



Lohmeyer

Entwurf

**ERWEITERUNG FACTORY OUTLET CENTER  
ZWEIBRÜCKEN  
FACHBEITRAG GLOBALES KLIMA**

Auftraggeber:

VIA Outlets Zweibrücken B.V.  
Coolsingel 61, 7th Floor (Right)  
NL-3012 AB Rotterdam  
Niederlande

Bearbeitung:

Lohmeyer GmbH  
Niederlassung Karlsruhe

M. Ed. B. Kassel

Dipl.-Geogr. T. Nagel

M. Sc. met. K. Sokur

Juni 2025  
Projekt 21134-24-01  
Berichtsumfang 59 Seiten

## **INHALTSVERZEICHNIS**

<b>ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN .....</b>	<b>3</b>
<b>ABKÜRZUNGEN .....</b>	<b>7</b>
<b>1 AUFGABENSTELLUNG .....</b>	<b>9</b>
<b>2 RECHTLICHE GRUNDLAGE .....</b>	<b>10</b>
<b>3 VORGEHENSWEISE .....</b>	<b>13</b>
3.1 Verkehrsbedingte Emissionen .....	14
3.2 Lebenszyklusemissionen von Gebäuden .....	15
3.2.1 Allgemeines.....	15
3.2.2 Lebenszyklusemission für Bilanzrahmen „Konstruktion“ der Gebäude	17
3.2.3 Lebenszyklusemission für Bilanzrahmen „Betrieb“ der Gebäude .....	17
3.3 Lebenszyklusemissionen von Verkehrswegen .....	18
3.4 Landnutzungsänderung durch das Vorhaben .....	19
<b>4 EINGANGSDATEN .....</b>	<b>21</b>
4.1 Lage des Bebauungsplangebiets.....	21
4.2 Verkehrsdaten .....	23
4.3 Bebauungsstrukturen.....	23
4.3.1 Informationen zur Energiebereitstellung für die Gebäude .....	23
4.3.2 Informationen zu den Gebäuden im Bebauungsplangebiet.....	24
4.3.3 Informationen zu den Verkehrswegen im Bebauungsplangebiet.....	24
4.4 Landnutzung .....	25
<b>5 ENERGIEVERBRÄUCHE .....</b>	<b>27</b>
5.1 Abschätzung der Energieverbräuche der Gebäude .....	27
5.2 Zusammenfassung der Energieverbräuche der Gebäude .....	29
<b>6 EMISSIONEN .....</b>	<b>30</b>
6.1 Verkehrsbedingte Emissionen .....	30
6.1.1 Direkte verkehrsbedingte THG-Emissionen .....	30

---

6.1.2 Indirekte verkehrsbedingte THG-Emissionen .....	32
6.1.3 Verkehrsbedingte Gesamtemissionen .....	34
6.2 Lebenszyklusemissionen der Gebäude .....	34
6.2.1 THG-Emissionen für die Wärmeversorgung der Gebäude .....	35
6.2.2 THG-Emissionen für die Stromversorgung der Gebäude .....	37
6.2.3 THG-Emissionen für den Neubau von Gebäuden .....	40
6.2.4 THG-Emissionen für die Sanierung und den Abriss von Gebäuden....	41
6.3 Lebenszyklusemissionen der Verkehrswege .....	41
6.3.1 THG-Emission für den Bau und Unterhalt von Verkehrswegen.....	41
6.4 Emissionsbilanz / Zusammenfassung .....	42
6.4.1 Verkehrsbedingte Emissionen .....	42
6.4.2 Lebenszyklusemissionen der Gebäude .....	42
6.4.3 Lebenszyklusemissionen der Verkehrswege.....	43
6.4.4 Gesamtbilanzierung.....	43
6.5 Möglichkeiten zur Verringerung der THG-Emissionen.....	44
<b>7 EINORDNUNG DER VERKEHRSBEDINGTEN THG-EMISSIONEN.....</b>	<b>47</b>
<b>8 QUELLEN .....</b>	<b>49</b>
8.1 Literatur .....	49
8.2 Materialien und Unterlagen.....	51

Hinweise:

Vorliegender Bericht darf ohne schriftliche Zustimmung der Lohmeyer GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

Literaturstellen sind im Text durch Namen und Jahreszahl zitiert. Im Kapitel Literatur findet sich dann die genaue Angabe der Literaturstelle.

Es werden Dezimalpunkte (= wissenschaftliche Darstellung) verwendet, keine Dezimalkommas. Eine Abtrennung von Tausendern erfolgt durch Leerzeichen.

## ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN

### CO<sub>2</sub>-Äquivalente

Für die Bilanzierung von Treibhausgasen werden zum einen die klimarelevanten Anteile der direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen betrachtet, d. h. ohne den regenerativen Kraftstoffanteil. Zusätzlich werden die verkehrsbedingten Beiträge der in geringeren Konzentrationen auftretenden, aber stärker klimawirksamen Treibhausgase Methan und Lachgas in Form von CO<sub>2</sub>-Äquivalenten berücksichtigt. Die Angabe von CO<sub>2</sub>-Äquivalenten dient als Maßeinheit der Vereinheitlichung der Klimawirksamkeit der verschiedenen Treibhausgase.

### Emission / Immission

Als Emission bezeichnet man die von einem Fahrzeug ausgestoßene Luftschadstoffmenge in Gramm Schadstoff pro Kilometer oder bei anderen Emittenten in Gramm pro Stunde. Die in die Atmosphäre emittierten Schadstoffe werden vom Wind verfrachtet und führen im umgebenden Gelände zu Luftschadstoffkonzentrationen, den so genannten Immissionen. Diese Immissionen stellen Luftverunreinigungen dar, die sich auf Menschen, Tiere, Pflanzen und andere Schutzgüter überwiegend nachteilig auswirken. Die Maßeinheit der Immissionen am Untersuchungspunkt ist µg (oder mg) Schadstoff pro m<sup>3</sup> Luft (µg/m<sup>3</sup> oder mg/m<sup>3</sup>).

### Tank-to-Wheel

Tank-to-Wheel („vom Fahrzeugtank zum Rad“) bezeichnet die Beiträge an Treibhausgasen (THG), die unmittelbar während des Betriebs von Kfz freigesetzt werden. Das sind die THG-Emissionen, die durch die Verbrennung von Kraftstoffen lokal entstehen. Es handelt sich dabei um direkte verkehrsbedingte THG-Emissionen, die nach dem Klimaschutzgesetz dem Sektor Verkehr zugeordnet sind.

### THG-Emission

Unter THG-Emissionen versteht man im Folgenden die Summe der Emissionen an Treibhausgasen (z. B. Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Lachgas (N<sub>2</sub>O), Methan (CH<sub>4</sub>) oder Ozon (O<sub>3</sub>)), die durch ein bestimmtes Vorhaben entstehen. Diese umfassen sowohl die direkten Emissionen durch das Vorhaben als auch die Emissionen der Vorkette (z. B. durch die Herstellung der Materialien). Angegeben werden die THG-Emissionen in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten (kg CO<sub>2</sub> eq), welche die Masse CO<sub>2</sub> wiedergeben, die in gleicher Weise zum Treibhauseffekt beitragen wie die Summe der freigesetzten Treibhausgase.

## **Nutzenergie / Endenergie / Primärenergie**

Die Nutzenergie beschreibt die Energie, welche vom Endverbraucher für Heizung, Warmwasser, Lüftung, Kühlung etc. genutzt wird. Die Nutzenergie für Heizung bzw. Warmwasser entspricht jeweils dem Heizwärmebedarf bzw. dem Energiebedarf für die Warmwasserversorgung. Die Endenergie umfasst die Energiemenge, welche einem Gebäude von außen zugeführt wird, diese enthält im Vergleich zur Nutzenergie auch Gewinne oder Verluste innerhalb des Gebäudes. In der Primärenergie werden auch alle Vorprozesse mit berücksichtigt (z. B. Energiegewinnung, Transport, Umwandlung). Diese kann aus der Endenergie mit Hilfe des Primärenergiefaktors berechnet werden.

## **Netto- / Brutto-Grundfläche**

Die Brutto-Grundfläche (BGF) umfasst die Summe der Flächen aller Grundrissebenen eines Gebäudes. Sie setzt sich aus der Netto-Grundfläche (NGF) und der Konstruktionsfläche (KF) zusammen. Die Netto-Grundfläche beschreibt dabei alle Nutz-, Funktions- oder Technikflächen. Die Konstruktionsfläche umfasst die Grundflächen der Wände.

## **Neuer Europäischer Fahrzyklus**

Der Neuen Europäische Fahrzyklus (NEFZ) war von 1992 bis 2018 das vorgeschriebene Prüfverfahren zur Ermittlung der CO<sub>2</sub>- und Schadstoffemissionen neuer Pkw und leichter Nutzfahrzeuge. Da die Flottengrenzwerte bis 2020 jedoch noch unter dem nun veralteten NEFZ-Verfahren festgelegt sind, erfolgt bei Neuzulassungen, die bereits nach dem neuen WLTP-Verfahren typgenehmigt sind, bis einschließlich 2020 eine zusätzliche Umrechnung der CO<sub>2</sub>-Werte in den NEFZ, auf dessen Grundlage die Flottenemissionen der Hersteller bis 2020 berechnet werden. Die nach NEFZ ermittelten Werte gelten als zu niedrig, weil die Prüfbedingungen des Verfahrens so definiert sind, dass erhebliche Abweichungen des Testfahrzeugs und der Testbedingungen von den real zugelassenen Fahrzeugen unter den typischerweise zu erwartenden Einsatzbedingungen möglich sind.

## **Verkehrssituation**

Emissionen und Kraftstoffverbrauch der Kraftfahrzeuge (Kfz) hängen in hohem Maße vom Fahrverhalten ab, das durch unterschiedliche Betriebszustände wie Leerlauf im Stand, Beschleunigung, Fahrt mit konstanter Geschwindigkeit, Bremsverzögerung etc. charakterisiert ist. Das typische Fahrverhalten kann zu so genannten Verkehrssituationen zusammengefasst werden. Verkehrssituationen sind durch die Merkmale eines Straßenabschnitts wie Ge-

schwindigkeitsbeschränkung, Ausbaugrad, Vorfahrtregelung etc. charakterisiert. In der vom Umweltbundesamt herausgegebenen Datenbank „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ sind für verschiedene Verkehrssituationen Angaben über Schadstoffemissionen angegeben.

### **Well-to-Tank**

Well-to-Tank („von der Primärenergie zum Fahrzeugtank“) bezeichnet die Beiträge an Treibhausgasen, die bei der Erzeugung und der Bereitstellung der Antriebsenergie entstehen. Das sind zum einen THG-Emissionen, die in Deutschland bei der Erzeugung von elektrischem Strom für Kfz mit Elektroantrieb im Mittel entstehen, d. h. auch durch Verstromung fossiler Energieträger und die nicht zwingend direkt im Betrachtungsgebiet freigesetzt werden. Zum anderen sind das die THG-Emissionen, die bei der Bereitstellung von Kraftstoffen durch deren Raffination, deren Transport, usw. entstehen. Bei diesen sogenannten Vorkettenemissionen handelt sich um indirekte verkehrsbedingte THG-Emissionen, die nach dem Klimaschutzgesetz dem Sektor Energiewirtschaft zugeordnet sind.

### **Well-to-Wheel**

Well-to-Wheel („von der Primärenergie zum Rad“) bezeichnet die gesamten Beiträge an verkehrsbedingten Treibhausgasen unter Berücksichtigung der direkten THG-Emissionen durch die Verbrennung von Kraftstoffen („Tank-to-Wheel“) und der indirekten THG-Emissionen durch die Erzeugung und Bereitstellung der Antriebsenergie („Well-to-Tank“).

### **Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure**

Das Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure (WLTP) ersetzt den NEFZ. WLTP beruht auf einem dynamischeren Fahrzyklus und deutlich genauer definierten, realistischeren Testbedingungen.

### **ZLEV - niedrig emittierende Pkw (engl.: zero and low emitting vehicles)**

Unter Zero and Low Emission Vehicles (ZLEV) fallen reine Batterie- bzw. Brennstoffzellenfahrzeuge mit 0 g CO<sub>2</sub>/ km oder extern aufladbare Plug-In Hybridfahrzeuge (sofern sie CO<sub>2</sub> Emissionen von unter 50 g CO<sub>2</sub>/ km aufweisen). Durch die Produktion und den Verkauf von ZLEV können Hersteller bei der Ermittlung des CO<sub>2</sub>-Flottenemissionsfaktors sogenannte Supercredits erwerben. Supercredits sind im Endeffekt eine stärkere statistische Gewichtung von ZLEV gegenüber regulären Fahrzeugen. Sie sorgen dafür, dass sich der Verkauf von

ZLEV besonders stark auf die CO<sub>2</sub>- Flottenwerte der Hersteller auswirkt: Im Jahr 2020 zählt in der Berechnung der CO<sub>2</sub>-Flottenwerte eines Herstellers jeder neue ZLEV-Pkw als zwei Pkw. 2021 beträgt die Gewichtung von ZLEV-Pkw noch 1.67 und 2022 1.33. Erst ab 2023 werden ZLEV-Pkw einfach gewichtet. Die maximal anrechenbare Einsparung durch Super-credits für jeden Hersteller beträgt 7.5 g CO<sub>2</sub>/ km.

**ABKÜRZUNGEN**

BF	Bezugsfall
BMWSB	Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen
BRI	Bruttorauminhalt
BVWP	Bundesverkehrswegeplan
BW	Bauwerk
C <sub>org</sub>	organischer Kohlenstoff
DGNB	Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen
GEG	Gebäude-Energie-Gesetz
GEMIS	Globales Emissions-Modell integrierter Systeme
GWP	Global Warming Potential
HBEFA	Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs
HVS	Hauptverkehrsstraße
KSG	Klimaschutzgesetz
LBP	Landschaftspflegerischer Begleitplan
LCCE	Lebenszyklusemissionen
LV	Leichtverkehr
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MMS	Mit-Maßnahmen-Szenario
NEFZ	Neuer Europäischer Fahrzyklus
NF	Nullfall

---

NGF	Netto-Grundfläche
PF	Planfall
PROBAS	Prozessorientierte Basisdaten für Umweltmanagementsysteme
SV	Schwerverkehr
THG	Treibhausgas
TL	Tempolimit
TTW	Tank-To-Wheel
UG	Untersuchungsgebiet
WLTP	Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure
WTT	Well-To-Tank
WTW	Well-To-Wheel
ZLEV	Zero and Low Emitting Vehicles (niedrig emittierende Pkw)

## **1 AUFGABENSTELLUNG**

Im Rahmen der Planung der Erweiterung des Factory Outlet Centers Zweibrücken ist der Fachbeitrag Globales Klima zu erarbeiten, welcher u. a. Aussagen zu den Treibhausgasfreisetzungen beinhaltet.

Betrachtet werden sollen die betriebsbedingten verkehrlichen THG-Emissionen (Bezugsfall und Planfall), die THG-Emissionen aus dem Bau und dem Betrieb von Bebauungsstrukturen im Plangebiet sowie die THG-Emissionen aus Landnutzungsänderungen.

