



Lohmeyer

SÜDVERBUND CHEMNITZ - A 4 (VKE 323.1)

THG-BILANZIERUNG

Auftraggeber:

DEGES Deutsche Einheit Fern-
straßenplanungs- und -bau GmbH
Zimmerstraße 54
10117 Berlin

Bearbeitung:

Lohmeyer GmbH
Niederlassung Dresden

Dipl.-Georg. F. Jänich

Dip.-Ing. (FH) E. Nitzsche

Dr. rer. nat. I. Düring

April 2024
Projekt 10434-23-01
Berichtsumfang 46 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN	4
ABKÜRZUNGEN	6
1 AUFGABENSTELLUNG	7
2 VORGEHENSWEISE	9
2.1 Betriebsbedingte Emissionen	10
2.2 Lebenszyklusemissionen	12
2.3 Landnutzungsänderung durch das Vorhaben	13
2.4 Gesamtbilanzierung	14
3 EINGANGSDATEN	15
3.1 Lage des Untersuchungsgebietes	15
3.2 Verkehrsdaten	17
3.3 Landnutzungsdaten	17
4 EMISSIONEN	20
4.1 Betriebsbedingte Emissionsfaktoren.....	20
4.2 Betriebsbedingte Emissionen	26
4.3 Emissionsfaktoren für Lebenszyklus (LCCE).....	32
4.4 Lebenszyklusemissionen	33
4.5 Landnutzungsänderung durch das Vorhaben	35
4.5.1 Böden	35
4.5.2 Vegetationskomplexe/Biotope	36
4.6 Emissionsbilanz	38
5 ZUSAMMENFASSUNG	40
6 EINORDNUNG DER ERGEBNISSE UND FAZIT	41
7 LITERATUR	46

Hinweise:

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

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

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

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

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN

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).

Neuer Europäischer Fahrzyklus

Der Neuen Europäische Fahrzyklus (NEFZ) war von 1992 bis 2018 das vorgeschriebene Prüfverfahren zur Ermittlung der CO_2 - und Schadstoffemissionen neuer Pkw und leichter Nutzfahrzeuge. Da die Flottengrenzwerte bis 2020 jedoch noch unter dem nun veralteten NEFZ-Verfahren festgelegt sind, erfolgt bei Neuzulassungen, die bereits nach dem neuen WLTP-Verfahren typgenehmigt sind, bis einschließlich 2020 eine zusätzliche Umrechnung der CO_2 -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, realistischen 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 Supercredits für jeden Hersteller beträgt 7.5 g CO₂/km

ABKÜRZUNGEN

AO	Außerorts
BVWP	Bundesverkehrswegeplan
DTV	durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke
GWP	Global Warming Potential
HBEFA	Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs
HVS	Hauptverkehrsstraße
IO	Innerorts
KSG	Klimaschutzgesetz
LBP	Landschaftspflegerischer Begleitplan
LCCE	Lebenszyklusemissionen
LV	Leichtverkehr
MIV	Motorisierter Individualverkehr
NEFZ	Neuer Europäischer Fahrzyklus
NF	Prognose-Nullfall
PF	Planfall
SV	Schwerverkehr
THG	Treibhausgas
TTW	Tank-To-Wheel
WLTP	Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure
WTT	Well-To-Tank
WTW	Well-To-Wheel
zGG	zulässiges Gesamtgewicht
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 Treibhausgasminderung 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 sogenanntes 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 Treibhausgas-minderung 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.

Vor diesem Hintergrund ist im Rahmen der Planungen zum Bauvorhaben Südverbund Chemnitz - A 4 (VKE 323.1) eine THG-Bilanz (Treibhausgas) zu erstellen.

2 VORGEHENSWEISE

Die nachfolgenden Betrachtungen orientieren sich maßgeblich an der „Arbeitshilfe zur Erstellung eines Fachbeitrags Klimaschutz für Straßenbauvorhaben in Mecklenburg-Vorpommern (AD-HOC ARBEITSHILFE KLIMASCHUTZ, 2022) sowie dem FGSV-Ad-hoc-Arbeitspapier zur Berücksichtigung von großräumigen Klimawirkungen bei Straßenbauvorhaben mit Stand Dezember 2023.

