



Lohmeyer

FLUGHAFEN MÜNCHEN
BPOL SONDERBAU MUC
FACHBEITRAG GLOBALES KLIMA

Auftraggeber:

Flughafen München GmbH
Postfach 23 17 55
85326 München-Flughafen

Bearbeitung:

Lohmeyer GmbH
Niederlassung Karlsruhe

M. Ed. B. Kassel

Dipl.-Geoökol. H. Lauerbach

Dipl.-Geogr. T. Nagel

M. Sc. met. K. Sokur

Dezember 2025, ergänzt Januar 2026
Projekt 21348-25-01
Berichtsumfang 57 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN	4
ABKÜRZUNGEN	8
1 AUFGABENSTELLUNG	10
2 RECHTLICHE GRUNDLAGE	11
3 VORGEHENSWEISE	13
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
4 EINGANGSDATEN	21
4.1 Lage des Plangebiets	21
4.2 Verkehrsdaten	23
4.3 Bebauungsstrukturen	23
4.3.1 Informationen zu den Gebäuden im Plangebiet	23
4.3.2 Informationen zu den Verkehrswegen im Plangebiet	24
4.3.3 Informationen zur Energiebereitstellung für die Gebäude	24
5 LANDNUTZUNG	25
5.1 Boden	25
5.2 Vegetation	25
6 ENERGIEVERBRÄUCHE	26
6.1 Abschätzung der Energieverbräuche der Gebäude	26
6.2 Zusammenfassung der Energieverbräuche der Gebäude	28
7 EMISSIONEN	29

7.1 Verkehrsbedingte Emissionen	29
7.1.1 Direkte verkehrsbedingte THG-Emissionen	29
7.1.2 Indirekte verkehrsbedingte THG-Emissionen	31
7.1.3 Verkehrsbedingte Gesamtemissionen	33
7.2 Lebenszyklusemissionen der Gebäude	34
7.2.1 THG-Emissionen für die Wärmeversorgung der Gebäude	34
7.2.2 THG-Emissionen für die Stromversorgung der Gebäude	35
7.2.3 Vermiedene THG-Emissionen durch Photovoltaik	36
7.2.4 THG-Emissionen für den Neubau von Gebäuden	37
7.2.5 THG-Emissionen für die Sanierung und den Abriss von Bestandsgebäuden	38
7.3 Lebenszyklusemissionen der Verkehrswege	38
7.3.1 THG-Emission für den Bau und Unterhalt von Verkehrswegen	38
7.4 Emissionsbilanz / Zusammenfassung	39
7.4.1 Verkehrsbedingte Emissionen	39
7.4.2 Lebenszyklusemissionen der Gebäude	40
7.4.3 Vermiedene THG-Emissionen durch Photovoltaik	40
7.4.4 Lebenszyklusemissionen der Verkehrswege	40
7.4.5 Gesamtbilanzierung	40
8 EINORDNUNG	42
8.1 Möglichkeiten zur Verringerung der THG-Emissionen	42
8.2 Einordnung der THG-Emissionen	43
9 QUELLEN	46
9.1 Literatur	46
9.2 Materialien und Unterlagen	49
A1 EMISSIONSFAKTOREN	51
A2 ABBILDUNGEN	54

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

CO₂-Äquivalente

Für die Bilanzierung von Treibhausgasen werden zum einen die klimarelevanten Anteile der direkten CO₂-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 CO₂-Äquivalenten berücksichtigt. Die Angabe von CO₂-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 m³ Luft (µg/m³ oder mg/m³).

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 (CO₂), Lachgas (N₂O), Methan (CH₄) oder Ozon (O₃)), 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 CO₂-Äquivalenten (kg CO₂ eq), welche die Masse CO₂ 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 CO₂- 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 CO₂-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 CO₂/ km oder extern aufladbare Plug-In Hybridfahrzeuge (sofern sie CO₂ Emissionen von unter 50 g CO₂/ km aufweisen). Durch die Produktion und den Verkauf von ZLEV können Hersteller bei der Ermittlung des CO₂-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 CO₂- Flottenwerte der Hersteller auswirkt: Im Jahr 2020 zählt in der Berechnung der CO₂-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 CO₂/ km.

Jahresarbeitszahl

Die Jahresarbeitszahl einer Wärmepumpe misst das Verhältnis von zugeführter Energie (Strom) zu erzeugter Energie (abgegebener Wärme) über ein Jahr.

Kilowatt peak

Kilowatt peak (kW_p) ist eine Maßeinheit, die die maximale Leistung einer Photovoltaikanlage unter Standard-Testbedingungen (STC) angibt.

ABKÜRZUNGEN

BF	Bezugsfall
BMWSB	Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen
BRI	Bruttorauminhalt
BVWP	Bundesverkehrswegeplan
BW	Bauwerk
C _{org}	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)
kW _p	Kilowatt peak

1 AUFGABENSTELLUNG

Im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens für das Vorhaben "BPOL Sonderbau MUC" am Flughafen München 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 Baukörpern im Plangebiet sowie die THG-Emissionen aus Landnutzungsänderungen.

Das Vorhaben "BPOL Sonderbau MUC" wird im Folgenden als Planfall bzw. Planung und die von der baulichen Änderung betroffenen Grundstücke als Plangebiet bezeichnet.

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 CO₂-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 Treibhausgasminderung 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 Bayerischen Klimaschutzgesetz (BayKlimaG, 2020) sind die Klimaschutzziele für das Land Bayern spezifiziert. Dort ist festgelegt, dass die Netto-Treibhausgasneutralität im Gegensatz zum KSG bereits bis zum Jahr 2040 erreicht werden soll. Analog zum KSG ist als Zwischenziel bis 2030 eine Minderung der Treibhausgasemissionen um mindestens 65 % im Vergleich zu 1990 festgelegt.

Auch im BayKlimaG (2020) wird die allgemeine Vorbildfunktion der öffentlichen Hand hervorgehoben.

Vor diesem Hintergrund ist im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens für das Vorhaben "BPOL Sonderbau MUC" am Flughafen München eine Ökobilanz zu erstellen.

3 VORGEHENSWEISE

Die durch ein Bauvorhaben entstehenden THG-Emissionen setzen sich aus mehreren Beiträgen zusammen. Zur Beschreibung der durch die Planung 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 das „Ad-hoc-Arbeitspapier zur Berücksichtigung von großräumigen Klimawirkungen bei Straßenbauvorhaben“ (FGSV 2023), sowie das Arbeitspapier vor „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 die vorliegende Planung 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 „Energie-wirtschaft“,

- 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 CO₂ prinzipiell fünf weitere Gaskomponenten als klimarelevant betrachtet: Methan (CH₄), Lachgas (N₂O), Teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (HFC), Perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFC) sowie Schwefelhexafluorid (SF₆). Die Ausweisung der Gesamt-THG-Emissionen erfolgt in Form so genannter CO₂-Äquivalente, wobei die Emissionen jeder Komponente über einen entsprechenden Wirkfaktor bzgl. des CO₂-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 CO₂-Emissionen, d. h. ohne den biogenen Kraftstoffanteil betrachtet. Darüber hinaus werden im HBEFA auch Emissionsfaktoren für CO₂-Äquivalente ausgewiesen, die neben klimarelevantem CO₂, 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: CO₂(rep) 1, Methan (CH₄) 25 und Lachgas (N₂O) 298. Die Bilanzierung der betriebsbedingten THG-Emissionen erfolgt somit auf Basis der CO₂-Äquivalente (CO₂ 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)

Lebensweg- phasen gemäß DIN EN 15978	Herstel- lungsphase	Errich- tungs- phase	Nutzungs- phase	Entsor- gungs- phase	Vorteile und Belastun- gen außer- halb der System- grenzen
Module gemäß DIN EN 15978	A1 - A3	A4 - A5	B1 - B7	C1 - C4	D
Konstruktion	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
Betrieb			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 CO₂ in Form von organisch gebundenem Kohlenstoff (CO_{2org}) gespeichert (Speicherfunktion). Je nach Bodenform, Vegetationstyp und Nutzung werden aus dem Boden-Vegetation-System entweder Treibhausgase emittiert oder es wird CO₂ 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 CO₂-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_{org}-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_{org}-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 verkehrsbedingten Emissionsberechnungen sind als Eingangsgrößen die Lage des Plangrundstücks und des zu berücksichtigenden Straßen- und Fahrbahnnetzes sowie betriebs- und verkehrsspezifische Informationen von Bedeutung. Für die Lebenszyklusemissionen ist die geplante Bebauung und Energieversorgung zu betrachten. Vom Auftraggeber wurden als Grundlage für das vorliegende Gutachten u. a. aktuelle Pläne für den BPOL Sonderbau MUC sowie die Beschreibung und Erläuterung der Planung, das Ergebnis der Machbarkeitsstudie und der Erläuterungsbericht für den landschaftspflegerischen Begleitplan zur Verfügung gestellt.

