



Lohmeyer

BEBAUUNGSPLAN
"INDUSTRIEGEBIET BERG 2. ERWEITERUNG"
AUSFÜHRUNGEN ZUM KLIMASCHUTZ

Auftraggeber:
Große Kreisstadt Ehingen (Donau)
Marktplatz 1
89584 Ehingen (Donau)

Bearbeitung:
Lohmeyer GmbH
Niederlassung Dresden

M.Sc. Met. C. Seidel
Dipl.-Geogr. T. Nagel

Dr. rer. nat. I. Düring

April 2024
Projekt 10496-24-01
Berichtsumfang 64 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN	3
ABKÜRZUNGEN	6
1 AUFGABENSTELLUNG	7
2 VORGEHENSWEISE / METHODIK	10
2.1 Verkehrsbedingte Emissionen	11
2.2 Lebenszyklusemissionen von Gebäuden	12
2.2.1 Allgemeines.....	12
2.2.2 Lebenszyklusemission für Bilanzrahmen „Konstruktion“ der Gebäude	14
2.2.3 Lebenszyklusemission für Bilanzrahmen „Betrieb“ der Gebäude	14
2.3 Landnutzungsänderung durch das Vorhaben	15
2.4 Gesamtbilanzierung	16
3 EINGANGSDATEN	17
3.1 Lage des Bebauungsplangebietes.....	17
3.2 Verkehrsdaten	18
3.3 Gebäudedaten im Planfall	18
3.4 Informationen zur Energiebereitstellung für die geplanten Gebäude	23
3.5 Neu zu errichtende Verkehrsflächen im B-Plan	24
3.6 Informationen zur Landnutzung	24
4 ENERGIEVERBRÄUCHE	26
5 EMISSIONEN	29
5.1 Verkehrsbedingte Emissionen	29
5.2 Lebenszyklusemissionen der Gebäude	29
5.2.1 THG-Emission für Heizenergie und Warmwasser	29
5.2.2 THG-Emission für den Stromverbrauch der Gebäude.....	33
5.2.3 THG-Emissionen für den Neubau der Gebäude.....	35
5.3 Lebenszyklusemissionen für Bau und Unterhalt von Verkehrswegen	36

5.3.1 Emissionsfaktoren	36
5.3.2 Emissionen	37
5.4 THG-Emissionen durch Landnutzungsänderungen am Standort.....	37
5.4.1 Böden	37
5.4.2 Vegetationskomplexe/Biotope	38
5.5 Emissionsbilanz / Zusammenfassung.....	39
5.5.1 Verkehrsbedingte Emissionen	39
5.5.2 THG-Emissionen aus dem Lebenszyklus der Gebäude	40
5.5.3 Zusammenfassung	44
6 EINORDNUNG DER ERGEBNISSE UND FAZIT	46
7 LITERATUR	50
ANLAGE 1: BETRIEBSBEDINGTE EMISSIONEN ÖFFENTLICHER STRAßENVERKEHR	51

Hinweise:

Vorliegender Bericht darf ohne schriftliche Zustimmung der Lohmeyer GmbH nicht auszugswise 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

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^3 Luft ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ oder mg/m^3).

THG-Emission

Unter THG-Emissionen versteht man im Folgenden die Summe der Emissionen an Treibhausgasen (z. B. Kohlendioxid (CO_2), Lachgas (N_2O), Methan (CH_4) oder Ozon (O_3)), 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_2 -Äquivalenten ($\text{kg CO}_2\text{e}$), welche die Masse CO_2 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 Geschwindigkeitsbeschränkung, Ausbaugrad, Vorfahrtregelung etc. charakterisiert. In der vom Umweltbundesamt herausgegebenen Datenbank „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ sind für verschiedene Verkehrssituationen Angaben über Schadstoffemissionen angegeben.

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.

ABKÜRZUNGEN

BMWSB	Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen
BRI	Bruttorauminhalt
BVWP	Bundesverkehrswegeplan
BW	Bauwerk
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
OU	Ortsumfahrung
PF	Planfall
PROBAS	Prozessorientierte Basisdaten für Umweltmanagementsysteme
SSU	Straßen-, Stadt-, und U-Bahnen
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 Juni 2021 wurde vom Bundestag das geänderte Bundes-Klimaschutzgesetz (Änderung mit Gesetz vom 18.08.2021, BGBl. I S. 3905) beschlossen. Mit dem neuen Gesetz wird das Ziel der Klimaneutralität um fünf Jahre auf 2045 vorgezogen. Der Weg dahin wird mit verbindlichen Zielen für die 20er und 30er Jahre festgelegt. Das Zwischenziel für 2030 wird von derzeit 55 auf 65 Prozent Treibhausgasreduzierung gegenüber 1990 erhöht. Für 2040 gilt ein neues Zwischenziel von 88 Prozent Minderung.

Das Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) 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 verfolgen¹.

Im Sinne einer Vorbildfunktion der öffentlichen Hand wird im § 13 des KSG ein sog. Berücksichtigungsgebot formuliert:

(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

¹ <https://www.bmu.de/gesetz/bundes-klimaschutzgesetz>

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 Treibhausgasreduzierung 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 Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW, 2023) sind die Klimaschutzziele für das Land Baden-Württemberg spezifiziert. Dort ist festgelegt, dass die Netto-Treibhausgasneutralität im Gegensatz zum Bundes-Klimaschutzgesetz bereits bis zum Jahr 2040 erreicht werden soll. Analog zum Bundes-Klimaschutzgesetz ist als Zwischenziel bis 2030 eine Minderung der Treibhausgasemissionen um mindestens 65 % im Vergleich zu 1990 festgelegt.

Auch im KlimaG BW (2023) wird die allgemeine Vorbildfunktion der öffentlichen Hand hervorgehoben. Im § 5 wird formuliert:

(1) Der öffentlichen Hand kommt beim Klimaschutz und der Klimawandelanpassung unter Berücksichtigung der Klima-Rangfolge in ihrem Organisationsbereich eine allgemeine Vorbildfunktion zu. Dies gilt, sofern die Organisation der Aufgabenerledigung nicht abschließend durch Bundesrecht geregelt ist oder eine gemeinsame Umsetzung von Maßnahmen durch das Land mit dem Bund oder der Europäischen Union vorgesehen ist.

(2) Die Gemeinden und Gemeindeverbände erfüllen die Vorbildfunktion in eigener Verantwortung. Sie betreiben Klimaschutz und Klimawandelanpassung auch bei einem Tätigwerden innerhalb der kommunalen Daseinsvorsorge; Klimaschutz und Klimawandelanpassung sind öffentliche Aufgaben gemäß § 2 Absatz 1 der Gemeindeordnung und § 2 Absatz 1 Satz 1 der Landkreisordnung. Das Land wird die Gemeinden und Gemeindeverbände beim Klimaschutz und der Klimawandelanpassung unterstützen. Näheres soll in einer Vereinbarung zwischen Land und kommunalen Landesverbänden beschlossen werden.

Im § 7 wird zudem noch ein Klimaberücksichtigungsgebot formuliert:

Die öffentliche Hand hat im Rahmen ihrer Zuständigkeit bei Planungen und Entscheidungen den Zweck dieses Gesetzes und die zu seiner Erfüllung beschlossenen Ziele bestmöglich zu berücksichtigen.

Vor diesem Hintergrund ist im Rahmen der Planungen zum B-Plan „Industriegebiet Berg 2. Erweiterung“ in Ehingen (Donau) eine THG-Bilanzierung (Treibhausgas) zu erstellen.

2 VORGEHENSWEISE / METHODIK

Die durch ein Bauvorhaben entstehenden Treibhausgasemissionen setzen sich aus mehreren Beiträgen zusammen. Für Straßenbauvorhaben existiert die „Arbeitshilfe zur Erstellung eines Fachbeitrags Klimaschutz für Straßenbauvorhaben in Mecklenburg-Vorpommern – ‚AD-HOC ARBEITSHILFE KLIMASCHUTZ‘ “ vom 01.08.2022², 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 Bundes-Klimaschutzgesetzes (KSG)³ einbezieht.

In der sektoralen Bilanzierung des KSG 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.

² Bericht von Bosch & Partner sowie Füsser & Partner RA im Auftrag des Landesamtes für Straßenbau und Verkehr Mecklenburg-Vorpommern

³ <http://www.gesetze-im-internet.de/ksg/KSG.pdf>

Die Bilanzierung der THG-Emissionen aus dem Lebenszyklus des Vorhabens erfolgt dabei auf der Ebene einer grundlegenden Bewertung auf Basis der Festlegungen im Bebauungsplan.

2.1 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 im vorliegenden Projekt 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. Die Bilanzierung der betriebsbedingten THG-Emissionen erfolgt somit auf Basis der CO₂-Äquivalente.

Die Bestimmung der Änderung der THG-Emissionen des öffentlichen Verkehrs ist in Anlage 1 des vorliegenden Berichtes ausführlich erläutert und dargestellt.

2.2 Lebenszyklusemissionen von Gebäuden

2.2.1 Allgemeines

Der Lebenszyklus eines Gebäudes setzt sich aus verschiedenen Lebenswegphasen zusammen. Nach DIN EN 15978 sind dies (siehe auch **Tab. 2.1**):

- Herstellung
- Errichtung
- Nutzung
- Entsorgung und
- ggf. Vorteile und Belastungen außerhalb der Systemgrenzen

Lebenswegphasen gemäß EN 15978	Herstellungsphase	Errichtungsphase	Nutzungsphase	Entsorgungsphase	Vorteile und Belastungen außerhalb der Systemgrenzen
Module gemäß EN 15978	A1 - A3	A4 - A5	B1 - B7	C1 - C4	
Konstruktion	A1 Rohstoffbereitstellung A2 Transport A3 Herstellung	A4 Transport A5 Bau/Einbau	B1 Nutzung B2 Instandhaltung B3 Reparatur B4 Ersatz B5 Umbau/Erneuerung	C1 Abbruch C2 Transport C3 Abfallbewirtschaftung C4 Deponierung	D Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- und Recycling-Potenzial
Betrieb			B6 Betrieblicher Energieeinsatz B7 Betrieblicher Wassereinsatz		

Tab. 2.1: Phasen des Lebenszyklus eines Gebäudes nach DIN EN 15978

In einer vollständigen Bilanzierung der THG-Emissionen im Lebenszyklus eines Gebäudes müssen alle Phasen berücksichtigt werden. Abhängig vom Zeitpunkt der Erstellung der Bilanz im Planungsprozess variiert allerdings der Grad der Genauigkeit. Die DIN EN 15978 unterscheidet dazu drei Typen der Bewertung. Typ 1 umfasst dabei eine „grundlegende“ Bewertung in einer frühen Phase der Konzeptentwicklung oder Grundentwurfsphase. Typ 2 und 3 beschreiben die Bewertung mit „mittlerem Detaillierungsgrad“ bzw. eine „umfassende“ Bewertung. Im vorliegenden Projekt auf Planungsebene B-Plan-Entwurf erfolgt die Bilanzierung analog zu Bewertungstyp 1.

Die Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen (DGNB) beschreibt dazu in ihrem Rahmenwerk für klimaneutrale Gebäude und Standorte⁴ die Methodik der CO₂-Bilanzierung zur Bestimmung der Lebenszyklusemissionen von Gebäuden. Grundsätzlich werden in Anlehnung an die Lebenswegphasen der DIN EN 15978 zwei sogenannte Bilanzrahmen betrachtet:

- a. der „Bilanzrahmen Betrieb“ und
- b. 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)

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. Sollte überschüssige, am Standort produzierte erneuerbare Energie exportiert werden, wird diese von der Bilanz abgezogen.

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

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.

⁴ https://issuu.com/dgnb1/docs/dgnb_rahmenwerk_2020

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.

2.2.2 Lebenszyklusemission für Bilanzrahmen „Konstruktion“ der Gebäude

Bei 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) liefert dazu THG-Emissionen für die einzelnen Bauteile unterschieden nach den Modulen des Lebenszyklus.

Liegt keine Ökobilanzberechnung vor, wie im vorliegenden Fall, kann nach Rahmenwerk der DGNB vereinfacht der Referenzwert der DGNB verwendet werden, um die THG-Emissionen der Konstruktion abzuschätzen. Dieser liegt für Gebäude von Typ I (Büro, Bildung, Wohnen, Hotel, Verbrauchermärkte, Shopping Center, Geschäftshäuser, Versammlungsstätten, Gesundheitsbauten) bei $9.4 \text{ kg CO}_2\text{e}/(\text{m}^2 \text{ NGF} \cdot \text{a})$ für eine Nutzungsdauer von 50 Jahren. Für Gebäude vom Typ II (Logistik, Produktion, Versammlungsstätten) liegt der Referenzwert bei $1.2 \text{ kg CO}_2\text{e}/(\text{m}^3 \text{ BRI} \cdot \text{a})$ bzw. $12 \text{ kg CO}_2\text{e}/(\text{m}^3 \text{ NGF} \cdot \text{a})$ für eine Nutzungsdauer von 50 Jahren. Als Bezugsgröße dient der Brutto-Rauminhalt (BRI) bzw. die Netto-Grundfläche (NGF).

2.2.3 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 auf ein Industriegebiet nicht anwendbar. Der Strom- und Wärmebedarf eines Industriegebiets ist stark abhängig vom sich ansiedelnden Industriebetrieb und kann somit auf Basis eines B-Plans nur sehr grob abgeschätzt werden.

Im Bilanzierungstool der DGNB (2022) sind flächen- und nutzungsabhängige Energiekennwerte für den Strom- und Wärmeverbrauch hinterlegt, welche im Folgenden zur Abschätzung verwendet werden. Diese enthalten auch Werte für die Nutzung als Gewerbe- oder Lagerhallen, welche u.a. typische Nutzungen in einem Industriegebiet darstellen. In den Energie-

kennwerten enthalten ist der Stromverbrauch durch Beleuchtung, Kühlung, Luftförderung und für Arbeitshilfen sowie der Wärmeverbrauch für Heizung und Warmwasser.

2.3 Landnutzungsänderung durch das Vorhaben

Der Teilaspekt Landnutzungsänderung bezieht sich auf die THG-Bilanz 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 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 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 degradierte 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 eine Betrachtung des Klimaschutzaspektes im Zusammenhang mit vorhabenbedingten Auswirkungen auf Böden entbehrlich sein.

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

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

betrachtet.

2.4 Gesamtbilanzierung

Die ermittelten THG-Emissionen werden im Sinne einer Gesamtbilanz tabellarisch zusammengefasst.

3 EINGANGSDATEN

Für die Emissionsberechnungen sind als Eingangsgrößen die Lage des Bebauungsplans sowie des zu berücksichtigenden Straßennetzes im Untersuchungsgebiet sowie bebauungsplan- und verkehrsspezifische Informationen von Bedeutung. Vom Auftraggeber wurden als Grundlage für das vorliegende Gutachten u. a. der aktuelle Bebauungsplan und Daten zur Strom- und Wärmeversorgung sowie die Verkehrsbelegungsdaten für Null- und Planfall übergeben.

3.1 Lage des Bebauungsplangebietes

Ehingen (Donau) liegt etwa 23 km südwestlich von Ulm im südlichen Baden-Württemberg. Das Bebauungsplangebiet befindet sich südlich der Stadt Ehingen (Donau) westlich der Bundesstraße B 465. Der Bebauungsplan stellt eine Erweiterung des bestehenden Industriegebiets „Berg“ in südliche Richtung dar, welches sich südlich des Ortsteils Berg und westlich von Altbierlingen befindet. Im Süden und Westen grenzen landwirtschaftlich genutzte Flächen an das B-Plangebiet an.

Die **Abb. 3.1** zeigt eine Übersicht über die Lage des Bebauungsplans mit der geplanten und bestehenden Bebauung sowie Straßen und Zufahrten.

