3: Gewichtungstabelle Konstruktion Neubaukonzept

Fläche in m ²	%-Gewichtung	CO ₂ -Äquivalent	CO ₂ -Äquivalent gewichtet
60.000	66,00	7,63	4,58
40.000	40,00	16,71	6,68
Summe			11,26

Tabelle 4: Gewichtungstabelle Endenergie Fernwärme

Fläche in m ²	%-Gewichtung	CO ₂ -Äquivalent	CO ₂ -Äquivalent gewichtet
60.000	66,00	8,13	4,88
40.000	40,00	15,91	6,37
Summe			11,25

Tabelle 5: Gewichtungstabelle Endenergie Wärmepumpe

Die kompletten Treibhausgasemissionswerte werden in den nachfolgenden zwei Abbildungen dargestellt. Diese unterscheiden sich hinsichtlich der Emissionen je nach Energieträger (Fernwärme oder Wärmepumpe).

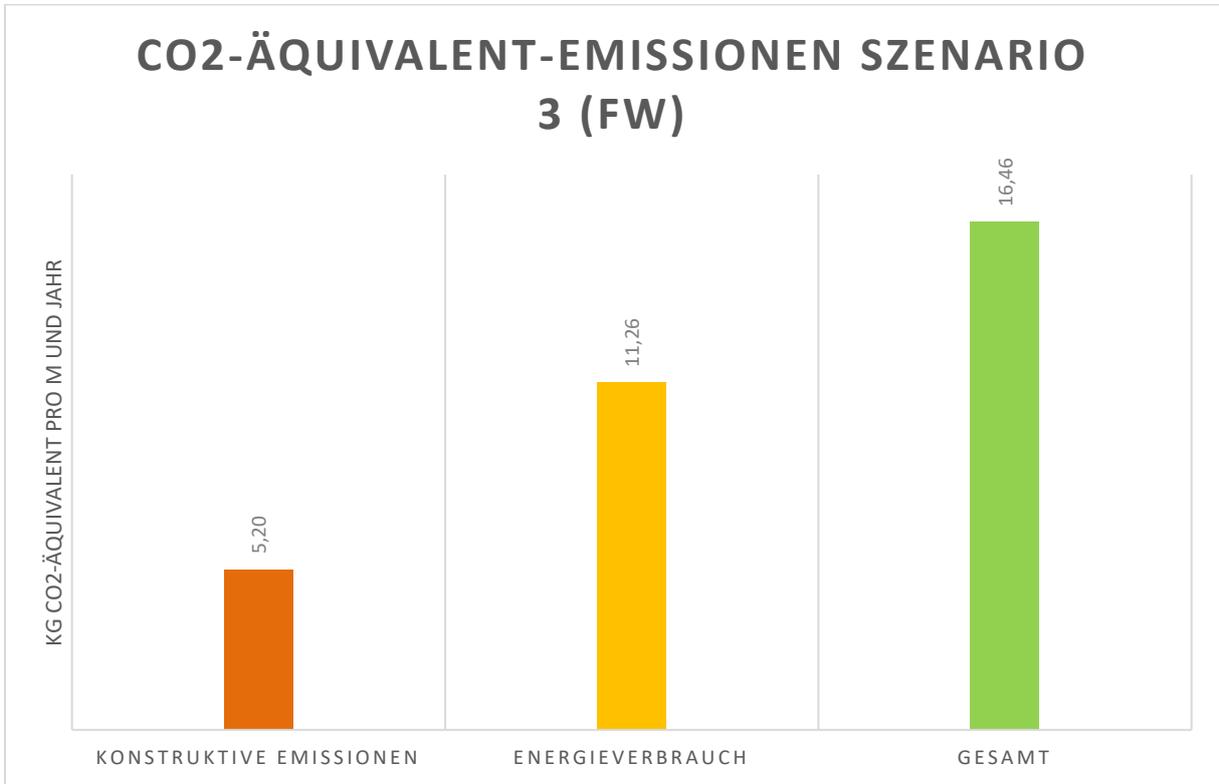


Abbildung 20: Zusammenführung CO₂-Äquivalentemissionen, Fernwärme

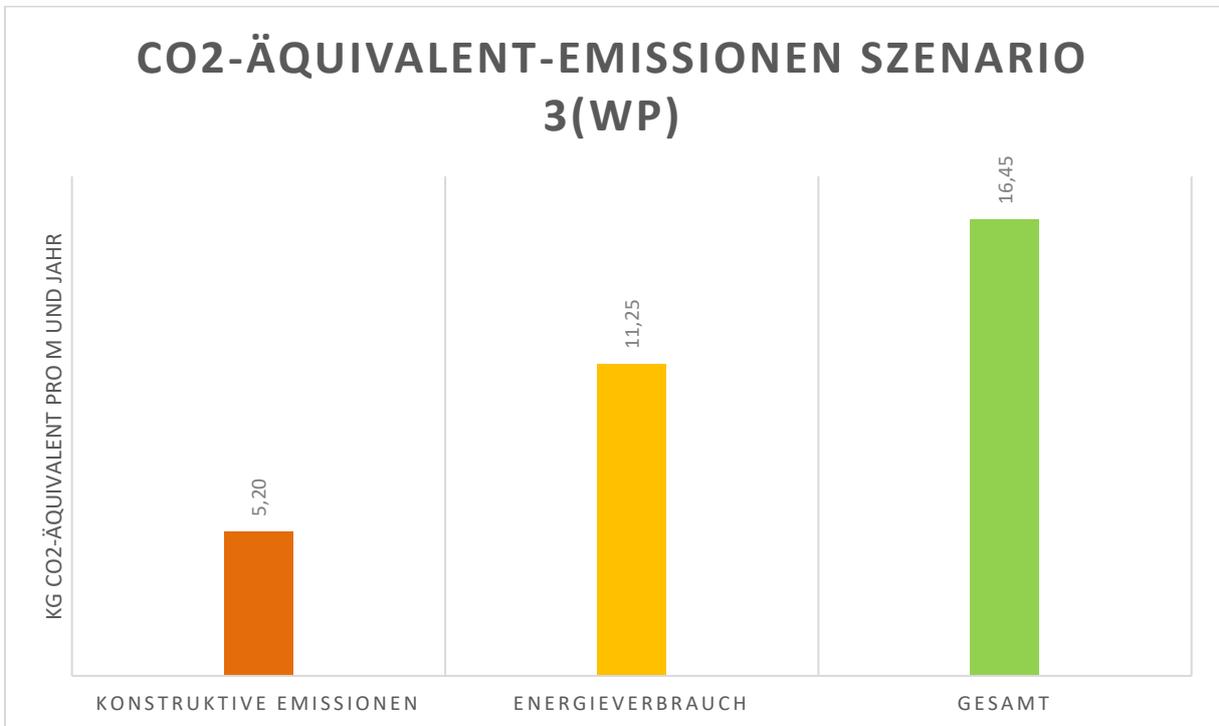


Abbildung 21: Zusammenführung CO₂-Äquivalentemissionen, Wärmepumpe

1.5.5 Ökobilanzieller Vergleich

Um eine grundlegende Aussage zu den drei Varianten treffen zu können ist die Zusammenführung aller Daten nachfolgend in einem Schaubild dargestellt.