4.1 Lage des Plangebiets

Das Grundstück für den geplanten BPOL Sonderbau befindet sich am nordwestlichen Rand des Geländes des Flughafens München. Für den Kfz-Verkehr erfolgt die Hauptzufahrt aus westlicher Richtung über die von Westen nach Osten orientierte Zentralallee (St 2584), die westlich des Flughafens Anschlüsse an die süd-nord-verlaufende Bundesstraße B 1 und die von Südwesten nach Nordosten verlaufende Autobahn A 92 enthält und in der Folge an das Autobahnkreuz Neufahrn angeschlossen ist.

In **Abb. 4.1** ist zur Übersicht ein Ausschnitt aus der topografischen Karte dargestellt, der Standort des Plangebiets ist rot markiert, die berücksichtigten Straßen sind violett hervorgehoben.

Das im Nordwesten des Flughafens gelegene Grundstück weist bislang keine Bebauung und Erschließung auf. Nördlich sowie westlich des Grundstücks befindet sich der Offroadpark des MSC Freisinger Bär e.V. Südlich grenzen bestehende bauliche Nutzungen an und östlich grenzt der mit einer Einfriedung umgebene Sicherheitsbereich des Flughafens an.

Mit der Planung ist mittig auf dem Grundstück ein zentraler ein- bis zweigeschossiger Gebäudekomplex vorgesehen. Westlich davon sind der zentrale Zufahrtsbereich für Kfz und Busse zum Gebäudeeingang sowie ca. 66 Kfz-Stellplätze mit Überdachungen vorgesehen. Östlich des Gebäudekomplexes schließen der Übergangsbereich zum Flughafengelände sowie ca. 22 Kfz-Stellplätze mit Überdachungen an.

Abb. 4.2 zeigt einen Ausschnitt aus dem Lageplan (Masterplan).

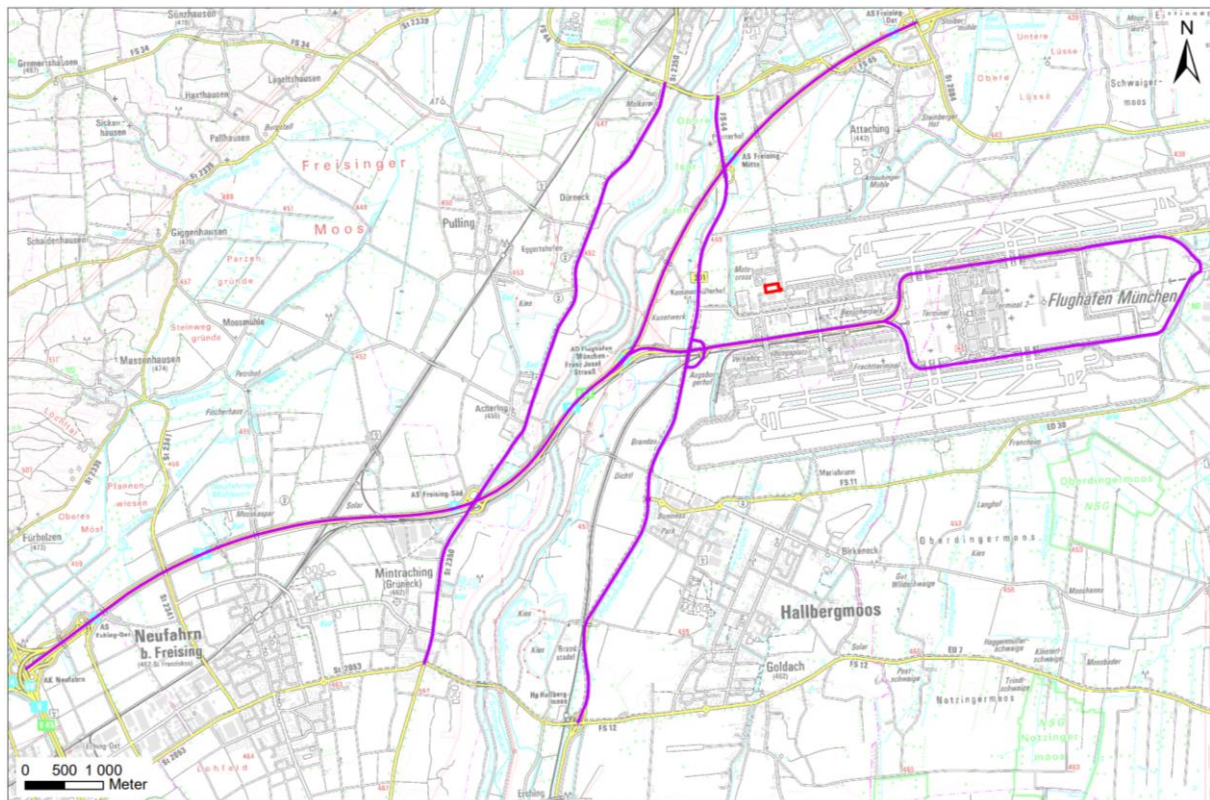


Abb. 4.1: Topografische Karte für den Standort (roter Umriss) und seine Umgebung. Kartengrundlage: DTK50, © Bayerische Vermessungsverwaltung, CC BY 4.0 DE geodatenonline.bayern.de

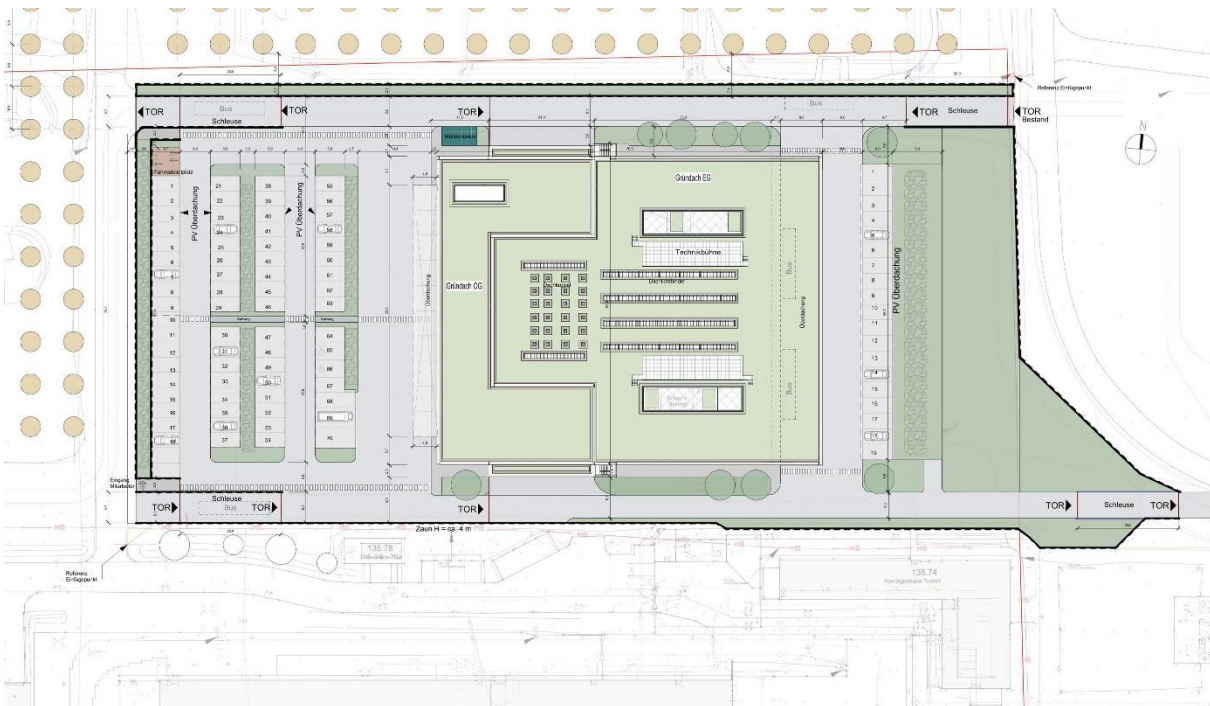


Abb. 4.2: Masterplan BPOL Sonderbau MUC (Stand 06.11.2025)

4.2 Verkehrsdaten

Die Angaben des Kfz-Verkehrs auf zuführenden Straßen zum Flughafen München werden aus Zählstellen der Hauptverkehrsstraßen für das Jahr 2023 entnommen (Bast, Bayern). Das sind Angaben über die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in Kfz pro 24 Stunden und Angaben über die täglichen Schwerverkehrsfahrten pro 24 Stunden.