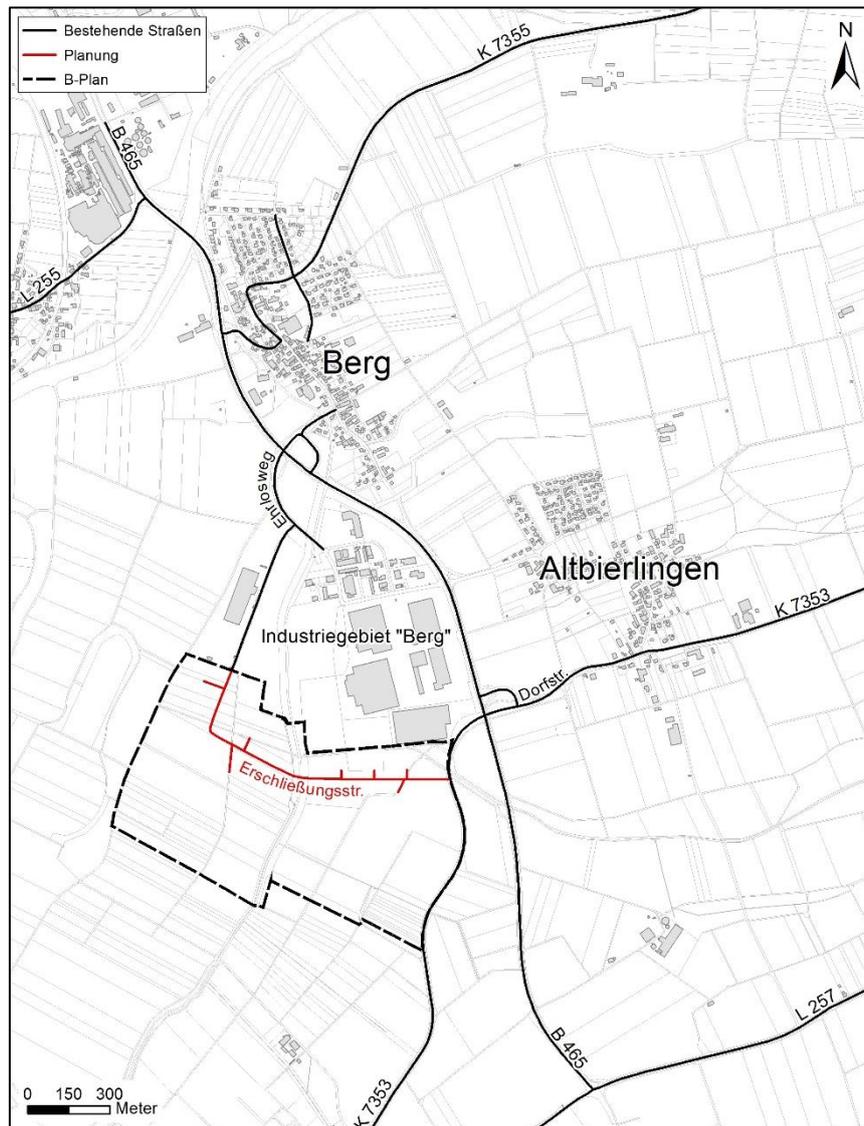


Abb. 3.1: Lage des Bebauungsplans und der umgebenden Straßen

3.2 Verkehrsdaten

Es wurden Verkehrsdaten für den Null- und Planfall vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt. Die entsprechenden Daten sind in der Anlage 1 im Abschnitt Lage und Kfz-Verkehr erläutert.

3.3 Gebäudedaten im Planfall

Abb. 3.2 zeigt den Bebauungsplan "Industriegebiet Berg 2. Erweiterung". Alle Nutzflächen sind als Industriegebiet (GI) nach § 9 BauNVO eingestuft. Hinzu kommt eine öffentliche Straße als Zufahrt ins Industriegebiet. Des Weiteren sind öffentliche und private Grünflächen

sowie Wasserflächen insbesondere um die Bäche Ehrlos und Höllgraben zur Erhaltung der dortigen Ökosysteme festgeschrieben.

Das Industriegebiet ist in insgesamt sechs Teilflächen (TF) unterteilt, welche in **Abb. 3.2** markiert sind. Die Teilflächen 1 bis 4 sollen nach momentanem Planungsstand der Erweiterung der Produktion der Firma Liebherr am Standort dienen, dies ist jedoch nicht im Bebauungsplan festgeschrieben. Die Teilflächen 5 und 6 sind noch nicht konkret beplant.

In **Tab. 3.1** sind die Festlegungen für die Errichtung von Gebäuden zusammengefasst. Die Gesamtflächen innerhalb der Baugrenzen und max. Gebäudehöhen spiegeln dabei die Maße der maximalen Baufenster wider. Aus der Fläche der Baufenster und der jeweiligen Grundflächenzahl ergibt sich dann jeweils die maximale überbaubare Fläche.

Von der Firma Liebherr liegt zudem eine konkrete Beplanung der Teilflächen 1 bis 4 vor. Diese sieht keine Ausschöpfung der maximalen Baufenster für Hochbauten vor. Die Gebäudedaten aus dem Betriebskonzept der Firma Liebherr sind inklusive der geplanten Nutzung in **Abb. 3.3** und **Tab. 3.2** zusammengefasst.

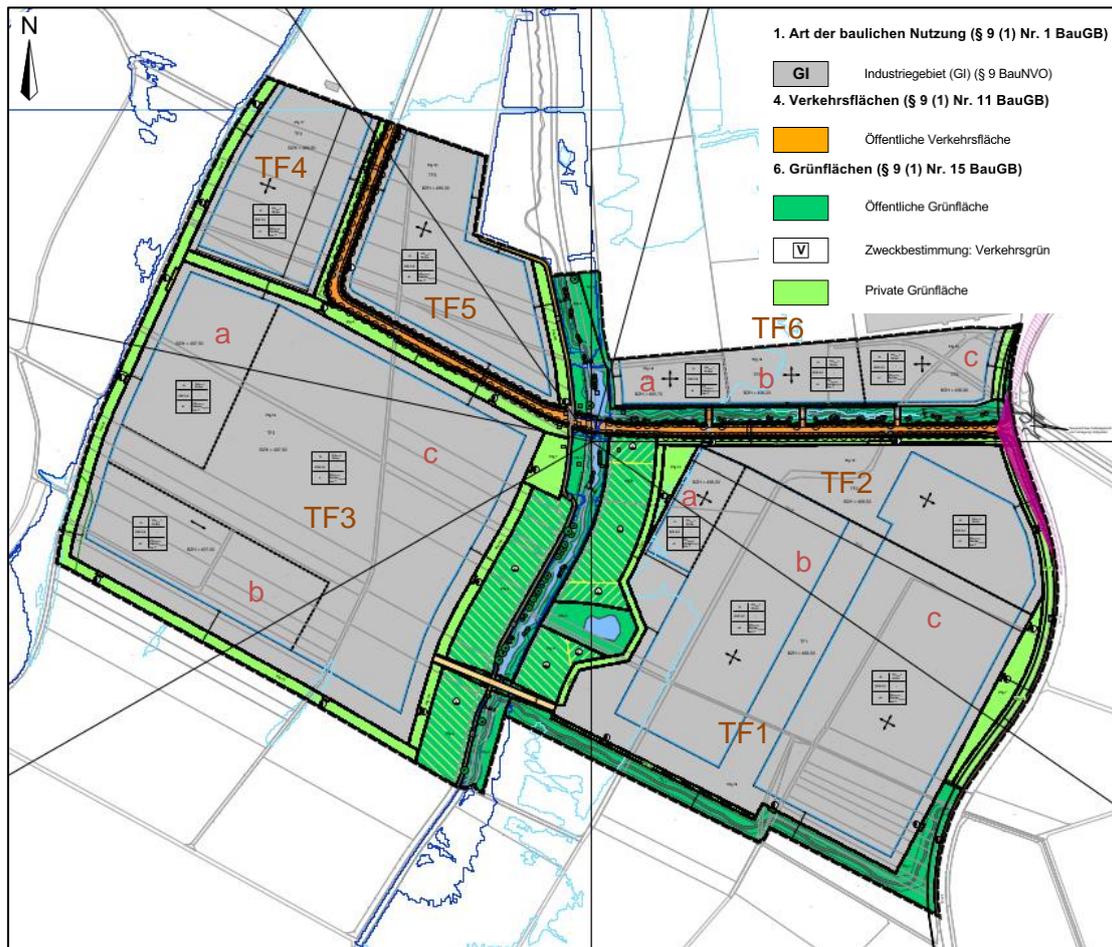


Abb. 3.2: Ausschnitt aus dem Bebauungsplan "Industriegebiet Berg 2. Erweiterung", Stand 22.03.2024
Quelle: Bürogemeinschaft Sippel | Buff (Mail vom 22.03.2024), ergänzt um Bezeichnung der Teilflächen mit unterschiedlichen Festsetzungen

Teilflächen mit unterschiedlichen Festsetzungen	Firma	Gesamtfläche innerhalb der Baugrenzen (GF)	max. zulässige Gebäudehöhe (GH _{max})	Grundflächenzahl (GRZ)	Bauweise	Max. überbaubare Grundfläche (GF x GRZ)	Max. Brutto-rauminhalt (BRI)
		m ²	m			m ²	m ³
TF1	Lieb-herr	132 500					
a		9 000	25	0.8	a1	7 200	180 000
b		53 500	30	0.8	a2	42 800	1 284 000
c		70 000	25	0.8	a2	56 000	1 400 000
TF2		21 500	30	0.8	a1	17 200	516 000
TF3		180 000					
a		26 500	25	0.8	a1	21 200	530 000
b		30 000	25	0.8	a2	24 000	600 000
c		123 500	10	0.8	o	98 800	988 000
TF4		32 500	25	0.8	a1	26 000	650 000
						293 200	6 148 000
TF5	noch offen	42 500	20	0.8	a1	34 000	680 000
TF6		36 000					
a		8 500	20	0.8	a1	6 800	136 000
b		13 000	20	0.8	a1	10 400	208 000
c		14 500	20	0.8	a1	11 600	232 000
						62 800	1 256 000

Tab. 3.1: Zulässige Gebäudemaße im B-Plan, Gesamtfläche abgeschätzt aus digitalem Bebauungsplan, GH_{max}, GRZ und Bauweise aus Festsetzungen des B-Plans

o = offene Bauweise (§ 22 (2) BauNVO)

a1 = abweichende Bauweise: Offene Bauweise, jedoch Gebäudelängen bis 120,0 m zulässig

a2 = abweichende Bauweise: Offene Bauweise, jedoch unbegrenzte Gebäudelängen zulässig

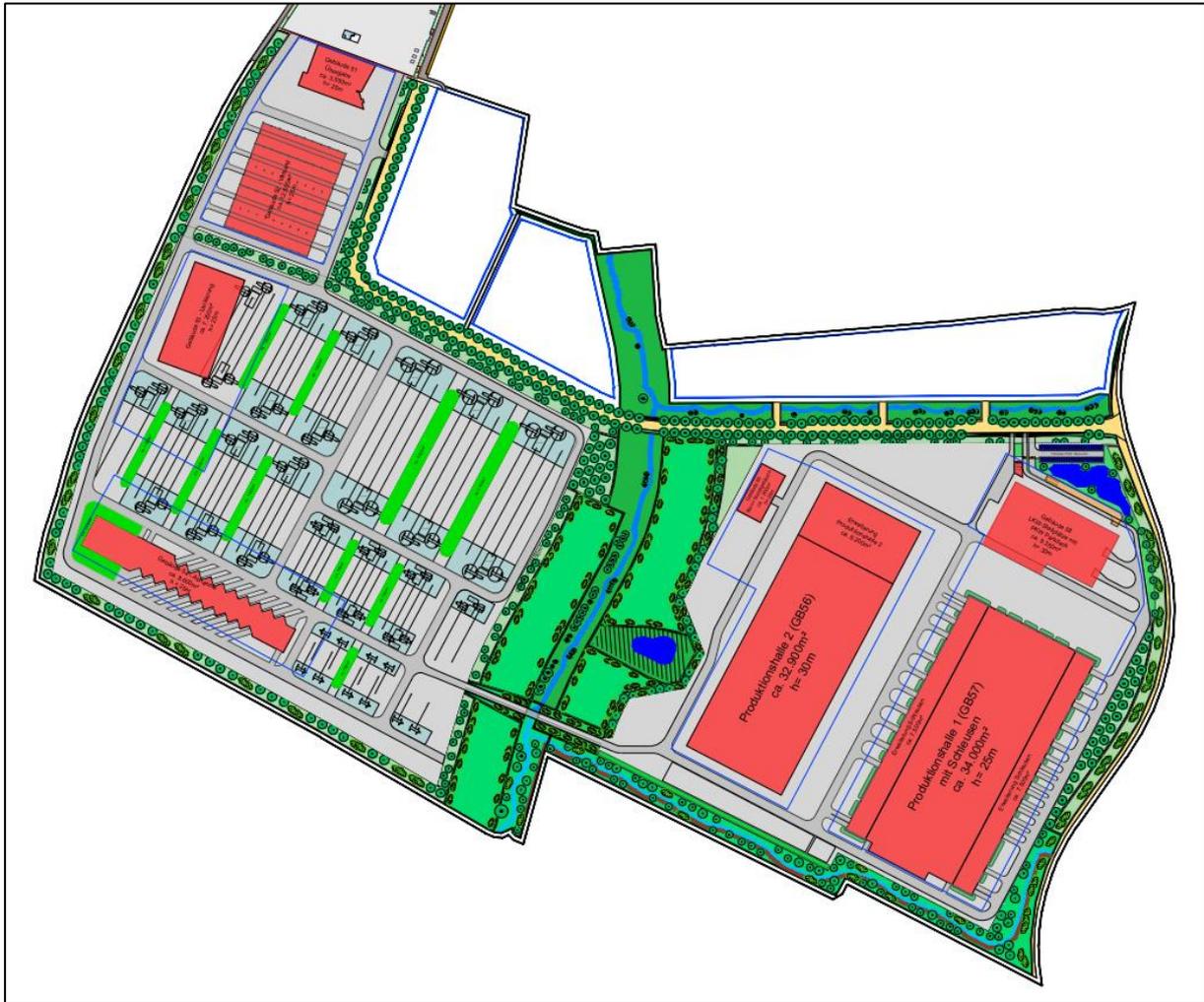


Abb. 3.3: Betriebskonzept der Firma Liebherr für die Teilflächen 1 bis 4 des B-Plans
Quelle: Liebherr-Werk Eching GmbH

Teilflächen mit unterschiedlichen Festsetzungen	Nutzung	Gebäudegrundfläche	Gebäudehöhe	Max. Bruttorauminhalt (BRI)
		m ²	m	m ³
TF1				
a	Geb. 55: Büro-/Sozialgebäude	1 800	25	45 000
b	Geb. 56: Produktionshalle 2	41 100	30	1 233 000
c	Geb. 57: Produktionshalle 1	49 000	25	1 225 000
TF2	Geb. 58: LKW-Stellplätze mit PKW-Parkdeck, Geb. 99 Pforte	9 493	30	284 790
TF3				
a	Geb. 53: Lackierung	7 200	25	180 000
b	Geb. 54: Abnahme	8 600	25	215 000
c	Nebenanlagen	-	-	
TF4	Gebäude 51+52, Übergabe und Versand	16 050	25	401 250
Summe		133 243		3 584 040

Tab. 3.2: Gebäudedaten der Planungen der Firma Liebherr im Bebauungsplangebiet
Quelle: Liebherr-Werk Ehingen GmbH

3.4 Informationen zur Energiebereitstellung für die geplanten Gebäude

In den textlichen Festsetzungen zum B-Plan werden keine Festlegungen zur Versorgung mit Strom und Wärme (Warmwasser und Heizung) getroffen. Die Installation von Photovoltaik- und Solaranlagen auf Dächern und an Fassaden ist zulässig. Des Weiteren ist auch die Nutzung von Erdwärmesonden und Grundwasserwärmepumpen zum Teil unter Auflagen zulässig.

Für die von der Firma Liebherr beplanten Teilflächen 1 bis 4 liegt eine Abschätzung des Strom- und Wärmebedarfs sowie eine Planung zur Energieversorgung vor. Von der Liebherr-Werk Ehingen GmbH wurden ein Stromverbrauch von ca. 6 000–6 500 MWh/a und ein Wärmeverbrauch von ca. 6 900–9 300 MWh/a übermittelt, welche zur Abschätzung der THG-Emissionen genutzt werden.