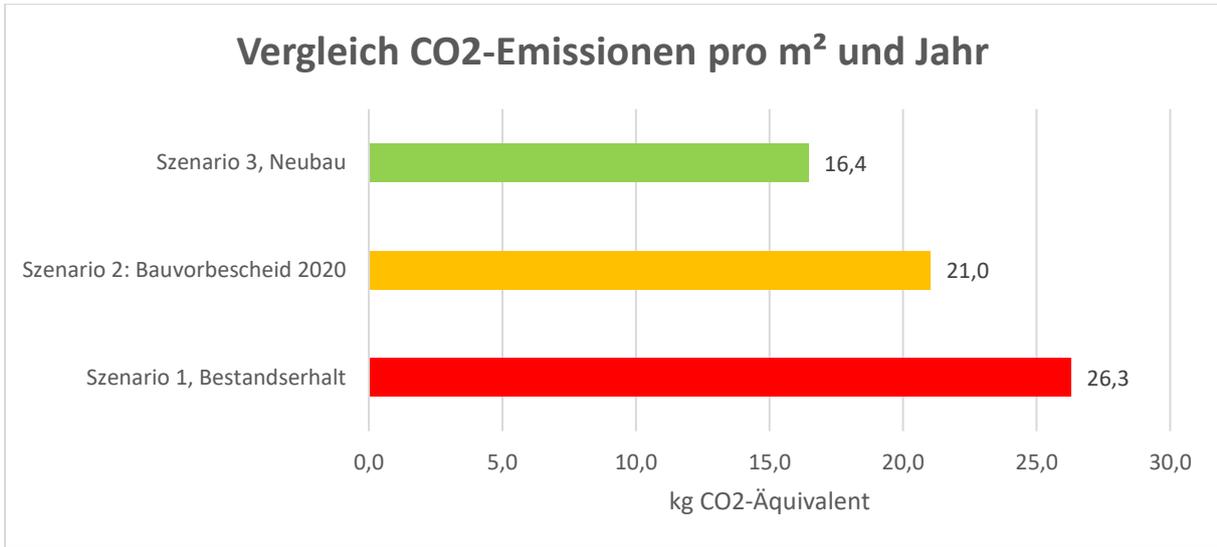


Abbildung 22: Vergleich der Emissionen pro m² und Jahr für betrachteten Varianten

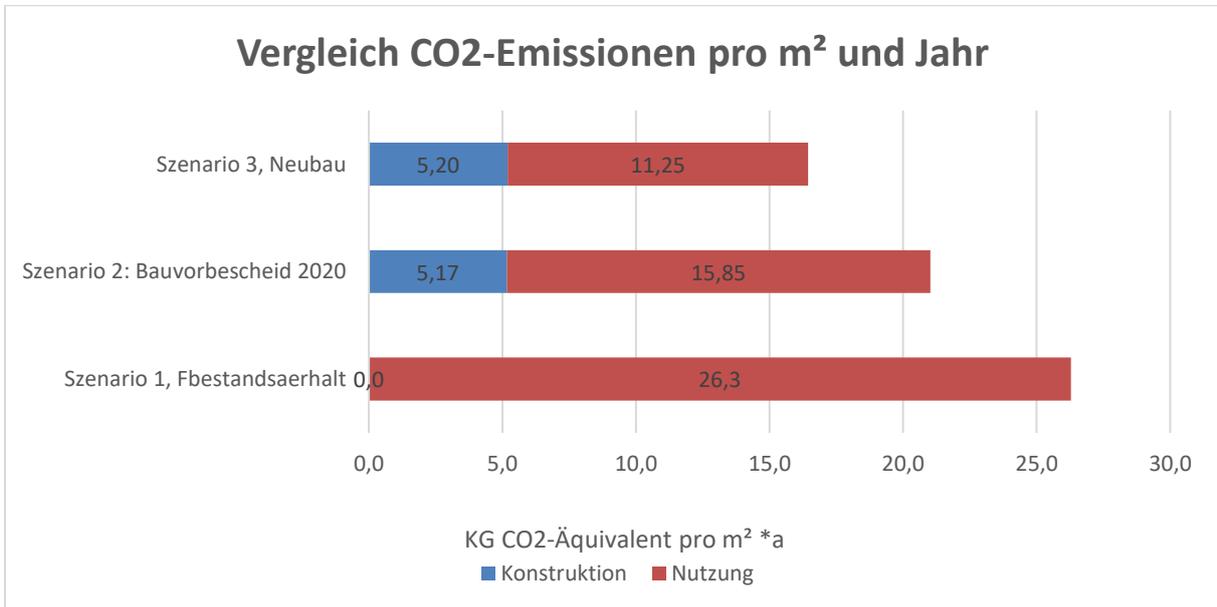


Abbildung 23: Vergleich der Emissionen pro m² und Jahr nach Konstruktions- und Nutzungsabschnitt

Der hier vorgelegte Vergleich zeigt deutlich, dass Szenario 3 - Neubau in der geplanten Konzeption eine bessere CO₂-Bilanz ermöglichen würde als Szenario 1 und 2. Die Gründe dafür werden im nächsten Kapitel dargelegt.

1.6 Erläuterung der Ergebnisse

1.6.1 Konstruktiver Vergleich

Um die Ergebnisse zu erklären, müssen die einzelnen Szenarien betrachtet werden.