Für den BPOL Sonderbau MUC liegt in dem Bericht der Bedarfsbegründung und Erläuterung (Flughafen München GmbH, 2025) eine Beschreibung des Nutzungskonzeptes vor. Das neue Rückführungsterminal bietet nach aktueller Planung die Kapazität zur Abfertigung eines Sammelcharters pro Tag. Dafür werden ca. 50 Rückführende pro Tag genannt, womit auf dem Grundstück zusätzlich bis ca. 420 Begleitpersonen anwesend sind. Eine überschlägige Abschätzung der damit verbundenen möglichen Kfz-Fahrten nennt ca. 69 Fahrten pro Tag zum Plangrundstück, davon 6 Busfahrten sowie 136 Fahrten zum Parkhaus P44. Zudem werden Einzelmaßnahmen mit ca. 50 Rückführenden pro Tag genannt, für die auf dem Grundstück zusätzlich bis ca. 217 Begleitpersonen anwesend sind. Eine überschlägige Abschätzung der damit verbundenen möglichen Kfz-Fahrten nennt ca. 113 Fahrten pro Tag zum Plangrundstück und 55 Fahrten zum Parkhaus P44.

Mit dem Planvorhaben sind insgesamt für die Zu- und Abfahrt 746 Kfz-Fahrten pro Tag und davon 12 Busfahrten zu erwarten; etwa die Hälfte der Kfz-Fahrten erfolgt zum Parkhaus P44. Für den Transport zu den Flugzeugen leiten sich im Mittel ca. 20 Fahrten pro Tag ab.

Die für die Berechnungen berücksichtigten Verkehrsstärken sind in **Abb. A2.2** und in **Abb. A2.3** im Anhang dargestellt.

Für die Stellplatzanlagen werden die genannten Fahrten auf die Fahrstrecken zu den Stellplätzen aufgeteilt.

4.3 Bebauungsstrukturen

4.3.1 Informationen zu den Gebäuden im Plangebiet

Es ist ein zweigeschossiges freistehendes Gebäude geplant mit einer Bruttogrundfläche von ca. 5 100 m². Die maximale Höhe des Gebäudes soll ca. 12.6 m betragen. In dem Gebäude sollen alle Prozesse am Flughafen München, die zur Rückführung benötigt werden, abgebildet werden. Das Gebäude weist entsprechend verschiedene Nutzungsbereiche auf.

4.3.2 Informationen zu den Verkehrswegen im Plangebiet

Die zu errichtenden Verkehrswege im Plangebiet umfassen ca. 5 000 m² Straßen, ca. 600 m² Fußgängerwege, ca. 1 270 m² Parkplatzflächen. Im nördlichen Teil des Plangebiets ist eine Straßenfläche von ca. 1 060 m² in Bestand vorhanden, diese bleibt bestehen.

4.3.3 Informationen zur Energiebereitstellung für die Gebäude

Ein Anschluss an das Fernwärme- und Fernkältenetz der Flughafen München GmbH ist nicht vorgesehen. Die Klimatisierung bzw. Heizen und Kühlen soll durch eine Luft-Wasser Wärmepumpe erfolgen.

Auf den geeigneten Dachflächen des Gebäudes und der Parkplatzflächen wird Photovoltaik installiert. Der hierdurch erzeugte Strom wird in das Netz der Flughafen München GmbH eingespeist und ausschließlich zur Eigenstromversorgung des Flughafens verwendet.

5 LANDNUTZUNG

Aus dem Landschaftspflegerischen Begleitplan (Grünplan, 2025) geht hervor, dass die Erweiterung des Flughafengeländes eine Fläche in einem Umfang von 1.72 ha betrifft. Die Neuversiegelung betrifft bisher weitgehend unbefestigte Grünflächen

5.1 Boden

Als geologische Einheit liegen quartäre Flussschotter aus wechselnd sandigen und steinigen Kiesen vor. Ursprünglich dominierten im Vorhabengebiet für das Erdinger Moos typische grundwasserbeeinflusste Böden. Im Kartiergebiet des LBP war das ursprünglich vermutlich ein kalkhaltiger Gley aus carbonatreichem Schotter mit Flussmergelaufage. Der Untersuchungsraum liegt im Randbereich des Flughafengeländes und wurde mit den großräumigen Erdarbeiten zum Flughafenneubau z.T. verändert. Die Böden unterlagen somit einer starken anthropogenen Überprägung (Oberbodenabtrag, Erdbewegungen und Bodenmodellierung, Aufbringen und Abtrag von Bodenmaterial). Sie haben ihre ursprüngliche Profilabfolge verloren. Die anstehenden Böden sind somit aufgrund ihrer Bodengenese als degradiert, deutlich anthropogen überprägt und nicht natürlich anzusehen.

5.2 Vegetation

Der Vorhabensbereich wird von Grünland ohne nennenswerten Gehölzaufwuchs eingenommen. Im Kartiergebiet haben Grünflächen gegenwärtig einen Anteil von fast 74 %. Bebaute, versiegelte und befestigte Flächen nehmen (Stand April 2025) etwas über 26 % des Untersuchungsraums ein.

Zum FFH-Gebiet DE 7537-301.05 „Isarauen“ besteht ein Mindestabstand von über 1.2 km. Das Vogelschutzgebiet DE 763-471 „Nördliches Erdinger Moos“ schließt unmittelbar nördlich und östlich (Grünflächen um die nördliche Start- und Landebahn) an. Durch die Erweiterung des Flughafengeländes werden keine gesetzlich geschützte Biotope gemäß § 30 BNatSchG i.V.m. Art. 23 BayNatSchG in Anspruch genommen.

Das Vorhaben sieht Begrünungs- und Pflanzmaßnahmen auf nicht bebauten Flächen vor. Daneben sind landschaftspflegerische Ausgleichsmaßnahmen zur Kompensation außerhalb des Vorhabensgebiets vorgesehen.

Eine Bewertung der Landnutzungsänderung durch das Vorhaben bezogen auf die Belange der Treibhausgase ist daher im vorliegenden Gutachten nicht erforderlich.

6 ENERGIEVERBRÄUCHE

Das Terminalgebäude ist noch in Planung. Die Energieverbräuche für den Wärme- und Strombedarf werden daher mit Hilfe der mittleren Faktoren nach DGNB (2022) abgeschätzt. Die voraussichtlichen zukünftigen Nutzungen zusammen mit den Nettogrundflächen werden auf Grundlage der zur Verfügung gestellten Planung abgeleitet.

6.1 Abschätzung der Energieverbräuche der Gebäude

Die DGNB (2022) gibt im Rahmen ihres Bilanzierungstools flächenabhängige Energiekennwerte für verschiedene Nutzungen vor. Diese Teilenergiekennwerte entsprechen nach IWU (2017) einem Energieaufwand in der mittleren Klasse (Klasse C, der Energieaufwandsklassen A - E). Bei Verwendung von marktgängigen bzw. darüberhinausgehenden Effizienztechniken, ist von einem geringeren Energieverbrauch im Betrieb auszugehen. In BBSR (2021) werden Teilenergiekennwerte für fünf Energieaufwandsklassen (EAK) aufgeführt. Die niedrigste Energieaufwandsklasse (EAK sehr gering) entspricht Klasse A und somit einem Gebäude mit fortgeschrittenen Effizienztechniken.

Da der Flughafen München das Nachhaltigkeitsziel „Net-Zero bis 2035“ verfolgt, werden für die Abschätzung die Teilenergiekennwerte der Energieaufwandsklasse sehr gering nach BBSR (2021) verwendet. Diese sind aufgeschlüsselt in Werte für den flächenabhängigen Energiebedarf für Heizung, Warmwasser, Beleuchtung, Luftförderung, Kühlung, Hilfsenergie Kälte, Be- und Entfeuchtung 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 des geplanten Gebäudes vorgenommen (vgl. **Tab. 6.1**).