Danach werden folgende Schwerpunkte bearbeitet:

1. Bilanzierung der verkehrsbedingten THG-Emissionen (Betriebsphase, im Folgenden betriebsbedingte Emissionen genannt)
2. Bilanzierung der THG-Emissionen aus dem Lebenszyklus des Vorhabens (Bau, Betrieb und Unterhaltung) sowie
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)² 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 Lebenszyklusemissionen dem Sektor „Industrie“ sowie
- die Emissionen aus Landnutzungsänderungen dem Sektor „Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft“

zugeordnet.

² <http://www.gesetze-im-internet.de/ksg/KSG.pdf>

Nach Empfehlung der o. g. Arbeitshilfe sollte das Themenfeld Klimaschutz prinzipiell auf zwei Prüfebene für Planungs- und Zulassungsverfahren bearbeitet und dokumentiert werden:

- a) Ausfüllen einer Checkliste zur Prüfung von Klimaschutzbelangen bei der Straßenplanung und
- b) Erstellen von Ausführungen zum Klimaschutz.

Durch das Ausfüllen der Checkliste wird eine Vorprüfung vorgenommen, aus deren Ergebnis die Entscheidung getroffen wird, ob Ausführungen zum Klimaschutz notwendig werden oder ob davon ausgegangen werden kann, dass das Vorhaben ohne tiefergehende Betrachtungen mit den Belangen des Klimaschutzes vereinbar ist.

Demnach ist die Prüfung der Anforderungen des § 13 KSG notwendig, wenn:

1. für das Vorhaben ein Verkehrsgutachten zur Analysierung der verkehrlichen Wirkungen erstellt wurde **ODER**
2. durch das Vorhaben besonders klimarelevante Vegetationskomplexe (insbesondere Wald, Allee, Extensivgrünland) in einem Umfang von mehr als 300 m² anlagebedingt dauerhaft in Anspruch genommen werden **ODER**
3. es sich nicht um einen Ersatzneubau handelt.

Im Falle der Planungen zum Bauvorhaben Südverbund Chemnitz A 4 (VKE 323.1) ist somit die Prüfung der Anforderungen an den Klimaschutz gemäß § 13 des KSG notwendig und wird hiermit vorgelegt.

2.1 Betriebsbedingte Emissionen

Die Ermittlung der betriebsbedingten Emissionen erfolgt sowohl für die betriebsbedingten Auspuffemissionen (TTW) als auch für die betriebsbedingten Vorkettenemissionen (WTT).

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 (CO₂e).

Neben Emissionsfaktoren für die betriebsbedingten Auspuffemissionen, d. h. Tank-To-Wheel-Emissionsfaktoren (TTW) werden in HBEFA 4.2 auch Emissionsfaktoren für die betriebsbedingten Vorkettenemissionen aus der Kraftstoffherstellung/-bereitstellung und Stromerzeugung / -bereitstellung, d. h. Well-To-Tank-Emissionsfaktoren (WTT) ausgewiesen. Für die Energieerzeugung der Elektrofahrzeuge wird dabei standardmäßig ein bezugsjahresabhängiger Strommix verwendet. Die Berechnungsmethodik entspricht der VDI 3782 Blatt 7 „Kfz-Emissionsbestimmung“ (2020).

Die Emissionsberechnung erfolgt für die Streckenabschnitte des Vorhabens sowie für Chemnitz und das Umland (siehe **Abb. 3.1**).

Die netzbezogenen Verkehrsdaten des vorhabenbezogenen Verkehrsgutachtens dienen als Grundlage, um anhand der THG-Emissionsfaktoren des HBEFA 4.2 die summarischen Emissionen für den Prognose-Nullfall und für den Planfall zu berechnen. In einem weiteren Schritt wird die Differenz aus beiden Prognosefällen gebildet, um den Netto-Effekt des Vorhabens darzustellen.

Die Bilanz der betriebsbedingten Emissionen erfolgt im vorliegenden Bericht tabellarisch separat nach TTW- und WTT-Emissionen, sodass eine Zuordnung zu den Sektoren des KSG möglich ist.

Das Bezugsjahr für die Berechnung der verkehrsbedingten Emissionen im Prognose-Null- und Planfall ist 2030. Dies folgt der Empfehlung in FGSV (2023), für die Emissionsberechnung das Jahr der Verkehrsprognose zu verwenden.

2.2 Lebenszyklusemissionen

Die Abschätzung der Lebenszyklusemissionen (LCCE) soll in Abhängigkeit von der Größe und Art der geplanten Straßenbaumaßnahme eine summarische Aussage zu den THG-Emissionen, die bei Bau und Unterhaltung der Verkehrsinfrastruktur des Vorhabens, wie

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

sowie seinem Betrieb, wie

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

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

Als Grundlage für die Berechnungen mit diesen Emissionsfaktoren ist die Kenntnis über die überbaute Straßenoberfläche (versiegelte Fläche) der freien Strecke sowie mit Aufschlägen im Bereich von Brücken sowie im Bereich von Tunneln (hier nicht relevant) in m² erforderlich.