1. Szenario 1: Bestandserhalt, keine bauliche Änderung
2. Szenario 2: Sanierung Bestandsgebäude sowie Neubau in Massivbauweise (Stahlbetonkonstruktion) nach GEG Standard
3. Szenario 3: Neubau der Wohneinheiten in Holz-Hybridbauweise sowie Neubau in Skelettbauweise für die Hochbauten

Der Grund für den geringen Unterschied zwischen der Sanierung und dem Neubau liegt hauptsächlich im Unterschied zwischen dem Werkstoff Holz und dem Werkstoff Stahlbeton. Durch die Wahl einer modernen Holz-Hybrid-Konstruktion können im direkten Vergleich zu einer Stahlbetonkonstruktionen deutliche Einsparungen im gesamten Lebenszyklus erreicht werden. Dies ergibt sich aus den folgenden Vorteilen von Holz.

Die Herstellung von Holz und den daraus entstehenden Holzprodukten basiert auf dem Wachstum von Bäumen. Beim Wachstum des Holzes wird freies Kohlenstoffdioxid aus der Atmosphäre im Stamm sowie in den Blättern gebunden. Dieser Wachstumsprozess wird mit dem Fällen des Baums zwar beendet, jedoch bleibt das CO₂ in den verschiedenen, organischen Verbindungen wie Lignin und Zellulose, gebunden. Dieser Speicherungsprozess führt bei Holz-, sowie Holzprodukten in der Herstellungsphase A1-A3 in den allermeisten Fällen zu einer negativen CO₂-Äquivalentbilanz, die man als CO₂-Speicher bezeichnen kann, der in das Gebäude eingebaut wird. Zwar muss das Ausgangsmaterial Holz mehrere Produktionsschritte durchlaufen (Trocknung, Schneiden etc.) diese fallen jedoch in den meisten Fällen nicht großartig ins Gewicht. Als Beispiel kann hier das bilanzierte Brettsperholz aufgeführt werden. Ein Kubikmeter Brettsperholz emittiert in der Herstellung (A1-A3) -658 kg CO₂-Äquivalent¹¹. Dies bedeutet, dass mit dem Einbau von einem Kubikmeter dieses Materials faktisch 658 Kilogramm CO₂-Äquivalent eingelagert werden.

Im Kontrast dazu steht die Herstellung des Stahlbetons. Stahlbeton besteht aus zwei Hauptkomponenten: Beton und Stahl. Das ökologisch interessanteste Augenmerk gilt hierbei dem Zement bzw. dem Herstellungsprozess des Zements. Beim Brennprozess des Kalksteins, der als Grundlage für den Zement dient, wird der Kalkstein in Brennöfen bei 1400°C gebrannt und in den nachfolgenden Prozessen zu Zement weiterverarbeitet. Das Brennen wird oft mit Hilfe von fossilen Energieträgern oder Müllverbrennungsanlagen ermöglicht. Der eingebaute Bewehrungsstahl (und der hier eingesetzte Datensatz aus deutscher Produktion) erfolgt durch das Schmelzen von Schrott in Elektroöfen. Dieser Vorgang hat einen immensen Stromverbrauch zur Folge, der sich in der ökobilanziellen Bilanz widerspiegelt. Zur Berechnung wurde ein Beton der Druckfestigkeit C30/37 eingesetzt. Dieser emittiert in der Herstellung 219 kg CO₂-Äquivalent pro m³.¹²

¹¹ ÖkoBauDat, Version 2021, „Brettsperholz (Durchschnitt DE)“

¹² ÖkoBauDat, Version 2021, „Beton der Druckfestigkeitsklasse C 30/37 (de)“

Die letzte Komponente, die betrachtet wird ist der Bewehrungsstahl. Diese Stahlproduktion basiert im Wesentlichen auf Prozessen der Elektrostahlwerke, bei denen durch das Schmelzen von Eisenschrott durch elektrische Energie, das bilanzierte Produkt hergestellt wird. Dieser Vorgang ist sehr energieaufwendig, so dass ebenfalls ein hoher CO₂-Äquivalentwert für das Bauprodukt entsteht.

Werden alle in dieser Ökobilanz betrachteten Lebensabschnitte bilanziert so beläuft sich die Emission von 1 m³ Stahlbeton der Druckfestigkeitsklasse C30/37 mit einem Bewehrungsanteil von 2% auf 306 kg CO₂-Äquivalent. 1 Kubikmeter Brettsperholz wird hingegen zu einer Bilanz von -171,5 kg CO₂-Äquivalent führen.

Der Grund für das sehr gute Ergebnis eines Neubaus nach Holz-Hybrid liegt in der Fähigkeit des Holzes einen Net-negativen CO₂-Fußabdruck zu hinterlassen.