Für die Nutzungszonen werden Energiekennwerte für typische, vergleichbare Nutzungen nach BBSR (2021) angesetzt. Die angesetzten spezifischen Verbrauchsfaktoren sind in **Tab. 6.2** zusammengefasst.

Nutzungsbereich	Nettogrundfläche in m ²	Standardnut- zungseinheit nach BBSR (2021)	Nettogrundfläche in m ²
Annahme	961	Theater - Foyer	961
Lager, Aufenthalt, Büro	840	Großraumbüro	2 851
Wartebereich	1 021		
Büros OG	520		
Clearingstelle	294		
Reserve	176		
Gewahrsamsbereich	272	WC und Sanitär- räume	350
WC, Waffen, Technik	78		
Erschließung	270	Verkehrsfläche	349
Boarding	30		
Rauchen	49		
Technik	146	Lager	146
Summe			4 657

Tab. 6.1: Nettogrundflächen der für das Plangebiet angesetzten Gebäude. Grundlage: Abschätzung anhand zur Verfügung gestellter Planunterlagen

Standardnut- zungseinheit nach BBSR (2021)	Hei- zung	Warm- was- ser	Be- leuch- tung	Luft- förde- rung	Küh- lung	Hilfse- nergie Kälte	Be- u. Ent- feuch- ten	Ar- beits- hilfen
	kWh/ (m ² *a)	kWh/ (m ² *a)	kWh/ (m ² *a)	kWh/ (m ² *a)	kWh/ (m ² *a)	kWh/ (m ² *a)	kWh/ (m ² *a)	kWh/ (m ² *a)
Großraumbüro	17.6	7.9	14.4	8.1	3.8	6.8	7.1	1.5
WC und Sanitär- räume	44.4	1.2	1.9	12.3	1.9	4	10.7	0
Verkehrsfläche	24.5	1.2	1.5	0	0.1	0.3	0	0
Lager, Technik, Archiv	31.3	1.2	0.3	0.2	0.4	0.8	0.2	0
Foyer (Theater und Veranstal- tungsbauten)	18.4	1.2	3.3	10.6	2.2	3.7	9.3	0

Tab. 6.2: Flächenbezogene Teilenergiekennwerte zur Abschätzung der Energieverbräuche nach Standardnutzungseinheit nach BBSR (2021)

6.2 Zusammenfassung der Energieverbräuche der Gebäude

Anhand der Nettogrundflächen der Standardnutzungseinheiten sowie der flächenbezogenen Teilenergiekennwerte nach BBSR (2021) (vgl. **Tab. 6.2**) werden die in **Tab. 6.3** aufgeführten Energiebedarfe ermittelt. Es ergibt sich ein Nutzwärmebedarf für die Heizung und die Warmwassererzeugung von gerundet 121.2 MWh/a sowie ein Stromverbrauch für Beleuchtung, Luftförderung, Kühlung und Arbeitshilfen von gerundet 158.6 MWh/a.

Standardnutzungseinheit nach BBSR (2021)	Heizung	Warmwasser	Beleuchtung	Luftförderung	Kühlung	Hilfsenergie Kälte	Be- u. Entfeuchten	Arbeitshilfen
	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a
Großraumbüro	17.6	7.9	14.4	8.1	3.8	6.8	7.1	1.5
WC und Sanitärräume	44.4	1.2	1.9	12.3	1.9	4	10.7	0
Verkehrsfläche	24.5	1.2	1.5	0	0.1	0.3	0	0
Lager, Technik, Archiv	31.3	1.2	0.3	0.2	0.4	0.8	0.2	0
Foyer (Theater und Veranstaltungsbauten)	18.4	1.2	3.3	10.6	2.2	3.7	9.3	0
Summe	96 520	24 690	45 458	37 614	13 706	24 564	32 954	4 277

Tab. 6.3: Abschätzung der Energieverbräuche nach Standardnutzungseinheit nach BBSR (2021)

7 EMISSIONEN

7.1 Verkehrsbedingte Emissionen

7.1.1 Direkte verkehrsbedingte THG-Emissionen

Mit dem Betrieb der Kfz im Betriebsgelände 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.

7.1.1.1 Emissionsfaktoren

Die Emissionsbestimmung erfolgt auf Grundlage der oben beschriebenen Verkehrsdaten, der angesetzten Verkehrssituationen und der Emissionsfaktoren des HBEFA4.2 (UBA 2022) für die direkten Treibhausgasemissionen für das Bezugsjahr 2030. 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-HVS100:	Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 100 km/h
AO-HVS80:	Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 80 km/h
IO-HVS60:	Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 60 km/h
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-NS30:	Innerörtliche Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h
IO-NS30d	Innerörtliche Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h, dichter Verkehr

IO-NS30g	Innerörtliche Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h, gesättigter Verkehr
IO-NS30s	Innerörtliche Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h, Stop&Go

Der gesättigte Verkehr wird für den Kreisverkehr angesetzt. Innerhalb der Stellplatzanlagen 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 CO₂-Äquivalente der dynamischen Kfz-Flottenzusammensetzung für das Prognosejahr 2030, klassifiziert wie im HBEFA für Längsneigungsklassen in 2 %-Stufen für Gegenverkehrsstrecken. Für PKW-Fahrten beträgt entsprechend HBEFA der Anteil der elektrisch betriebenen Fahrleistungen auf Autobahnen ca. 9 %, außerorts ca. 14 % und innerorts ca. 15 %; für leichte Nutzfahrzeuge beträgt er ca. 9 % und für schwere Nutzfahrzeuge zwischen ca. 3 % auf Autobahnen, ca. 4 % außerorts und ca. 5 % innerorts.

Die angesetzten Verkehrssituationen sind in **Abb. A2.4** im Anhang dargestellt.

7.1.1.2 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 CO₂-Bilanzierung werden die Änderungen für den Planfall 2030 gegenüber dem Prognosenullfall 2030 aufgezeigt. Für den Kfz-Verkehr bedingt durch den Betrieb des BPOL Sonderbau MUC wird für die überschlägige Treibhausgasermittlung für die öffentlichen Straßen angesetzt, dass die Zufahrt vornehmlich über die Zentralallee (St 2584) und die Autobahn A 92 vom Autobahnkreuz Neufahrn erfolgt.

Für den Prognosenullfall 2030 wird für die lokalen Straßenabschnitte der angesetzten Flughafenzufahrt (vgl. Anhang 2, **Abb. A2.1**) eine CO₂ eq-Freisetzung von ca. 66 622 Tonnen pro Jahr bei einer Jahresfahrleistung von ca. 326.2 Millionen Fahrkilometern berechnet. Für den Planfall umfassen die Treibhausgasfreisetzungen auf dem lokalen Straßennetz inklusive Stellplatzanlagen und betriebsbedingten Fahrten des BPOL Sonderbau MUC ca. 67 210 Tonnen pro Jahr an CO₂-Äquivalenten bei einer Jahresfahrleistung von ca. 329.5 Millionen Fahrkilometern. Das entspricht einer lokalen Zunahme der Treibhausgasfreisetzungen um ca. 588 t/a (ca. 0.9 %) und einer Zunahme der Fahrleistung um ca. 1 %.

Von den genannten planungsbedingten THG-Zunahmen entfallen ca. 27 Tonnen pro Jahr auf das Plangrundstück BPOL Sonderbau MUC mit Flughafengelände und davon ca. 21 Tonnen pro Jahr auf die Fahrten zu den Flugzeugen auf dem Flughafengelände.

Die Ergebnisse für die betrachteten Straßennetze sind in **Tab. 7.1** zusammengestellt.

Unter- suchungsfall	THG- Emission	Änderung gegenüber Prognosenußfall		Fahr- leistung	Änderung gegenüber Prognosenußfall	
	t CO ₂ eq/a	t CO ₂ eq/a	%	Mio. km/a	Mio. km/a	%
Prognosenußfall Kfz-Verkehr	66 622	-	-	326.2	-	-
Planfall Kfz-Verkehr	67 210	588	0.9%	329.5	3.3	1.0%
Davon außerhalb öffentlicher Stra- ßen	27	-	-	0.17	-	-
Davon Flughafen- gelände	21			0.15	-	-

Tab. 7.1: THG-Emissionen im Sektor Verkehr („Tank-to-Wheel“) und Fahrleistung auf dem betrachteten Straßennetz der Flughafenzufahrt und für den Planfall inklusive Stellplatzanlage und Kfz-Betrieb des BPOL Sonderbau MUC für die betrachteten Untersuchungsfälle 2030

7.1.2 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.