Die Berechnung der Lebenszyklusemissionen erfolgt unter Verwendung der vorliegenden mittleren Emissionsfaktoren aus Mottschall und Bergmann (2013).

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 Straßenbauvorhabens 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 degra-

dierte 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 – soweit möglich bzw. vorhanden die Vegetationskomplexe

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

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 Straßennetzes im zu betrachtenden Untersuchungsgebiet und verkehrsspezifische Informationen von Bedeutung. Weitere Grundlagen sind die basierend auf den Flächenbilanzierungen des Landschaftspflegerischen Begleitplans (LBP) geplanten vorhabenbezogenen Neuversiegelungen von Flächen.

Vom Auftraggeber wurden als Grundlage für das vorliegende Gutachten u. a. die nachfolgenden Unterlagen übergeben:

- Technische Planung für B 107 in Form von Lageplänen (Stand 02/2020; DEGES, 2024)
- Verkehrsbelegungsdaten (Verkehrsuntersuchung Stand 2020-03-11; PTV Transport Consult GmbH, 2024)
- Tempolimits für Streckenabschnitte (Verkehrsuntersuchung Stand 2020-03-11; PTV Transport Consult GmbH, 2024)
- Landschaftlicher Begleitplan für B 107, Südverbund Chemnitz-A 4 (VKE 323.1) (Stand 28.03. 2022 bzw. 15.11.2017; Plan T (2022))
- Digitales Geländemodell DGM20 (GeoSN, 2023).

3.1 Lage des Untersuchungsgebietes

Der Neubau der B 107, Südverbund Chemnitz – A 4 ist im Osten von Chemnitz gelegen. Der Bauabschnitt hat eine Länge von 6.075 km. Er beginnt an dem Knotenpunkt der S 236 und führt über die Knotenpunkte K 611, B 173 mit der B 107 zur B 169. Für den Abschnitt der B 107 zwischen S 236 und K 611 ist ein vierstreifiger Querschnitt vorgesehen. Im Abschnitt der K 611 und B 169 wird der RQ 15.5 mit 12.5 m befestigter Breite geplant werden. Durch die Verlagerung der B 107 als eine östliche Umfahrung wird ein geschlossener Ring geschaffen, der den Innenstadtbereich entlastet.

Das Untersuchungsgebiet umfasst die Stadt Chemnitz, die um die Stadt verlaufende A 4, A 72 und reicht in südlicher und südöstlicher Richtung ins Erzgebirge.

Die **Abb. 3.1** zeigt eine Übersicht über das bei den Emissionsberechnungen berücksichtigte Straßennetz. Grundlage bildet das Straßennetz der verkehrsplanerischen Untersuchung von PTV Transport Consult GmbH (2024).