## 2 RECHTLICHE GRUNDLAGE

Das KSG (2019) hat den Zweck, die Erfüllung der nationalen Klimaschutzziele sowie die Einhaltung der europäischen Zielvorgaben zu gewährleisten. Grundlage bildet die Verpflichtung nach dem Übereinkommen von Paris aufgrund der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen. Danach soll der Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur auf deutlich unter zwei Grad Celsius und möglichst auf 1.5 Grad Celsius gegenüber dem vorindustriellen Niveau begrenzt werden, um die Auswirkungen des weltweiten Klimawandels so gering wie möglich zu halten. Auch soll damit das Bekenntnis Deutschlands auf dem UN-Klimagipfel am 23. September 2019 in New York gestützt werden, bis 2050 Treibhausgasneutralität als langfristiges Ziel zu verfolgen.

Im August 2021 wurde das KSG durch das Erste Gesetz zur Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes (BGBl. I 2021, Nr. 59) angepasst. Mit dem § 3 nationale Klimaschutzziele des KSG (2021) wurden die Klimaschutzziele verschärft und das Ziel der Klimaneutralität um fünf Jahre von 2050 auf 2045 vorgezogen. Das Zwischenziel für 2030 wurde von 55 auf 65 Prozent Treibhausgasminderung gegenüber 1990 erhöht. Für 2040 wurde ein neues Zwischenziel von 88 Prozent Minderung festgelegt. Bis zum Jahr 2045 sollen die Treibhausgasemissionen so weit gemindert werden, dass eine Netto-Treibhausgasneutralität erreicht wird. Nach dem Jahr 2050 sollen negative Treibhausgasemissionen erreicht werden.

Weiter sind im KSG (2021) zur Erreichung der Klimaschutzziele verbindliche sektorenbezogene Jahresemissionsmengen für die Jahre 2020 bis 2030 u. a. für die Sektoren Verkehr, Energiewirtschaft und Industrie festgelegt. Für die Jahre 2031 bis 2040 enthält das KSG keine sektorenbezogene Jahresemissionsmengen. Für diese Jahre beinhaltet das KSG sektorenübergreifende jährliche Minderungsziele bezogen auf das Jahr 1990.

Das Zweite Gesetz zur Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes folgte im Juli 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 235). Mit der Änderung des KSG (2024) wurde der Fokus auf zukünftige Emissionen gelegt, um überprüfen zu können, ob eine Nachschärfung der Maßnahmen erforderlich ist. Darüber hinaus wurde festgelegt, dass die THG-Emissionen zukünftig insgesamt und somit unabhängig vom Sektor zu betrachten sind.

Im Sinne einer Vorbildfunktion der öffentlichen Hand wird im § 13 des KSG ein sog. Berücksichtigungsgebot formuliert. Das KSG (2024) legt fest:

„(1) Die Träger öffentlicher Aufgaben haben bei ihren Planungen und Entscheidungen den Zweck dieses Gesetzes und die zu seiner Erfüllung festgelegten Ziele zu berücksichtigen. Die Kompetenzen der Länder, Gemeinden und Gemeindeverbände, das Berücksichtigungsgebot innerhalb ihrer jeweiligen Verantwortungsbereiche auszugestalten, bleiben unberührt. Bei der Planung, Auswahl und Durchführung von Investitionen und bei der Beschaffung auf Bundesebene ist für die Vermeidung oder Verursachung von Treibhausgasemissionen ein CO<sub>2</sub>-Preis, mindestens der nach § 10 Absatz 2 Brennstoff-Emissionshandelsgesetz gültige Mindestpreis oder Festpreis zugrunde zu legen.

(2) Der Bund prüft bei der Planung, Auswahl und Durchführung von Investitionen und bei der Beschaffung, wie damit jeweils zum Erreichen der nationalen Klimaschutzziele nach § 3 beigetragen werden kann. Kommen mehrere Realisierungsmöglichkeiten in Frage, dann ist in Abwägung mit anderen relevanten Kriterien mit Bezug zum Ziel der jeweiligen Maßnahme solchen der Vorzug zu geben, mit denen das Ziel der Minderung von Treibhausgasemissionen über den gesamten Lebenszyklus der Maßnahme zu den geringsten Kosten erreicht werden kann. Mehraufwendungen sollen nicht außer Verhältnis zu ihrem Beitrag zur Treibhausgasemissionen stehen. Soweit vergaberechtliche Bestimmungen anzuwenden sind, sind diese zu beachten.

(3) Bei der Anwendung von Wirtschaftlichkeitskriterien sind bei vergleichenden Betrachtungen die dem Bund entstehenden Kosten und Einsparungen über den jeweiligen gesamten Lebenszyklus der Investition oder Beschaffung zugrunde zu legen.“

Im Landesgesetz zur Förderung des Klimaschutzes (Landesklimaschutzgesetz – LKSG; 2014) sind die Klimaschutzziele für das Land Rheinland-Pfalz spezifiziert. Dort ist festgelegt, dass die Netto-Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2050 erreicht werden soll.

Der Entwurf des Landesgesetzes zur Förderung des Klimaschutzes aus dem Jahr 2024 sieht ambitioniertere Klimaschutz- und Sektorziele sowie eine Netto-Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2040 vor.

Auch im LKSG (2014) wird die allgemeine Vorbildfunktion der öffentlichen Hand hervorgehoben. Im § 9 wird formuliert:

„(1) Den öffentlichen Stellen kommt in ihrem Organisationsbereich im Hinblick auf die Verbesserung des Klimaschutzes eine allgemeine Vorbildfunktion zu. Die Vorbildfunktion bezieht sich insbesondere auf die Schonung natürlicher Ressourcen, die Energieeinsparung, die Erhöhung der Energieeffizienz sowie die Nutzung erneuerbarer Energieträger, sofern

die Organisation der Aufgabenerledigung nicht abschließend durch Bundesrecht geregelt ist.

(2) Die Belange des Klimaschutzes sind bei allem Handeln öffentlicher Stellen mit Ausnahme der Kammern zu berücksichtigen. Dies gilt insbesondere für öffentliche Planungen und bei Zulassungsverfahren für Vorhaben zur Errichtung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien mit erheblicher Bedeutung für die Allgemeinheit sowie bei Contractingmaßnahmen.“

Vor diesem Hintergrund ist im Rahmen der Planungen zur Erweiterung des Factory Outlet Centers Zweibrücken eine Ökobilanz zu erstellen.

### 3 VORGEHENSWEISE

Die durch ein Bauvorhaben entstehenden THG-Emissionen setzen sich aus mehreren Beiträgen zusammen. Zur Beschreibung der durch den Bebauungsplan bedingten THG-Freisetzungen wird die Sektoreneinteilung der ersten Fassung des KSG (2019) herangezogen, um neben der Gesamtbilanz auch zielorientierte Aussagen treffen zu können.

Für Straßenbauvorhaben existiert die „Arbeitshilfe zur Erstellung eines Fachbeitrags Klimaschutz für Straßenbauvorhaben in Mecklenburg-Vorpommern – Ad-Hoc Arbeitshilfe Klimaschutz“ vom 01.08.2022, welche eine gute Systematisierung der Beiträge darstellt. Diese Systematisierung der einzelnen Beiträge zur THG-Emission kann für Bauvorhaben, wie im vorliegenden Fall, verallgemeinert und auf den vorliegenden Bebauungsplan angewendet werden.

Es werden deshalb folgende Schwerpunkte berücksichtigt:

1. Bilanzierung der verkehrsbedingten THG-Emissionen (Betriebsphase)
2. Bilanzierung der THG-Emissionen aus dem Lebenszyklus des Vorhabens:
  - a) Emissionen durch Betrieb und Unterhaltung der Gebäude (Energie- und Warmwasserversorgung)
  - b) Emissionen durch den Bau sowie ggf. Abriss von Gebäuden und Zuwegungen
3. Diskussion bzw. ggf. Bilanzierung der THG-Emissionen aus Landnutzungsänderungen.

Damit erfolgt eine ganzheitliche Betrachtung des Vorhabens, die die Emissionen verschiedener Sektoren im Sinne KSG (2019) einbezieht.

In der sektoralen Bilanzierung des KSG (2019) werden

- die betriebsbedingten Auspuffemissionen, d. h. Tank-To-Wheel (TTW), dem Sektor „Verkehr“,
- die betriebsbedingten Vorkettenemissionen aus der Kraftstoffherstellung / -bereitstellung und Stromerzeugung / -bereitstellung, d. h. Well-To-Tank (WTT), dem Sektor „Energiewirtschaft“,

- die betriebsbedingten Emissionen aus der Bereitstellung von Heizung/Warmwasser und Strom für die neuen Gebäude ebenfalls dem Sektor „Energiewirtschaft“,
- die Lebenszyklusemissionen dem Sektor „Industrie“ sowie
- die Emissionen aus Landnutzungsänderungen dem Sektor „Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft“

zugeordnet.

### 3.1 Verkehrsbedingte Emissionen

Die Ermittlung der verkehrsbedingten THG-Emissionen erfolgt entsprechend den Inhalten des Klimaschutzgesetzes (KSG) nach dem Quellprinzip bezogen auf den Sektor Verkehr. Damit bezieht sich die Bilanzierungsmethodik entsprechend dem Kyoto-Protokoll auf die THG-Beiträge, die unmittelbar während des Betriebs der Kfz lokal freigesetzt werden – so genannte Tank-To-Wheel-Emissionen. Gemäß dem Kyoto-Protokoll werden dabei neben CO<sub>2</sub> prinzipiell fünf weitere Gaskomponenten als klimarelevant betrachtet: Methan (CH<sub>4</sub>), Lachgas (N<sub>2</sub>O), Teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (HFC), Perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFC) sowie Schwefelhexafluorid (SF<sub>6</sub>). Die Ausweisung der Gesamt-THG-Emissionen erfolgt in Form so genannter CO<sub>2</sub>-Äquivalente, wobei die Emissionen jeder Komponente über einen entsprechenden Wirkfaktor bzgl. des CO<sub>2</sub>-Erwärmungspotenzials („Global Warming Potential“ (GWP)) gewichtet werden.

Für den Straßenverkehr erfolgt die Berechnung der Treibhausgasemissionen hier auf Basis des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs“ (HBEFA) in der aktuellen Version 4.2 (UBA, 2022). Darin werden zunächst die klimarelevanten Anteile der direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen, d. h. ohne den biogenen Kraftstoffanteil betrachtet. Darüber hinaus werden im HBEFA auch Emissionsfaktoren für CO<sub>2</sub>-Äquivalente ausgewiesen, die neben klimarelevantem CO<sub>2</sub>, d. h. unter Berücksichtigung des klimaneutralen Biokraftstoffanteils, auch die Treibhausgase Methan und Lachgas mit den entsprechenden Wirkfaktoren beinhalten. Das HBEFA nutzt dabei folgende GWP-Faktoren: CO<sub>2</sub>(rep) 1, Methan (CH<sub>4</sub>) 25 und Lachgas (N<sub>2</sub>O) 298. Die Bilanzierung der betriebsbedingten THG-Emissionen erfolgt somit auf Basis der CO<sub>2</sub>-Äquivalente (CO<sub>2</sub> eq).

Neben Emissionsfaktoren für die betriebsbedingten Auspuffemissionen, d. h. Tank-To-Wheel-Emissionsfaktoren (TTW) werden in HBEFA 4.2 auch Emissionsfaktoren für die betriebsbedingten Vorkettenemissionen aus der Kraftstoffherstellung/-bereitstellung und

Stromerzeugung / -bereitstellung, d. h. Well-To-Tank-Emissionsfaktoren (WTT) ausgewiesen. Für die Energieerzeugung der Elektrofahrzeuge wird dabei standardmäßig ein bezugsjahresabhängiger Strommix verwendet. Die Berechnungsmethodik entspricht der VDI 3782 Blatt 7 „Kfz-Emissionsbestimmung“ (2020).

Die netzbezogenen Verkehrsdaten des vorhabenbezogenen Verkehrsgutachtens dienen als Grundlage, um anhand der THG-Emissionsfaktoren des HBEFA 4.2 die summarischen Emissionen für den Prognose-Nullfall und für den jeweiligen Planfall zu berechnen. Mit der Differenz aus den Betrachtungsfällen wird der Netto-Effekt des Vorhabens dargestellt.

Das Bezugsjahr für die Berechnung der verkehrsbedingten Emissionen orientiert sich am Prognosejahr der Verkehrsprognose entsprechend der Empfehlung in FGSV (2023).

## **3.2 Lebenszyklusemissionen von Gebäuden**

### **3.2.1 Allgemeines**

Der Lebenszyklus eines Gebäudes setzt sich aus verschiedenen Lebenswegphasen zusammen. Nach DIN EN 15978 (2012) sind dies (siehe auch **Tab. 3.1**) Herstellung, Errichtung, Nutzung, Entsorgung und ggf. Vorteile und Belastungen außerhalb der Systemgrenzen.

Grundsätzlich werden in Anlehnung an die Lebenswegphasen der DIN EN 15978 (2012) zwei sogenannte Bilanzrahmen betrachtet, der Bilanzrahmen „Betrieb“ und der Bilanzrahmen „Konstruktion“.

Der Bilanzrahmen „Betrieb“ umfasst drei Bereiche:

1. Direkte THG-Emissionen durch die Energieerzeugung zur Versorgung des Gebäudes am Standort (z. B. Heizwärme aus Verbrennung von Brennstoffen)
2. Indirekte THG-Emissionen durch die Energieerzeugung zur Versorgung des Gebäudes außerhalb des Standorts (z. B. Fernwärme, Netzstrom)
3. Vermiedene THG-Emissionen durch überschüssige, am Standort produzierte erneuerbare Energie (z. B. aus PV-Anlagen)

<b>Lebensweg- phasen gemäß DIN EN 15978</b>	<b>Herstel- lungsphase</b>	<b>Errich- tungs- phase</b>	<b>Nutzungs- phase</b>	<b>Entsor- gungs- phase</b>	<b>Vorteile und Belastun- gen außer- halb der System- grenzen</b>
<b>Module gemäß DIN EN 15978</b>	A1 - A3	A4 - A5	B1 - B7	C1 - C4	D
<b>Konstruktion</b>	A1 Rohstoff- bereit- stellung  A2 Transport  A3 Her- stellung	A4 Transport  A5 Bau/ Einbau	B1 Nutzung  B2 Instand- haltung  B3 Reparatur  B4 Ersatz  B5 Umbau/ Erneu- erung	C1 Abbruch  C2 Transport  C3 Abfall- bewirt- schaftung  C4 Deponie- rung	D Wieder- verwen- dungs-, Rückge- winnungs- und Recycling- Potenzial
<b>Betrieb</b>			B6 Betrieb- licher Energie- einsatz  B7 Betrieb- licher Wasser- einsatz		

Tab. 3.1: Phasen des Lebenszyklus eines Gebäudes nach DIN EN 15978 (2012)

Zur Bilanzierung muss dazu der gesamte Energieverbrauch durch die Nutzung des Gebäudes erfasst werden (Heizung, Kühlung, Warmwasser, Beleuchtung, Stromverbrauch zum Betrieb von Geräten, Haustechnik oder Produktionsanlagen, etc.). Der Energieverbrauch wird in Abhängigkeit von den eingesetzten Energieträgern bestimmt und anschließend mit energieträgerspezifischen Emissionsfaktoren multipliziert und aufsummiert.