Geplant ist die Nutzung von kalter Nahwärme, welche aus Abwärme der benachbarten Firma Sappi gespeist wird und an drei Stellen auf die Grundstücksfläche im B-Plan geführt wird. Diese wird anschließend mittels Wärmepumpen auf das benötigte Temperaturniveau angehoben (Spitzenlast ca. 3 900 kW). Zudem kommen Hochtemperatur-Wärmepumpen und Elektroheizstäbe zum Einsatz um Temperaturniveaus >70°C zu erreichen. Zusätzlich wird Abwärme aus der Drucklifterzeugung zur Wärmeversorgung genutzt. Als Abschätzung der jeweiligen Anteile wird im Folgenden in Rücksprache mit der Firma Liebherr ein Anteil von

75 % Wärmepumpe, 15 % Hochtemperatur-Wärmepumpe und 10 % Abwärme aus der Druckluftherzeugung angenommen.

Derzeit liegen im B-Plangebiet weder Gas- noch Fernwärmeanschlüsse vor.

Zur Stromversorgung sind auf allen Gebäuden der Firma Liebherr Photovoltaik-Anlagen auf Dachflächen und zum Teil auch an Fassadenflächen geplant mit einer installierten Leistung von ca. 7 500–10 500 kWp und einer erzeugten Strommenge von ca. 7 125 MWh–9 975 MWh.

Für die Teilflächen 5 und 6 liegen noch keine Informationen über den Strom- und Wärmeverbrauch sowie die eingesetzten Energieträger vor. Der Energieverbrauch wird mit Hilfe mittlerer Faktoren nach DGNB aus der Nutzung als Gewerbegebiet abgeleitet. Als Energieträger werden verschiedene Optionen, insbesondere die Versorgung mit Wärmepumpen, Solarthermie-Anlagen sowie Photovoltaikanlagen untersucht.

3.5 Neu zu errichtende Verkehrsflächen im B-Plan

Neben Gebäuden sind im B-Plangebiet auch verschiedene Verkehrswege neu zu errichten. Dies betrifft die als Öffentliche Straßen, Private Verkehrsflächen oder Verkehrsflächen besonderer Zweckbestimmung deklarierte Flächen im B-Plan. Die entsprechenden Flächen wurden aus der Planzeichnung des B-Plans abgeschätzt und sind in **Tab. 3.3** zusammengefasst.

Verkehrsflächen laut B-Plan	Fläche in m ²
öffentliche Straße	14 000
private Verkehrsfläche	1 200
Verkehrsfläche besonderer Zweckbestimmung	2 400
Summe	17 600

Tab. 3.3: Verkehrsflächen abgeschätzt aus der Planzeichnung des B-Plans.

3.6 Informationen zur Landnutzung

Am vorliegenden Standort liegen im Bestand größtenteils Ackerflächen sowie Intensivwiesen mit Dauergrünland vor. Zudem wird das B-Plangebiet durchzogen von den Bachläufen der Ehrlos und des Höllgrabens an deren Ufern Hochstaudenflur vorkommt. Außerdem liegt im Bereich der Teilfläche 2 ein kleiner naturnaher Teich.

Aus dem Erläuterungsbericht zum Grünordnungsplan (Helbig, 2023) geht hervor, dass die hauptsächlich vorkommende Bodenart im Gebiet „Auengley – brauner Auenboden“ ist, welcher als guter bis sehr guter Boden als Standort für Kulturvegetation gilt. Als potenzielle natürliche Vegetation werden dort genannt: Eschen-Erlen-Sumpfwald im Wechsel mit Bergahorn-Eschen-Feuchtwald, örtlich mit Stieleichen-Eschen-Ulmen-Auenwald (westliches Plangebiet); Eschen-Erlen-Sumpfwald; örtlich im Übergang zu und/oder Wechsel mit Walzenseggen-Erlenbruchwald (mittleres Plangebiet); Waldmeister-Buchenwald im Übergang zu und/oder Wechsel mit Hainsimsen-Buchenwald; örtlich Eichen-Eschen-Hainbuchen-Feuchtwald oder Eschen-Erlen-Sumpfwald (östliches Plangebiet)

Im Erläuterungsbericht zum Grünordnungsplan sind des Weiteren umfangreiche Ausgleichsmaßnahmen zur Vermeidung und Minimierung vorgesehen.

4 ENERGIEVERBRÄUCHE

Für die Teilflächen 1 bis 4 liegt eine Abschätzung des Strom- und Wärmebedarfs sowie eine Planung zur Energieversorgung vor, welche im Folgenden verwendet wird.

Für die Teilflächen 5 und 6 liegen noch keine Informationen über den Strom- und Wärmeverbrauch sowie die eingesetzten Energieträger vor, sodass der Energieverbrauch mit Hilfe mittlerer Faktoren nach DGNB aus der Nutzung als Gewerbegebiet wie nachfolgend beschrieben grob abgeschätzt wird.

Die DGNB 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. Da für die Teilflächen 5 und 6 keine nutzungsspezifische Aufteilung der Flächen vorliegt, wurden die Energiekennwerte für typische, in einem Industriegebiet vorkommenden Nutzungen zu Grunde angesetzt. Diese sind in **Tab. 4.1** gezeigt. Als typische Nutzungen wurden die Nutzungen Gewerbehallen für grobe oder feine Arbeiten, Lagerhallen und Einzelbüros gewählt.

	Wärmeverbrauch		Stromverbrauch			
	Heizung	Warmwasser	Beleuchtung	Luftförderung	Kühlung	Arbeitshilfen
	kWh/(a*m ²)					
Gewerbehallen (grobe Arbeiten)	92.3	31.8	17.7	31.3	14.6	70.0
Gewerbehallen (feine Arbeiten)	109.4	31.8	26.1	31.3	21.8	70.0
Lagerhalle	88.2	5.0	35.9	4.8	0.0	0.0
Einzelbüro	130.2	13.9	28.3	16.3	12.9	10.5

Tab. 4.1: Flächenbezogene Energiekennwerte der DGNB zur Abschätzung der Energieverbräuche nach Nutzung. Quelle: DGNB (2022)

Für eine konservative Abschätzung wird für die Teilflächen 5 und 6 die in **Tab. 3.1** genannte maximale überbaubare Grundfläche als Nutzfläche verwendet. Diese wurde mit 62 800 m² abgeschätzt. **Tab. 4.2** zeigt in Spalte 2-3 die entsprechenden Strom- und Wärmeverbräuche für die Annahme der gleichen Nutzung auf der gesamten Fläche.

Der größte Wärmebedarf ergibt sich bei gleicher Nutzfläche für die Nutzung Einzelbüro aufgrund des hohen Heizanteils. Diese stellt jedoch nur einen geringen Anteil der Nutzungen in

einem Industriegebiet dar. Der größte Strombedarf ergibt sich bei gleicher Nutzfläche für die Nutzung Gewerbehallen (feine Arbeiten) aufgrund erhöhter Werte für Heizung, Kühlung und Beleuchtung.

Da die Nutzung der Flächen im B-Plan noch nicht feststeht, wird eine Mischung aus den gezeigten Nutzungen angesetzt. Hierbei wird ein Anteil von 5 % der Fläche für Einzelbüros als realistisch eingeschätzt. Die weiteren Nutzungen werden jeweils auf etwa ein Drittel der Fläche angesetzt (je 30 %), wobei die Nutzung mit dem höchsten Verbrauch (Gewerbehalle (feine Arbeiten)) auf einen etwas höheren Anteil der Gesamtfläche von 35 % angewendet wird. Mit diesen Anteilen ergibt sich ein Strombedarf von 6 777 kWh/a und ein Wärmebedarf von 7 650 kWh/a (**Tab. 4.2** Zeile 9).

Zum Vergleich wurde das Verfahren auf Basis der vorliegenden Planung für die Teilflächen 1 bis 4 durchgeführt (**Tab. 4.2** Spalte 4-5). Hierbei wurde die tatsächlich geplante Gebäudgrundfläche von 133 243 m² angesetzt. Diese wurde anhand der geplanten Nutzung anteilig auf die in **Tab. 4.1** genannten Nutzungen aufgeteilt (s. angesetzter Anteil in **Tab. 4.2** Zeile 9). Mit diesem Verfahren ergibt sich ein Strom- und Wärmebedarf, der etwa doppelt so hoch ist, wie die Abschätzung der konkreten Planung der Firma Liebherr. Dies zeigt, dass die Berechnung mittels der Energiekennwerte der DGNB eine konservative Abschätzung darstellt. Allerdings ist der Strom- und Wärmebedarf stark von der sich ansiedelnden Industrieanlage abhängig.

Als absolute Maximalabschätzung wurde auch für die Teilflächen 1 bis 4 der Ansatz der max. überbaubare Grundfläche durchgerechnet (**Tab. 4.2** Spalte 6-7). Diese beträgt 293 200 m². Die Nutzung wurde anteilig analog zum Ansatz für die Teilflächen 5 und 6 angenommen. Mit diesem Verfahren ergeben sich maximale Energieverbräuche von 31 639 kWh/a für den Strombedarf und 35 716 kWh/a für den Wärmebedarf.

	Teilflächen 5 und 6 (Basis B-Plan)		<i>Teilflächen 1 bis 4 (Planung Liebherr)</i>		Teilflächen 1 bis 4 (Basis B-Plan)	
	62 800 m ² (max. überbaubare Grundfläche)		133 243 m ² (geplante Gebäudegrundflächen)		293 200 m ² (max. überbaubare Grundfläche)	
	Strombedarf	Wärmebedarf	<i>Strombedarf</i>	<i>Wärmebedarf</i>	Strombedarf	Wärmebedarf
	MWh	MWh	<i>MWh</i>	<i>MWh</i>	MWh	MWh
Gewerbehallen (grobe Arbeiten)	8 390	7 793	17 801	16 535	39 172	36 386
Gewerbehallen (feine Arbeiten)	9 370	8 867	19 880	18 814	43 745	41 400
Lagerhalle	2 556	5 853	5 423	12 418	11 933	27 326
Einzelbüro	4 270	9 049	9 061	19 200	19 938	42 250
Anteilige¹ Berücksichtigung der Nutzungen	6 777 ^a	7 650 ^a	13 651 ^b	15 434 ^b	31 639 ^a	35 716 ^a
Angabe der Firma Liebherr	-	-	6 000– 6 500	6 900– 9 300	6 000– 6 500	6 900– 9 300

Tab. 4.2: Strom- und Wärmebedarf auf Grundlage der Energiekennwerte der DGNB

¹ angesetzte Anteile:^a 30 % Gewerbehalle (grobe Arbeiten), 35 % Gewerbehalle (feine Arbeiten), 30 % Lagerhalle, 5 % Einzelbüro^b 65 % Gewerbehalle (grobe Arbeiten), 0 % Gewerbehalle (feine Arbeiten), 30 % Lagerhalle, 5 % Einzelbüro

5 EMISSIONEN

5.1 Verkehrsbedingte Emissionen

Die Ermittlung der betriebsbedingten THG-Emissionen erfolgte für Null- und Planfall auf Basis der Verkehrsdaten und der Emissionsfaktoren des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.2 (UBA, 2022). Dies ist in Anlage 1 erläutert.

Danach ergeben sich die in **Tab. 5.1** dargestellten betriebsbedingten Emissionen (TTW) auf dem gesamten betrachteten Straßennetz im Prognose-Nullfall und -Planfall.

Variante	CO ₂ -Äquivalent in t CO ₂ e/a	Fahrleistung in Millionen km/a
Prognose Nullfall	3 465	27
Planfall	3 927	30
Änderung	462	3
Änderung	13.3 %	11.1 %

Tab. 5.1: THG-Gesamtemission (TTW) und Fahrleistung auf dem betrachteten lokalen Straßennetz für die betrachteten Untersuchungsfälle im Prognosejahr 2035

5.2 Lebenszyklusemissionen der Gebäude

5.2.1 THG-Emission für Heizenergie und Warmwasser

5.2.1.1 Emissionsfaktoren

Die Emissionsfaktoren für die THG-Emissionen durch Heizung und Warmwasser werden aus UBA (2023) 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. Es werden verschiedene Energieträger gegenübergestellt.

Tab. 5.2 fasst die verwendeten Emissionsfaktoren und Nutzungsgrade aus UBA (2023) zusammen. Für den Fall der Fernwärme wird der in Abschnitt 4 berechnete Nutzwärmebedarf für den B-Plan durch den Nutzungsgrad geteilt und damit in Endenergie umgerechnet und zur Berechnung der Emissionen verwendet.

Für den Fall der Wärmepumpen wird die berechnete Nutzenergie verwendet, da in dem E-Faktor aus UBA (2023) bereits ein Anteil von 32 % an Antriebsenergie eingerechnet ist. Die

Emissionsfaktoren für die Wärmepumpen beziehen sich jeweils auf die angegebene Jahresarbeitszahl. Die Jahresarbeitszahl gibt das Verhältnis aus erzeugter Wärmeenergie zum dafür benötigten Stromverbrauch an und ist ein Maß für die Effizienz der Wärmepumpe.

Die höchsten Emissionen werden bei der Nutzung konventioneller Energieträger erreicht, hier beispielhaft durch den E-Faktor für Fernwärme aus konventionellen Energieträgern verdeutlicht. Dieser Faktor kann jedoch durch die Erzeugung von Fernwärme aus erneuerbaren Energien verringert werden. Im Vergleich dazu erreicht eine Wärmepumpe mit Nutzung von Geothermie die geringsten THG-Emissionen, der Unterschied zu Wasser/Wasser- bzw. Luft/Wasser-Wärmepumpen ist jedoch relativ gering. Eine Wärmeversorgung mit Solarthermie (Vakuumröhrenkollektor) erreicht etwa einen Faktor 6 geringere Emissionen. Da im Bebauungsplangebiet kein Fernwärmeanschluss vorliegt, werden im Folgenden die E-Faktoren für Solarthermie und Luft-Wasser-Wärmepumpe als Minimum und Maximum ausgegeben. Für die Teilflächen, welche von der Firma Liebherr beplant werden, werden zudem die Emissionen der geplanten Energieversorgung ausgegeben.

Energieträger	Emissionsfaktor in g CO ₂ e/kWh				Bemerkung
	Vorkette	Direkte Emissionen	Fremde Hilfsenergie	Gesamt	
Elektro-Wärmepumpe, hydrothermisch Wasser/Wasser	41.059	-	132.774	173.833	Jahresarbeitszahl (JAZ): 3.8
Elektro-Wärmepumpe, aerothermisch - Luft/Wasser	13.777	-	161.228	175.005	Jahresarbeitszahl (JAZ): 3.1
Elektro-Wärmepumpe, geothermisch - Sole/Wasser	31.353	-	131.895	163.248	Jahresarbeitszahl (JAZ): 3.8
Solarthermie-Vakuumröhrenkollektor	14.814	-	11.579	26.393	-
Fernwärme-Mix (aus konventionellen Energieträgern)	42.714	264.802	-	307.516	Nutzungsgrad: 0.96

Tab. 5.2: Emissionsfaktoren für die Wärmeversorgung für verschiedene Energieträger aus UBA (2023)

Die Firma Liebherr plant zur Wärmeversorgung die teilweise Nutzung von Abwärme aus der Druckluftherzeugung sowie die Nutzung von Wärmepumpen und Hochtemperaturwärmepumpen.

pen in Kombination mit kalter Nahwärme. Für die Nutzung von Abwärme aus der Druckluftzeugung (10 % des Wärmebedarfs) werden keine THG-Emissionen angesetzt. Für die Nutzung von Wärmepumpen wird der Emissionsfaktor für Wasser-Wasser-Wärmepumpen verwendet und auf entsprechende Jahresarbeitszahlen umgerechnet. Für die Nutzung von kalter Nahwärme ist zu erwarten, dass weniger Energie in Form von Strom notwendig ist, als in dem in **Tab. 5.2** angegebenen E-Faktor als Hilfsenergie berücksichtigt. Der dort angegebene Faktor von 132.774 g CO_{2e}/kWh bezieht sich auf eine Wärmegewinnung aus dem Grundwasser und eine mittlere Jahresarbeitszahl von 3.8 für die in Deutschland im Jahr 2023 aktiven Wasser-Wasser-Wärmepumpen. Aus Literaturrecherchen wird eine Jahresarbeitszahl von 5 für neue Wasser-Wasser-Wärmepumpen angegeben, unter Nutzung der Wärme des Grundwassers. Durch die Nutzung von kalter Nahwärme sind abhängig vom Typ der Wärmepumpe und dem Temperaturunterschied zwischen Nahwärmenetz und Vorlauftemperatur der Wärmebereitstellung eventuell noch höhere Jahresarbeitszahlen zu erreichen. Für eine konservative Abschätzung wird im Folgenden mit einer Jahresarbeitszahl von 5 gerechnet. Daraus ergibt sich ein E-Faktor für die Hilfsenergie von 100.908 g CO_{2e}/kWh.