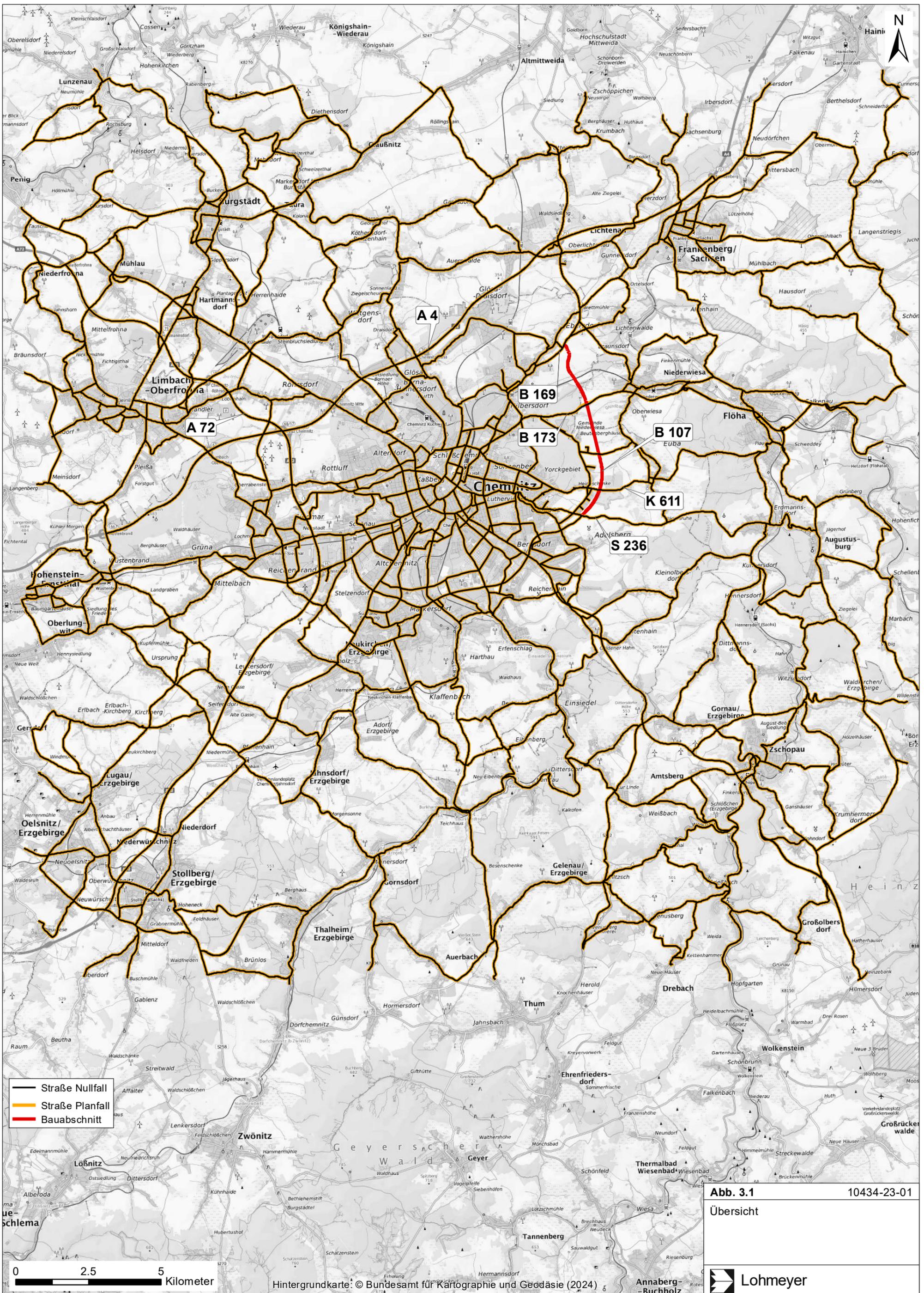


Abb. 3.1 10434-23-01

Übersicht



3.2 Verkehrsdaten

Die Verkehrsdaten, die vom Verkehrsgutachter PTV Transport Consult GmbH (2024) zur Verfügung gestellt wurden, liegen als Verkehrsstärken (DTV_{Mo-Fr}) für das Prognosejahr 2030 vor. Die Schwerverkehrszahlen (SV) beinhalten alle Fahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht (zul. GG) größer 3.5 t.

Für die Berechnungen werden die Daten als mittlere Verkehrsstärken (DTV) verwendet, welche den Verkehr von Montag bis Sonntag abbilden. Die Verkehrsplanerische Untersuchung (PTV Transport Consult GmbH, 2024) enthält Umrechnungsfaktoren von DTV_{Mo-Fr} zu DTV für verschiedenen Straßenkategorien. Folgende Faktoren werden verwendet:

Bundesautobahn:

$$DTV_{LV, Mo-So} = DTV_{LV, Mo-Fr} \times 1.02$$

$$DTV_{SV, Mo-So} = DTV_{SV, Mo-Fr} \times 0.80$$

Bundesstraßen:

$$DTV_{LV, Mo-So} = DTV_{LV, Mo-Fr} \times 0.88$$

$$DTV_{SV, Mo-So} = DTV_{SV, Mo-Fr} \times 0.78$$

Staats- und Kreisstraßen:

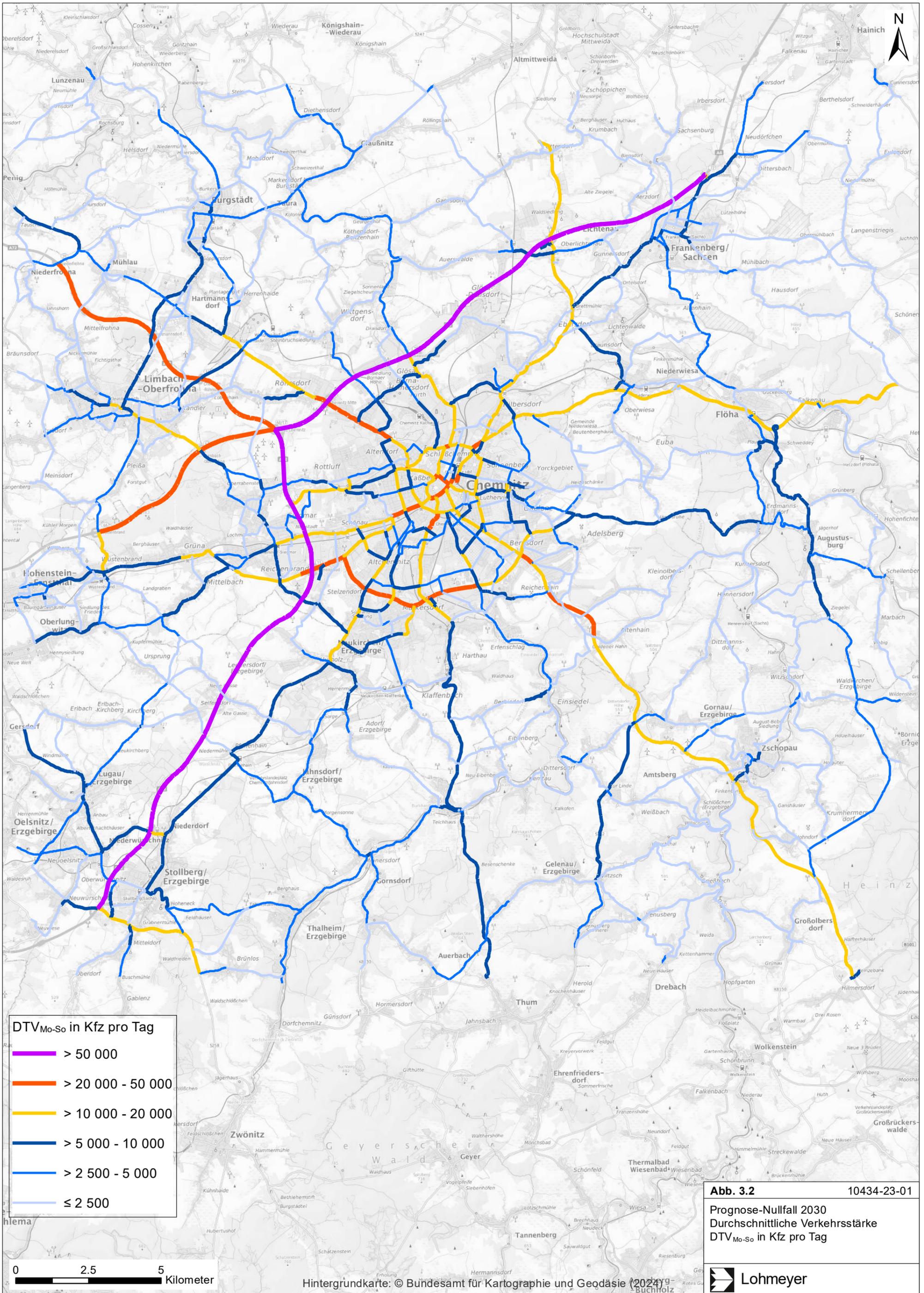
$$DTV_{LV, Mo-So} = DTV_{LV, Mo-Fr} \times 0.89$$