Der Bilanzrahmen „Konstruktion“ umfasst die THG-Emissionen der folgenden Phasen und Module nach DIN EN 15978 (2012):

1. Produktionsphase: THG-Emissionen durch Rohstoffbereitstellung, Transport und Herstellung der eingesetzten Materialien und Bauteile (Module A1-A3). Der Transport zur Baustelle und Bau/Einbau (Module A4 und A5) wird nicht erfasst.

2. Nutzungsphase: THG-Emissionen durch Nutzung (Modul B1) und Ersatz (Modul B4) der in der Produktionsphase eingesetzten Materialien und Bauteile.
3. Nachnutzungsphase: THG-Emissionen durch den Rückbau der in der Produktionsphase eingesetzten Materialien und Bauteile, inkl. des Recyclingpotenzials (Module C3, C4 und D).

Die Methodik der DGNB wird im Folgenden verwendet.

### **3.2.2 Lebenszyklusemission für Bilanzrahmen „Konstruktion“ der Gebäude**

Bei der Errichtung von Neubauten und neuen Gebäuden (max. 3 Jahre alt) müssen die THG-Emissionen aller Bauteile in die Bilanz einbezogen werden. Die Plattform ÖKOBAUDAT des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB, 2023) liefert dazu THG-Emissionen für die einzelnen Bauteile unterschieden nach den Modulen des Lebenszyklus.

Liegt keine Ökobilanzberechnung vor, wie im vorliegenden Fall, können nach Rahmenwerk der DGNB vereinfacht die Referenzwerte der DGNB (2020) verwendet werden, um die THG-Emissionen der Konstruktionen abzuschätzen. Dieser liegt für Gebäude von Typ I (Büro, Bildung, Wohnen, Hotel, Verbrauchermärkte, Shopping Center, Geschäftshäuser, Versammlungsstätten ohne Hallencharakter, Gesundheitsbauten) bei  $9.4 \text{ kg CO}_2 \text{ eq}/(\text{m}^2 \text{ NGF} \cdot \text{a})$  für eine Nutzungsdauer von 50 Jahren. Für Gebäude von Typ II (Logistik, Produktion, Versammlungsstätten mit Hallencharakter) beträgt der Referenzwert  $12 \text{ kg CO}_2 \text{ eq}/(\text{m}^2 \text{ NGF} \cdot \text{a})$  für eine Nutzungsdauer von 50 Jahren. Als Bezugsgröße dient die Nettogrundfläche (NGF).

### **3.2.3 Lebenszyklusemission für Bilanzrahmen „Betrieb“ der Gebäude**

Im UBA-Vorhaben 205 43 263 (UBA, 2010) wird ein Emissionsmodell zur Ermittlung der Emissionen durch Feuerungsanlagen der 1. BImSchV beschrieben. Im Rahmen dessen ist eine Methode zur Bestimmung des Energiebedarfs von Gebäuden für Heizung und Warmwasser beschrieben. Diese Methode ist jedoch auf städtische Bebauung mit der Hauptnutzung als Wohn-, Büro- oder Geschäftshaus ausgelegt und nicht auf Gewerbe- und Industriegebiete anwendbar. Im vorliegenden Fall, in dem eine Abschätzung der THG-Emissionen für ausschließlich gewerbliche Nutzung erfolgt, ist die Methode somit nicht anwendbar.

Im Bilanzierungstool der DGNB (2022) sind flächen- und nutzungsabhängige Energiekennwerte für den Strom- und Wärmeverbrauch hinterlegt, welche im Folgenden zur Abschätzung verwendet werden. In den Energiekennwerten enthalten ist der Stromverbrauch durch Be-

leuchtung, Kühlung, Luftförderung und für Arbeitshilfen sowie der Wärmeverbrauch für Heizung und Warmwasser.

### 3.3 Lebenszyklusemissionen von Verkehrswegen

Bei Straßenbauvorhaben soll die Abschätzung der Lebenszyklusemissionen (LCCE) in Abhängigkeit von der Größe und Art der geplanten Maßnahme als summarische Aussage zu den THG-Emissionen erfolgen, die bei Bau und Unterhaltung der Verkehrsinfrastruktur des Vorhabens, wie

- Unterbau und Oberbau der Straßen (z. B. Deck-, Trag-, Frostschutzschicht)
- Kunstbauten (z. B. Tunnel, Brücken, Lärmschutzwände)
- Straßenausstattung und -beleuchtung (z. B. Schilder, Leitplanken, Lichtsignalanlagen)

und

- Gebäude (z. B. Tankstellen, Rast- und Autohöfe, Meistereien)

sowie seinem Betrieb, wie

- Betrieb der Straßenbeleuchtung,
- Betrieb der Tunnel,
- Betrieb der Lichtzeichenanlagen

anfallen. Dazu sind verschiedene Ansätze möglich. Ein praktikabler Ansatz ist die Multiplikation von volumen- oder flächenbezogenen Attributen der geplanten Bauwerke mit spezifischen Emissionsfaktoren. In o. g. Arbeitshilfe wird auf Emissionsfaktoren zurückgegriffen, die im Methodenhandbuch des Bundesverkehrswegeplanes (BVWP) 2030 auf der Grundlage der Berechnungen nach Mottschall und Bergmann (2013) abgeleitet werden. Die Berechnung der THG-Emissionen erfolgte dort auf Basis der im Durchschnitt in Deutschland für den Straßenbau eingesetzten Materialmengen. Hierbei wurden auch die Emissionen berücksichtigt, die bei der Gewinnung der Rohstoffe (z. B. Zement, Kies, Sand) sowie deren Transport und deren Verarbeitung zu den Grundmaterialien (wie z. B. Beton, Stahl, Kupfer) entstehen. Ebenfalls betrachtet wurden für die Infrastruktur die Emissionen, die durch den Transport zum Bauort und den Maschineneinsatz auf der Baustelle entstehen.

### 3.4 Landnutzungsänderung durch das Vorhaben

Der Teilaspekt Landnutzungsänderung bezieht sich auf die Ökobilanz von Boden-Vegetationskomplexen. In der organischen Substanz im Boden und in der Vegetation (unterirdische und oberirdische Biomasse) ist CO<sub>2</sub> in Form von organisch gebundenem Kohlenstoff (CO<sub>2org</sub>) gespeichert (Speicherfunktion). Je nach Bodenform, Vegetationstyp und Nutzung werden aus dem Boden-Vegetation-System entweder Treibhausgase emittiert oder es wird CO<sub>2</sub> kontinuierlich eingelagert (Senkenfunktion). Im Falle eines Bauvorhabens kommt es zu Änderungen dieser natürlichen Prozesse im Bereich des Eingriffs und im Bereich von flankierenden landschaftspflegerischen Maßnahmen. Diese Effekte sollten nach o. g. Arbeitshilfe idealerweise ermittelt und auf den Planungsebenen Raumordnung/Linienfindung und Zulassung/Planfeststellung ebenenspezifisch berücksichtigt werden.

Die derzeit vorliegende Ad-hoc Arbeitshilfe Klimaschutz (2022) kann die Ermittlung konkreter THG-Effekte anhand ausgewiesener CO<sub>2</sub>-Emissionen in Tonnen oder Kilogramm für Bodentypen und Biotoptypen derzeit nicht empfehlen, da hierfür weitere Untersuchungen, insbesondere hinsichtlich landes- bzw. regionalspezifischer Besonderheiten notwendig sind. Entsprechend der Empfehlung der Ad-hoc Arbeitshilfe Klimaschutz wird die Berücksichtigung der vorhabenbedingten THG-Effekte durch eine flächenbezogene und qualitativ beschreibende Betrachtung vorgenommen.

Der Fokus bei der Eingriffsbetrachtung von Boden-Vegetationskomplexen mit Klimaschutzfunktion wird dabei vor allem auf Moore und moorähnliche Böden gelegt. Je nach Beschaffenheit und Überdeckung (Torfmächtigkeit und Mächtigkeit des organischen Bodens), Nutzung und Wasserstand sowie weiterer (Standort-)Faktoren können die Speicher- und Senkenfunktionen von Mooren und moorähnlichen Böden stark variieren.

Wenn weitergehende Differenzierungen, z. B. im Rahmen von Variantenentscheidungen, erforderlich sind und verschiedene Ausprägungen durch das Vorhaben betroffen sein können, empfiehlt die Ad-hoc Arbeitshilfe Klimaschutz (2022) die folgende qualitative Unterteilung:

- hervorragend (6): Moorböden und moorähnliche Böden mit hervorragendem C<sub>org</sub>-Vorrat bzw. hoher Torfmächtigkeit (>70 cm) unabhängig von der Nutzung oder weitgehend intakte Moore unabhängig von der Torfmächtigkeit,
- sehr hoch (5): Moorböden und moorähnliche Böden mit sehr hohem C<sub>org</sub>-Vorrat bzw. mittlerer Torfmächtigkeit (30 cm bis 70 cm) unabhängig von der Nutzung oder leicht de-

gradierte Moore mit dauerhafter moortypischer Vegetationsbedeckung und höchstens extensiver Nutzung unabhängig von der Torfmächtigkeit und

- hoch (4): Moorböden und moorähnliche Böden mit hohem  $C_{org}$ -Vorrat bzw. geringer Mächtigkeit des Torfes bzw. organischen Bodens (<30 cm) unabhängig von der Nutzung.

Sind durch das Vorhaben keine der aufgeführten Bodenformen betroffen und liegen keine anderweitigen Informationen zu besonders klimarelevanten Bodenstrukturen vor, kann entsprechend der Ad-hoc Arbeitshilfe Klimaschutz (2022) eine Betrachtung des Klimaschutzaspektes im Zusammenhang mit vorhabenbedingten Auswirkungen auf Böden entbehrlich sein.

Zur Identifikation und Beschreibung klimarelevanter Biotope werden - mit abnehmender Relevanz - die folgenden Vegetationskomplexe betrachtet:

- ausgewiesene Klimaschutzwälder, Immissionsschutzwälder, Bodenschutzwälder sowie natürliche und naturnahe Waldbestände,
- Alleen, Baumreihen und Gehölzbestände,
- sonstige natürliche und naturnahe Biotope, die dauerhaft keiner Nutzung unterliegen sowie
- extensiv bewirtschaftete Feucht- und Nassgrünländer

## 4 EINGANGSDATEN

Für die Emissionsberechnungen sind als Eingangsgrößen die Lage des Bebauungsplans und des zu berücksichtigenden Straßennetzes sowie bebauungsplan- und verkehrsspezifische Informationen von Bedeutung. Vom Auftraggeber wurden als Grundlage für das vorliegende Gutachten u. a. ein Verkehrsgutachten sowie aktuelle Pläne der geplanten Erweiterung des Outlet Centers und der geplanten Verkehrsknoten zur Verfügung gestellt.

### 4.1 Lage des Bebauungsplangebiets

Das Factory Outlet Center befindet sich südöstlich von Zweibrücken und südlich der Autobahn A 8. Zweibrücken befindet sich im Südwesten von Rheinland-Pfalz, unmittelbar an der Grenze zum Saarland im Westen und ca. 7 km nördlich der Grenze zu Frankreich.

In **Abb. 4.1** ist zur Übersicht ein Ausschnitt aus der topografischen Karte dargestellt, der Standort des Plangebiets ist rot markiert.

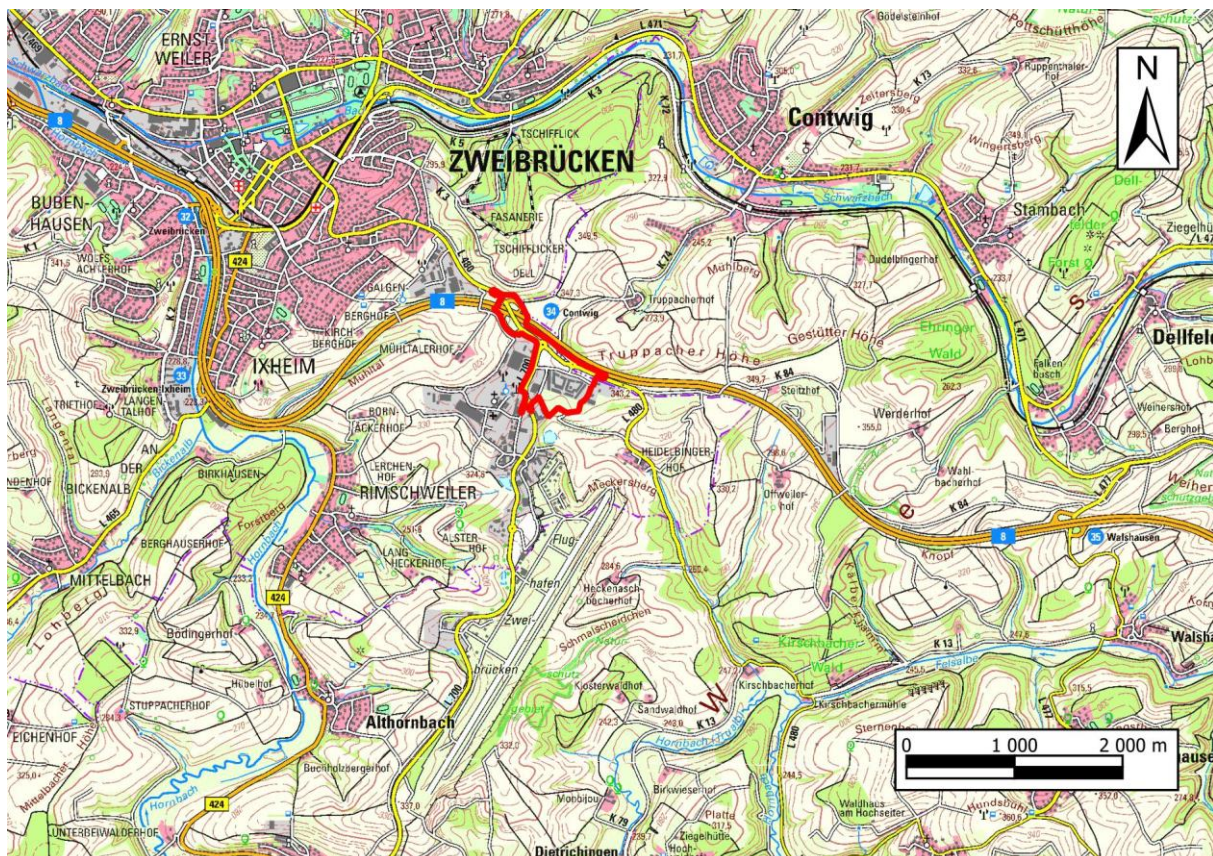


Abb. 4.1: Topografische Karte für den Standort (roter Umriss) und seine Umgebung. Kartengrundlage: DTK50, ©GeoBasis-DE / LVerGeoRP (2025), dl-de/by-2-0, <http://www.lvermgeo.rlp.de>

Die verkehrliche Anbindung erfolgt über die Landesstraße L 480 und die Anschlussstelle Contwig an die Autobahn A 8. Eine weitere Erschließung erfolgt über die von Süden nach Norden verlaufende Landesstraße L 700 bzw. Europa Allee westlich des Factory Outlet Centers. Das Factory Outlet Center weist eine Stellplatzanlage mit insgesamt ca. 2 590 Stellplätzen auf. Davon sind ca. 430 Stellplätze westlich des Centers an der Europa Allee und ca. 360 Stellplätze östlich des Centers an der Barriestraße angeordnet. Der überwiegende Anteil der Stellplätze befindet sich nördlich des Centers und südlich der L 430 mit einer zentralen Zufahrt über den nördlich gelegenen Kreisverkehr sowie Zufahrten über die Europa Allee sowie die Barriestraße.