7.1.2.1 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 % ausmachten (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“).

7.1.2.2 Emissionen

Für den Prognosenullfall 2030 wird durch den Betrieb der Kfz auf den umliegenden Straßenabschnitten der angesetzten Flughafenzufahrt eine Energiemenge verbraucht, die bei der Herstellung von Strom für die Elektroantriebe eine CO₂ eq-Freisetzung von ca. 3 112 Tonnen pro Jahr bei EU-Mix und bei der Herstellung fossiler Brennstoffe für Verbrennerantriebe eine CO₂ eq-Freisetzung von ca. 14 670 Tonnen pro Jahr bewirkt; das sind zusätzlich ca. 4.7% 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 auf dem lokalen Straßennetz inklusive Stellplatzanlagen und betriebsbedingten Fahrten des BPOL Sonderbau MUC für Elektroantriebe CO₂ eq-Freisetzungen von ca. 3 143 Tonnen pro Jahr bei EU-Mix sowie für den Treibstoff der Verbrennerantriebe CO₂ eq-Freisetzungen von ca. 14 800 Tonnen pro Jahr berechnet.

Die Ergebnisse sind in **Tab. 7.2** zusammengefasst.

Untersuchungsfall	THG-Emission Elektroantrieb	Änderung gegenüber Prognosenußfall		THG-Emission fossile Brennstoffe	Änderung gegenüber Prognosenußfall	
	t CO ₂ eq/a	t CO ₂ eq/a	%	t CO ₂ eq/a	t CO ₂ eq/a	%
Prognosenußfall Kfz-Verkehr	3 112	-	-	14 670	-	-
Planfall Kfz-Verkehr	3 143	31	1.0%	14 800	130	0.9%
Davon außerhalb öffentlicher Straßen	1.4	-	-	5.9	-	-
Davon Flughafengelände	1.1	-	-	4.6	-	-

Tab. 7.2: THG-Emissionen im Sektor Energiewirtschaft („Well-to-Tank“) auf dem betrachteten Straßennetz der Flughafenzufahrt und für den Planfall inklusive Stellplatzanlage und Kfz-Betrieb des BPOL Sonderbau MUC für die betrachteten Untersuchungsfälle 2030

7.1.3 Verkehrsbedingte Gesamtemissionen

Die **Tab. 7.3** fasst die Gesamtemissionen der verkehrsbedingten Treibhausgase für den Prognosenußfall und den Planfall zusammen.

Von den gesamten verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen entfällt sowohl im Prognosenußfall als auch im Planfall mit ca. 78.9 % 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 21.1 % einen kleineren Anteil aus.

Für den Betrieb des geplanten BPOL Sonderbau MUC liegen in diesem Planungsstadium noch keine Informationen zum Flugverkehr wie Flugstrecken, eingesetzte Flugzeuge etc. vor. Für eine Einordnung der mit den Flügen zusammenhängenden THG-Emissionen kann überschlägig auf verfügbare Emissionsrechner pro Person und Flug zurückgegriffen werden (z.B. <https://www.atmosfair.de/de/kompensieren/flug>). Unter Annahme von ca. 360 Abflügen pro Jahr mit jeweils ca. 50 Personen und Flugdistanzen zwischen ca. 1 900 km und ca. 2 700 km lassen sich THG-Emissionen von ca. 6 900 Tonnen pro Jahr und 10 080 Tonnen pro Jahr ableiten und können als vergleichende Angaben zu den Kfz-verkehrsbedingten THG-Freisetzungen aufgefasst werden.

	TTW	WTT	WTW
Prognosenullfall Kfz-Verkehr (Flughafenzufahrt)	66 622	17 782	84 404
Planfall Kfz-Verkehr (Flughafenzufahrt und BPOL Sonderbau MUC Betrieb)	67 210	17 943	85 153
Kfz-Verkehr: Änderung Planfall zu Prognosenullfall	588	161	749
Relative Änderung Planfall zu Prognosenullfall	0.9%	0.9%	0.9%

Tab. 7.3: THG-Gesamtemissionen in t CO₂ eq/a für den Kfz-Verkehr auf dem betrachteten Straßennetz der Flughafenzufahrt und für den Planfall inklusive Stellplatzanlage und Kfz-Betrieb des BPOL Sonderbau MUC für die betrachteten Untersuchungsfälle 2030

7.2 Lebenszyklusemissionen der Gebäude

Die Wärmeversorgung soll durch eine Luft-Wasser Wärmepumpe erfolgen. Die Stromversorgung wird ergänzt durch Photovoltaikanlagen auf dem Dach des geplanten Gebäudes und auf Überdachungen der geplanten Parkplätze. Strombedarfe, die über die Leistung der PV-Anlagen hinausgehen, sollen über den europäischen Strommix gedeckt werden.

In Artikel 44a der Bayerischen Bauordnung (BayBO 2007) ist eine Verpflichtung zur Installation von Photovoltaikanlagen auf mindestens einem Drittel der geeigneten Dachflächen vorgeschrieben. Die vorliegende Planung geht über diesen Wert hinaus.

7.2.1 THG-Emissionen für die Wärmeversorgung der Gebäude

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. 7.4 fasst die verwendeten Emissionsfaktoren und Nutzungsgrade aus UBA (2025) zusammen.

Energieträger	Emissionsfaktor in g CO₂ eq/kWh				Bemerkung
	Vorkette	Direkte Emissionen	Fremde Hilfsenergie	Gesamt	
Elektro-Wärmepumpe, Umgebungswärme – aerothermisch – Luft/Wasser	13.777	0	137.295	151.072	Jahresarbeitszahl (JAZ): 3.2

Tab. 7.4: Emissionsfaktoren für die Wärmeversorgung aus UBA (2025)

Mit dem in **Tab. 7.4** dargestellten Emissionsfaktor und dem aus **Tab. 6.3** berechneten Nutzwärmebedarf für Heizung und Warmwasser von 121.2 MWh/a ergeben sich die in **Tab. 7.5** dargestellten THG-Emissionen von 18.3 tCO₂ eq/a.

Energieträger	Nutzwärmebedarf für Heizung in MWh/a	Emissionsfaktor in g CO ₂ eq/kWh	THG-Emissionen in t CO ₂ eq/a
Elektro-Wärmepumpe, Umgebungswärme – aerothermisch – Luft/Wasser	121.2	151.072	18.3

Tab. 7.5: Emissionen bei dezentraler Wärmeversorgung

7.2.2 THG-Emissionen für die Stromversorgung der Gebäude

Der Strombedarf für die Energieversorgung des Gebäudes wird über den europäischen Strommix gedeckt. Die durch die Installation von Photovoltaik auf den Parkplatzüberdachungen und dem Gebäudedach erzeugte Energie wird in das Netz des Flughafen München eingespeist.

Für die Bestimmung der THG-Emissionen für die 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 in g CO₂ eq/MJ sind für das Bezugsjahr 2035 in **Abb. 7.1** dargestellt. Daraus ergibt sich ein Emissionsfaktor von 301.32 g CO₂ eq/kWh.

Der Strombedarf des Gebäudes für Beleuchtung, Luftförderung, Kühlung, Hilfsenergie Kälte, Be- und Entfeuchtung und Arbeitshilfen beträgt im Planzustand in Summe 158.6 MWh/a (vgl. **Tab. 6.1**). Mit dem Emissionsfaktor für den EU-Strommix von 301.32 g CO₂ eq/kWh ergeben sich jährlichen THG-Emissionen von 47.8 kg CO₂ eq/a (vgl. **Tab. 7.6**).