Zudem sollen für 15 % der Wärmeversorgung Hochtemperatur-Wärmepumpen zum Einsatz kommen. Für diese wurde aus Literaturrecherchen eine Jahresarbeitszahl von 3 abgeleitet. Daraus ergibt sich ein E-Faktor für die Hilfsenergie von 168.180 g CO_{2e}/kWh. Der E-Faktor der Vorkette bleibt gleich. Eine Zusammenfassung der berücksichtigten E-Faktoren ist **Tab. 5.4** zu entnehmen.

5.2.1.2 Emissionen

Die THG-Emissionen werden für verschiedene Szenarien der Wärmeversorgung berechnet.

Für die Teilflächen 5 und 6 wird der in Abschnitt 4 berechnete Wärmebedarf verwendet und die THG-Emissionen für verschiedene Optionen der Wärmeversorgung berechnet.

Für die Teilflächen 1 bis 4 wird zum einen die konkrete Planung der Firma Liebherr als Basis verwendet und zum anderen als Maximalabschätzung ein pauschaler Ansatz analog zu den Teilflächen 5 und 6 gemacht.

Aus dem in Abschnitt 4 abgeschätzten Wärmebedarf aller Teilflächen im B-Plan anhand der maximalen Baufenster ergeben sich die in **Tab. 5.3** gezeigten THG-Emissionen. Diese können als Minimum (Solarthermie) und Maximum (Luft-Wasser-Wärmepumpe) verstanden werden, solange keine fossilen Energieträger zum Einsatz kommen. Wie in Abschnitt 5.2.1.1

erläutert, sind durch Wasser-Wasser-Wärmepumpen etwas geringere Emissionen als durch die Luft-Wasser-Wärmepumpen zu erwarten. Zusätzlich können die Emissionen durch die Nutzung von Nahwärme oder Abwärme reduziert werden.

	Teilflächen 5 - 6	Teilflächen 1 - 4	Summe
Max. überbaubare Grundfläche in m²	62 800	293 200	-
Wärmebedarf in kWh	7 650	35 716	-
THG-Emissionen durch Luft-Wasser-Wärmepumpe in t CO₂e/a	1 339	6 251	7 590
THG-Emissionen durch Solarthermie (Vakuümrohrkollektor) in t CO₂e/a	202	943	1 145

Tab. 5.3: THG-Emissionen durch die Wärmeversorgung im B-Plan auf Basis pauschaler Energiewerte und der maximal überbaubaren Grundflächen

Aus der konkreten Planung der Firma Liebherr (Wärmebedarf und verwendete Energieträger) ergeben sich für die Teilflächen 1 bis 4 die in **Tab. 5.4** gezeigten THG-Emissionen in Höhe von insgesamt 1 282 t CO₂e/a. Diese liegen ca. Faktor 6 niedriger als bei Ansatz pauschaler Energiewerte für Luft-Wasser-Wärmepumpen und maximal überbaubaren Grundflächen. Bei Einsatz von Solarthermie könnte sich eine weitere Reduktion der THG-Emissionen ergeben.

Energieträger zur Wärmergewinnung	Wärmeverbrauch in kWh	Emissionsfaktor in g CO ₂ e/kWh	THG-Emissionen in t CO ₂ e/a
Abwärme aus Druckluftheizung	930	0.0	0.0
Nahwärme & Wasser-Wasser-Wärmepumpe	6 975	141.967	990.2
<i>Vorkette</i>		<i>41.059</i>	<i>286.4</i>
<i>fremde Hilfsenergie</i>		<i>100.908</i> <i>(bez. auf JAZ = 5)</i>	<i>703.8</i>
Nahwärme & Hochtemperatur Wärmepumpen	1 395	209.239	291.9
<i>Vorkette</i>		<i>41.059</i>	<i>57.3</i>
<i>fremde Hilfsenergie</i>		<i>168.180</i> <i>(bez. auf JAZ = 3)</i>	<i>234.6</i>
Summe	9 300		1 282

Tab. 5.4: THG-Emissionen durch die Wärmeversorgung der Teilflächen 1 bis 4 auf Basis der aktuellen Planungen der Firma Liebherr

5.2.2 THG-Emission für den Stromverbrauch der Gebäude

5.2.2.1 Emissionsfaktoren

Die THG-Emissionen für den Stromverbrauch im B-Plan werden auf Basis des europäischen Strommix berechnet bzw. ausgewiesen. Ein entsprechender bezugsjahresabhängiger Emissionsfaktor wird aus HBEFA 4.2 entnommen. Die anteilige Zusammensetzung der einzelnen Energieträger sowie die jeweiligen Emissionsfaktoren in g CO₂e/MJ sind für das Bezugsjahr 2030 in **Abb. 5.1** dargestellt. Daraus ergibt sich ein Emissionsfaktor von 323.64 g CO₂e/kWh.

Zusätzlich wird ein Szenario einer vollständigen Versorgung durch Photovoltaik-Anlagen berechnet. Ob dies technisch möglich ist, muss ggf. bei vorliegender genauerer Planung geprüft werden. Ein entsprechender E-Faktor wird UBA (2023) entnommen und ist in **Tab. 5.5** gezeigt.

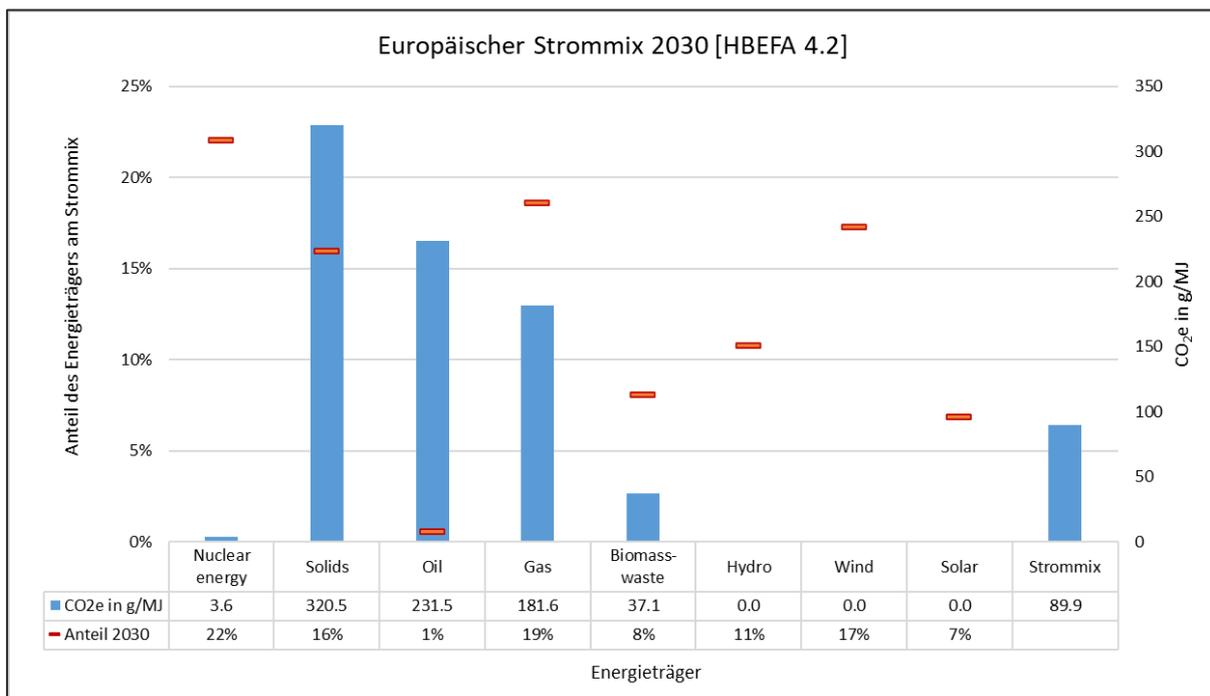


Abb. 5.1: Europäischer Strommix 2030 nach HBEFA 4.2 (UBA, 2022)

Energieträger	Emissionsfaktor in g CO ₂ e/kWh			
	Vorkette	Direkte Emissionen	Fremde Hilfsenergie	Gesamt
Photovoltaik	56.065	0.0	0.498	56.563

Tab. 5.5: Emissionsfaktor für die Stromversorgung mit Photovoltaik aus UBA (2023)

5.2.2.2 Emissionen

Die THG-Emissionen werden für verschiedene Szenarien der Stromversorgung berechnet.

Für die Teilflächen 5 und 6 wird der in Abschnitt 4 berechnete Strombedarf verwendet und die THG-Emissionen für verschiedene Optionen der Stromversorgung berechnet.

Für die Teilflächen 1 bis 4 wird zum einen die konkrete Planung der Firma Liebherr als Basis verwendet und zum anderen als Maximalabschätzung ein pauschaler Ansatz analog zu den Teilflächen 5 und 6 gemacht.

Aus dem in Abschnitt 4 abgeschätzten Strombedarf aller Teilflächen im B-Plan anhand der maximalen Baufenster ergeben sich die in **Tab. 5.6** gezeigten THG-Emissionen.

	Teilflächen 5 - 6	Teilflächen 1 - 4	Summe
Max. überbaubare Grundfläche in m²	62 800	293 200	-
Strombedarf in MWh/a	6 777	31 639	-
THG-Emissionen durch europäischen Strommix 2030 in t CO₂e/a	2 193	10 240	12 433
THG-Emissionen für PV-Anlagen in t CO₂e/a	383	1 790	2 173

Tab. 5.6: THG-Emissionen durch die Stromversorgung im B-Plan auf Basis pauschaler Energiewerte und der maximal überbaubaren Grundflächen

Aus der konkreten Planung der Firma Liebherr geht hervor, dass die jährlich durch die geplanten PV-Anlagen erzeugte Strommenge größer ist als der Stromverbrauch. Daraus ergibt sich ein Überschuss an erzeugter Energie von 625 bis 3 975 MWh/a (Vgl. Abschnitt 3.4). Um diesen Überschuss zu berücksichtigen, wird dieser vom berechneten Strombedarf der Teilflächen 5 und 6 abgezogen. Konservativ wird mit dem kleinsten Überschuss von 625 MWh/a gerechnet. Dadurch ergibt sich ein resultierender Strombedarf von 6 152 MWh/a. Für die Stromerzeugung mit PV-Anlagen wird der in Abschnitt 5.2.2.1 genannte E-Faktor aus UBA (2023) angesetzt. Hierbei wird angenommen, dass ausreichend Flächen für die Installation von PV-Anlagen zur Verfügung stehen. Die resultierenden THG-Emissionen für die Stromversorgung des gesamten B-Plangebietes sind in **Tab. 5.7** gezeigt.

	Teilflächen 5 - 6	Teilflächen 1 - 4	Summe
Max. Strombedarf in MWh	6 152 ¹	6 500	-
Min. Stromerzeugung mit PV in MWh		7 125	
THG-Emissionen durch europäischen Strommix 2030 in t CO₂e/a	1 991	403	2 394
THG-Emissionen PV-Anlagen in t CO₂e/a	348	403	751

Tab. 5.7: THG-Emissionen durch die Stromversorgung im B-Plan auf Basis der konkreten Planungen der Firma Liebherr.

¹ Der Strombedarf ergibt sich aus dem abgeschätzten Strombedarf der Teilflächen 5 und 6 abzüglich des minimalen Überschusses an erzeugter Energie durch die geplanten PV-Anlagen der Firma Liebherr.

5.2.3 THG-Emissionen für den Neubau der Gebäude

Nicht nur der möglichst klimaneutrale Betrieb der Gebäude, sondern auch die Vermeidung von THG-Emissionen beim Bau der neuen Gebäude ist anzustreben. Derzeit liegen keine Informationen zum Baukonzept vor. Deshalb kann nur eine grobe Abschätzung vorgenommen werden.

5.2.3.1 Emissionsfaktoren

Die Lebenszyklusemission für die Errichtung der Gebäude (Module A1 bis A5) wird vereinfacht mit Hilfe des Referenzwert der DGNB für Gebäude von Typ II berechnet. Dieser liegt bei 1.2 kg CO₂e/(m³ BRI*a) für eine Nutzungsdauer von 50 Jahren. Als Bezugsgröße dient der Bruttonauminhalt (BRI). Dieser wurde konservativ aus den maximalen Baufenstern des B-Plans (**Tab. 3.1**) abgeleitet. Zudem wird auch die konkrete Planung der Firma Liebherr berücksichtigt (**Tab. 3.2**).

5.2.3.2 Emissionen

Unter Verwendung des im Abschnitt 5.2.3.1 ausgewiesenen Emissionsfaktors sowie der abgeleiteten Angaben zum Bruttonauminhalt der Gebäude wurden die Lebenszyklusemissionen durch den Bau der Gebäude berechnet.

Entsprechend dieser Annahmen ergeben sich die in **Tab. 5.8** dargestellten THG-Emissionen.

	Basis maximale Baufenster des B-Plans		Basis konkrete Planung Firma Liebherr	
	BRI in m ³	THG-Emissionen in t CO ₂ e/a	BRI in m ³	THG-Emissionen in t CO ₂ e/a
Teilflächen 1 bis 4	6 148 000	7 378	3 584 040	4 301
Teilflächen 5 und 6	1 256 000	1 507	-	-

Tab. 5.8: THG-Emissionen durch den Neubau von Gebäuden im B-Plangebiet

5.3 Lebenszyklusemissionen für Bau und Unterhalt von Verkehrswegen

Neben den Lebenszyklusemissionen der Gebäude müssen auch die Lebenszyklusemissionen von neu zu errichtenden Verkehrswegen im B-Plangebiet berücksichtigt werden. Dies betrifft die als Öffentliche Straßen, Private Verkehrsflächen oder Verkehrsflächen besonderer Zweckbestimmung deklarierte Flächen im B-Plan.

5.3.1 Emissionsfaktoren

Die THG-Emissionen durch Bau und Unterhalt neu zu errichtender Verkehrswege werden anhand der E-Faktoren aus Mottschall und Bergmann (2013) abgeschätzt (**Tab. 5.9**). 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. Für die neu zu errichtenden Verkehrswege im B-Plan werden näherungsweise die E-Faktoren für Gemeindestraßen angesetzt, welche sich auf 2.8 kg CO₂e/(m² a) belaufen.

Straßenkategorie	CO ₂ -Äquivalent in kg CO ₂ e/(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. 5.9: Lebenszyklusemissionen von Straßenbauvorhaben (Mottschall und Bergmann, 2013)

5.3.2 Emissionen

Die Emissionen durch Bau und Unterhalt neu zu errichtender Verkehrswege ergeben sich somit aus dem in Abschnitt 5.3.1 genannten E-Faktor und der Fläche der Verkehrswege, welche mit ca. 17 600 m² abgeschätzt wurde (Vgl. **Tab. 3.3**). Daraus ergeben sich THG-Emissionen in Höhe von 49.3 t CO₂e/a bezogen auf eine Lebensdauer von 60 Jahren.

5.4 THG-Emissionen durch Landnutzungsänderungen am Standort

Die Bewertung der klimarelevanten Landnutzungsänderung erfolgt wie im Abschnitt 2.3 beschrieben lediglich qualitativ. Demnach wird bei der Bewertung nach Eingriffen in besonders hochwertige Funktionsausprägungen von

- Böden und
- Vegetationskomplexen/Biotopen

unterschieden.