Die geplante Erweiterungsfläche schließt direkt südlich an das bestehende Outlet Center an. Durch die Erweiterung sollen ca. 50 neue Läden, aufgeteilt auf mehrere Gebäude, sowie zusätzliche PKW-Stellflächen entstehen. Vorhandene Wegstrukturen des Outlet Centers werden erweitert. Südlich des Factory Outlet Centers ist eine zusätzliche Stellplatzanlage mit ca. 880 Stellplätzen vorgesehen.

**Abb. 4.2** zeigt einen Ausschnitt aus dem Lageplan der Erweiterungsfläche des Outlet Centers.



Abb. 4.2: Geplante Erweiterungsfläche des Outlet Centers, nicht genordet (Stand 26.03.2025)

Zusätzlich ist im Rahmen der Erweiterung des Outlet Centers eine Erweiterung der Anschlussstelle Contwig der A 8 an die L 480 nordwestlich des Outlet Centers inklusive Lichtsignalanlagen geplant.

## 4.2 Verkehrsdaten

Die Verkehrsbelegungsdaten wurden durch den Auftraggeber mit der Ausarbeitung „Verkehrsuntersuchung Erweiterung Fashion Outlet Center Zweibrücken“ (VERTEC, 2025) zur Verfügung gestellt. Für die THG-Betrachtung wird für die Zufahrtsstraßen zum Factory Outlet Center auf die Angaben der durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke DTV und der LKW-(SV)-Fahrten für den Prognose Nullfall und den Planfall mit Erweiterung im Prognosejahr 2035 zurückgegriffen, die in Tabellen als Eingangswerte für Lärmrechnungen aufgelistet sind. Weiter liegen verkehrliche Angaben für Normalwerktag mit Knotenstrombelastungen sowie Angaben für Samstage und Ferien mit hohem Besucheraufkommen und Ausarbeitungen über die Leistungsfähigkeit der Kreuzungen vor (VERTEC, 2025), ergänzt um Angaben zur Anschlussstelle Contwig der A 8 (Brilon Bondzio Weiser, 2025) vor. Die für die Berechnungen berücksichtigten Verkehrsstärken sind in **Abb. A2.2** und in **Abb. A2.3** im Anhang dargestellt.

Für die Stellplatzanlagen liegen keine detaillierten Angaben über die Fahrzeugbewegungen nach Lage und Anzahl vor. Aus den Lagedaten der Stellplatzanlage und der jeweiligen Anzahl der Stellplätze werden mittlere Fahrlängen für die Fahrbewegungen abgeleitet und mit der Anzahl der Zu- und Ausfahrten entsprechend den Angaben des Verkehrsgutachtens kombiniert.

## 4.3 Bebauungsstrukturen

### 4.3.1 Informationen zur Energiebereitstellung für die Gebäude

Die Wärmeversorgung des bestehenden Outlet Centers wird hauptsächlich über eine Erdgasheizzentrale gewährleistet, welche die einzelnen Läden über ein Nahwärmenetz mit Warmwasser versorgt. Zusätzlich sind in einigen Läden unterstützende Luft-Luft-Wärmepumpen in Betrieb. Ein im Nordosten neu errichtetes Restaurant wird über ein mit Biogas betriebenes BHKW versorgt.

Für die Wärmeversorgung der Erweiterungsbauten des Outlet Centers ist eine andere, zeitgemäße Anlage vorgesehen. Da das Heizmedium Erdgas für die Neuplanung nicht mehr

zulässig ist, ist ein Anschluss an das bestehende System ohne Änderung des Heizmediums nicht möglich.

Es stehen zwei technische Grundkonzepte zur Auswahl, eines mit zentraler Wärmeerzeugung und Warmwasserverteilung in die einzelnen Läden über ein Nahwärmenetz und eines mit dezentraler Wärmeerzeugung über strombetriebene Luft-Luft-Wärmepumpen, welche für die Einzelläden einzeln betrieben werden. Bei der zentralen Wärmeerzeugung kommen mehrere Energieträger in Betracht (z.B. Biomasse, Biogas-BHKW, Wasserstoff, strombetriebene Großwärmepumpe, Solarthermie, tiefe Geothermie).

Die Stromversorgung wird ergänzt durch Photovoltaikanlagen auf den Dächern der geplanten Gebäude und auf Überdachungen der geplanten Parkplätze.

#### 4.3.2 Informationen zu den Gebäuden im Bebauungsplangebiet

Die neu zu errichtenden Gebäude im Bebauungsplangebiet befinden sich im Bereich der geplanten Erweiterung des Outlet Centers und umfassen eine Nettogrundfläche von etwa 12 736 m<sup>2</sup>. Die Erweiterung des Outlet Centers verfügt hauptsächlich über gewerblichen Nutzungen als Ladenflächen, außerdem sind Bereiche für Management- und Büroflächen sowie für Gastronomie und Lagerflächen vorgesehen.

#### 4.3.3 Informationen zu den Verkehrswegen im Bebauungsplangebiet

Die zu errichtenden Verkehrswege im Bebauungsplangebiet umfassen die Anschlussstelle an die L 480 nordwestlich des Outlet Centers sowie die Verkehrswege auf der geplanten Erweiterungsfläche des Outlet Centers. Bei der Anschlussstelle handelt es sich um die Knotenpunkte Nord und Süd im Bereich der Anschlussstelle Contwig.

Die entsprechenden Flächen der zu berücksichtigenden Verkehrswege sind in **Tab. 4.1** zusammengefasst.

	<b>Art der Verkehrsfläche</b>	<b>Fläche in m<sup>2</sup></b>
Erweiterung Outlet Center	Gehwege	12 946
	Straßen und Parkplätze	23 672
Anschlussstelle	Landesstraßen	7 517
	Radwege	615
<b>Summe</b>		<b>44 750</b>

Tab. 4.1: Abgeleitete Grundflächen der zu errichtenden Verkehrswege

Im Bereich der Erweiterung des Outlet Centers wurden größere begehbare Freiflächen und Plätze, welche für Fußgänger vorgesehen sind, ebenfalls als Gehwege bezeichnet.

#### 4.4 Landnutzung

Aus dem Umweltbericht zum Bebauungsplan „Fabrikverkaufszentrum Zweibrücken“ (L.A.U.B. 2024) geht hervor, dass im Gebiet keine natürlichen Böden vorhanden sind. Auch bei den Grünflächen innerhalb und am Rand des Outlet Centers ist von Überformungen, zum einen bereits durch die ehemalige militärische Nutzung und zum anderen durch Auffüllungen, Abgrabungen und Planien im Zuge der Konversion auszugehen.

Gleiches gilt für die Verkehrsflächen der Steinhauser Straße und der Auffahrtsschleifen zur A8. In den straßenbegleitenden Grünflächen dürften dagegen noch die ursprünglichen Böden vorhanden sein.

Die ursprünglich vorhandenen natürlichen Böden wurden bereits zu Zeiten der militärischen Vornutzung weitgehend zerstört oder stark überformt. Die bisherigen Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen (Roth und Partner 2023) belegen, dass die Fläche durch verschiedenste Auffüllungen mit Mächtigkeiten von 0,6 bis 2,0 m gekennzeichnet ist. Asphaltbruch, Betonbruch und Kalkstein-/Sandsteinbruch, vereinzelt auch Holz- und Wurzelreste sowie Schlackestückchen sind in den Auffüllungen ebenfalls vorhanden. Die Auffüllungen sind zum Großteil mit einer Oberbodenschicht aus sandig-schluffigem Oberboden überlagert (0,1 - 0,4 m). Unterhalb der Auffüllungen stehen bindige Deckschichten überwiegend in Form von Schluffen mit unterschiedlichen Anteilen an Sanden und Tonen sowie lokal auch Kiesen an. Darunter lagern Schichten des Wellenkalkes.

Die straßenbegleitenden öffentlichen Grünflächen zwischen A8 und der Steinhauser Straße sind gekennzeichnet durch wiesenähnliche Vegetationsbestände sowie Gehölzstreifen und Gehölzinseln aus heimischen Baum- und Straucharten. Innerhalb der Auffahrtsschleifen sind großflächige Wiesen vorhanden, die durch einige wenige Einzelbäume gegliedert sind. Am Rand zu den Straßenflächen wurden dichte Gehölzhecken gepflanzt.

Im Bereich der Erweiterung des Outlet Centers handelt es sich nach (L.A.U.B. 2024) um eine weitgehend ebene Fläche, die im Mai 2024 mit Senf eingesät wurde. Die Einebnung und Ansaat erfolgten im Zuge einer flächendeckenden Kampfmittelsondierungen und (teilweisen) Kampfmittelräumung sowie von Baugrunduntersuchungen. Entlang der südlichen Grenze begrenzt ein ca. 10 m breiter Gehölzstreifen den räumlichen Geltungsbereich. Es handelt

sich um einen Gehölzstreifen aus überwiegend Robinie in geringem Baumholz und einzelnen Vogelkirschen. Nach Osten schließt ein Gebüschstreifen mit Weißdorn, Schlehe und Hundsrose an. Im Nordosten befindet sich eine größere Schotterfläche, die als Abstell- und Lagerfläche genutzt wird. Im östlichen Teilbereich sind noch alte Haufwerke (Aufschüttungen) vorhanden. In Fahrspuren sammelt sich nach Niederschlägen Wasser und es bilden sich temporäre Kleingewässer. Ganz im Norden im Umfeld der Auffahrtsschleife Nord grenzt der räumliche Geltungsbereich an den Bereich der Tschiffliker Dell an. Hier liegen Wiesenflächen (Glatthaferwiesen, sowie größere Gehölzbestände (Hecken, Feldgehölz) aus heimischen Baum- und Straucharten teils innerhalb, teils außerhalb des räumlichen Geltungsbereichs. Bei den Wiesenflächen handelt es sich um Glatthaferwiesen in einer mäßig artenreichen Ausprägung. Die Flächen sind grasreich und fallen nicht unter die Schutzbestimmungen des § 30 BNatSchG.

Der plangebende Zweckverband Entwicklungsgebiet Flugplatz Zweibrücken (ZEF) beabsichtigt die Anpassung des für den geltenden Bebauungsplan vorliegenden Ausgleichskonzepts an die Neuplanung, um zusätzliche Eingriffe auszugleichen.

Eine Bewertung der Landnutzungsänderung durch das Vorhaben ist daher im vorliegenden Gutachten nicht erforderlich.

## 5 ENERGIEVERBRÄUCHE

Die neu zu errichtenden Gebäude im Bebauungsplangebiet befinden sich noch in Planung. Die Energieverbräuche für den Wärme- und Strombedarf der Gebäude werden daher mit Hilfe der mittleren Faktoren nach DGNB (2022) abgeschätzt. Im Bereich des Plangebiets wird nur der Bereich der Erweiterung des Outlet Centers betrachtet, in dem sich die neu zu errichtenden Gebäude befinden. Der Gebäudebestand im bestehenden Teil des Outlet Centers wird nicht berücksichtigt. Für die zu errichtenden Gebäude im Plangebiet werden die voraussichtlichen zukünftigen Nutzungen zusammen mit den Nettogrundflächen auf Grundlage der zur Verfügung gestellten Planung abgeleitet.

### 5.1 Abschätzung der Energieverbräuche der Gebäude

Die DGNB (2022) gibt im Rahmen ihres Bilanzierungstools flächenabhängige Energiekennwerte für verschiedene Nutzungen vor. Diese sind aufgeschlüsselt in Werte für den flächenabhängigen Energiebedarf für Heizung, Warmwasser, Beleuchtung, Luftförderung, Kühlung und Arbeitshilfen.

Im vorliegenden Fall handelt es sich um eine Abschätzung der THG-Emissionen in der Planungsphase. Anhand der vorliegenden Planungen wurde eine Zonierung auf Grundlage der Nettogrundflächen sowie der voraussichtlichen Nutzungen der Stockwerke der Gebäude im Bereich der Erweiterung des Outlet Centers Zweibrücken vorgenommen. Für die Nutzungszonen werden Energiekennwerte für typische, vergleichbare Nutzungen nach DGNB (2022) angesetzt.

Für die einzelnen Läden wurde eine Unterteilung in die Nutzungsbereiche Verkaufsbereich (Nutzungsart: Einzelhandel/Kaufhaus (ohne Kühlprodukte)), WC und Sanitärräume und Lager vorgenommen.

Die abgeleiteten Nettogrundflächen der zu berücksichtigenden Nutzungszonen nach DGNB (2022) sind in **Tab. 5.1** aufgelistet.

Nutzungsart nach DGNB	Nettogrundfläche (gerundet) in m <sup>2</sup>
Gruppenbüro	766
Einzelhandel/Kaufhaus (ohne Kühlprodukte)	7 551
Restaurant (Essbereich)	1 887
Gewerbeküchen (Kochen mit Strom)	19

Gewerbeküche - Vorbereitung, Lager	6
WC und Sanitärräume	472
Sonstige Aufenthaltsräume	1 134
Verkehrsfläche	85
Verkehrsfläche ohne Tageslicht	145
Lager	671
<b>Summe</b>	<b>12 736</b>

Tab. 5.1: Nettogrundflächen der zu berücksichtigenden Nutzungszonen der Gebäude. Grundlage: Abschätzung anhand zur Verfügung gestellter Pläne

Die angesetzten spezifischen Verbrauchsfaktoren sind in **Tab. 5.2** zusammengefasst.

Nutzungsart nach DGNB	Heizung	Warmwasser	Beleuchtung	Luftförderung	Kühlung	Arbeitshilfen
	kWh/(m <sup>2</sup> *a)	kWh/(m <sup>2</sup> *a)	kWh/(m <sup>2</sup> *a)	kWh/(m <sup>2</sup> *a)	kWh/(m <sup>2</sup> *a)	kWh/(m <sup>2</sup> *a)
Gruppenbüro	132.0	13.9	25.5	16.3	12.4	10.5
Einzelhandel/Kaufhaus (ohne Kühlprodukte)	154.4	8.6	25.7	21.0	13.3	7.2
Restaurant (Essbereich)	216.2	176.4	24.4	68.9	27.1	4.2
Gewerbeküchen (Kochen mit Strom)	656.8	0	91.2	335.0	216.5	540.0
Gewerbeküche - Vorbereitung, Lager	170.3	0	44.3	55.8	25.3	54.0
WC und Sanitärräume	233.0	0	15.6	60.9	12.1	0.0
Sonstige Aufenthaltsräume	146.7	0	19.6	28.4	11.1	2.0
Verkehrsfläche	122.7	0	7.9	0	0.7	0
Verkehrsfläche ohne Tageslicht	122.7	0	11.9	0	0.7	1.0
Lager	149.7	0	0.6	0.6	1.9	0.0

Tab. 5.2: Flächenbezogene Energiekennwerte der DGNB zur Abschätzung der Energieverbräuche nach Nutzung. Quelle: DGNB (2022)

## 5.2 Zusammenfassung der Energieverbräuche der Gebäude

Anhand der Nettogrundflächen der zu berücksichtigenden Nutzungszonen (vgl. **Tab. 5.1**) sowie der flächenbezogenen Energiekennwerte der DGNB (vgl. **Tab. 5.2**) werden die in **Tab. 5.3** aufgeführten Energiebedarfe ermittelt.