Energieträger	Nutzung	Energieversorgung pro Energieträger in kWh/a	Emissionsfaktor in g CO ₂ eq/kWh	THG-Emissionen in t CO ₂ eq/a
EU-Strommix	Gebäude	158 572	301.32	47.8

Tab. 7.6: THG-Emissionen durch die Stromversorgung mittels dem europäischen Strommix 2035 nach HBEFA 4.2 (UBA, 2022)

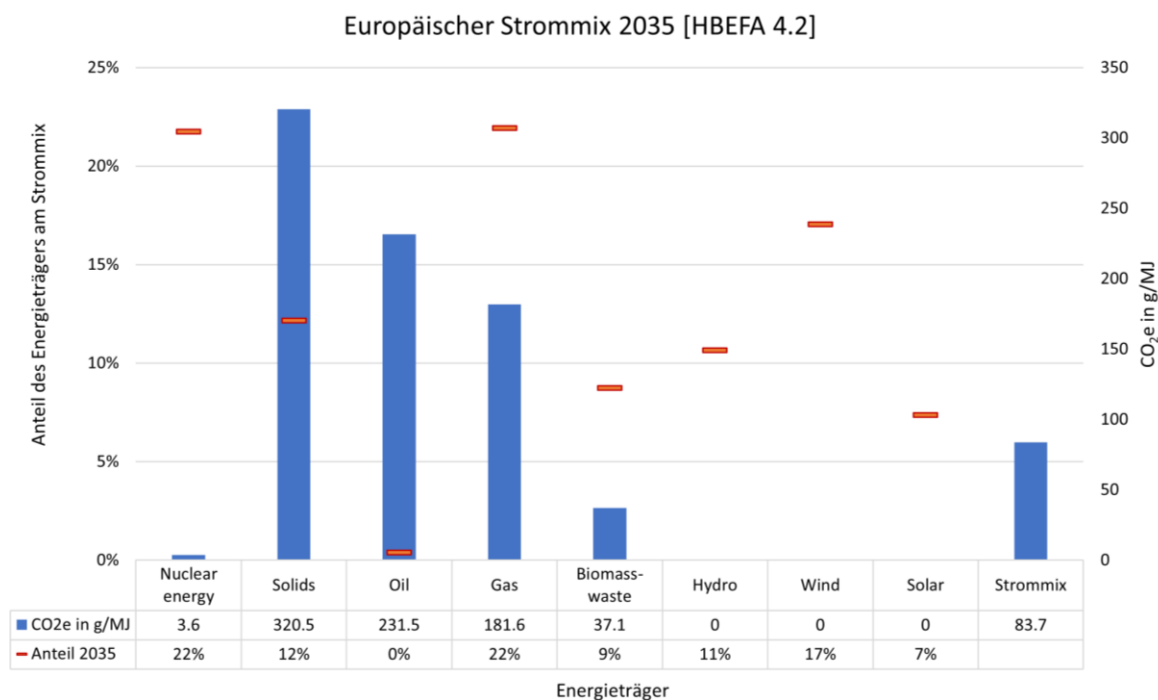


Abb. 7.1: Europäischer Strommix 2035 nach HBEFA 4.2 (UBA, 2022)

7.2.3 Vermiedene THG-Emissionen durch Photovoltaik

Für die Bestimmung der vermiedenen THG-Emissionen durch die Einspeisung der mittels Photovoltaik erzeugten Energie in das Netz des Flughafen München werden die Emissionsfaktoren für PV-Anlagen aus UBA (2025) und für den europäischen Strommix aus HBEFA 4.2 entnommen.

In **Tab. 7.7** sind die Emissionsfaktoren für PV-Anlagen aus UBA (2025) zusammengefasst.

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

Tab. 7.7: Emissionsfaktoren für die Stromversorgung mit Photovoltaik aus UBA (2025)

Die für die Photovoltaik nutzbaren Flächen wurden aus dem Masterplan (Stand 24.09.2025) abgeleitet.

Dort ist für die Solarüberdachung der Parkplätze östlich des geplanten Gebäudes eine Fläche von ca. 370 m² angegeben und für die Parkplatzfläche westlich des geplanten Gebäudes

eine Fläche von 1 266 m². Es wird angenommen, dass 90% dieser Flächen mit PV-Modulen bedeckt ist. Damit ergeben sich 1 472 m² an PV-Fläche über den Parkplätzen.

Die für die PV-Nutzung geeignete Dachfläche des Gebäudes wurde aus der Dachfläche abzüglich der Dachlichtbänder, Schächte und andere Aufbauten zu 2 871 m² ermittelt. Es wird angenommen, dass 80% dieser Flächen mit PV-Modulen bedeckt ist. Damit ergeben sich 2 297 m² an PV-Fläche auf dem Gebäudedach

Unter Berücksichtigung einer durchschnittlichen Nennleistung von 0.2 kWp/m² berechnet sich für die PV-Anlagen eine Leistung von ca. 459 360 kWh/a auf den Dachflächen und von 294 480 kWh/a auf den Parkplatzüberdachungen.

Die durch den erzeugten PV-Strom vermiedenen THG-Emissionen (negative THG-Emissionen) berechnen sich unter Berücksichtigung des Emissionsfaktors für PV-Anlagen von 56.51 g CO₂ eq/kWh und dem Emissionsfaktor für den EU-Strommix von 301.32 g CO₂ eq/kWh. Pro kWh an eingespeistem PV-Strom werden somit 244.81 g CO₂ eq im Vergleich zum EU-Strommix vermieden.

Eine Bestimmung der vermiedenen THG-Emissionen ist in **Tab. 7.8** aufgeführt. Diese betragen -184.5 t CO₂ eq/a.

Energieträger	Nutzung	Energieversorgung pro Energieträger in kWh/a	Emissionsfaktor in g CO ₂ eq/kWh	vermiedene THG-Emissionen in t CO ₂ eq/a
PV-Anlage (Dach)	Stromproduktion	459 360	-244.81	-112.5
PV-Anlage (Parkplatz)	Stromproduktion	294 480	-244.81	-72.1
Summe				-184.5

Tab. 7.8: Vermiedene THG-Emissionen durch die Photovoltaik-Anlage nach UBA (2025) und dem europäischen Strommix 2035 nach HBEFA 4.2 (UBA, 2022)

7.2.4 THG-Emissionen für den Neubau von Gebäuden

Das neu zu errichtende Gebäude umfasst eine Nettogrundfläche von etwa 4 657 m². Aufgrund der Geschosshöhe und der kleinteiligen Raumaufteilung handelt es sich um kein Hallengebäude. Die zu errichtende Bebauung wird daher dem Typ I nach DGNB zugeordnet.

Die Lebenszyklusemission für die Konstruktion (siehe **Tab. 3.1**) des Gebäudes wird vereinfacht mit Hilfe der Referenzwerte der DGNB berechnet. Für Gebäude des Typs I liegt dieser bei 9.4 kg CO₂ eq/(m² a) für eine Nutzungsdauer von 50 Jahren. Als Bezugsgröße dient die Netto-Grundfläche (NGF).

Die für die Berechnung berücksichtigte Nettogrundfläche in Abhängigkeit des Gebäudetyps nach DGNB sowie die entsprechenden THG-Emissionen sind in **Tab. 7.9** aufgelistet. Die Emissionen, die durch den Bau des geplanten Gebäudes entstehen, werden mit 43.8 t CO₂ eq/a abgeschätzt.

Gebäudetyp nach DGNB (2020)	Nettogrundfläche in m ²	Emissionsfaktor in kg CO ₂ eq/(m ² a)	THG-Emissionen in t CO ₂ eq/a
Typ I	4 657	9.4	43.8

Tab. 7.9: THG-Emissionen durch den Neubau des zu errichtenden Gebäudes nach DGNB (2010)

7.2.5 THG-Emissionen für die Sanierung und den Abriss von Bestandsgebäuden

Die Fläche für den geplanten BPOL Sonderbau am Flughafen München vorgesehene Fläche ist unbebaut, daher werden keine THG-Emissionen durch Sanierung oder Abriss von Bestandsgebäuden berücksichtigt.

7.3 Lebenszyklusemissionen der Verkehrswege

7.3.1 THG-Emission für den Bau und Unterhalt von Verkehrswegen

Die zu errichtenden Verkehrswege im Plangebiet umfassen die Straßen, Fußgängerwege und Parkplatzflächen. Insgesamt sind Verkehrswege mit einer Nettogrundfläche von 6 870 m² zu berücksichtigen. Die Straße im Bestand, welche nördlich des geplanten Gebäudes verläuft, bleibt erhalten und wird daher nicht berücksichtigt.

Die THG-Emissionen durch den Bau und Unterhalt neu zu errichtender Verkehrswege werden anhand der Emissionsfaktoren aus Mottschall und Bergmann (2013) abgeschätzt (**Tab. 7.10**). 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 ₂ -Äquivalent in kg CO ₂ eq/(m ² 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. 7.10: Lebenszyklusemissionen von Straßenbauvorhaben (Mottschall und Bergmann, 2013)

Für die zu errichtenden Straßen wird aufgrund der starken Beanspruchung der Emissionsfaktor für Bundesstraßen angesetzt. Für die Fußgängerwege und Parkplätze wird in einem konservativen Ansatz der Emissionsfaktor für Gemeindestraßen verwendet. Die berechneten THG-Emissionen sind in **Tab. 7.11** dargestellt. Für die Verkehrswege wird ein Bezugszeitraum von 60 Jahren berücksichtigt.