Im Rahmen der Erstellung des Grünordnungsplans zum geplanten Vorhaben erfolgte u. a. eine Bestandserfassung und Bewertung der Schutzgüter „Pflanzen / Tiere“ und „Boden“, eine anschließende Konfliktanalyse sowie grünordnerische Festsetzungen und Festlegung von Eingriffs- und Ausgleichsregelungen (Helbig, 2023). Auf dieser Grundlage und sowie der im Abschnitt 2.3 beschriebenen Kriterien nach AD-HOC ARBEITSHILFE KLIMASCHUTZ (2022) erfolgt die Bewertung des geplanten Vorhabens.

5.4.1 Böden

Der Fokus bei der Eingriffsbetrachtung von Boden-Vegetationskomplexen mit Klimaschutzfunktion wird nach AD-HOC ARBEITSHILFE KLIMASCHUTZ (2022) vor allem auf Moore und moorähnliche Böden gelegt.

Laut Grünordnungsplan liegt im B-Plangebiet hauptsächlich die Bodenart „Auengley – brauner Auenboden“ vor, welcher als guter bis sehr guter Boden als Standort für Kulturvegetation ausgewiesen wird. Durch die Bebauung werden etwa 51.6 ha Flächen versiegelt oder überbaut. Zudem werden Böden durch Abgrabungen oder Aufschüttungen sowie durch Befahrung und Verdichtung unversiegelter Flächen beeinträchtigt. Dem Gesamtvorhaben wird im Grünordnungsplan eine mittlere bis hohe Bedeutung für die Bodenfunktionen zugewiesen, welche insbesondere auf einer hohen Bedeutung im Wasserhaushalt, als Schadstofffilter/-

puffer sowie der natürlichen Bodenfruchtbarkeit beruht. Der Verlust der Bodenfunktion durch Versiegelung und Teilversiegelung müssen als erhebliche Beeinträchtigungen gewertet werden und sind daher zu kompensieren. Zur Kompensation des Eingriffs in das Schutzgut „Boden“ werden im Grünordnungsplan bereits Maßnahmen des Ökokontos der Stadt Ehingen zum Ausgleich festgelegt, welche sich außerhalb des B-Plangebietes befinden.

Moorböden und moorähnliche Böden sind im Grünordnungsplan nicht ausgewiesen. Deshalb kann davon ausgegangen werden, dass im Untersuchungsgebiet keine im Sinne der Ad-hoc Arbeitshilfe Klimaschutz besonders klimarelevanten Bodenstrukturen vorliegen, sodass keine weitere Betrachtung des Klimaschutzaspektes im Zusammenhang mit vorhabenbedingten Auswirkungen auf Böden vorgenommen werden muss.

5.4.2 Vegetationskomplexe/Biotope

Bzgl. der Vegetationskomplexe mit Klimaschutzfunktion, Immissionsschutzfunktion bzw. Bodenschutzwälder gibt für den Bereich der Wälder die Waldfunktionenkartierung im Geoportal Baden-Württemberg Auskunft. Diese kann anhand einer interaktiven Karte eingeholt werden. Demnach gibt es im Umkreis, in dem sich das geplante Vorhaben befindet, keine Wälder mit lokaler Klimaschutzfunktion. Ebenso befinden sich im Bereich des B-Plans keine gesetzlich geschützten Biotope, Biosphären-, Naturschutz- oder Landschaftsschutzgebiete.

Im Bereich des Schutzgutes Pflanzen / Tiere werden Teile der Gewässerstrukturen sowie der Offenland- und Gehölzstrukturen nach dem Grünordnungsplan mit einer mittleren Wertigkeit belegt. Den vorkommenden Feldhecken und Feldgehölzen sowie den naturnahen Oberflächengewässern inklusive ihrer Gewässerrandstreifen wird dort eine hohe bis sehr hohe Bedeutung für das Schutzgut zugesprochen.

Die bestehenden Oberflächengewässer und ihre Gewässerrandstreifen werden im B-Plan als Grünflächen berücksichtigt und erhalten.

Als Ausgleich für die vorhabenbedingten Beeinträchtigungen der Vegetationskomplexe/Biotope sind laut Grünordnungsplan folgende Maßnahmen vorgesehen:

- Erhalt von Einzelbäumen
- Erhalt des Biotopkomplexes
- Erhalt von Oberflächengewässern mit Gewässerrandstreifen
- Festsetzung von Baum- und Strauchpflanzungen in Verkehrsgrünflächen, öffentlichen Grünflächen und privaten Grünflächen

- Extensive Begrünung von Dächern
- Teilbegrünung von Fassaden von Parkhäusern

In Anbetracht dessen kann davon ausgegangen werden, dass keine weitere Betrachtung des Klimaschutzaspektes im Zusammenhang mit vorhabenbedingten Auswirkungen auf Vegetationskomplexe/Biotope vorgenommen werden muss.

5.5 Emissionsbilanz / Zusammenfassung

5.5.1 Verkehrsbedingte Emissionen

Die berechneten jährlichen verkehrsbedingten THG-Emissionen (öffentlicher Verkehr) sind für Null- und Planfall 2035 in **Tab. 5.10** (sowie Anlage 1) aufgeführt.

Fall	TTW	WTT	WTW (gesamt)
Prog.-NF 2035	3 465	1 143	4 608
Prog. PF 2035	3 927	1 293	5 220
Diff. PF - NF	462	150	612

Tab. 5.10: Zusammenfassung der verkehrsbedingten THG-Emissionen in t CO₂e/a nach Emissionsart (evtl. Abweichungen in der Summation sind rundungsbedingt)

Im Prognosenullfall 2035 umfassen die Treibhausgasfreisetzungen 3 465 t CO₂e/a bei einer Jahresfahrleistung von ca. 27 Millionen Fahrkilometern. Für den Planfall 2035 umfassen die Treibhausgasfreisetzungen 3 927 t CO₂e/a bei einer Jahresfahrleistung von ca. 30 Millionen Fahrkilometern. Das entspricht einer lokalen Zunahme der Treibhausgasfreisetzungen um ca. 13.3 % und einer lokalen Zunahme der Fahrleistung um ca. 11.1 % in dem betrachteten Straßennetz.

Für den Prognosenullfall wird durch den Betrieb der Kfz auf dem betrachteten Straßennetz im Jahr 2035 eine Energiemenge verbraucht, die bei der Herstellung für die Elektroantriebe eine CO₂e-Freisetzung von ca. 385 Tonnen bei EU-Mix sowie für den Treibstoff der Verbrennerantriebe eine CO₂e-Freisetzung von ca. 758 Tonnen bewirkt (in Summe 1 143 Tonnen); das sind zusätzlich ca. 11.1 % bei EU-Mix und ca. 21.9 % bei fossilen Kraftstoffen der Treibhausgasemissionen zu den oben beschriebenen betriebsbedingten auf dem Straßennetz.

Für den Planfall werden CO₂e-Freisetzungen für die Energiebereitstellung für den Betrieb der Kfz für Elektroantriebe mit 434 Tonnen bei EU-Mix sowie für den Treibstoff der Verbrennerantriebe mit ca. 859 Tonnen (in Summe 1 293 Tonnen) berechnet.

Die genannten THG-Emissionen der „Vorläuferkette“ für den Energieverbrauch des Kfz-Verkehrs auf dem lokalen Straßennetz werden entsprechend KSG dem Sektor „Energiewirtschaft“ zugeordnet.

5.5.2 THG-Emissionen aus dem Lebenszyklus der Gebäude

Für die Betrachtung der Lebenszyklusemissionen der Gebäude werden zwei Varianten dargestellt. Zum einen werden die THG-Emissionen unter Berücksichtigung der Planungen der Firma Liebherr abgeschätzt. Zum anderen werden als unabhängige Abschätzung die THG-Emissionen des B-Plans ohne Berücksichtigung dieser Planungen gezeigt. Diese sind jedoch im Vergleich zu den konkreten Planungen als sehr konservativ einzuschätzen.

5.5.2.1 THG-Emissionen unter Berücksichtigung der Planungen der Firma Liebherr

Die auf Basis der getroffenen Annahmen abgeschätzten THG-Emissionen aus dem Lebenszyklus und dem Betrieb der Gebäude im B-Plangebiet unter Berücksichtigung der Planungen der Firma Liebherr sind in **Tab. 5.11** zusammengefasst. Hierbei werden für die Teilflächen 1 bis 4 die konkreten Planungen der Firma Liebherr berücksichtigt, die Abschätzungen der Teilflächen 5 und 6 beruhen auf den Angaben aus dem B-Plan. Es wird nach ÖKOBAUDAT eine Lebensdauer von 50 Jahren angesetzt, um die mittleren jährlichen Emissionen aus Betrieb und Konstruktion abzuleiten.

Prozess	CO ₂ -Emissionen		
	Teilflächen 1-4	Teilflächen 5-6	Gesamt
Neubau der Gebäude			
Herstellung und Errichtung (A1 bis A5)	4 301 t CO ₂ e	1 507 t CO ₂ e	5 808 t CO₂e
Mittlere jährliche Emission über 50 Jahre			116 t CO₂e/a
Neubau von Verkehrswegen (bezogen auf eine Lebensdauer von 60 Jahren)			
Bau und Unterhalt von Verkehrswegen	-	-	2 957 t CO₂ eq.
Mittlere jährliche Emission über 50 Jahre			59 t CO₂ eq./a
Energieversorgung			
Stromversorgung			
Planung Liebherr	403 t CO ₂ e/a		
Europäischer Strommix 2030		1 991 t CO ₂ e/a ¹	2 394 t CO₂e/a
Photovoltaik		348 t CO ₂ e/a ¹	751 t CO₂e/a
Wärmeversorgung			
Planung Liebherr	1 282 t CO ₂ e/a		
Luft-Wasser-Wärmepumpe		1 339 t CO ₂ e/a	2 621 t CO₂e/a
Solarthermie (Vakuumröhrenkollektor)		202 t CO ₂ e/a	1 484 t CO₂e/a
Mittlere jährliche Emission über 50 Jahre – Minimum (Photovoltaik und Solarthermie)			2 410 t CO₂e/a
Mittlere jährliche Emission über 50 Jahre – Maximum (Europ. Strommix und Luft-Wasser-Wärmepumpe)			5 190 t CO₂e/a

Tab. 5.11: Zusammenfassung der überschlägig ermittelten THG-Emissionen in t CO₂ eq. durch Errichtung und Betrieb der Gebäude und Verkehrswege im B-Plangebiet unter Berücksichtigung der konkreten Planung der Firma Liebherr

¹ inkl. Berücksichtigung des Überschusses an erzeugter Energie auf den Teilflächen 1 bis 4 durch die geplanten PV-Anlagen der Firma Liebherr

Die Treibhausgasbilanz für den Planfall zeigt, dass für den Neubau der Gebäude ca. 5 808 t CO₂e zu veranschlagen sind.

Für den Bau und Unterhalt von Verkehrswegen werden derzeit 2 957 t CO₂e abgeschätzt.

Für die Strom- und Wärmeversorgung der neuen Gebäude sind verschiedene Energieträger möglich. Für die Teilflächen 1-4 wurde in jedem Fall die konkrete Planung der Firma Liebherr zu Grunde gelegt. Für die Teilflächen 5-6 werden die Emissionen für verschiedene Energieträger ausgegeben. Die geringsten Emissionen werden mit einer Energieerzeugung aus Photovoltaik und Solarthermie erreicht. Die Auswahl der dargestellten Energieträger hat jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit, zudem werden keine Kombinationen von verschiedenen Energieträgern oder die eventuell mögliche Nutzung von Abwärme berücksichtigt. Mit welchen Energieträgern letztendlich die geringsten Emissionen erreicht werden können und welche für den entsprechenden Industriezweig technisch sinnvoll sind, kann nur im Energiekonzept des sich ansiedelnden Unternehmens berücksichtigt werden.

Zur Abschätzung der mittleren jährlichen Emissionen über 50 Jahre aus allen oben genannten Beiträgen wurden jeweils Kombinationen der Strom- und Wärmeversorgung herangezogen, die unter den gemachten Annahmen die minimalen und maximalen Emissionen verursachen. Hierbei wurde die Nutzung fossiler Energieträger außen vorgelassen. Dies würde zu höheren Emissionswerten führen. Mit dem gewählten Ansatz ergeben sich zwischen 2 410 und 5 190 t CO₂e. pro Jahr über eine Dauer von 50 Jahren in Summe aus allen genannten Beiträgen.

5.5.2.2 THG-Emissionen ohne Berücksichtigung der Planungen der Firma Liebherr

Die auf Basis der getroffenen Annahmen abgeschätzten THG-Emissionen aus dem Lebenszyklus und dem Betrieb der Gebäude im B-Plangebiet ohne Berücksichtigung der konkreten Planungen der Firma Liebherr sind in **Tab. 5.12** zusammengefasst. Hierbei beruhen die Abschätzungen für alle Teilflächen auf den Angaben aus dem B-Plan. Es wird nach ÖKOBAUDAT eine Lebensdauer von 50 Jahren angesetzt, um die mittleren jährlichen Emissionen aus Betrieb und Konstruktion abzuleiten.

Prozess	CO ₂ -Emissionen		
	Teilflächen 1-4	Teilflächen 5-6	Gesamt
Neubau der Gebäude			
Herstellung und Errichtung (A1 bis A5)	7 378 t CO ₂ e	1 507 t CO ₂ e	8 885 t CO₂e
Mittlere jährliche Emission über 50 Jahre			178 t CO₂e/a
Neubau von Verkehrswegen (bezogen auf eine Lebensdauer von 60 Jahren)			
Bau und Unterhalt von Verkehrswegen	-	-	2 957 t CO₂e
Mittlere jährliche Emission über 50 Jahre			59 t CO₂e/a
Energieversorgung			
Stromversorgung			
Europäischer Strommix 2030	10 240 t CO ₂ e/a	2 193 t CO ₂ e/a	12 433 t CO₂e/a
Photovoltaik	1 790 t CO ₂ e/a	383 t CO ₂ e/a	2 173 t CO₂e/a
Wärmeversorgung			
Luft-Wasser-Wärmepumpe	6 251 t CO ₂ e/a	1 339 t CO ₂ e/a	7 590 t CO₂e/a
Solarthermie (Vakuummöhrrenkollektor)	943 t CO ₂ e/a	202 t CO ₂ e/a	1 145 t CO₂e/a
Mittlere jährliche Emission über 50 Jahre – Minimum (Photovoltaik und Solarthermie)			3 555 t CO₂e/a
Mittlere jährliche Emission über 50 Jahre – Maximum (Europ. Strommix und Luft-Wasser-Wärmepumpe)			20 260 t CO₂e/a

Tab. 5.12: Zusammenfassung der überschlägig ermittelten THG-Emissionen in t CO₂e durch Errichtung und Betrieb der Gebäude und Verkehrswege im B-Plangebiet ohne Berücksichtigung der konkreten Planung der Firma Liebherr

Die Treibhausgasbilanz auf Grundlage der Annahme der maximalen Baufenster zeigt, dass für den Neubau der Gebäude ca. 8 885 t CO₂e. zu veranschlagen sind. Dieser Wert ist als sehr konservativ einzuschätzen, da der Bruttorauminhalt der maximal im B-Plangebiet zulässigen Baufenster zu Grunde gelegt wurde. Der Vergleich mit der Planung der Firma Liebherr zeigt, dass ein vollständiges Ausschöpfen der maximalen Baufenster eher unrealistisch erscheint.

Für den Bau und Unterhalt von Verkehrswegen werden analog zu Abschnitt 5.5.2.1 derzeit 2 957 t CO₂e abgeschätzt.

Für die Strom- und Wärmeversorgung der neuen Gebäude wurde der Energiebedarf aus pauschalen Energiekennwerten und den maximalen Nutzflächen abgeschätzt. Diese Abschätzung stellt eine konservative Herangehensweise dar. Ein Vergleich mit der konkreten Planung der Firma Liebherr zeigte ein Überschätzen des Energiebedarfs um einen Faktor 2. Allerdings ist der Energiebedarf stark vom jeweiligen Industriezweig abhängig. Im vorliegenden Gutachten wurden die Emissionen für verschiedene Energieträger ausgegeben. Die geringsten Emissionen werden mit einer Energieerzeugung aus Photovoltaik und Solarthermie erreicht. Die Auswahl der dargestellten Energieträger hat jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit, zudem werden keine Kombinationen von verschiedenen Energieträgern oder die eventuell mögliche Nutzung von Abwärme berücksichtigt. Mit welchen Energieträgern letztendlich die geringsten Emissionen erreicht werden können, kann nur im Energiekonzept des sich ansiedelnden Unternehmens berücksichtigt werden.