Nutzungsart nach DGNB	Heizung	Warmwasser	Beleuchtung	Luftförderung	Kühlung	Arbeitshilfen
	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a
Gruppenbüro	101 112	10 647	19 533	12 486	9 498	8 043
Einzelhandel/Kaufhaus (ohne Kühlprodukte)	1 165 874	64 939	194 061	158 571	100 428	54 367
Restaurant (Essbereich)	407 969	332 867	46 043	130 014	51 138	7 925
Gewerbeküchen (Kochen mit Strom)	12 479	0	1 733	6 365	4 114	10 260
Gewerbeküche - Vorbereitung, Lager	1 022	0	266	335	152	324
WC und Sanitärräume	109 976	0	7 363	28 745	5 711	0
Sonstige Aufenthaltsräume	166 358	0	22 226	32 206	12 587	2 268
Verkehrsfläche	10 430	0	672	0	60	0
Verkehrsfläche ohne Tageslicht	17 792	0	1 726	0	102	145
Lager	100 449	0	403	403	1 275	0
<b>Summe</b>	<b>2 093 460</b>	<b>408 453</b>	<b>294 024</b>	<b>369 124</b>	<b>185 064</b>	<b>83 333</b>

Tab. 5.3: Abschätzung der Energieverbräuche nach Nutzung anhand der Energiekennwerte nach DGNB (2022)

Es ergibt sich ein Nutzwärmebedarf für die Heizung und die Warmwassererzeugung von gerundet 2 502 MWh/a sowie ein Stromverbrauch für Beleuchtung, Luftförderung, Kühlung und Arbeitshilfen von gerundet 932 MWh/a.

## 6 EMISSIONEN

### 6.1 Verkehrsbedingte Emissionen

#### 6.1.1 Direkte verkehrsbedingte THG-Emissionen

Mit dem Betrieb der Kfz im Bebauungsplangebiet und auf den umliegenden bestehenden Abschnitten des öffentlichen Straßennetzes werden durch die Verbrennung von Kraftstoffen durch Kfz vor Ort THG-Emissionen freigesetzt („Tank-to-Wheel“). Das sind die sogenannten direkten verkehrsbedingten THG-Emissionen, die nach der ersten Fassung des KSG (2019) dem Sektor Verkehr zugeordnet sind. Die Elektro-Mobilität ist nicht mit Beiträgen zu den direkten THG-Emissionen verbunden.

##### 6.1.1.1 Emissionsfaktoren

Die Emissionsbestimmung erfolgt auf Grundlage der übergebenen Verkehrsdaten, der angesetzten Verkehrssituationen und der Emissionsfaktoren des HBEFA4.2 (UBA 2022) für die direkten Treibhausgasemissionen für das Bezugsjahr 2035. Die entsprechenden Flottenzusammensetzungen mit den zugrundeliegenden Entwicklungen werden dem HBEFA entnommen. Bei der Emissionsbestimmung wird die Längsneigung der Straßen berücksichtigt, die aus Lageplänen bzw. digitalen Geländedaten des Untersuchungsgebiets übernommen wird. Der Kaltstarteinfluss innerorts für Pkw bzw. leichte Nutzfahrzeuge wird entsprechend HBEFA angesetzt.

Für diese Ausarbeitung werden folgende Verkehrssituationen herangezogen, wobei aus der Fahrspuranzahl und der Verkehrsbelegung eine Einschätzung des Auslastungsgrades der Streckenabschnitte erfolgte, der im HBEFA mit „level of service“ LOS bezeichnet wird:

AB>130:	Autobahn ohne Tempolimit
AO-HVS80:	Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 80 km/h
AO-HVS70:	Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h
AO-HVS70d:	Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h, dichter Verkehr
AO-HVS70g:	Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h, gesättigter Verkehr
IO-HVS50:	Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h
IO-HVS50d:	Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
IO-HVS50g:	Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, gesättigter Verkehr
IO-NS50:	Innerörtliche Nebenstraße, Tempolimit 50 km/h
IO-NS50d:	Innerörtliche Nebenstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
IO-NS30:	Innerörtliche Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h

IO-NS30d: Innerörtliche Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h, dichter Verkehr  
IO-NS30s: Innerörtliche Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h, Stop&Go

Der gesättigte Verkehr wird für die Kreisverkehre angesetzt. Innerhalb der Stellplatzanlagen des Factory Outlet Centers wird ein Stop&Go-Verkehr für Nebenstraßen herangezogen, um auch Beiträge der Rangiertätigkeiten emissionsseitig zu berücksichtigen.

Für die Berechnung der direkten Emissionen, die lokal auf dem Straßennetz durch Verbrennungsmotoren freigesetzt werden („Tank-to-Wheel“), zeigt **Tab. A1.1** im Anhang für die berücksichtigten Verkehrssituationen die entsprechenden mittleren Emissionsfaktoren für den klimarelevanten Anteil der CO<sub>2</sub>-Äquivalente der dynamischen Kfz-Flottenzusammensetzung für das Prognosejahr 2035, klassifiziert wie im HBEFA für Längsneigungsklassen in 2 %-Stufen für Gegenverkehrsstrecken. Für PKW-Fahrten beträgt entsprechend HBEFA der Anteil der elektrisch betriebenen Fahrleistungen ca. 33 %, für leichte Nutzfahrzeuge ca. 20 % und für schwere Nutzfahrzeuge zwischen ca. 4 % auf Autobahnen, ca. 7 % außerorts und ca. 9 % innerorts. Die angesetzten Verkehrssituationen sind in **Abb. A2.4** im Anhang dargestellt.

#### 6.1.1.2 Emissionen

Mit Anwendung dieser Emissionsfaktoren entsprechend den Verkehrsstärken (Kfz, SV-Anteil) werden für jeden Straßenabschnitt die Treibhausgasfreisetzungen berechnet und für das jeweilige Straßennetz aufsummiert. Mit dieser Vorgehensweise der CO<sub>2</sub>-Bilanzierung werden die Änderungen für den Planfall 2035 gegenüber dem Prognosenullfall 2035 aufgezeigt.

Für den Prognosenullfall 2035 wird für die lokalen Straßenabschnitte (vgl. Anhang 2, **Abb. A2.1**) inklusive Stellplatzanlagen eine CO<sub>2</sub> eq-Freisetzung von ca. 15 983 Tonnen pro Jahr bei einer Jahresfahrleistung von ca. 95.1 Millionen Fahrkilometern berechnet. Für den Planfall umfassen die Treibhausgasfreisetzungen auf dem lokalen Straßennetz inklusive Stellplatzanlagen ca. 16 493 Tonnen pro Jahr an CO<sub>2</sub>-Äquivalenten bei einer Jahresfahrleistung von ca. 97.6 Millionen Fahrkilometern. Das entspricht einer lokalen Zunahme der Treibhausgasfreisetzungen um ca. 378 t/a (ca. 2.3 %) und einer Zunahme der Fahrleistung um ca. 2.6 %.

Die Ergebnisse für die betrachteten Straßennetze sind in **Tab. 6.1** zusammengestellt.

Untersuchungsfall	THG-Emission	Änderung gegenüber Prognosenullfall		Fahrleistung	Änderung gegenüber Prognosenullfall	
	t CO <sub>2</sub> eq/a	t CO <sub>2</sub> eq/a	%	Mio. km/a	Mio. km/a	%
Prognosenullfall Kfz-Verkehr	15 983			94.5		
Prognosenullfall Stellplätze	133			0.6		
<b>Prognosenullfall Summe</b>	<b>16 116</b>			<b>95.1</b>		
Planfall Kfz-Verkehr	16 319			96.8		
Planfall Stellplätze	174			0.8		
<b>Planfall Summe</b>	<b>16 493</b>	<b>+378</b>	<b>+2.3%</b>	<b>97.6</b>	<b>+2.5</b>	<b>+2.6 %</b>

Tab. 6.1: THG-Emissionen im Sektor Verkehr („Tank-to-Wheel“) und Fahrleistung auf dem betrachteten Straßennetz inklusive Stellplatzanlagen des Factory Outlet Centers für die betrachteten Untersuchungsfälle 2035

### 6.1.2 Indirekte verkehrsbedingte THG-Emissionen

Im Hinblick auf verkehrsbedingte THG-Emissionen sind auch die Beiträge zu berücksichtigen, die im Zusammenhang mit Bereitstellung der Antriebsenergien für die E-Mobilität sowie für die konventionellen Fahrzeuge entstehen. Das sind zum einen Treibhausgase, die im Mittel während der Erzeugung des Stroms, der für den Betrieb von Elektro-Kfz benötigt wird, freigesetzt werden. Zum anderen sind dies THG-Emissionen, die bei der Bereitstellung von Kraftstoffen durch deren Raffination, deren Transport, usw. entstehen. Diese sogenannten Vorkettenemissionen werden nicht zwingend lokal im Untersuchungsgebiet freigesetzt und stellen damit sogenannte indirekte Emissionen („Well-to-Tank“) dar. Sie sind nach der ersten Fassung des KSG (2019) bzw. den Kyoto-Konventionen dem Sektor Energiewirtschaft zugeordnet.

#### 6.1.2.1 Emissionsfaktoren

Die Emissionsfaktoren des HBEFA 4.2 für Elektro-Kfz basieren dabei auf dem prognostizierten Strommix im Jahr 2030 in Form eines EU-Durchschnitts unter Annahme eines Anteils erneuerbarer Energien von ca. 43 %; eine weitere Untergliederung zur Berücksichtigung spezifischer Ausprägungen der einzelnen Mitgliedsstaaten ist nicht enthalten. Da die erneuerbaren Energien im Strommix von Deutschland bereits 2022 einen Anteil von 46 % aus-

machten (Bundesregierung, 2023) und entsprechend dem aktuellen „Erneuerbaren Energien Gesetz“ (EEG, 2023) bis zum Jahr 2030 eine weitere Steigerung des Erneuerbaren-Energie-Anteils auf mindestens 80 % angestrebt wird, sind mit Anwendung des deutschen Strommixes geringere THG-Emissionen erwartbar.

Im Sektor Energiewirtschaft werden die THG-Emissionen ermittelt, die in der Vorkette durch die Bereitstellung der benötigten Antriebsenergie für die E-Mobilität sowie für konventionelle Fahrzeuge auf dem betrachteten Straßennetz im Jahresverlauf durchschnittlich entstehen („Well-to-Tank“).

#### 6.1.2.2 Emissionen

Für den Prognosenullfall 2035 wird durch den Betrieb der Kfz auf den umliegenden Straßenabschnitten inklusive Stellplätzen eine Energiemenge verbraucht, die bei der Herstellung von Strom für die Elektroantriebe eine CO<sub>2</sub> eq-Freisetzung von ca. 1 508 Tonnen pro Jahr bei EU-Mix und bei der Herstellung fossiler Brennstoffe für Verbrennerantriebe eine CO<sub>2</sub> eq-Freisetzung von ca. 3 545 Tonnen pro Jahr bewirkt; das sind zusätzlich ca. 9.4% bei EU-Mix und ca. 22 % bei fossilen Kraftstoffen der Treibhausgasemissionen zu den oben beschriebenen betriebsbedingten für die Kfz-Fahrten. Für den Planfall sind für die Energiebereitstellung für die Kfz-Fahrten inklusive Stellplatzanlagen des Factory Outlet Centers für Elektroantriebe CO<sub>2</sub> eq-Freisetzungen von ca. 1 548 Tonnen pro Jahr bei EU-Mix sowie für den Treibstoff der Verbrennerantriebe CO<sub>2</sub> eq-Freisetzungen von ca. 3 629 Tonnen pro Jahr berechnet.

Die Ergebnisse sind in **Tab. 6.2** zusammengefasst.

Untersuchungsfall	THG-Emission Elektroantrieb	Änderung gegenüber Prognosenullfall		THG-Emission fossile Brennstoffe	Änderung gegenüber Prognosenullfall	
		t CO <sub>2</sub> eq/a	%		t CO <sub>2</sub> eq/a	%
Prognosenullfall Kfz-Verkehr	1 492			3 515		
Prognosenullfall Stellplätze	16			30		
<b>Prognosenullfall Summe</b>	<b>1 508</b>			<b>3 545</b>		
Planfall	1 527			3 590		

Kfz-Verkehr						
Planfall Stellplätze	21			39		
<b>Planfall Summe</b>	<b>1 548</b>	<b>+40</b>	<b>+2.7%</b>	<b>3 629</b>	<b>+84</b>	<b>+2.4%</b>

Tab. 6.2: THG-Emissionen im Sektor Energiewirtschaft („Well-to-Tank“) auf dem betrachteten Straßennetz inklusive Stellplatzanlagen des Factory Outlet Centers für die betrachteten Untersuchungsfälle 2035

### 6.1.3 Verkehrsbedingte Gesamtemissionen

Die **Tab. 6.3** fasst die Gesamtemissionen der verkehrsbedingten Treibhausgase für den Prognosenullfall und den Planfall zusammen.

Von den gesamten verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen entfällt sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall mit ca. 76.1 % der überwiegende Anteil auf die direkten THG-Emissionen im Sektor Verkehr. Die indirekten THG-Emissionen des Sektors Energiewirtschaft machen an den verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen mit knapp 23.9 % einen kleineren Anteil aus.

	<b>TTW</b>	<b>WTT</b>	<b>WTW</b>
Prognosenullfall Kfz-Verkehr	16 116	5 053	21 168
Planfall Kfz-Verkehr	16 493	5 177	21 670
Kfz-Verkehr: Änderung Planfall zu Prognosenullfall	+378	+124	+502
Relative Änderung Planfall zu Prognosenullfall	+2.3%	+2.5%	+2.4%

Tab. 6.3: THG-Gesamtemissionen in t CO<sub>2</sub> eq/a für den Kfz-Verkehr auf dem betrachteten lokalen Straßennetz inklusive Stellplatzanlagen des Factory Outlet Centers für die betrachteten Untersuchungsfälle im Bezugsjahr 2035

## 6.2 Lebenszyklusemissionen der Gebäude

Zur Energieversorgung der geplanten Gebäude im Bereich der Erweiterung des Outlet Centers stehen zwei alternative technische Grundkonzepte zur Wärmeversorgung (vgl. **4.3.1**) zur Auswahl:

- zentrale Wärmeversorgung
- dezentrale Wärmeversorgung

Die Stromversorgung wird ergänzt durch Photovoltaikanlagen auf den Dächern der geplanten Gebäude und auf Überdachungen der geplanten Parkplätze. Strombedarfe, die über die Leistung der PV-Anlagen hinausgehen, sollen über den europäischen Strommix gedeckt werden.

Im Landesgesetz zur Installation von Solaranlagen (LSolarG 2021) ist eine Verpflichtung zur Installation von Photovoltaikanlagen auf 60 % geeigneten Dachflächen sowie von 60 % der Stellplatzflächen vorgeschrieben.

## 6.2.1 THG-Emissionen für die Wärmeversorgung der Gebäude

### 6.2.1.1 Emissionsfaktoren

Die Emissionsfaktoren für die Bestimmung der THG-Emissionen durch die Heizung und den Warmwasserbedarf werden aus UBA (2025) übernommen. Dort sind für erneuerbare und fossile Energieträger Emissionsfaktoren hinterlegt, welche sowohl die direkten Emissionen als auch die Emissionen durch die Vorketten und fremde Hilfsenergie separat aufschlüsseln.