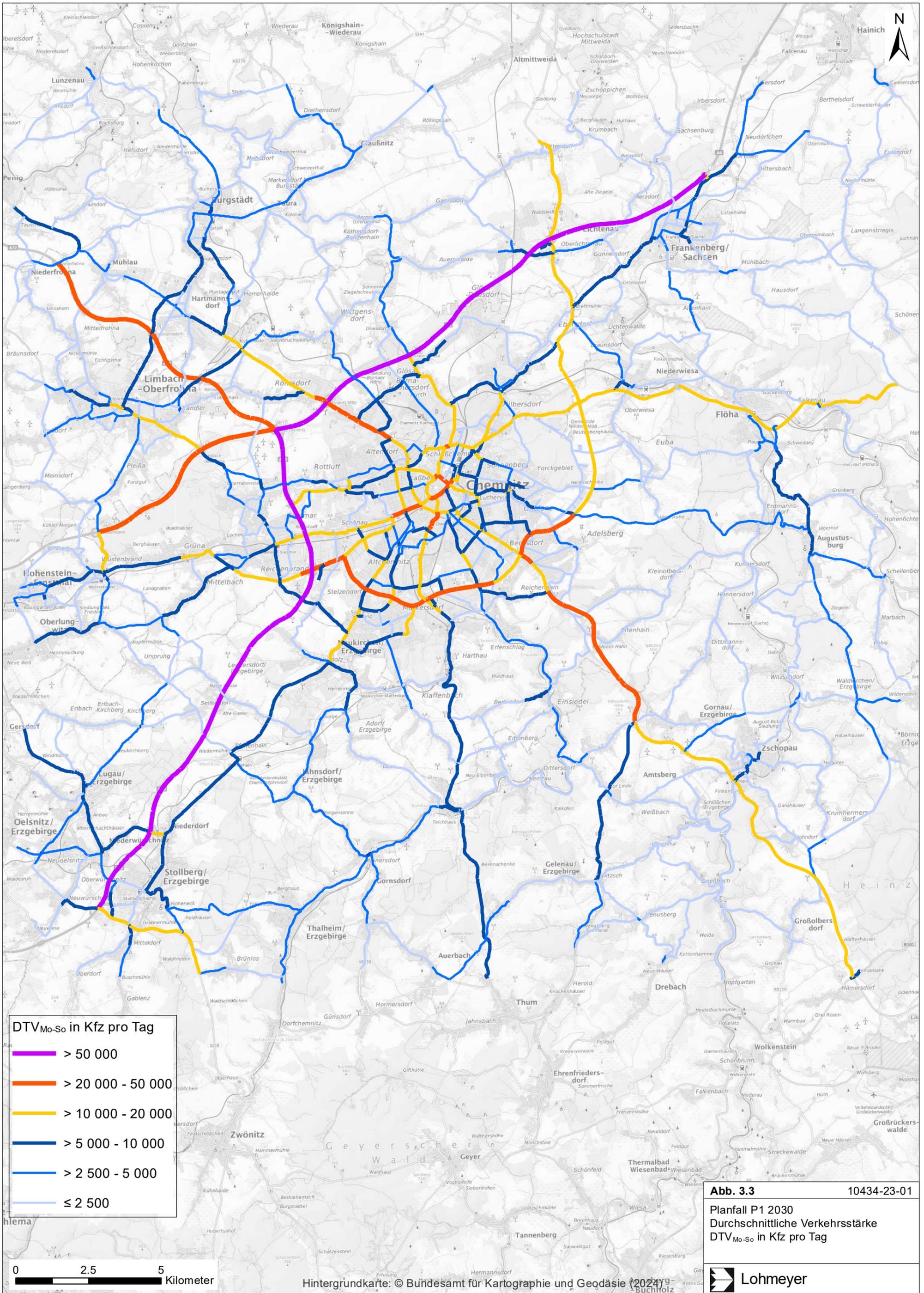
$$DTV_{SV, Mo-So} = DTV_{SV, Mo-Fr} \times 0.76.$$

Grafische Übersichten der streckenbezogenen Verkehrsmengen im gesamten Betrachtungsgebiet sind für den Prognose-Nullfall 2030 in **Abb. 3.2** und für den Planfall (P1) 2030 in **Abb. 3.3** dargestellt. Zu Details und den jeweiligen Schwerverkehrsanteilen sei auf die Verkehrsplanerische Untersuchung (PTV Transport Consult GmbH, 2024) verwiesen.

3.3 Landnutzungsdaten

Im Rahmen der Erstellung des Landschaftspflegerischen Begleitplanes (LBP) zum geplanten Vorhaben erfolgte u. a. eine Bestandserfassung und Bewertung der Schutzgüter „Biototypen und Vegetation“ und „Boden“, eine anschließende Konfliktanalyse sowie abschließende landschaftspflegerische Maßnahmen (Plan T, 2022). Auf dieser Grundlage und sowie der im Abschnitt 2.3 beschriebenen Kriterien nach AD-HOC ARBEITSHILFE KLIMASCHUTZ (Bosch & Partner sowie Füsser & Partner RA, 2022) erfolgt die Bewertung des geplanten Vorhabens.





4 EMISSIONEN

4.1 Betriebsbedingte Emissionsfaktoren

Zur Ermittlung der betriebsbedingten THG - Emissionen werden die Verkehrsdaten und für jeden Luftschadstoff so genannte Emissionsfaktoren benötigt. Die Emissionsfaktoren sind Angaben über die pro mittlerem Fahrzeug der Fahrzeugflotte und Straßenkilometer freigesetzten Schadstoffmengen.