Zur Abschätzung der mittleren jährlichen Emissionen über 50 Jahre aus allen oben genannten Beiträgen wurden jeweils Kombinationen der Strom- und Wärmeversorgung herangezogen, die unter den gemachten Annahmen die minimalen und maximalen Emissionen verursachen. Hierbei wurde die Nutzung fossiler Energieträger außenvor gelassen. Dies würde zu höheren Emissionswerten führen. Mit dem gewählten Ansatz ergeben sich zwischen 3 555 und 20 260 t CO₂e pro Jahr über eine Dauer von 50 Jahren in Summe aus allen genannten Beiträgen.

5.5.3 Zusammenfassung

Damit erfolgt eine ganzheitliche Betrachtung des Vorhabens, die die Emissionen verschiedener Sektoren im Sinne Bundes-Klimaschutzgesetzes (KSG)⁵ einbezieht.

In der sektoralen Bilanzierung des KSG 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“

⁵ <http://www.gesetze-im-internet.de/ksg/KSG.pdf>

- die Lebenszyklusemissionen dem Sektor „Industrie“ sowie
- die Emissionen aus Landnutzungsänderungen dem Sektor „Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft“

zugeordnet.

6 EINORDNUNG DER ERGEBNISSE UND FAZIT

Im Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) werden in § 3 nationale Klimaschutzziele festgeschrieben. Demnach sollen die Treibhausgasemissionen im Vergleich zum Jahr 1990 schrittweise bis zum Jahr 2030 um mindestens 65 % sowie bis zum Jahr 2040 um mindestens 88 % gemindert werden. Bis zum Jahr 2045 werden die Treibhausgasemissionen so weit gemindert, dass Netto-Treibhausgasneutralität erreicht wird. Nach dem Jahr 2050 sollen negative Treibhausgasemissionen erreicht werden. Im Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW, 2023) werden diese Ziele übernommen, der Zeitpunkt des Erreichens der Netto-Treibhausgasneutralität jedoch auf 2040 vorgezogen.

Um dies zu erreichen, werden in Anlage 2 zu § 4 des KSG sektorspezifisch zulässige Jahresemissionsmengen festgelegt. Wie im Abschnitt 5.4 erläutert, betreffen die im Rahmen des Vorhabens "Industriegebiet Berg 2. Erweiterung" betrachteten Emissionsbeiträge die Sektoren

- Verkehr,
- Energiewirtschaft und
- Industrie.

Zum Beispiel für den Sektor Verkehr sollen gegenüber dem Jahr 1990 mit 163.4 Millionen Tonnen CO₂e pro Jahr bis 2030 die CO₂e-Freisetzen auf 85 Millionen Tonnen pro Jahr reduziert werden; für Jahre nach 2030 werden weitere Reduktionsziele über alle Sektoren im KSG aufgeführt, was als Fortführung für den Sektor Verkehr für das Jahr 2035 eine Reduktion auf 36.9 Millionen Tonnen pro Jahr bedeutet, das entspricht einer verbindlichen Reduktion um ca. 77 %. Aus den jahresbezogenen Zielen im KSG für den Verkehrssektor kann abgeleitet werden, dass von 2020 bis 2035 eine Minderung um ca. 75 % erforderlich wird. Dies entspricht einer mittleren jährlichen Minderung um 5 %, um in kontinuierlichen Schritten das vorgegebene Klimaziel für den Verkehrssektor zu erreichen. Diese jahresbezogene relative Minderung kann herangezogen werden, um planungsbedingte Änderungen der THG-Freisetzen auf dem lokalen Straßennetz einzustufen.

Zur transparenten Überprüfung, inwieweit die derzeitigen und künftig zu erwartenden Treibhausgasemissionen mit den gesetzten Minderungszielen vereinbar sind, wird in § 10 Ab-

satz 2 ab dem Jahre 2021 die Erstellung eines sogenannten Projektionsberichtes⁶ vorgeschrieben. Die darin prognostizierten Treibhausgasemissionsmengen werden unter Berücksichtigung der sektorspezifischen Minderungsmaßnahmen ermittelt.

In **Abb. 6.1** sind die nach § 4 KSG zulässigen Jahresemissionsmengen der bzgl. des Vorhabens relevanten Sektoren mit den entsprechenden tatsächlichen und künftig zu erwartenden Treibhausgasemissionen nach Projektionsbericht 2021 für den Zeitraum 2020–2030 gegenübergestellt.

Der Vergleich (**Abb. 6.1**) zeigt, dass die Schere zwischen den zulässigen und den prognostizierten Jahresemissionsmengen bei allen betrachteten Sektoren bis zum Jahre 2030 z. T. deutlich größer wird. Insbesondere im Verkehrssektor und in der Energiewirtschaft ist unter den derzeit beschlossenen bzw. umgesetzten Klimaschutzmaßnahmen nicht davon auszugehen, dass die im KSG festgeschriebene Reduktion der Treibhausgasemissionen um mindestens 65 % bis zum Jahr 2030 erreicht wird.

Für den Fall einer Überschreitung der zulässigen Jahresemissionsmenge ist im KSG § 4 Absatz 3 Folgendes festgelegt:

„Über- oder unterschreiten die Treibhausgasemissionen ab dem Jahr 2021 in einem Sektor die jeweils zulässige Jahresemissionsmenge, so wird die Differenzmenge auf die verbleibenden Jahresemissionsmengen des Sektors 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, muss nach § 8 ein Sofortprogramm für den jeweiligen Sektor vorgelegt werden, dass die Einhaltung der Jahresemissionsmengen des Sektors für die folgenden Jahre sicherstellt.

⁶<https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimaschutz-energiepolitik-in-deutschland/szenarien-fuer-die-klimaschutz-energiepolitik/integrierte-energie-treibhausgasprojektionen#Projektionsbericht>

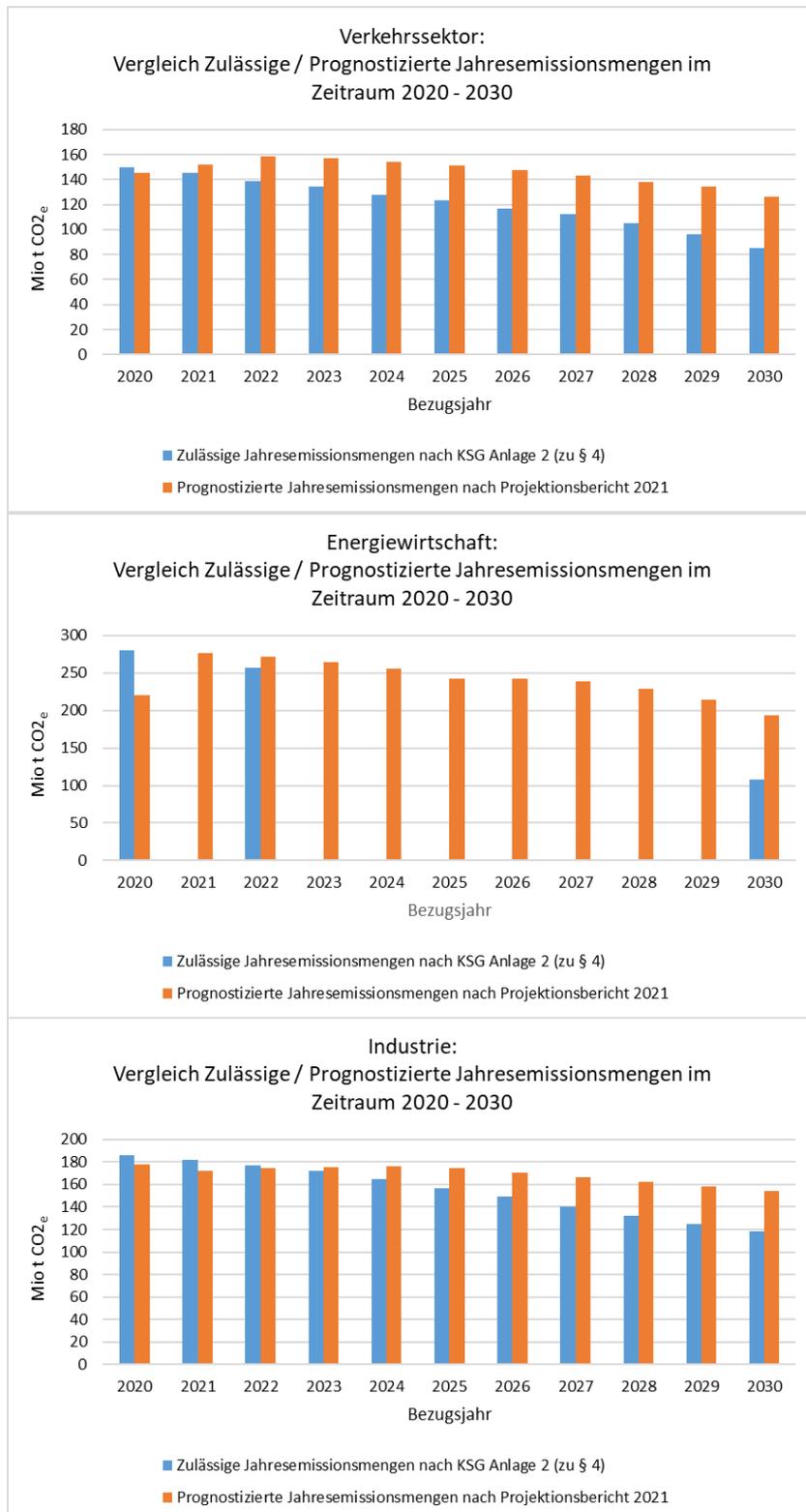


Abb. 6.1: Vergleich Zulässige/Prognostizierte Jahresemissionsmengen in den KSG-Sektoren „Verkehr“, „Energiewirtschaft“, „Industrie“ im Zeitraum 2020 - 2030

Die Umsetzung des betrachteten Vorhabens trägt bei der sektoralen Betrachtung gemäß KSG nach aktueller Daten- und Planungslage nicht dazu bei, im Verkehrssektor, im Sektor Energiewirtschaft sowie im Industriesektor die Schere zwischen den zulässigen und den prognostizierten Jahresemissionsmengen zu schließen.

7 LITERATUR

- AD-HOC ARBEITSHILFE KLIMASCHUTZ (2022): Bericht von Bosch & Partner sowie Füsser & Partner RA im Auftrag des Landesamtes für Straßenbau und Verkehr Mecklenburg-Vorpommern. Stand: 31.03.2022.
- BauNVO (1962): Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung - BauNVO). Baunutzungsverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. November 2017 (BGBl. I S. 3786), die zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 3. Juli 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 176) geändert worden ist.
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.
- 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>, abgerufen am 18.12.2023
- DWD (2017): Ortsgenaue Testreferenzjahre von Deutschland für mittlere, extreme und zukünftige Witterungsverhältnisse. Ein Gemeinsames Projekt im Auftrag des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR) in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Wetterdienst (DWD), letzte Aktualisierung: Offenbach im Juli 2017.
- 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.
- GEG (2020): Gebäudeenergiegesetz vom 8. August 2020 (BGBl. I S. 1728), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 16. Oktober 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 280) geändert worden ist.
- Helbig (2023): Grünordnungsplan zum Bebauungsplan „Industriegebiet Berg, 2. Erweiterung“, Stadt Ehingen (Donau) – Entwurf des Erläuterungsberichts, Helbig Umweltplanung, Stand 08.11.2023
- Hoffmann, M., & Kremer, P. (1996). Zahlentafeln für den Baubetrieb: mit 53 Beispielen. Teubner.
- KlimaG BW (2023): Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW), vom 7. Februar 2023.
- KMU (2009): EDV-Werkzeug zum Gebäuderückbau, Prof. Dr.-Ing. Albrecht Heckele (Hochschule Biberach Hochschule für Bauwesen und Wirtschaft), Stand 06.11.2009, <https://www.refina-info.de/de/produkte/index0efc.html?productid=55>, abgerufen am 09.01.2024.
- KSG (2019): Bundes-Klimaschutzgesetz vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2513), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. August 2021 (BGBl. I S. 3905) geändert worden ist, in Kraft getreten am 18. Dezember 2019.
- 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 Renewbility“, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 3. korrigierte Fassung Januar 2015, ISSN 1862-4804.
- Stadtverwaltung Leonberg (2023): Eingangsdaten zum Bebauungsplan per E-Mail von Frau Lisa Haas am 18.12.2023 sowie Eingangsdaten zu den Bruttorauminhalten der abzureißenden Bestandbauten per E-Mail von Frau Lisa Haas am 19.12.2023.
- UBA (2010): „Modellrechnungen zu den Immissionsbelastungen bei einer verstärkten Verfeuerung von Biomasse in Feuerungsanlagen der 1. BImSchV- UBA-FB 001355 Förderkennzeichen 205 43 263“ von Prof. Dr. Günter Baumbach, Dr. Michael Struschka, Winfried Juschka, Maria Carrasco, Keng Been Ang, Lupin Hu Universität Stuttgart, Institut für Verfahrenstechnik und Dampfkesselwesen (IVD) Dr. Wolfgang Bächlin, Christine Sörgel Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe. In UBA-Texte 37/2010. 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 (2023): Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger - Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2022, von Dr. Thomas Lauf, Michael Memmler, Sven Schneider, Umweltbundesamt, erschienen im Dezember 2023 in Climate Change | 49/2023.

**ANLAGE 1:
BETRIEBSBEDINGTE EMISSIONEN ÖFFENTLICHER STRAßENVERKEHR**



Lohmeyer

An der Rossweid 15, D – 76229 Karlsruhe

Telefon: +49 (0) 721 / 625 10 - 0

Telefax: +49 (0) 721 / 625 10 - 30

E-Mail: info.ka@lohmeyer.de

URL: www.lohmeyer.de

Leitung: Dipl.-Geoökol. H. Lauerbach

Zertifiziert nach ISO9001:2015

Unser Zeichen
20984-23-01 Na

Karlsruhe, den
07.12.2023

Bebauungsplan Industriegebiet Berg, Auswirkungen auf die CO₂-Freisetzung durch den Kfz-Verkehr

In Ehingen (Donau) ist der Bebauungsplan „Industriegebiet Berg – 2.Erweiterung“ in Erarbeitung. Mit dem Bebauungsplan ist eine Weiterentwicklung des Betriebsstandortes der Liebherr-Werk Ehingen GmbH vorgesehen. Das Plangebiet liegt südlich des Ortsteils Berg der Stadt Ehingen, westlich von Altbierlingen und schließt im Norden an das bestehende Industriegebiet „Berg“, im Süden und im Westen an landwirtschaftlich genutzte Flächen an. Östlich befindet sich die Kreisstraße K 7353. Weiter östlich verläuft die von Süden nach Norden orientierte Bundesstraße B 465.

Für die Planungen sind Aussagen über die Auswirkungen der Planungsmaßnahme auf den globalen Klimawandel angefragt, die u. a. eine Treibhausgas (THG)-Bilanzierung für den Kfz-Verkehr im Bereich des Plangebiets umfassen.

Mit der Gesetzesnovelle ist am 31.08.2021 das neue Klimaschutzgesetz (KSG, 2019) in Kraft getreten, das u. a. für den Sektor Verkehr jahresbezogene Minderungsraten nennt. Dabei sind für den Kfz-Verkehr die direkten THG-Emissionen durch Verbrennung der Kraftstoffe dem Sektor Verkehr und die indirekten THG-Emissionen durch die Stromerzeugung für die E-Mobilität dem Sektor Energiewirtschaft zuzuordnen. Dementsprechend erfolgt hier für das lokale Straßennetz eine CO₂-Bilanzierung für den Planfall im Vergleich zum Prognosenullfall.