**Tab. 6.4** fasst die verwendeten Emissionsfaktoren und Nutzungsgrade aus UBA (2025) zusammen.

Energieträger	Emissionsfaktor in g CO <sub>2</sub> eq/kWh				Bemerkung
	Vorkette	Direkte Emissionen	Fremde Hilfsenergie	Gesamt	
Elektro-Wärmepumpe, Umgebungswärme – aerothermisch – Luft/Wasser	13.777	0	132.295	173.833	Jahresarbeitszahl (JAZ): 3.2
Feste Biomasse – Pellets - Kessel	10.227	0.322	7.115	17.664	(*)
Biogas (Energiepflanzen) Verbrennungsmotor BHKW – TA Luft	98.782	51.038	5.096	154.916	-
Geothermie Geothermie-Heizwerk Süddt. Molassebecken	6.477	0	26.680	33.157	-

Tab. 6.4: Emissionsfaktoren für die Wärmeversorgung aus UBA (2025) (\*Grundlage und Rahmen der Berechnung der vermiedenen Emissionen bildet die Erneuerbare Energien-Richtlinie der EU(Richtlinie (EU) 2018/2001, 2018) an der sich auch die Biomasse-Nachhaltigkeitsverordnungen (z.B. §5 BioSt-NachV) ausrichten. Somit

wird der direkte Verbrennungsprozess von fester Biomasse im Rahmen der Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger als CO<sub>2</sub>-neutral angenommen

### 6.2.1.2 Emissionen bei zentraler Wärmeversorgung

Da beim derzeitigen Planungsstand noch kein Energieträger festgelegt ist, wurden beispielhaft die in **Tab. 6.5** aufgeführten Energieträger betrachtet. Mit den in **Tab. 6.4** dargestellten Emissionsfaktoren ergeben sich bei zentraler Wärmeversorgung, und dem aus **Tab. 5.3** berechneten Nutzwärmebedarf für Heizung und die Warmwassererzeugung von in Summe 2 502 MWh/a, je nach verwendetem Energieträger die in **Tab. 6.5** dargestellten THG-Emissionen.

Energieträger	Nutzwärmebedarf für Heizung und Warmwasser in MWh/a	Emissionsfaktor in g CO <sub>2</sub> eq/kWh	THG-Emissionen in t CO <sub>2</sub> eq/a
Elektro-Wärmepumpe, Umgebungswärme – aerothermisch – Luft/Wasser	2 502	173.833	434.9
Feste Biomasse – Pellets - Kessel		17.664	44.2
Biogas (Energiepflanzen) Verbrennungsmotor BHKW – TA Luft		154.916	387.6
Geothermie Geothermie-Heizwerk Süddt. Molassebecken		33.157	83

Tab. 6.5: Emissionen bei zentraler Wärmeversorgung für verschiedene Energieträger

### 6.2.1.3 Emissionen bei dezentraler Wärmeversorgung

Für die dezentrale Wärmeversorgung kommen strombetriebene Luft-Luft-Wärmepumpen zum Einsatz, welche für die Einzelläden einzeln betrieben werden. Die Warmwasserversorgung erfolgt in diesem Fall separat über elektrisch betriebene Durchlauferhitzer und wird daher gesondert betrachtet.

Da in UBA (2025) kein expliziter Emissionsfaktor für strombetriebene Luft-Luft Wärmepumpen beschrieben ist, wird der Emissionsfaktor für „Elektro-Wärmepumpe, Umgebungswärme – aerothermisch – Luft/Wasser“ angewendet. Als Energiequelle dient bei beiden Wärmepumpentypen die Umgebungsluft in Verbindung mit Strom, die angegebene Jahresarbeitszahl (JAZ) von 3.2 ist ebenfalls für beide Typen realistisch. Bei der dezentralen Wärmeversorgung gibt es zudem keine Energieverluste durch das Nahwärmenetz.

Mit dem in **Tab. 6.4** dargestellten Emissionsfaktor ergibt sich bei dezentraler Wärmeversorgung, und dem aus **Tab. 5.3** berechneten Nutzwärmebedarf für Heizung von 2 093 MWh/a (ohne Warmwasser), die in **Tab. 6.5** dargestellten THG-Emissionen.

Energieträger	Nutzwärmebedarf für Heizung in MWh/a	Emissionsfaktor in g CO <sub>2</sub> eq/kWh	THG-Emissionen in t CO <sub>2</sub> eq/a
Elektro-Wärmepumpe, Umgebungswärme – aerothermisch – Luft/Wasser	2 093	173.833	363.9

Tab. 6.6: Emissionen bei dezentraler Wärmeversorgung

## 6.2.2 THG-Emissionen für die Stromversorgung der Gebäude

Die Energieversorgung für den Strombedarf der Gebäude im Bebauungsplangebiet erfolgt über PV-Anlagen auf den Dächern der geplanten Gebäude im Bereich der Erweiterung des Outlet Centers. Zusätzliche Strombedarfe, die über die Leistung der PV-Anlagen hinausgehen, sollen über den europäischen Strommix gedeckt werden.

### 6.2.2.1 Emissionsfaktoren

Für die Bestimmung der THG-Emissionen durch den Stromverbrauch wird der Emissionsfaktor für PV-Anlagen aus UBA (2025) übernommen. Darüber hinaus wird für den europäischen Strommix der Emissionsfaktor aus HBEFA 4.2 entnommen.

In **Tab. 6.7** sind die verwendeten Emissionsfaktoren und Nutzungsgrade für PV-Anlagen aus UBA (2025) zusammengefasst.

Energieträger	Emissionsfaktor in g CO <sub>2</sub> eq/kWh			
	Vorkette	Direkte Emissionen	Fremde Hilfsenergie	Gesamt
Photovoltaik-Anlagen	56.07	0	0.44	56.51

Tab. 6.7: Emissionsfaktor für die Stromversorgung mit Photovoltaik aus UBA (2025)

Für die Betrachtung der Energieversorgung über den europäischen Strommix wird ein entsprechender bezugsjahresabhängiger Emissionsfaktor aus HBEFA 4.2 entnommen. Die anteilige Zusammensetzung der einzelnen Energieträger sowie die jeweiligen Emissionsfaktoren

ren in g CO<sub>2</sub> eq/MJ sind für das Bezugsjahr 2030 in **Abb. 6.1** dargestellt. Daraus ergibt sich ein Emissionsfaktor von 323.64 g CO<sub>2</sub> eq/kWh.

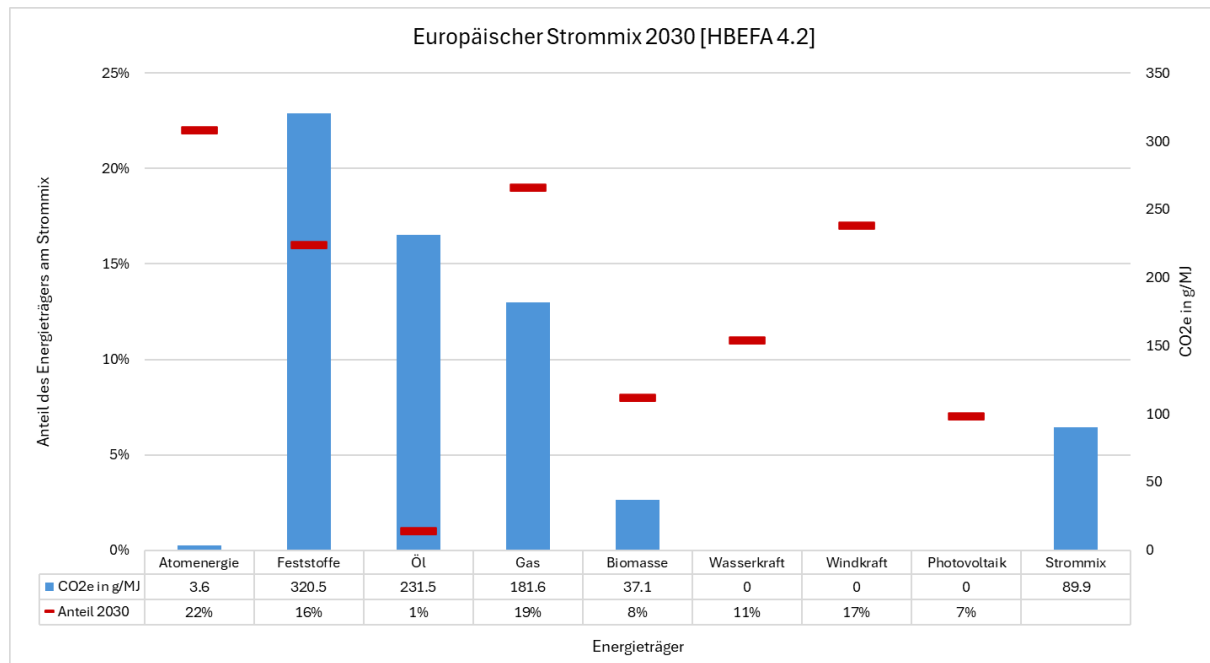


Abb. 6.1: Europäischer Strommix 2030 nach HBEFA 4.2 (UBA, 2022)

### 6.2.2.2 Emissionen

Die Energieversorgung für den Strombedarf der Gebäude im Bebauungsplangebiet im Bereich der Erweiterung des Outlet Centers erfolgt über die zu installierenden PV-Anlagen sowie das Stromnetz. Die Leistung der PV-Anlage wird auf Grundlage der Dach- und Parkplatzflächen im Bereich der Erweiterung des Outlet Centers abgeschätzt. Die Dachfläche der geplanten Gebäude wird anhand der vorliegenden Pläne mit 12 462 m<sup>2</sup> abgeschätzt. Es wird angenommen, dass entsprechend des LSolarG (2021) 60 % der Dachfläche für die PV-Anlage zur Verfügung stehen und etwa 90 % dieser Fläche mit PV-Modulen ausgestattet werden. Unter Berücksichtigung einer durchschnittlichen Nennleistung von 0.2 kWp/m<sup>2</sup> berechnet sich für die PV-Anlagen auf den Dachflächen eine Leistung von 1 385 481 kWh/a.

Die für die PV-Nutzung zur Verfügung stehende Parkplatzfläche wird anhand der vorliegenden Pläne mit 4 496 m<sup>2</sup> abgeschätzt. Es wird angenommen, dass etwa 90 % dieser Fläche mit PV-Modulen ausgestattet werden. Unter Berücksichtigung einer durchschnittlichen Nennleistung von 0.2 kWp/m<sup>2</sup> berechnet sich für die PV-Anlagen auf den Parkplatzflächen eine Leistung von 833 082 kWh/a.

Es berechnet sich in Summe für die PV-Anlagen eine Leistung von 2 218 563 kWh/a.

Der Strombedarf der Gebäude für Beleuchtung, Luftförderung, Kühlung und Arbeitshilfen beträgt 931 545 kWh/a (vgl. **Tab. 5.3**). Bei dezentraler Wärmeversorgung werden zusätzlich 408 453 kWh/a an Strom für die Warmwasserbereitung benötigt.

Demnach bleibt ein Überschuss von 1 287 018 kWh/a an erzeugtem PV-Strom, bzw. von 878 565 kWh/a bei zusätzlicher Warmwasserbereitung.

Dieser Stromüberschuss kann für Netzeinspeisung bzw. für die strombasierte Wärmeerzeugung mittels Wärmepumpen oder das Laden von Kfz vor Ort genutzt werden.

Die durch den erzeugten PV-Strom vermiedenen THG-Emissionen (negative THG-Emissionen) berechnen sich unter Berücksichtigung des Emissionsfaktors für PV-Anlagen und dem Emissionsfaktor für den EU-Strommix. Pro kWh an produziertem PV-Strom werden 267.13 g CO<sub>2</sub> eq im Vergleich zum EU-Strommix vermieden. Eine Bestimmung der vermiedenen THG-Emissionen ist in **Tab. 6.8** aufgeführt.

Energieträger	Nutzung	Energieversorgung pro Energieträger in kWh/a	Emissionsfaktor in g CO <sub>2</sub> eq/kWh	vermiedene THG-Emissionen in t CO <sub>2</sub> eq/a
PV-Anlage	Stromproduktion	2 218 563	-267.13	-592.6

Tab. 6.8: vermiedene THG-Emissionen durch die Photovoltaik-Anlage nach UBA (2025) und dem europäischen Strommix 2030 nach HBEFA 4.2 (UBA, 2022)

Die für den Strombedarf der Gebäude anfallenden THG-Emissionen berechnen sich unter Berücksichtigung des Emissionsfaktors für den EU-Strommix. Diese sind in **Tab. 6.9** aufgeführt. Die dabei anfallenden Emissionen können bei der Bilanzierung mit den durch die PV-Anlage vermiedenen THG-Emissionen verrechnet werden.

Energieträger	Nutzung	Energieversorgung pro Energieträger in kWh/a	Emissionsfaktor in g CO <sub>2</sub> eq/kWh	THG-Emissionen in t CO <sub>2</sub> eq/a
EU-Strommix	Gebäudeversorgung	931 545	323.64	301.5
EU-Strommix	Warmwasser	408 453	323.64	132.2

Tab. 6.9: THG-Emissionen durch die Stromversorgung mittels dem europäischen Strommix 2030 nach HBEFA 4.2 (UBA, 2022)

### 6.2.3 THG-Emissionen für den Neubau von Gebäuden

Die neu zu errichtenden Gebäude im Bebauungsplangebiet umfassen eine Nettogrundfläche von etwa 12 736 m<sup>2</sup>. Bei den zu errichtenden Gebäuden handelt es sich um gewerbliche Nutzungen mit Ladenflächen, Bereichen für Management- und Büroflächen sowie für Gastronomie und Lagerflächen.

Die Lebenszyklusemission für die Errichtung der Gebäude wird vereinfacht mit Hilfe der Referenzwerte der DGNB berechnet. Für Gebäude des Typs I liegt dieser bei 9.4 kg CO<sub>2</sub> eq/(m<sup>2</sup> a) für eine Nutzungsdauer von 50 Jahren. Der Wert für Gebäude des Typs II liegt bei 12.0 kg CO<sub>2</sub> eq/(m<sup>2</sup> a) für eine Nutzungsdauer von 50 Jahren. Als Bezugsgröße dient die Netto-Grundfläche (NGF).

Die zu errichtende Bebauung wird dem Typ I nach DGNB zugeordnet.

Die für die Berechnung berücksichtigten Nettogrundflächen in Abhängigkeit des Gebäudetyps nach DGNB (vgl. **Tab. 5.1**) sowie die entsprechenden THG-Emissionen sind in **Tab. 6.10** aufgelistet.

Gebäudetyp nach DGNB (2020)	Nettogrundfläche in m <sup>2</sup>	THG-Emissionen in t CO <sub>2</sub> eq/a
Typ I	12 736	119.7

Tab. 6.10: THG-Emissionen durch den Neubau der zu errichtenden Gebäude nach DGNB (2018)

Die Emissionen, die durch den Bau der geplanten Gebäude entstehen, werden mit 119.7 t CO<sub>2</sub> eq/a abgeschätzt.

## 6.2.4 THG-Emissionen für die Sanierung und den Abriss von Gebäuden

Die für die Erweiterung des Outlet-Centers vorgesehene Fläche ist unbebaut, daher werden keine THG-Emissionen durch Sanierung oder Abriss von Gebäuden berücksichtigt.