Die Emissionen werden im vorliegenden Gutachten auf Basis der Emissionsfaktoren des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.2 (UBA, 2022) berechnet. Darin werden die Fahrzeuge entsprechend ihrer Bauart und Funktion in die Fahrzeugkategorien

- Pkw,
- leichtes Nutzfahrzeug (LNF/LKW ≤ 3.5 t zGG),
- schweres Nutzfahrzeug (SNF/LKW > 3.5 t zGG, Lastzug, Sattelzug),
- Linienbus (LBus),
- Reisebus (RBus) und
- Kraftrad (KR)

untergliedert.

Im vorliegenden Gutachten werden die Emissionsfaktoren der einzelnen Fahrzeugkategorien nach den Fahrzeugarten Leichtverkehr (LV) und Schwerverkehr (SV) zusammengefasst. Die Fahrzeugart LV setzt sich dabei aus den Fahrzeugkategorien Pkw, LNF und KR zusammen, der SV umfasst die SNF und die Busse. Die anteilige Zusammensetzung der Fahrzeugkategorien innerhalb des Leicht- und Schwerverkehrs entspricht den Annahmen in TREMOD (2020).

Die Emissionsfaktoren der Treibhausgase hängen im Wesentlichen ab von:

- dem Fahrverhalten, den so genannten „Verkehrssituationen“, d. h. der Verteilung von Fahrgeschwindigkeit, Beschleunigung, Häufigkeit und Dauer von Standzeiten,
- der Flottenzusammensetzung, d. h. der fahrleistungsanteiligen Zusammensetzung der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie entsprechend Antriebsart, Abgasnorm, Größen-

klasse und Abgasnachbehandlungstechnologie (auf Grund der Einführung verschärfter Abgasgrenzwerte (Euro-1 ... Euro-6) sowie Entwicklungstendenzen bzgl. der Antriebsart - insbesondere der Elektromobilität - ist die Flottenzusammensetzung bezugsjahresabhängig),

- der Längsneigung der Fahrbahn (mit zunehmender Längsneigung nehmen die Emissionen pro Fahrzeug und gefahrenem Kilometer entsprechend der Steigung deutlich zu, bei Gefällen weniger deutlich ab),
- dem Prozentsatz der Fahrzeuge, die mit nicht betriebswarmem Motor betrieben werden und deswegen teilweise erhöhte Emissionen (Kaltstarteinfluss) haben.

Die Bilanzierung der THG-Emissionen für Prognose-Null- und Planfall erfolgt auf Basis strecken- und netzspezifischer Berechnungen für das Bezugsjahr 2030, dem Jahr der Verkehrsprognose. Dementsprechend werden die Emissionsfaktoren der einzelnen Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie entsprechend der jeweiligen Fahrleistungsanteile nach HBEFA 4.2 für das Bezugsjahr 2030 gewichtet.

Im vorliegenden Gutachten liegen auf dem betrachteten Streckennetz folgende Verkehrssituationen vor:

AB130	Autobahn, Tempolimit 130 km/h, flüssiger Verkehr
AB120	Autobahn, Tempolimit 120 km/h, flüssiger Verkehr
AB100	Autobahn, Tempolimit 100 km/h, flüssiger Verkehr
AO-Fern100	Fernstraße, Tempolimit 100 km/h, flüssiger Verkehr
AO-Fern70	Fernstraße, Tempolimit 70 km/h, flüssiger Verkehr
AO-HVS100	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 100 km/h, flüssiger Verkehr
AO-HVS100d	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 100 km/h, dichter Verkehr
AO-HVS70	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h, flüssiger Verkehr
AO-HVS70d	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h, dichter Verkehr
AO-HVS80	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 80 km/h, flüssiger Verkehr
AO-HVS80d	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 80 km/h, dichter Verkehr
IO-HVS50	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, flüssiger Verkehr
IO-HVS50d	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
IO-HVS50g	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, gesättigter Verkehr
IO-HVS60	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 60 km/h, flüssiger Verkehr
IO-HVS60d	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 60 km/h, dichter Verkehr
IO-NS30	Erschließung-, Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h, flüssiger Verkehr
IO-Sam50	Sammelstraße, Tempolimit 50 km/h, flüssiger Verkehr.