Verkehrsnetz

Für die Planungen der Erweiterung des Industriegebietes liegt das Verkehrsgutachten „Stadt Ehingen/Donau VU B-Plan-Aufstellung „Industriegebiet Berg – 2.Erweiterung“ (Planungsgruppe SSW, 2023) vor. Darin sind in Abbildungen Angaben über die durchschnittliche werktägliche

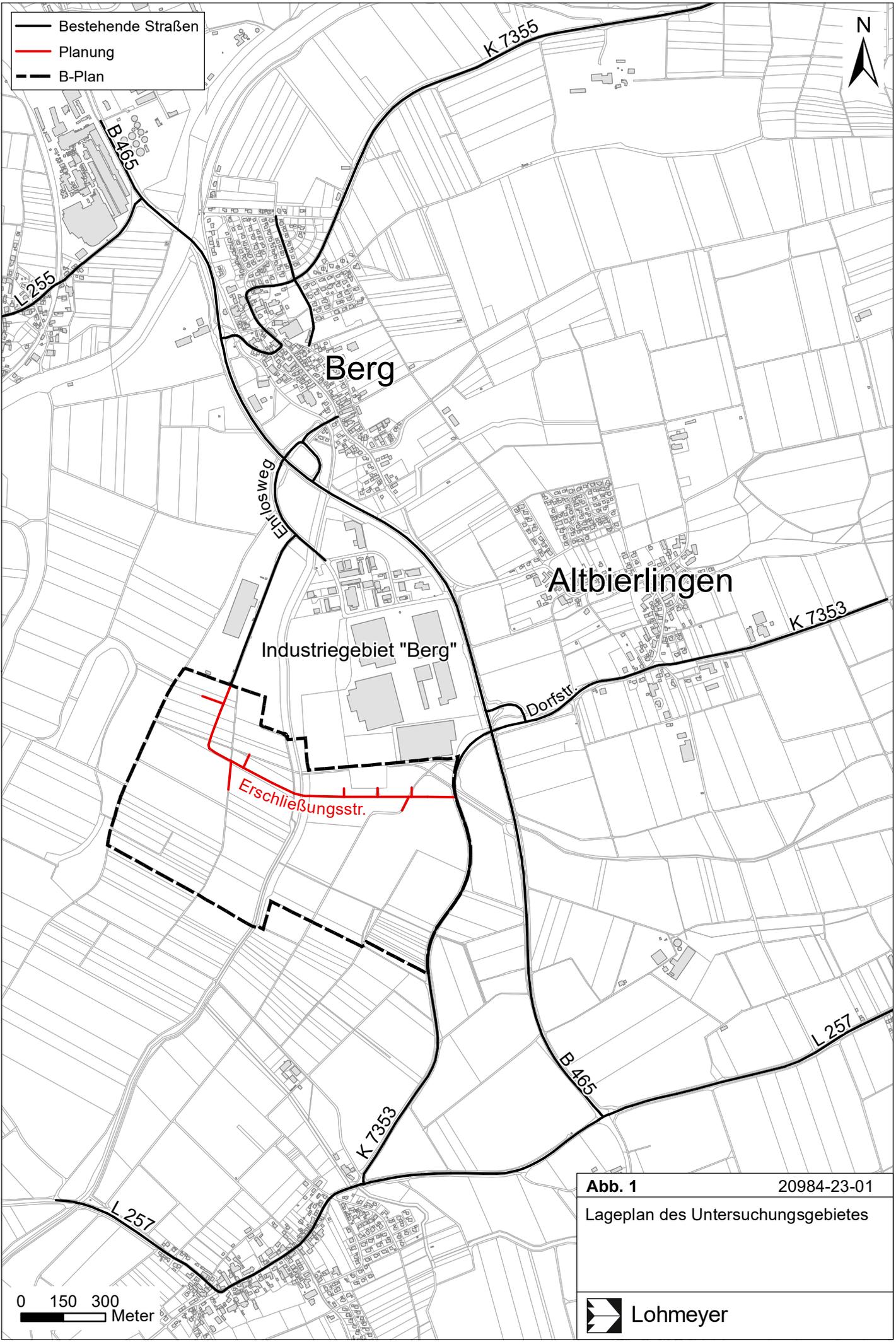
Verkehrsstärke (DTVw) und den durchschnittlichen werktäglichen Schwerverkehr für das Prognosejahr 2035 aufgeführt für den Prognosenullfall und den Planfall. Aus tabellarischen Darstellungen ist ableitbar, dass die durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärken ca. 90% der werktäglichen Kfz-Fahrten und ca. 68% der werktäglichen Schwerverkehrsfahrten umfassen. Für die verkehrliche Wirkung des Bebauungsplans sind Angaben differenziert nach Fahrtenaufkommen für das Bebauungsplangebiet südlich der Erschließungsstraße (LWE-Werk Süd) und weitere Nutzungen nördlich der Erschließungsstraße aufgeführt.

Für die nördlich des Industriegebiets Berg gelegene Anschlussstelle des Ehrloswegs an die B 465 mit den Knotenpunkten KP 1 und KP 2 und die östlich gelegene Anschlussstelle der Dorfstraße (K 7353) an die B 465 mit den Knotenpunkten KP 3 und KP 4 liegen Leistungsfähigkeitsberechnungen in dem Verkehrsgutachten vor. Für die Knotenpunkte KP 1 und KP 4 werden im Prognosenullfall und im Planfall sowie für die Knotenpunkte KP 2 und KP 3 im Prognosenullfall sehr gute Verkehrsqualitäten (Stufe A) beschrieben. Im Planfall sind ausreichende Leistungsfähigkeiten (Stufe D) am KP 2 sowie KP 3 für die Linkseinbiegerströme beschrieben. Für den Kreuzungsbereich der B 465 mit der L 255 sind im Planfall insgesamt ausreichende Verkehrsqualitäten (von Stufe C bis Stufe D) beschrieben. Diese Verkehrsflusseinschränkungen werden in der Emissionsberechnung berücksichtigt.

Die Lage des Untersuchungsgebietes ist in **Abb. 1** dargestellt. Die für die Berechnungen berücksichtigten Verkehrsstärken sind für den Prognosenullfall und für den Planfall in **Abb. 2** und **Abb. 3** im Anhang dargestellt.

Die Berechnung der CO₂-Emissionen berücksichtigt die Inhalte der Emissionsdatenbank für den Kfz-Verkehr in der Version HBEFA4.2 (UBA, 2022), die auch Angaben über CO₂-Emissionen beinhaltet. Dabei wird differenziert nach dem gesamten CO₂-Aufkommen, dem „CO₂ reported“ ohne den regenerativen Kraftstoffanteil und den sogenannten CO₂-Äquivalenten, die sich aus dem CO₂ reported und den verkehrsbedingten Beiträgen an Treibhausgasen wie Methan oder Lachgas zusammensetzen. Die vorliegenden Betrachtungen beziehen sich auf die verkehrsbedingten CO₂-Äquivalente (CO₂eq).

Die Längsneigung der Straßen wird aus Höhenplänen, Lageplänen bzw. digitalen Geländedaten des Untersuchungsgebietes entnommen. Der Kaltstarteinfluss innerorts für PKW bzw. leichte Nutzfahrzeuge (INfz) wird entsprechend HBEFA angesetzt, sofern er in der Summe einen Zuschlag darstellt.



Für die Emissionsberechnung ist eine Zuordnung der Straßenabschnitte zu sogenannten Verkehrssituationen erforderlich, um die Angaben der Emissionsdatenbank (HBEFA4.2) anzuwenden.

Für diese Ausarbeitung werden folgende Verkehrssituationen herangezogen:

AO-HVS100:	Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 100 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-NS30:	Innerörtliche Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h
IO-NS30d:	Innerörtliche Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h, dichter Verkehr

Tab. 1 gibt einen Überblick über die im vorliegenden Fall jeweils angesetzten Verkehrssituationen, klassifiziert wie im HBEFA für Längsneigungsklassen in 2%-Stufen (gekennzeichnet durch vorangestellte „_“-Unterstrichzeichen für Gegenverkehrsstrecken), und die zugehörigen Emissionsfaktoren für Leichtverkehr LV (PKW, INfz) und Schwerverkehr SV (LKW, Busse) für das Bezugsjahr 2035 unter Angabe der mittleren Fahrgeschwindigkeiten.

Abb. 4 im Anhang zeigt exemplarisch die angesetzten Verkehrssituationen für den Planfall.

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 gegenüber dem Prognosenullfall 2035 aufgezeigt. Betrachtet werden die Straßenabschnitte im Untersuchungsgebiet entsprechend **Abb. 1**.

Für den Prognosenullfall wird eine CO₂eq-Freisetzung von ca. 3 465 Tonnen pro Jahr bei einer Fahrleistung von ca. 27 Millionen km pro Jahr berechnet. Für den Planfall mit wird eine CO₂eq-Freisetzung von 3 927 Tonnen pro Jahr bei einer Fahrleistung von ca. 30 Millionen Kilometer pro Jahr berechnet. Das entspricht einer verkehrsbedingten CO₂eq-Zunahme um 13.3% bei einer Zunahme der Fahrleistung um 11.1%. Die Ergebnisse für das betrachtete Straßennetz sind in **Tab. 2** zusammengestellt.

Straßenparameter	Geschwindigkeit in km/h	spezifische Emissionsfaktoren je Kfz in g/km 2035	
		CO ₂ eq	
		LV	SV
AO-HVS100	94.0	101.8	440.2
AO-HVS100_2	94.0	102.3	508.5
AO-HVS100_4	94.0	107.8	696.1
AO-HVS100_6	94.0	114.9	926.1
AO-HVS70	67.0	87.4	426.5
AO-HVS70_2	67.0	88.5	496.6
AO-HVS70_4	67.0	93.3	694.8
AO-HVS70d	53.8	100.8	458.1
AO-HVS70d_2	53.8	101.0	526.8
AO-HVS70d_4	53.8	104.6	710.4
AO-HVS70g	37.0	123.5	880.1
AO-HVS70g_2	37.0	123.9	899.5
IO-HVS50	49.0	92.7	371.8
IO-HVS50_2	49.0	93.4	431.0
IO-HVS50_4	49.0	97.9	600.6
IO-HVS50_6	49.0	110.0	807.4
IO-HVS50d	39.6	109.2	402.8
IO-HVS50d_2	39.6	108.5	461.8
IO-HVS50d_4	39.6	111.1	623.3
IO-HVS50d_6	39.6	124.8	822.3
IO-HVS50g	24.9	144.3	840.9
IO-HVS50g_2	24.9	146.0	864.2
IO-HVS50g_4	24.9	149.2	934.0
IO-NS30	33.6	114.9	515.0
IO-NS30_2	33.6	114.6	555.6
IO-NS30_4	33.6	121.5	668.4
IO-NS30_6	33.6	128.7	840.4
IO-NS30d	26.5	130.7	545.9

Tab. 1: Emissionsfaktoren in g/km je Kfz für das bestehende und geplante Straßennetz für das Bezugsjahr 2035

Variante	CO ₂ -Äquivalente in t/a	Zunahme gegenüber dem Prognosenullfall		Fahrleistung in Millionen km/a	Zunahme gegenüber dem Prognosenullfall	
		absolut	relativ		absolut	relativ
Prognosenullfall	3 465	-	-	27	-	-
Planfall	3 927	462 t/a	13.3%	30	3	11.1%

Tab. 2: THG-Gesamtemission und Fahrleistung auf dem betrachteten Straßennetz

Das Klimaschutzgesetz (KSG) benennt unter anderem nationale Klimaschutzziele für den Sektor Verkehr. Darin werden Minderungen der Treibhausgasemissionen gegenüber 1990 benannt und in Listen zusammengestellt. Gegenüber dem Jahr 1990 mit 163.4 Millionen Tonnen CO₂eq pro Jahr sollen bis 2030 für den Verkehrssektor die CO₂eq-Freisetzungen auf 85 Millionen Tonnen pro Jahr reduziert werden; für Jahre nach 2030 werden weitere Reduktionsziele über alle Sektoren im KSG aufgeführt, was als Fortführung für den Sektor Verkehr für das Jahr 2035 eine Reduktion auf 36.9 Millionen Tonnen pro Jahr bedeutet, das entspricht einer verbindlichen Reduktion um ca. 77%. Aus den jahresbezogenen Zielen im KSG für den Verkehrssektor kann abgeleitet werden, dass von 2020 bis 2035 eine Minderung um ca. 75% erforderlich wird. Dies entspricht einer mittleren jährlichen Minderung um 5%, um in kontinuierlichen Schritten das vorgegebene Klimaziel für der Verkehrssektor zu erreichen. Diese jahresbezogene relative Minderung kann herangezogen werden, um planungsbedingte Änderungen der THG-Freisetzungen auf dem lokalen Straßennetz einzustufen.

Erweiterte Betrachtung entsprechend ARS Nr.03/2023

Das KSG nimmt für den Sektor Verkehr den Energieverbrauch von Fahrzeugen mit Elektromotor aus der Treibhausgasbilanz aus, d. h. für den Betrieb von Kfz mit Elektroantrieb auf der Straße wird keine Treibhausgasbilanzierung gefordert.

Das Allgemeine Rundschreiben Straßenbau Nr. 03/2023 (ARS), Sachgebiet 12.0: Umweltschutz, Allgemeines, beschreibt Hinweise zur Berücksichtigung der großräumigen Klimawirkungen in der Vorhabenzulassung. In dem Kapitel „Abschätzung der THG-Emissionen durch die Nutzung der Straße (Straßenverkehr)“ wird die Ermittlung der THG-Emissionen auf der Grundlage von Verkehrsprognosezahlen und Emissionen entsprechend dem jeweils aktuellen HBEFA beschrieben.

Darüber hinaus ist auch gefordert, THG-Emissionen bei der Erzeugung von elektrischem Strom für PKW mit Elektroantrieb aufzuaddieren, womit die Ansätze des KSG für den Sektor Verkehr überschritten werden. Solche Emissionen werden im Kfz-Verkehrsbereich als Vorläuferketten

bezeichnet und sind ebenfalls im aktuellen HBEFA abrufbar, dort mit der Bezeichnung „Well to Tank“ umschrieben. Das beinhaltet Angaben für den Kfz-Betrieb mit Elektromotoren und mit Verbrennermotoren. Die Emissionsfaktoren des HBEFA 4.2 für Elektro-Kfz basieren dabei auf dem prognostizierten Strommix im Jahr 2035 in Form eines EU-Durchschnitts unter Annahme eines Anteils erneuerbarer Energien von ca. 44%; 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.

Für den Prognosenußfall wird durch den Betrieb der Kfz auf dem betrachteten Straßennetz im Jahr 2035 eine Energiemenge verbraucht, die bei der Herstellung für die Elektroantriebe eine CO₂eq-Freisetzung von ca. 385 Tonnen bei EU-Mix sowie für den Treibstoff der Verbrennerantriebe eine CO₂eq-Freisetzung von ca. 758 Tonnen bewirkt; das sind zusätzlich ca. 11.1% bei EU-Mix und ca. 21.9% bei fossilen Kraftstoffen der Treibhausgasemissionen zu den oben beschriebenen betriebsbedingten auf dem Straßennetz.

Für den Planfall werden CO₂eq-Freisetzungen für die Energiebereitstellung für den Betrieb der Kfz für Elektroantriebe mit 434 Tonnen bei EU-Mix sowie für den Treibstoff der Verbrennerantriebe mit ca. 859 Tonnen berechnet (**Tab.3**).