## 6.3 Lebenszyklusemissionen der Verkehrswege

### 6.3.1 THG-Emission für den Bau und Unterhalt von Verkehrswegen

Die zu errichtenden Verkehrswege im Bebauungsplangebiet umfassen die Anschlussstelle an die L 480 nordwestlich des Outlet Centers sowie die Verkehrswege auf der geplanten Erweiterungsfläche des Outlet Centers. Insgesamt sind Verkehrswege mit einer Nettogrundfläche von 44 793 m<sup>2</sup> zu berücksichtigen (vgl. **Tab. 4.1**).

Die THG-Emissionen durch den Bau und Unterhalt neu zu errichtender Verkehrswege werden anhand der Emissionsfaktoren aus Mottschall und Bergmann (2013) abgeschätzt (**Tab. 6.11**). Diese liegen für verschiedene Straßenkategorien vor und werden differenziert ausgewiesen nach den Emissionen, die einerseits durch die eingesetzten Materialmengen durch den Bau und Unterhalt sowie andererseits durch die energetischen Aufwendungen zum Bau und Unterhalt entstehen.

Straßenkategorie	CO <sub>2</sub> -Äquivalent in kg CO <sub>2</sub> eq/(m <sup>2</sup> a) nach Emissionsquelle (Abschreibungsdauer 60 Jahre)		
	Materialeinsatz	Energie	gesamt
Autobahnen	3.8	2.4	6.2
Bundesstraßen	3.3	1.3	4.6
Landesstraßen	2.9	1.2	4.1
Kreisstraßen	2.8	0.3	3.1
Gemeindestraßen	2.7	0.1	2.8

Tab. 6.11: Lebenszyklusemissionen von Straßenbauvorhaben (Mottschall und Bergmann, 2013)

Für die zu errichtenden Straßen im Bereich der Anschlussstelle an die L 480 wird der Emissionsfaktor für Landstraßen angesetzt, für die Radwege wird in einem konservativen Ansatz der Emissionsfaktor für Gemeindestraßen verwendet. Für die Gehwege, Fahrwege und Parkplatzflächen auf der geplanten Erweiterungsfläche des Outlet Centers wird in einem konservativen Ansatz der Emissionsfaktor für Gemeindestraßen verwendet. Die berechneten THG-Emissionen sind in **Tab. 6.12** dargestellt.

<b>Straßenkategorie</b>	<b>Grundfläche im m<sup>2</sup></b>	<b>Emissionsfaktor in kg CO<sub>2</sub> eq/(m<sup>2</sup> a)</b>	<b>THG-Emissionen in kg CO<sub>2</sub> eq/a</b>
Gemeindestraßen	37 233	2.8	104 252
Landesstraßen	7 517	4.1	30 820
<b>Summe</b>			<b>135 072</b>

Tab. 6.12: THG-Emissionen durch den Bau der Verkehrswege im Plangebiet

Die Emissionen, die durch den Bau und Unterhalt der Verkehrswege im Plangebiet entstehen, werden mit 135.1 t CO<sub>2</sub> eq/a abgeschätzt.

## **6.4 Emissionsbilanz / Zusammenfassung**

### **6.4.1 Verkehrsbedingte Emissionen**

Die berechneten jährlichen verkehrsbedingten THG-Emissionen für den öffentlichen Verkehr auf dem Straßennetz im Bebauungsplangebiet sind für den Prognosenullfall und den Planfall 2030 in **Tab. 6.3** aufgeführt.

Im Prognosenullfall 2030 umfassen die Treibhausgasfreisetzungen 21 168 t/a an CO<sub>2</sub>-Äquivalenten. Für den Planfall 2030 umfassen die Treibhausgasfreisetzungen 21 670 t/a an CO<sub>2</sub>-Äquivalenten. Das entspricht einer lokalen Zunahme der Treibhausgasfreisetzungen um ca. 502 t CO<sub>2</sub> eq/a und ca. 2.4 %.

### **6.4.2 Lebenszyklusemissionen der Gebäude**

Die auf Basis der getroffenen Annahmen abgeschätzten THG-Emissionen aus dem Lebenszyklus und dem Betrieb der Gebäude im Bereich der Erweiterung des Outlet Centers im Bebauungsplangebiet sind in **Tab. 6.13** zusammengefasst. Für die Gebäude wird nach ÖKO-BAUDAT (BMWSB, 2023) ein Bezugszeitraum von 50 Jahren angesetzt, um die mittleren jährlichen Emissionen aus Betrieb und Konstruktion abzuleiten.

Für die Wärmeversorgung der geplanten Gebäude im Bereich der Erweiterung des Outlet Centers berechnen sich jährliche Emissionen von 434.9 t CO<sub>2</sub> eq/a bei zentraler Wärmeversorgung mit einer Luft-Wasser Elektro-Wärmepumpe, 44.2 t CO<sub>2</sub> eq/a bei zentraler Wärmeversorgung über Biomasseverbrennung, 387.6 t CO<sub>2</sub> eq/a bei zentraler Wärmeversorgung über ein Biomasse BHKW und 83 t CO<sub>2</sub> eq/a bei zentraler Wärmeversorgung mit Geothermie.

Durch den erzeugten PV-Strom berechnen sich die jährlichen vermiedenen THG-Emissionen im Vergleich zum EU-Strommix zu 592.6 t CO<sub>2</sub> eq/a.

Bei dezentraler Wärmeversorgung der einzelnen Läden mit einzelnen Luft-Luft Elektro-Wärmepumpe berechnen sich jährliche Emissionen von 363.9 t CO<sub>2</sub> eq/a. Dabei fallen zusätzlich 132.2 t CO<sub>2</sub> eq/a für die dezentrale Warmwasserbereitung mit Elektrodurchlauferhitzern an.

Die jährlichen Emissionen für die Stromversorgung der geplanten Gebäude wird mit 301.5 t CO<sub>2</sub> eq/a berechnet.

Die jährlichen Emissionen, die durch den Bau der Gebäude im Bereich der Erweiterung des Outlet Centers im Bebauungsplangebiet entstehen, berechnen sich zu 119.7 t CO<sub>2</sub> eq/a.

#### **6.4.3 Lebenszyklusemissionen der Verkehrswege**

Die auf Basis der getroffenen Annahmen abgeschätzten THG-Emissionen aus dem Lebenszyklus und dem Betrieb der Verkehrswege im Bebauungsplangebiet sind in **Tab. 6.13** zusammengefasst. Für die Verkehrswege wird ein Bezugszeitraum von 60 Jahren berücksichtigt.

Die jährlichen Emissionen, die durch den Bau der zu errichtenden Verkehrswege im Bebauungsplangebiet entstehen, berechnen sich zu 135.1 t CO<sub>2</sub> eq/a.

#### **6.4.4 Gesamtbilanzierung**

Die mittleren jährlichen Emissionen über einen Bezugszeitraum von 50 Jahren sind in **Tab. 6.13** zusammengefasst und berechnen sich je nach Energieversorgung zu 509.9 t CO<sub>2</sub> eq/a für Szenario ZW2 bis zu 961.8 t CO<sub>2</sub> eq/a für Szenario DW1.

Prozess	CO <sub>2</sub> -Emissionen (gesamt)	
<b>Verkehrsbedingte Emissionen</b>		
Differenz BF – PF	502	t CO <sub>2</sub> eq/a
<b>Energieversorgung</b>		
ZW zentrale Wärmeversorgung der Gebäude		
ZW1 Elektro-Wärmepumpe (Luft-Wasser)	434.9	t CO <sub>2</sub> eq/a
ZW2 Biomasse (Pellets)	44.2	t CO <sub>2</sub> eq/a
ZW3 Biogas BHKW	387.6	t CO <sub>2</sub> eq/a
ZW4 Geothermie	83	t CO <sub>2</sub> eq/a
DW dezentrale Wärmeversorgung der Gebäude		
DW1 Elektro-Wärmepumpe (Luft-Luft)	363.9	t CO <sub>2</sub> eq/a
Warmwasserversorgung		
separate Warmwasserbereitung (nur bei DW1)	132.2	t CO <sub>2</sub> eq/a
Stromversorgung der Gebäude	301.5	t CO <sub>2</sub> eq/a
Vermiedene Emissionen durch Stromproduktion		
PV-Anlage	-592.6	t CO <sub>2</sub> eq/a
<b>Neubau von Gebäuden</b>		
Mittlere jährliche Emission über 50 Jahre	119.7	t CO <sub>2</sub> eq/a
<b>Neubau von Verkehrswegen</b>		
Mittlere jährliche Emission über 60 Jahre	135.1	t CO <sub>2</sub> eq/a
<b>Mittlere jährliche Emission über 50 Jahre Gesamt</b>		
<b>Summe ZW1</b>	900.6	t CO <sub>2</sub> eq/a
<b>Summe ZW2</b>	509.9	t CO <sub>2</sub> eq/a
<b>Summe ZW3</b>	853.3	t CO <sub>2</sub> eq/a
<b>Summe ZW4</b>	548.7	t CO <sub>2</sub> eq/a
<b>Summe DW1</b>	961.8	t CO <sub>2</sub> eq/a

Tab. 6.13: Zusammenfassung der überschlägig ermittelten THG-Emissionen in t CO<sub>2</sub> eq/a durch Errichtung und Betrieb der Gebäude im Bebauungsplangebiet

## 6.5 Möglichkeiten zur Verringerung der THG-Emissionen

Zur Erreichung der nationalen Klimaschutzziele KSG (2019) sollen bis zum Jahr 2045 sollen die Treibhausgasemissionen so weit gemindert werden, dass eine Netto-Treibhausgasneutralität erreicht wird. Nach dem Jahr 2050 sollen negative Treibhausgasemissionen erreicht werden.

Im Landesgesetz zur Förderung des Klimaschutzes (Landesklimaschutzgesetz – LKSG; 2014) sind die Klimaschutzziele für das Land Rheinland-Pfalz spezifiziert. Dort ist festgelegt, dass die Netto-Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2050 erreicht werden soll. Der Entwurf des Landesgesetzes zur Förderung des Klimaschutzes aus dem Jahr 2024 sieht ambitioniertere Klimaschutz- und Sektorziele sowie eine Netto-Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2040 vor.

Die Formulierung eines singulären Klimaschutzzieles für den Bebauungsplan lässt sich daraus allerdings nicht ableiten. Es kann aber festgestellt werden, dass die Umsetzung des geplanten Bebauungsplans die landes- und bundesweiten Klimaschutzziele nicht gefährdet, da hier die vorgeschriebenen aktuellen Klimastandards, die Wärmedämmung sowie die Wärmeversorgung betreffend, berücksichtigt werden sollen.

Eine weitere Minderung der THG-Emissionen im Bebauungsplangebiet würde sich allerdings positiv auf die Erreichung der landes- und bundesweiten Klimaschutzziele auswirken.

Für den Betrieb sehen wir folgende weitere Möglichkeiten zur Minderung der THG-Emissionen:

- Für die Stromversorgung wird im vorliegenden Gutachten für die Gebäude neben einer Versorgung über die zu installierenden PV-Anlage eine Versorgung über den europäischen Strommix 2030 angesetzt. Durch eine bewusste Entscheidung hin zur Versorgung der Gebäude mit Strom aus erneuerbaren Quellen können die THG-Emissionen reduziert werden.
- Durch die Installation von PV-Anlagen auf den bestehenden Gebäuden und Parkplätzen des Outlet Centers könnte die emissionsarme Stromproduktion vor Ort erhöht werden und über die Nutzung vor Ort ggf. mit Hilfe von zusätzlichen Speichern oder durch Einspeisung die THG-Emissionen reduziert werden
- Durch die Installation entsprechender Ladeinfrastruktur für Elektroautos, welche durch die PV-Anlagen versorgt werden, könnten zudem die THG-Emissionen aus dem lokalen Verkehr reduziert werden.
- Die berechneten Energieverbräuche basieren auf den aktuell für Neubauten geltenden Standards. Eine Verbesserung der Energieeffizienz der Gebäude darüber hinaus würde den Energieverbrauch senken und sich positiv auf die THG-Emissionen auswirken.
- Die Anpflanzungen auf Freiflächen sowie begrünte Dächer und Fassaden tragen zu einer Verbesserung der Luftqualität und der mikroklimatischen Situation bei und verbessern darüber hinaus die Treibhausgasbilanz.

- Die berechneten THG-Emissionen durch den Neubau der Gebäude im Bebauungsplan-gebiet erfolgt auf Basis der Referenzwerte nach DGNB (2020). Durch eine bewusste Entscheidung hin zur Verwendung von nachhaltigen und recycelten Baustoffen können die THG-Emissionen reduziert werden.

Hinweis: Die THG-Emissionen für den Neubau der Gebäude werden grob mit Hilfe des Referenzwertes der DGNB abgeschätzt. Eine genauere Betrachtung ist erst mit der Detailplanung der Gebäude möglich, welche dann zur Auswahl klimafreundlicher Materialien zum Bau genutzt werden kann. Erst dann ist es möglich, im Vergleich zum Referenzwert der DGNB genauere Emissionen zu erhalten und ggf. Optimierungen durchzuführen. Eine Möglichkeit zur Kontrolle der THG-Emissionen durch den Neubau von Gebäuden bietet beispielsweise das Zertifizierungssystem der DGNB für Neubauten.

## 7 EINORDNUNG DER VERKEHRSBEDINGTEN THG-EMISSIONEN

Der § 3 nationale Klimaschutzziele des KSG (2019) legte erstmals verbindliche Klimaschutzziele für die Bundesrepublik Deutschland fest. Das zentrale Element des KSG (2021) ist die Verschärfung der im KSG (2019) genannten Klimaschutzziele. Das KSG (2021) sieht eine Erhöhung des Ziels für 2030 von 55 % auf 65 % THG-Minderung gegenüber 1990 und das Ziel der Treibhausgasneutralität im Jahr 2045 vor. Mit dem KSG (2024) wurden festgelegt, dass die THG-Emissionen unabhängig vom Sektor zu betrachten sind.

Für den Fall einer Überschreitung der zulässigen Jahresemissionsmenge ist im KSG § 4 Absatz 2 des KSG (2024) Folgendes festgelegt:

„Über- oder unterschreiten die Treibhausgasemissionen ab dem Jahr 2021 die jeweilige Jahresemissionsgesamtmenge, so wird die Differenzmenge auf die verbleibenden Jahresemissionsgesamtmenen bis zum nächsten in § 3 Absatz 1 genannten Zieljahr gleichmäßig angerechnet. Die Vorgaben der Europäischen Klimaschutzverordnung bleiben unberührt.“

Um zu verhindern, dass im Falle einer Überschreitung die jährlichen Minderungsmengen der folgenden Jahre derart hoch werden, dass eine Reduktion mit den aktuell aufgestellten Minderungsmaßnahmen nicht mehr möglich ist, beschloss die Bundesregierung mit § 8 KSG (2024) Maßnahmen, die die Einhaltung der Summe der Jahresemissionsgesamtmenen für diese Jahre sicherstellen; dies gilt bis einschließlich zum Jahr 2029.

Aus den jahresbezogenen Zielen im KSG (2024) kann abgeleitet werden, dass von 2020 bis 2030 eine Minderung um ca. 46 % erforderlich wird. Dies entspricht einer mittleren jährlichen Minderung um 4.6%, um in kontinuierlichen Schritten das vorgegebene Klimaziel zu erreichen. Diese jahresbezogene relative Minderung kann herangezogen werden, um planungsbedingte Änderungen der THG-Freisetzen auf dem lokalen Straßennetz einzustufen.