Die Emissionen, die durch den Bau und Unterhalt der Verkehrswege im Plangebiet entstehen, werden mit insgesamt 28.2 t CO₂ eq/a abgeschätzt.

Bereich	Straßenkategorie	Grundfläche im m ²	Emissionsfaktor in kg CO ₂ eq/(m ² a)	THG- Emissionen in t CO ₂ eq/a
Straßen	Bundesstraßen	5 000	4.6	23
Gehwege, Parkplätze	Gemeindestraßen	1 870	2.8	5.2
Summe				28.2

Tab. 7.11: THG-Emissionen durch den Bau der Verkehrswege im Plangebiet

7.4 Emissionsbilanz / Zusammenfassung

7.4.1 Verkehrsbedingte Emissionen

Die berechneten jährlichen verkehrsbedingten THG-Emissionen für den öffentlichen Verkehr auf dem lokalen Straßennetz der angesetzten Flughafenzufahrt und mit dem Betrieb der Stellplatzanlagen und Fahrten des BPOL Sonderbau MUC sind für den Prognosenußfall und den Planfall 2030 in **Tab. 7.3** aufgeführt.

Im Prognosenullfall 2030 umfassen die Treibhausgasfreisetzen 84 404 t/a an CO₂-Äquivalenten. Für den Planfall 2030 umfassen die Treibhausgasfreisetzen 84 688 t/a an CO₂-Äquivalenten. Das entspricht einer lokalen Zunahme der Treibhausgasfreisetzen um ca. 284 t CO₂ eq/a und ca. 0.3 %.

7.4.2 Lebenszyklusemissionen der Gebäude

Die auf Basis der getroffenen Annahmen abgeschätzten THG-Emissionen aus dem Lebenszyklus und dem Betrieb des Gebäudes sind in **Tab. 7.12** zusammengefasst. Für die Gebäude wird nach ÖKOBAUDAT (BMWSB, 2023) ein Bezugszeitraum von 50 Jahren angesetzt, um die mittleren jährlichen Emissionen aus Betrieb und Konstruktion abzuleiten.

Für die Wärmeversorgung mit einer Luft-Wasser Elektro-Wärmepumpe berechnen sich jährliche Emissionen von 18.3 t CO₂ eq/a.

Die jährlichen Emissionen für die Stromversorgung des geplanten Gebäudes wird mit 47.8 t CO₂ eq/a berechnet.

Die jährlichen Emissionen, die durch den Bau des Gebäudes berechnen sich zu 43.8 t CO₂ eq/a.

7.4.3 Vermiedene THG-Emissionen durch Photovoltaik

Durch den erzeugten PV-Strom berechnen sich die jährlichen vermiedenen THG-Emissionen im Vergleich zum EU-Strommix zu -184.5 t CO₂ eq/a.

7.4.4 Lebenszyklusemissionen der Verkehrswege

Die jährlichen Emissionen, die durch den Bau der Verkehrswege entstehen, berechnen sich zu 28.2 t CO₂ eq/a. Es wird ein Bezugszeitraum von 60 Jahren angesetzt.

7.4.5 Gesamtbilanzierung

Die mittleren jährlichen THG-Emissionen für das Vorhaben sind in **Tab. 7.12** zusammengefasst. Für die Gesamtbetrachtung der jährlichen Emissionen wurden die Emissionen für den Bau der Verkehrswege in einem vereinfachten Ansatz mit aufsummiert. Die Gesamtemissionen berechnen sich zu 702.6 t CO₂ eq/a.

Prozess	CO₂-Emissionen (gesamt)
Verkehrsbedingte Emissionen	
Differenz PF-BF	749 t CO ₂ eq/a
Energieversorgung	
Wärmeversorgung der Gebäude	
Elektro-Wärmepumpe (Luft-Wasser)	18.3 t CO ₂ eq/a
Stromversorgung des Gebäudes	
Stromversorgung (Netz)	47.8 t CO ₂ eq/a
Vermiedene Emissionen durch Stromproduktion	
PV-Anlage	-184.5 t CO ₂ eq/a
Neubau des Gebäudes	
Mittlere jährliche Emissionen über 50 Jahre	43.8 t CO ₂ eq/a
Neubau von Verkehrswegen	
Mittlere jährliche Emissionen über 60 Jahre	28.2 t CO ₂ eq/a
Summe mittlere jährliche Emissionen	702.6 t CO ₂ eq/a

Tab. 7.12: Zusammenfassung der überschlägig ermittelten THG-Emissionen in t CO₂ eq/a durch Errichtung und Betrieb der Gebäude im Plangebiet und den Kfz-Verkehr

8 EINORDNUNG

8.1 Möglichkeiten zur Verringerung der THG-Emissionen

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

Im Bayerischen Klimaschutzgesetz (BayKlimaG, 2020) sind die Klimaschutzziele für das Land Bayern spezifiziert. Dort ist festgelegt, dass die Netto-Treibhausgasneutralität im Gegensatz zum KSG bereits bis zum Jahr 2040 erreicht werden soll. Analog zum KSG ist als Zwischenziel bis 2030 eine Minderung der Treibhausgasemissionen um mindestens 65 % im Vergleich zu 1990 festgelegt.

Die Formulierung eines singulären Klimaschutzzieles für die Planung lässt sich daraus allerdings nicht ableiten. Es kann aber festgestellt werden, dass die Umsetzung der Planung 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 Plangebiet 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-Anlagen eine Versorgung über den europäischen Strommix 2035 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 Flughafens 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 Plangebiet 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.
- Der Einsatz von Elektrofahrzeugen für Fahrten zu den Flugzeugen kann die betriebsbedingten verkehrlichen THG-Freisetzen verringern, insbesondere durch direkte Speisung über die eigene Photovoltaikanlage
- Der Einsatz von Elektrofahrzeugen für regelmäßige Mitarbeiterfahrten kann die verkehrlichen THG-Freisetzen verringern, insbesondere durch direkte Speisung über die eigene Photovoltaikanlage

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.

8.2 Einordnung der 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 Jahresemissionsgesamtmengen 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 Jahresemissionsgesamtmengen für diese Jahre sicherstellen; dies gilt bis einschließlich zum Jahr 2029.

Das Klimaschutzgesetz (KSG, 2024) benennt unter anderem nationale Klimaschutzziele. Darin werden Minderungen der Treibhausgasemissionen gegenüber 1990 benannt und in Listen zusammengestellt. Gegenüber dem Jahr 1990 mit ca. 1 251 Millionen Tonnen CO₂eq pro Jahr sollen bis 2030 die CO₂ eq-Freisetzen auf 438 Millionen Tonnen pro Jahr reduziert werden; das entspricht einer verbindlichen Reduktion um ca. 65 %. 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 6 %, um in kontinuierlichen Schritten das vorgegebene Klimaziel zu erreichen.

Verkehr

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 einem Ausstoß von maximal 438 Millionen Tonnen THG pro Jahr sind die für den BPOL Sonderbau MUC ermittelten THG von 749 t/a an CO₂ eq für den Verkehr ein sehr geringer Wert, der den Sektoren Verkehr und Energiewirtschaft zuzurechnen ist; gleichwohl entsprechen sie einer lokalen Zunahme.

Baubedingte THG-Emissionen

In Bezug auf das bundesweit angestrebte Ziel für 2030 von einem Ausstoß von maximal 438 Millionen Tonnen THG pro Jahr sind die für den BPOL Sonderbau MUC ermittelten THG von 43.8 t/a an CO₂ eq für den Neubau des Gebäudes zusammen mit den 28.2 t/a an CO₂ eq für den Neubau der Verkehrswege sehr geringe Werte, die dem Sektor Industrie zuzurechnen sind; gleichwohl entsprechen sie einer lokalen Zunahme. Da die THG-Emissionen für

den Neubau der Gebäude grob mit Hilfe des Referenzwertes der DGNB abgeschätzt wurden, können durch Auswahl klimafreundlicher Baumaterialien niedrigere Werte erzielt werden.

Energieversorgung des Gebäudes

Die Energieverbräuche für den Wärme- und Strombedarf wurden mit Hilfe der nutzungsbezogenen Energiekennwerte nach BBSR (2021) abgeschätzt. Die angesetzte niedrigste Energieaufwandsklasse (EAK sehr gering) entspricht einem Gebäude mit fortgeschrittenen Effizienztechniken.