CO₂-Äquivalente					
	Einheit	Strommix EU	Änderung	Fossile Brennstoffe	Änderung
Prognosenußfall	t/a	385	-	758	-
Planfall	t/a	434	49	859	101

Tab. 3: THG-Gesamtemissionen auf dem betrachteten Straßennetz im Sektor Energiewirtschaft für Elektro-Kfz und für fossile Brennstoffe

Für den Bebauungsplan „Industriegebiet Berg – 2. Erweiterung“ erfolgt hinsichtlich der Treibhausgasfreisetzung eine Sonderbetrachtung. Die energetische Versorgung des neuen Standortes der Liebherr-Werk Ehingen GmbH ist komplett mit erneuerbaren Energieträgern geplant und schließt auch den internen Werksverkehr ein, für den ein Elektromobilitätkonzept entwickelt wird. Damit kann die Energieversorgung der internen Kfz-Fahrten bei entsprechend verfügbaren temporären Zwischenspeichern über werkseigene regenerative Stromerzeugung erfolgen ohne auf den EU-

Strommix zugreifen zu müssen. Aus den Hintergrundangaben der Kfz-Emissionsdatenbank HBEFA4.2 und dessen fachlichen Ansätzen ist ablesbar, dass für die Stromerzeugung mittels Photovoltaikanlagen das THG-Aufkommen der Vorläuferkette etwa ein Drittel desjenigen des EU-Mixes umfasst; für die Stromerzeugung mittels Windkraft umfasst das THG-Aufkommen der Vorläuferkette etwa ein Siebzehntel desjenigen des EU-Mixes.

Übertragen auf das hier betrachtete Verkehrsaufkommen und Straßennetz kann daraus abgeleitet werden, dass sich das THG-Aufkommen im Sektor Energie um 134 t/a bis 188 t/a gegenüber einer Stromversorgung entsprechend EU-Mix verringert. Damit kann die mit Umsetzung des Bauzugsplans „Industriegebiet Berg – 2. Erweiterung“ verbundene relative THG-Zunahme gegenüber dem Prognosenullfall für die Kfz-Fahrten von 13.3% auf 10.4% bis 6.3% verringert werden.

Tab. 4 fasst die Gesamtbilanz der vorhabenbedingten Treibhausgasemissionen zusammen.

THG-Emissionen in t/a				
	Nullfall	Planfall	Änderung	Änderung, %
Kfz-Betrieb auf der Straße	3 465	3 927	462	13.3%
Vorläuferkette E-Fahrzeuge	385	434	49	12.7%
Vorläuferkette fossile Antriebe	758	859	101	13.3%
Summe Kfz-Verkehr	4 608	5 220	612	13.3%
Summe Kfz-Verkehr, betriebsinterne Fahrten mit eigenen Photovoltaik-Strom	4 608	5 086	478	10.4%
Summe Kfz-Verkehr, betriebsinterne Fahrten mit eigenen Windkraft-Strom	4 608	4 898	290	6.3%

Tab. 4: Gesamtbilanz der vorhabenbedingten Treibhausgasemissionen in Tonnen pro Jahr. inklusive Berücksichtigung betriebsinterner Fahrten mit eigener Photovoltaikstrom- bzw. Windkraftstromversorgung

Quellen:

ARS (2023): Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 03/2023 (ARS), Sachgebiet 12.0: Umweltschutz, Allgemeines: Hinweise zur Berücksichtigung der großräumigen Klimawirkungen in der Vorhabenzulassung.

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

EEG (2023): Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), das zuletzt durch Artikel 6 des Gesetzes vom 4. Januar 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 6) geändert worden ist.

KSG (2019): Bundes-Klimaschutzgesetz vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2513), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. August 2021 (BGBl. I S. 3905) geändert worden ist, in Kraft getreten am 18. Dezember 2019.

UBA (2022): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Version 4.2 / Februar 2022. Hrsg.: Umweltbundesamt, Berlin. www.hbefa.net.

Materialien und Unterlagen:

Es wurden die nachfolgend aufgeführten Unterlagen neben den in „Quellen“ verzeichneten Schriften verwendet:

Helbig UmweltPlanung (2023): Bebauungsplan „IG Berg, 2. Erweiterung“, Bestandplan – Entwurf, Stand 16.08.2023.

Helbig UmweltPlanung (2023): Bebauungsplan „IG Berg, 2. Erweiterung“, Grünordnungsplan – Entwurf, Stand 15.08.2023.

IG Berg 2. Erweiterung Plandarstellung Entwurf (DWG-Datei), übergeben 14.11.2023.

Planungsgruppe SSW GmbH (2023): Stadt Ehingen/Donau VU B-Plan-Aufstellung „Industriegebiet Berg – 2. Erweiterung, Stand 29. August 2023 (mit überlieferter Anpassung der Verkehrszahl im Planfall in dem Abschnitt der B 465 südlich der L 255).

Stadt Ehingen ALKIS Industriegebiet Berg (DWG-Datei), übergeben 06.11.2023.

ANHANG

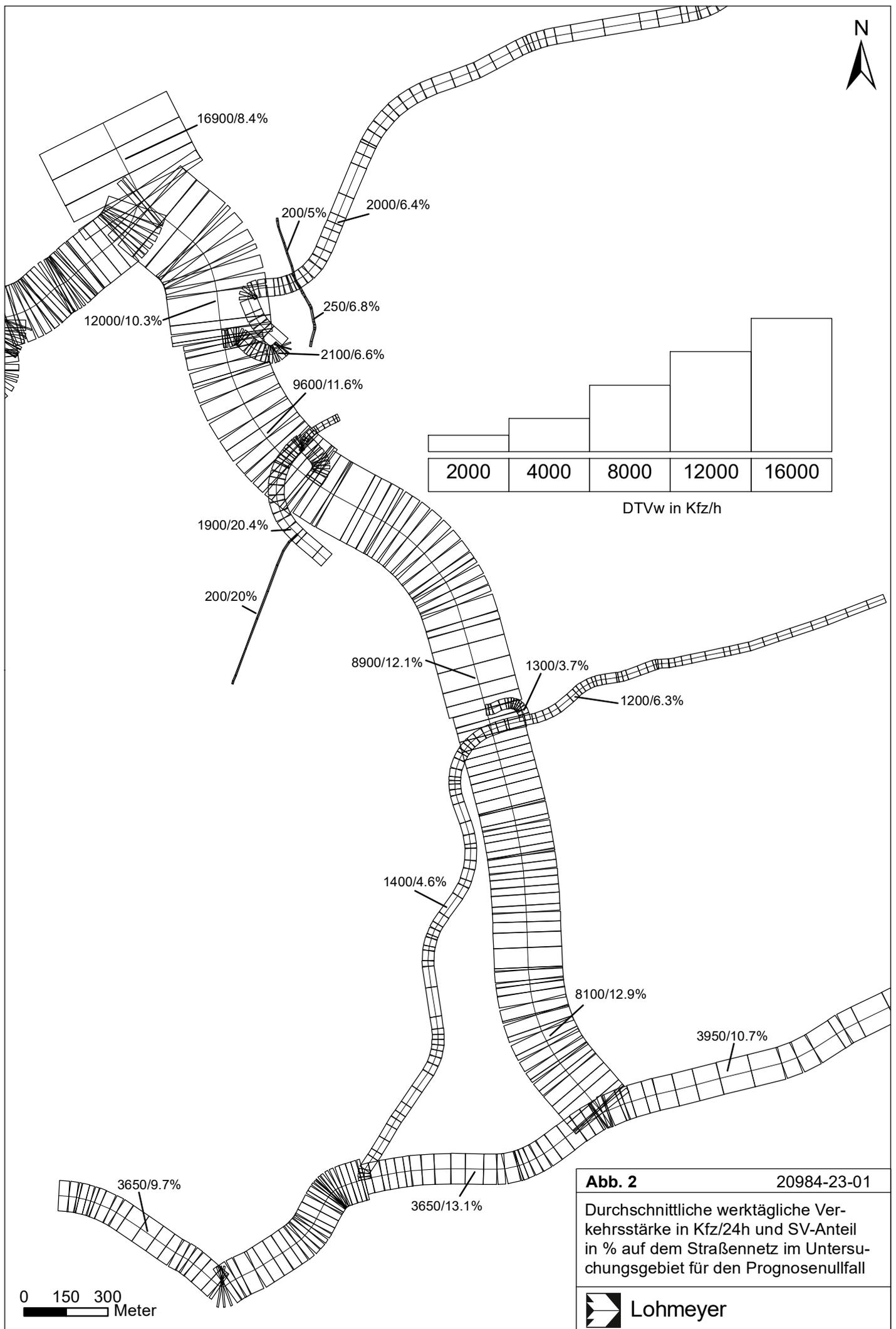
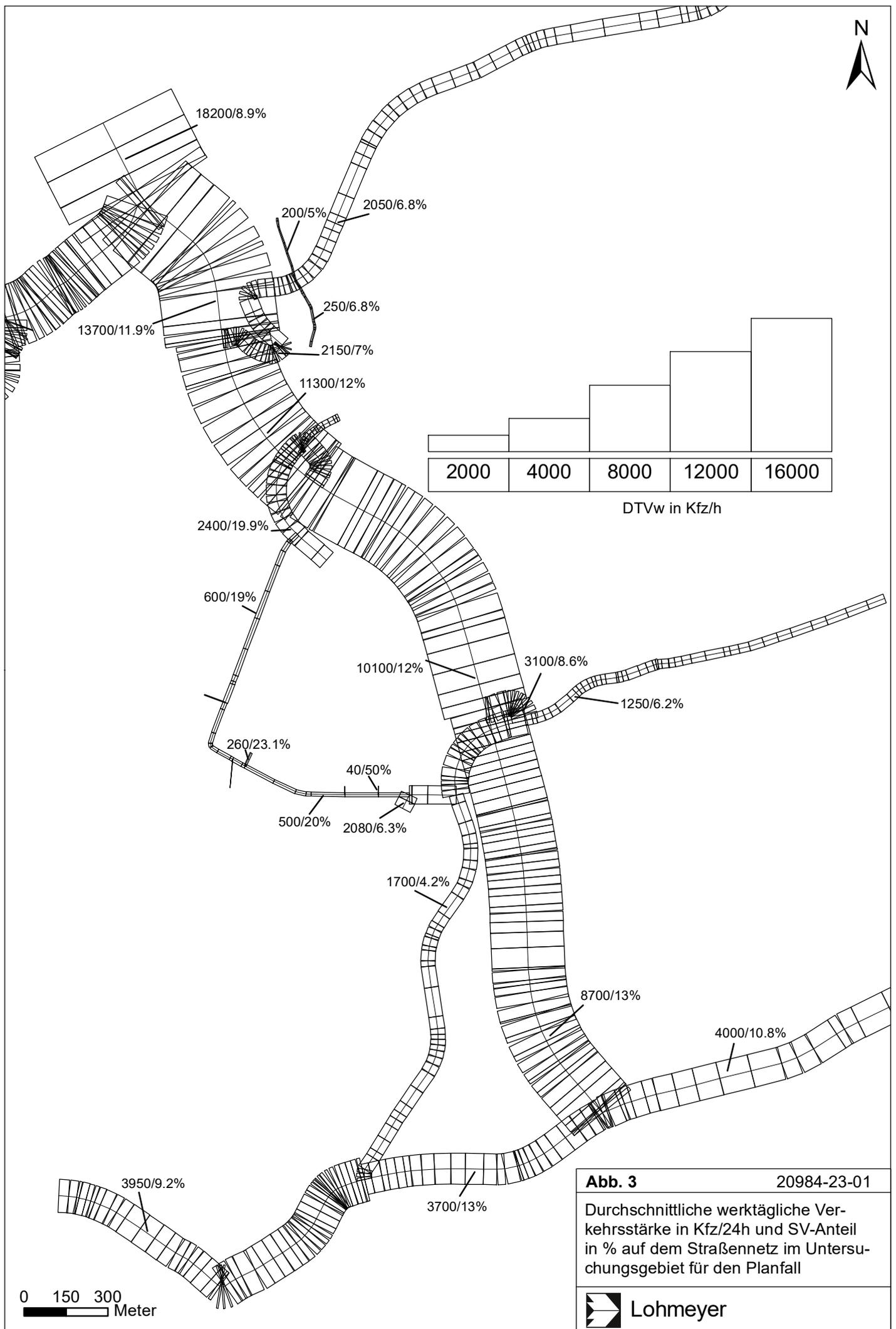
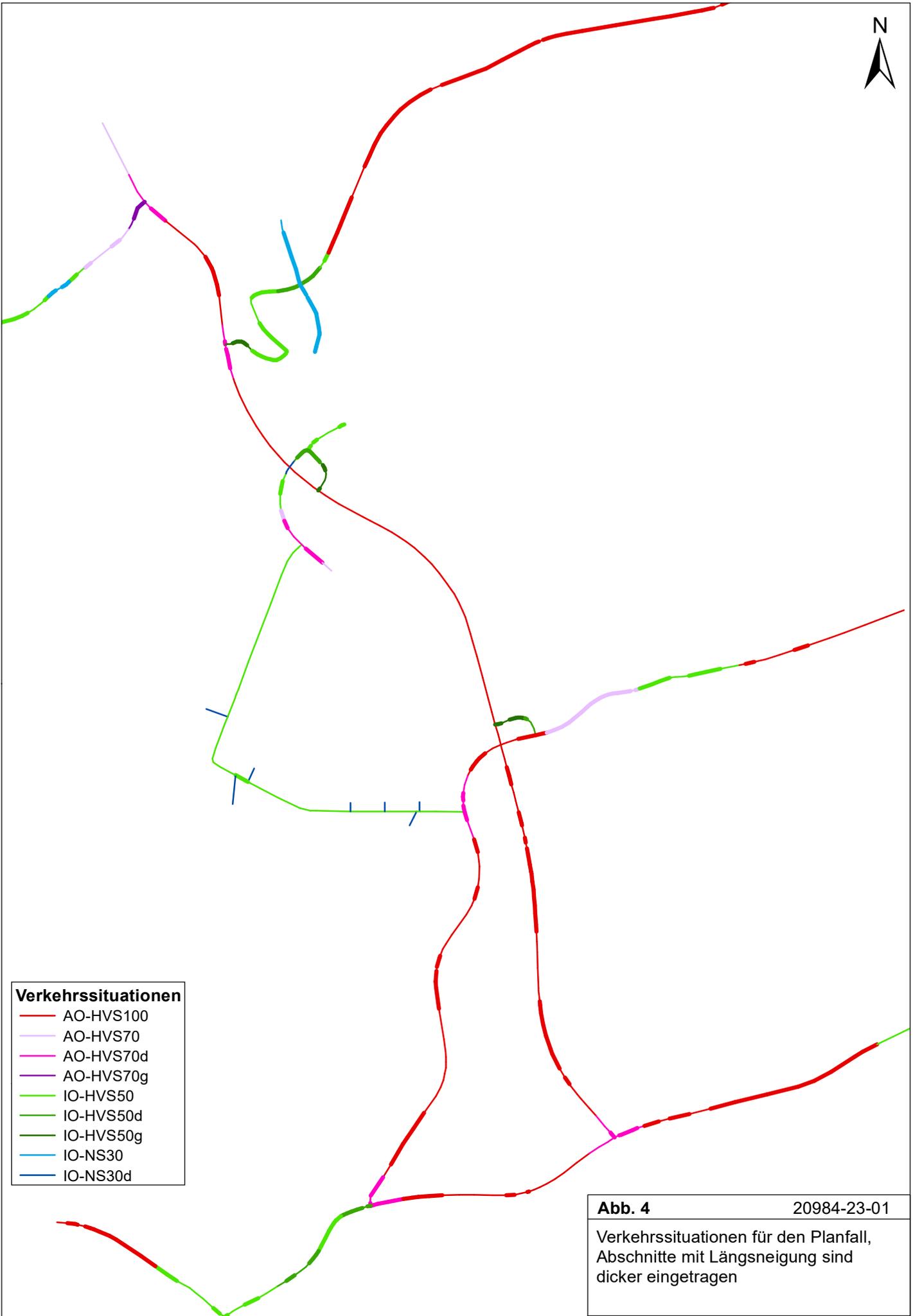


Abb. 2 20984-23-01

Durchschnittliche werktägliche Verkehrsstärke in Kfz/24h und SV-Anteil in % auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognoseullfall







- Verkehrssituationen**
- AO-HVS100
 - AO-HVS70
 - AO-HVS70d
 - AO-HVS70g
 - IO-HVS50
 - IO-HVS50d
 - IO-HVS50g
 - IO-NS30
 - IO-NS30d

0 150 300
Meter

Abb. 4 20984-23-01
Verkehrssituationen für den Planfall,
Abschnitte mit Längsneigung sind
dicker eingetragen



Lohmeyer