1.6.2 Nutzungsphasen-Vergleich

Die Nutzungsphase einer ökobilanziellen Bilanzierung ist erfahrungsgemäß für die Mehrheit der Treibhausgasemissionen eines Gebäudes verantwortlich. Die Gründe hierfür liegen in einer entscheidenden Tatsache zu Grunde: Die Nutzung einer Gebäudekonstruktion, unabhängig ob es sich bei dem Gebäude um ein Wohngebäude oder Nicht-Wohngebäude handelt, braucht Energie für Wärme, Licht und Lüftung.

Je besser die Dämmung eines Gebäudes ist, je effizienter die Lüftung und die Beleuchtung sind und umso dichter die Außenhülle gebaut wird, umso weniger Energie geht verloren.

Dieser Aspekt wurde in diesen drei Szenarien dargestellt. Das Gebäude aus Szenario 1 ist nach heutigen wärmetechnischen Maßstäben veraltet und ineffizient. Durch die spärliche/nicht vorhandene Dämmung verliert das Gebäude große Mengen an Energie an die Außenluft, die durch den guten Wärmeleiter Stahlbeton an die Außenluft freigegeben werden.

In Szenario 2 - Sanierung Bestandsgebäude sowie Neubau nach Standardbauweise wurde dieser Aspekt auf das (theoretisch verfügbare) gesetzliche Mindestmaß für Sanierung und Neubau angehoben. Hier ist es, durch die veraltete Baustruktur des Bestandsgebäudes, jedoch nicht möglich, das technisch Machbare weiter auszuschöpfen. Die in dieser Ökobilanz bilanzierte Dämmung mit Dreifachverglasung an der Außenwand wäre bereits nur theoretisch möglich. Wärmebrücken, die 3-mal höher sind als bei Neubauten (0,1 W/(m*k) bei Sanierung im Vergleich zu 0,03 W/(m*k) bei Neubauten würden erschwerend hinzukommen.

Im Neubau hingegen kann, durch freie Gestaltungsmöglichkeit der tragenden Struktur, ein erheblich besseres Resultat erzielt werden. Die erhöhte Dämmung der Außenfassade kombiniert mit niedrigen Wärmebrücken und einem nachhaltigen Konzept für Lüftung, Beleuchtung und Wärmegewinnung führt zu den deutlich niedrigeren Emissionen im Lebensabschnitt B6 bzw. Nutzung.

Um dieses Potential nicht nur statisch zu betrachten werden die Ökobilanzergebnisse mit einer zeitlichen Komponente dargestellt. Die in Abbildung 23 dargestellten Werte beschreiben die Emissionen pro Jahr. Werden die Emissionen der Konstruktion alle auf das erste Jahr projiziert

und ab dem ersten Jahr die Emissionen der Nutzungsphase addiert ergibt sich nachfolgende Grafik:

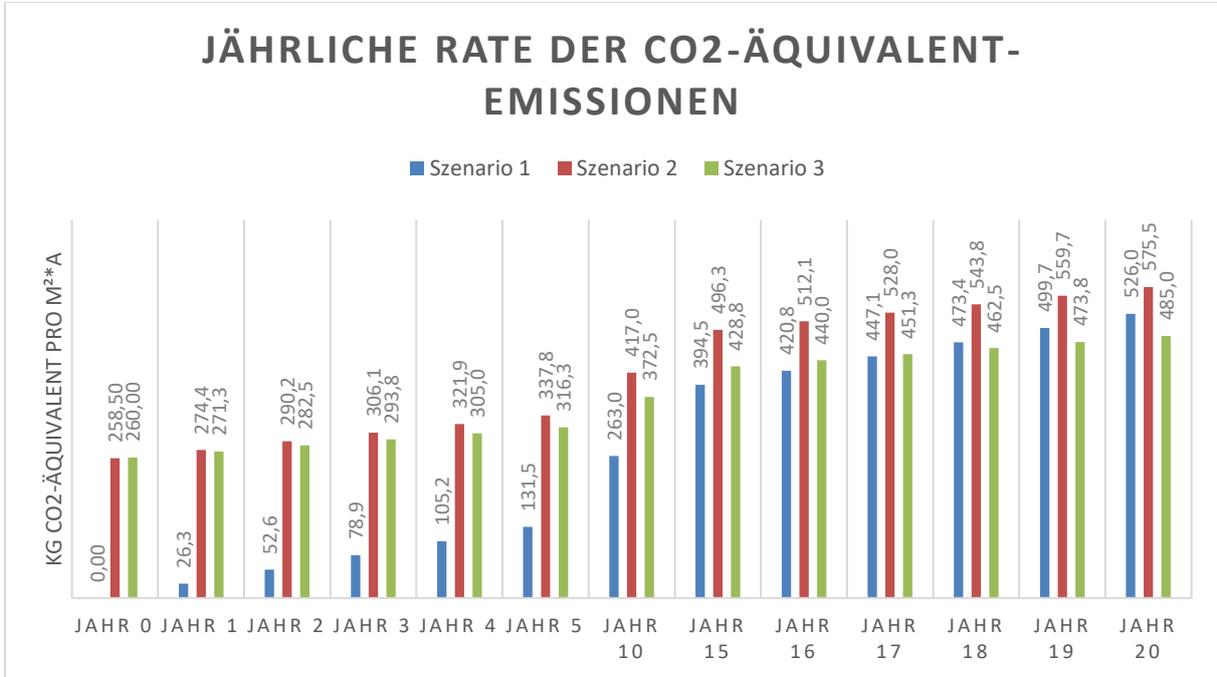


Abbildung 24: Jährliche CO₂-Äquivalenrate

Wie zu sehen ist würde der Neubau im ersten Bilanzjahr das meiste CO₂-Äquivalent verursachen. Bereits im ersten Jahr würde das Neubauszenario (Szenario 3) weniger CO₂-Äquivalent ausstoßen als Szenario 2. Ab dem 18 Jahr würde Szenario 3 weniger Treibhausgasemissionen verursachen als Szenario 2.

Bei einer angenommenen Lebenszeit von 50 Jahren für den Neubau würde Szenario 3 32 Jahre konstant weniger CO₂-Äquivalent emittieren als in Szenario 1 und 49 Jahre lang weniger CO₂-Äquivalent als in Szenario 2.

2. Literatur

- [1] BBSR [Hrsg.]: BNB Nutzungsdauern von Bauteilen
- [2] BMI [Hrsg.]: Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB), Bilanzierungsregeln für die Erstellung von Ökobilanzen
- [3] ÖKOBAUDAT, Bundesinnenministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen, Version 2021, Webseite: <https://www.oekobaudat.de/>
- [4] Gebäudeenergiegesetz – GEG, 2022, <https://www.gesetze-im-internet.de/geg/>
- [5] Gebäudeenergiegesetz – GEG, 2020, <https://www.gesetze-im-internet.de/geg/>
- [6] Gebäudeenergiegesetz – GEG, 2020, <https://www.gesetze-im-internet.de/geg/>
- [7] Gebäudeenergiegesetz – GEG, 2020, <https://www.gesetze-im-internet.de/geg/>
- [8] Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen – DGNB e.V. [Hrsg.]: Benchmarks für die Treibhausgasemissionen der Gebäudekonstruktion, Stuttgart 2021., S. 7ff
- [9] Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen – DGNB e.V. [Hrsg.]: Benchmarks für die Treibhausgasemissionen der Gebäudekonstruktion, Stuttgart 2021., S.8ff
- [10] DGNB GmbH [Hrsg.]: DGNB-Nutzungsprofil Rückbau, Version 2020 (7. Auflage) (SQ20 (7)), Stuttgart
- [11] Europäische Union [Hrsg.]: VERORDNUNG (EU) 2020/852 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 18. Juni 2020 über die Einrichtung eines Rahmens zur Erleichterung nachhaltiger Investitionen und zur Änderung der Verordnung (EU) 2019/2088 in Amtsblatt der Europäischen Union, 22.06.2020.
- [12] ÖKOBAUDAT, Bundesinnenministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen, Version 2021, Webseite:
https://oekobaudat.de/OEKOBAU.DAT/datasetdetail/process.xhtml?uuid=7f12b868-0c13-4a5d-bfe7-0f05734cca89&version=00.00.021&stock=OBD_2021_II&lang=de
- [13] ÖKOBAUDAT, Bundesinnenministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen, Version 2021, Webseite:
https://oekobaudat.de/OEKOBAU.DAT/datasetdetail/process.xhtml?uuid=b6096c9c-1248-4ce1-9c2d-f4a48aade80f&version=00.03.000&stock=OBD_2021_II&lang=de