Die für die Energieversorgung des Gebäudes ermittelten THG betragen 66.1 t/a an CO₂ eq. In Bezug auf das bundesweit angestrebte Ziel für 2030 von einem Ausstoß von maximal 438 Millionen Tonnen THG pro Jahr ist dies ein sehr geringer Wert; gleichwohl entspricht es einer lokalen Zunahme. Dem Sektor Gebäude werden nach KSG (2019) ausschließlich die Emissionen am Gebäudestandort aus der Verbrennung von Energieträgern zugeordnet die Emissionen aus der Vorkette (externe Bereitstellung von Fernwärme, Fernkälte oder Strom) fallen in den Sektor Energiewirtschaft.

Zusätzlich werden durch die PV-Anlage THG-Emissionen von -184.5 t CO₂ eq/a vermieden.

9 QUELLEN

9.1 Literatur

1. BImSchV (2010): Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen – 1. BImSchV) vom 26. Januar 2010 (BGBl. I, Nr. 4, S. 38), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 13. Oktober 2021 (BGBl. I Nr. 73, S. 4676), in Kraft getreten am 1. Januar 2022.

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.

BayBO (2007): Bayerische Bauordnung (BayBO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. August 2007 (GVBl. S. 588, BayRS 2132-1-B), die zuletzt durch die §§ 4 und 5 des Gesetzes vom 25. Juli 2025 (GVBl. S. 254) geändert worden ist

BayNatSchG (2011): Gesetz über den Schutz der Natur, die Pflege der Landschaft und die Erholung in der freien Natur (Bayerisches Naturschutzgesetz – BayNatSchG) Vom 23. Februar 2011 (GVBl. S. 82) BayRS 791-1-U

BBSR (2021): Vergleichswerte für den Energieverbrauch von Nichtwohngebäuden. Anpassung eines vorliegenden Berechnungstools zur Ableitung von neuen Vergleichswerten für Energieverbrauchsangabe. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR), BBSR-Online-Publikation 37/2021, Bonn, Dezember 2021

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.

BNatSchG (2009): Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz – BNatSchG) vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), zuletzt geändert durch Artikel 48 des Gesetzes vom 23. Oktober 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 323).

Bundesregierung (2023): Fragen und Antworten zur Energiewende. Anteil der Erneuerbaren Energien steigt weiter. www.bundesregierung.de.

- BVWP (2030): Bundesverkehrswegeplan 2030, Stand August 2016. Hrsg.: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Berlin.
- 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, abgerufen am 25.11.2024.
- DGNB (2022): CO₂-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.
- EEG (2023): Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 22. Mai 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 133) geändert worden ist.
- 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.
- IWU (2017): Teilenergiekennwerte – Neue Wege in der Energieanalyse von Nichtwohngebäuden im Bestand. Teilenergiekennwerte von Nichtwohngebäuden – Methodische Grundlage, empirische Erhebung und systematische Analyse, Forschungsprojekt im Forschungsschwerpunkt Energieoptimiertes Bauen (ENOB), gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie unter dem Förderkennzeichen 0327431J. Institut für Wohnen und Umwelt GmbH, Darmstadt, 9.01.2017

- 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.
- 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 (2010): Modellrechnungen zu den Immissionsbelastungen bei einer verstärkten Verfeuerung von Biomasse in Feuerungsanlagen der 1. BImSchV. Umweltbundesamt, Forschungskennzahl 205 43 263, Juni 2010.
- 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.

9.2 Materialien und Unterlagen

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

- Freiflächengestaltungsplan Masterplan. Delta ImmoTec GmbH, Stand 24.09.2025.
- Masterplan. Vorplanung. Delta ImmoTec GmbH, Stand 06.11.2025.
- Machbarkeitsstudie. Neubau eines Rückführungsterminals. FMG, Bundesanstalt für Immobilienaufgaben, Bundespolizei, Delta ImmoTec GmbH, Stand 07.02.2025
- Plangenehmigungsverfahren. Erweiterung nördliches Bebauungsband /Neubau Rückführungsterminal der Bundespolizei. Bedarfsbegründung und Erläuterung. Flughafen München GmbH, 02.06.2025
- Straßenverkehrszählung Bayern: Ergebnisse 2023. Online unter: <https://www.baysis.bayern.de>, (abgerufen im Oktober 2025).
- Automatische Straßenverkehrszählung Bast 2023. Online unter: <https://www.bast.de>, (abgerufen im Oktober 2025).

A N H A N G
A1 EMISSIONSFAKTOREN

A1 EMISSIONSFAKTOREN

Verkehrssituation	Neigung	Reisegeschwindigkeit in km/h	spezifische Emissionsfaktoren 2030 je Kfz in g/km					
			TTW		WTTel		WTTfo	
			LV	SV	LV	SV	LV	SV
AB>130	±0 %	142.7	184.7	495.7	9.4	12.6	41.0	105.4
AB>130	±2 %	142.7	185.9	598.0	9.5	12.2	41.3	127.7
AO-HVS100	±0 %	94.0	122.0	503.1	8.2	17.1	27.0	107.3
AO-HVS100	±2 %	94.0	122.7	579.2	8.4	16.9	27.1	123.9
AO-HVS80	±0 %	76.1	110.9	480.7	7.0	15.7	24.4	101.7
AO-HVS80	±2 %	76.1	111.9	561.7	7.2	15.8	24.6	119.3
AO-HVS80d	±0 %	62.0	109.9	471.5	6.7	14.7	24.2	99.6
AO-HVS80d	±2 %	62.0	110.0	557.3	6.8	15.1	24.2	118.3
AO-HVS80g	±2 %	42.0	142.2	843.7	8.3	18.0	31.3	180.7
AO-HVS70	±0 %	67.0	104.9	485.4	6.5	14.6	23.1	102.7
AO-HVS70d	±0 %	53.8	121.7	520.8	7.1	14.4	26.8	110.4
AO-HVS70d	±2 %	53.8	122.3	597.9	7.2	14.9	26.9	127.2
AO-HVS70g	±0 %	37.0	150.0	995.7	8.4	20.5	33.1	213.9
AO-HVS70g	±2 %	37.0	150.8	1017.6	8.5	20.5	33.2	218.6
IO-HVS60	±0 %	58.0	108.9	437.1	6.7	18.0	23.8	92.2
IO-HVS60	±2 %	58	110.9	504.1	6.9	18.8	24.3	106.7
IO-HVS60	±4 %	58	116.8	698.9	7.3	21.3	25.6	149.0
IO-HVS60d	±0 %	47.1	129.0	465.7	7.5	17.8	28.3	98.4
IO-HVS60d	±2 %	47.1	129.0	531.9	7.6	18.8	28.3	112.8
IO-HVS60d	±4 %	47.1	132.6	716.1	8.0	21.5	29.0	152.7
IO-HVS60g	±0 %	29.6	161.3	744.4	9.0	23.8	35.5	158.9
IO-HVS60g	±2 %	29.6	161.6	781.1	9.1	23.7	35.5	166.9
IO-HVS50	±2 %	49.0	113.2	498.7	6.8	18.7	24.8	105.6
IO-HVS50	±4 %	49.0	118.6	691.3	7.2	21.3	26.0	147.4
IO-HVS50d	±0 %	39.6	132.6	466.4	7.5	18.1	29.1	98.5
IO-HVS50d	±4 %	39.6	135.5	717.2	8.1	22.1	29.7	153.0
IO-HVS50g	±0 %	24.9	176.3	966.7	9.9	30.6	38.7	207.3
IO-NS30	±0 %	33.6	139.2	600.4	7.6	24.3	30.5	127.8

Verkehrssituation	Neigung	Reisegeschwindigkeit in km/h	spezifische Emissionsfaktoren 2030 je Kfz in g/km					
			TTW		WTTel		WTTfo	
			LV	SV	LV	SV	LV	SV
IO-NS30d	±0 %	26.5	158.8	636.2	8.6	24.0	34.8	135.6
IO-NS30g	±0 %	17.1	197.0	782.9	10.6	24.8	43.4	167.4
IO-NS30s	±0 %	9.6	249.7	1056.2	14.6	31.9	55.2	226.7

Tab. A1.1: THG-Emissionsfaktoren in g/km je Kfz für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2030 (TTW = tank to wheel, WTT = well to tank, el = elektrisch, fo = fossil)

A N H A N G
A2 ABBILDUNGEN

A2 ABBILDUNGEN