In Bezug auf das bundesweit angestrebte Ziel für 2030 von 438 Millionen Tonnen THG pro Jahr sind die für den Bebauungsplan ermittelten THG von 502 t/a an CO<sub>2</sub> eq ein sehr geringer Wert; gleichwohl entsprechen sie einer lokalen Zunahme.

Die Umsetzung des betrachteten Vorhabens trägt in den gemäß KSG (2019) definierten Sektoren Energiewirtschaft und Industrie ebenfalls zu einer Verzögerung beim Erreichen der Klimaschutzziele bei. Den größten Anteil der THG-Emissionen wird durch die Energieversor-

gung des Vorhabens verursacht, insbesondere die Stromversorgung. Hierbei ist zu beachten, dass Möglichkeiten zur Verringerung der THG-Emissionen bestehen.

## 8 QUELLEN

### 8.1 Literatur

Ad-Hoc Arbeitshilfe Klimaschutz (2022): Arbeitshilfe zur Erstellung eines Fachbeitrags Klimaschutz für Straßenbauvorhaben in Mecklenburg-Vorpommern. Im Auftrag von: Landesamt für Straßenbau und Verkehr Mecklenburg-Vorpommern, Stand 31.3.2022. August 2022.

BMWSB (2023): ÖKOBAUDAT-Datensätze. Aktuelle Version: 2023-I vom 15.06.2023; bereitgestellt durch das Deutsche Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB); <https://www.oekobaudat.de/datenbank/suche.html>, abgerufen am 25.11.2024.

DGNB (2018): DGNB System – Kriterienkatalog Gebäude Neubau, Version 2018. Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen – DGNB e.V.;

DGNB (2020): Rahmenwerk für Klimaneutrale Gebäude und Standorte; März 2020; bereitgestellt durch die Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen – DGNB e.V.; [https://issuu.com/dgnb1/docs/dgnb\\_rahmenwerk\\_2020](https://issuu.com/dgnb1/docs/dgnb_rahmenwerk_2020), abgerufen am 25.11.2024.

DGNB (2022): CO<sub>2</sub>-Bilanzierungsrechner zur Anwendung des von der DGNB veröffentlichten Rahmenwerks für „Klimaneutrale Gebäude und Standorte“ und des DGNB Systems für Gebäude im Betrieb (Version 2020); Version 2.5; Stand 04.05.2022; bereitgestellt durch die Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen – DGNB e.V.; <https://www.dgnb.de/de/nachhaltiges-bauen/klimaschutz/toolbox/instrumente-zur-co2-bilanzierung>,

DIN EN 15978 (2012): Nachhaltigkeit von Bauwerken – Bewertung der umweltbezogenen Qualität von Gebäuden – Berechnungsmethode; Deutsche Fassung EN 15978:2011. Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN. Oktober 2012. Beuth Verlag, Berlin.

FGSV (2023): Ad-hoc-Arbeitspapier zur Berücksichtigung von großräumigen Klimawirkungen bei Straßenbauvorhaben. AP Klimaschutz Straße. Hrsg.: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe „Straßenentwurf“, Köln, Dezember 2023.

- KSG (2019): Bundes-Klimaschutzgesetz vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2513), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 15. Juli 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 235) geändert worden ist, in Kraft getreten am 18. Dezember 2019.
- KSG (2021): Erstes Gesetz zur Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes vom 18. August 2021 (BGBl. I Nr. 59), in Kraft getreten am 19. August 2021.
- KSG (2024): Zweites Gesetz zur Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes vom 15. Juli 2024 (BGBl. I Nr. 235), in Kraft getreten am 17. Juli 2024.
- LKSG (2014): Landesgesetz zur Förderung des Klimaschutzes (Landesklimaschutzgesetz - LKSG -) vom 19. August 2014, letzte berücksichtigte Änderung: geändert durch § 48 des Gesetzes vom 06.10.2015 (GVBl. S. 283, 295).
- LSolarG (2021): Landesgesetz zur Installation von Solaranlagen (Landessolargesetz - LSolarG) vom 30. September 2021
- Mottschall, M., Bergmann, T. (2013): Treibhausgas-Emissionen durch Infrastruktur und Fahrzeuge des Straßen-, Schienen- und Luftverkehrs sowie der Binnenschifffahrt in Deutschland, Arbeitspaket 4 des Projektes „Weiterentwicklung des Analyseinstrumentes Renewability“, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 3. korrigierte Fassung Januar 2015, ISSN 1862-4804.
- UBA (2022): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 4.2. (HBEFA 4.2) (aktualisierte Version 24.02.2022). Dokumentation zur Version Deutschland erarbeitet durch INFRAS Bern/Schweiz in Zusammenarbeit mit MKC Consulting GmbH und IVT/TU Graz. Hrsg.: Umweltbundesamt Dessau-Roßlau.
- UBA (2025): Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger - Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2023, von Dr. Thomas Lauf, Michael Memmler, Sven Schneider, Umweltbundesamt, erschienen im Januar 2025 in Climate Change 03/2025.
- VDI 3782 Blatt 7 (2020): Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung – Luftbeimengungen. VDI-Richtlinie VDI 3782 Blatt 7. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, Mai 2020.

## 8.2 Materialien und Unterlagen

Für die vorliegende Untersuchung wurden u. a. die nachfolgenden Unterlagen verwendet, die durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurden:

- ZFO – Erweiterung Bauantrag – Übersicht Aussenanlage, 250331\_zfo\_AA\_übersicht\_250-Modell.pdf, Stand 26.03.2025
- Lageplan Knotenpunkt Nord Stand Juni 2025
- Lageplan Knotenpunkt Süd, A 8 / L 480 Umbau der Knotenpunkte im Bereich der Anschlussstelle Contwig. SCHÖNHOFEN Ingenieure, Stand Juni 2025.
- Lageplan Knotenpunkt Nord, A 8 / L 480 Umbau der Knotenpunkte im Bereich der Anschlussstelle Contwig. SCHÖNHOFEN Ingenieure, Stand Juni 2025.

VERTEC (2025): Verkehrsuntersuchung Erweiterung Fashion Outlet Center Zweibrücken“. VERTEC Ingenieurbüro für Verkehrsplanung und -technik, Koblenz, April 2025.

Brilon Bondzius Weiser (2025): Verkehrsuntersuchung, Optimierung der AS Contwig (A8). Brilon Bondzius Weiser Ingenieurgesellschaft mbH, Bochum, März 2025.

ROTH & PARTNER (2023): Erweiterung Zweibrücken Fashion Outlet Londoner Bogen 10 – 90, 66482 Zweibrücken, Baugrunderkundung und Gründungsberatung; Annweiler am Trifels 14.02.2023

L.A.U.B. - Ingenieurgesellschaft mbH (2024): Umweltbericht (Teil B zu Begrünung) 20. Teiländerung des Flächennutzungsplans der Stadt Zweibrücken für den Geltungsbereich des Bebauungsplans „Fabrikverkaufszentrum Zweibrücken“ mit Darstellung der 46. Teiländerung des Flächennutzungsplans der Verbandsgemeinde Zweibrücken-Land, Zweckverband Entwicklungsgebiet Flugplatz Zweibrücken; Kaiserslautern 01.10.2024

-

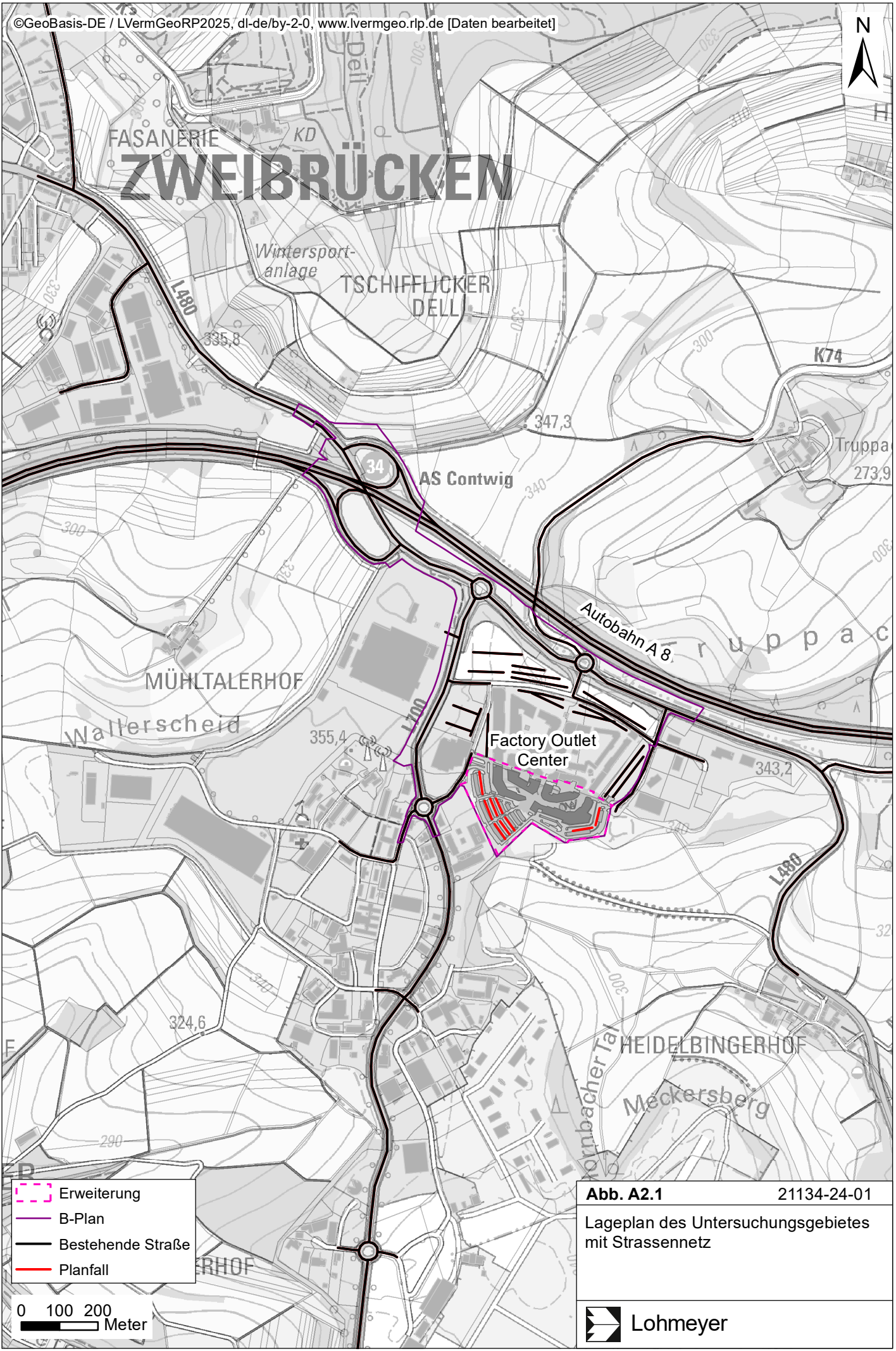
**A N H A N G**  
**A1 EMISSIONSFAKTOREN**

Verkehrssituation	Neigung	Reisegeschwindigkeit in km/h	spezifische Emissionsfaktoren 2035 je Kfz in g/km					
			TTW		WTTel		WTTfo	
			LV	SV	LV	SV	LV	SV
AB>130	±0 %	142.7	159.0	439.6	16.7	19.1	35.4	93.5
AB>130	+2 %	142.7	203.2	1014.8	22.1	34.7	45.3	219.1
AB>130	+4 %	142.7	248.0	1544.2	27.5	48.3	55.3	334.9
AB>130	-2 %	142.7	117.2	49.0	11.7	2.6	26.1	8.1
AB>130	-4 %	142.7	76.9	16.2	7.1	-11.1	17.1	0.9
AO-HVS70	±0 %	67.0	87.4	426.5	10.9	24.1	19.2	90.1
AO-HVS70	±2 %	67.0	88.5	496.6	11.2	24.7	19.5	105.4
AO-HVS70	±4 %	67.0	93.3	694.8	12.0	27.6	20.5	148.7
AO-HVS70	±6 %	67.0	104.4	924.8	12.9	34.3	23.0	198.9
AO-HVS70d	±0 %	53.8	100.8	458.1	11.9	23.9	22.2	97.0
AO-HVS70d	±2 %	53.8	101.0	526.8	12.1	24.7	22.2	112.0
AO-HVS70d	±4 %	53.8	104.6	710.4	12.7	27.9	23.0	152.1
AO-HVS70d	±6 %	53.8	121.3	933.1	13.4	35.0	26.8	200.7
AO-HVS70g	±0 %	37.0	123.5	880.1	14.1	34.0	27.3	189.1
AO-HVS80	±0 %	76.1	92.5	421.5	11.8	25.9	20.4	89.0
AO-HVS80	±2 %	76.1	93.2	493.9	12.1	26.1	20.5	104.8
AO-HVS80d	±0 %	62.0	91.4	413.5	11.2	24.5	20.1	87.3
AO-HVS80d	±2 %	62.0	91.2	490.2	11.5	25.1	20.1	104.0
AO-HVS80d	±4 %	62.0	99.4	694.3	12.3	28.0	21.9	148.6
IO-HVS50	±0 %	49.0	92.7	371.8	11.2	33.2	20.4	78.2
IO-HVS50	±2 %	49.0	93.4	431.0	11.4	34.6	20.5	91.1
IO-HVS50d	±0 %	39.6	109.2	402.8	12.7	33.4	24.0	85.0
IO-HVS50d	±2 %	39.6	108.5	461.8	12.9	35.4	23.8	97.8
IO-HVS50d	±4 %	39.6	111.1	623.3	13.6	40.7	24.4	132.9
IO-HVS50d	±6 %	39.6	124.8	822.3	14.3	52.9	27.4	176.2
IO-HVS50g	±0 %	24.9	144.3	840.9	16.6	56.3	31.7	180.3
IO-HVS50g	±4 %	24.9	149.2	934.0	17.4	58.1	32.8	200.6
IO-NS30	±0 %	33.6	114.9	515.0	12.8	46.6	25.2	109.5
IO-NS30	±4 %	33.6	121.5	668.4	13.6	53.5	26.6	142.9
IO-NS30	±6 %	33.6	128.7	840.4	14.4	63.8	28.2	180.2

IO-NS30d	±0 %	26.5	130.7	545.9	14.5	46.2	28.7	116.2
IO-NS30d	±2 %	26.5	131.3	581.7	14.8	48.5	28.8	124.0
IO-NS30g	±0 %	17.1	161.1	678.7	17.9	46.2	35.5	145.1
IO-NS30g	±2 %	17.1	175.7	711.4	18.2	47.2	38.8	152.2

Tab. A1.1: THG-Emissionsfaktoren in g/km je Kfz für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2035 (TTW = tank to wheel, WTT = well to tank, el = elektrisch, fo = fossil)

**A N H A N G**  
**A2 ABBILDUNGEN**



- Erweiterung
- B-Plan
- Bestehende Straße
- Planfall

0 100 200  
Meter

**Abb. A2.1** 21134-24-01  
Lageplan des Untersuchungsgebietes  
mit Strassennetz