Die Längsneigung für den Neubau der B 107 sind aus den Lageplänen des Untersuchungsgebietes bekannt. Für das umliegende Netz wurden sie aus den Geländemodell berechnet.

Der Kaltstarteinfluss wird entsprechend HBEFA 4.2 für Pkw und LNF unter Verwendung mittlerer Standzeit-, Fahrtweiten- und Temperaturverteilungen berücksichtigt.

Wie im Abschnitt 2.1 erläutert, erfolgt die Ausweisung der Gesamt-THG-Emissionen in Form so genannter CO₂-Äquivalente, wobei die Emissionen der betrachteten Komponenten über einen entsprechenden Wirkfaktor bzgl. des CO₂-Erwärmungspotenzials („Global Warming Potential“ (GWP)) gewichtet werden. Die in HBEFA 4.2 angenommenen Wirkfaktoren sind in **Tab. 4.1** dargestellt.

THG-Komponente	Global Warming Potential (GWP)
CO ₂ (rep)	1
CH ₄	25
N ₂ O	298

Tab. 4.1: Global Warming Potential (GWP) der betrachteten Treibhausgase (THG)

In **Tab. 4.2** sind die Emissionsfaktoren aller im Gutachten verwendeten Verkehrssituationen im Bezugsjahr 2030 differenziert nach LV/SV sowie nach Antriebsart Elektro/fossil dargestellt. Durch die Differenzierung der Emissionsfaktoren nach „Elektro“ und „fossil“ zeigt sich, dass die Emissionen aus der Vorkette (WTT) bei den Elektrofahrzeugen geringer sind als die der mit fossilen Kraftstoffen betriebenen Fahrzeuge.

Mit künftig steigendem Elektrofahrzeuganteilen wird der Beitrag der Vorkettenemissionen dieser Fahrzeuge steigen.

Die WTT-Emissionen der Elektrofahrzeuge werden in HBEFA 4.2 bezugsjahresabhängig auf Basis des europäischen Strommix berechnet bzw. ausgewiesen. Die anteilige Zusammensetzung der einzelnen Energieträger sowie die jeweiligen Emissionsfaktoren in CO₂e/kWh sind in **Abb. 4.1** dargestellt.

Verkehrssituation (Kürzel)	Längs- neigung	CO ₂ E_TTW_FO in g/km		CO ₂ E_WTT_EL in g/km		CO ₂ E_WTT_FO in g/km		CO ₂ E_WTW in g/km	
		LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
AB100	±0 %	124	495	6	13	27	105	157	613
AB100	±2 %	125	598	6	12	28	128	159	737
AB100	±4 %	127	874	7	12	28	188	162	1 074
AB100	±6 %	139	1 188	7	14	31	256	177	1 458
AB120	±0 %	147	496	7	13	33	106	187	614
AB120	±2 %	147	598	7	12	33	128	188	738
AB120	±4 %	151	875	8	12	34	188	193	1 075
AB130	±0 %	162	496	8	13	36	106	207	614
AB130	±2 %	164	598	8	12	36	128	208	738
AB130	±4 %	168	875	9	12	37	188	213	1 075
AO-Fern100	±0 %	117	466	8	17	26	99	152	582
AO-Fern100	±2 %	118	555	8	17	26	119	152	691
AO-Fern100	±4 %	121	781	9	18	27	168	156	966
AO-Fern100	±6 %	132	1 048	10	21	29	226	171	1 295
AO-Fern70	±0 %	114	457	7	15	25	97	146	569
AO-Fern70	±2 %	116	549	7	15	25	117	148	681
AO-Fern70	±4 %	117	780	8	17	26	167	151	964
AO-Fern70	±6 %	133	1 047	8	21	29	225	171	1 293
AO-HVS100	±0 %	122	503	8	17	27	107	157	627
AO-HVS100	±2 %	123	579	8	17	27	124	158	720
AO-HVS100	±4 %	128	789	9	18	28	170	165	976
AO-HVS100	±6 %	138	1 048	9	21	31	226	178	1 295
AO-HVS100d	±0 %	114	492	7	16	25	104	147	612
AO-HVS100d	±2 %	116	575	8	16	25	122	149	714
AO-HVS100d	±4 %	120	796	8	17	26	170	154	983

Verkehrssituation (Kürzel)	Längsneigung	CO ₂ E_TTW_FO in g/km		CO ₂ E_WTT_EL in g/km		CO ₂ E_WTT_FO in g/km		CO ₂ E_WTW in g/km	
		LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
AO-HVS100d	±6 %	133	1 055	8	21	29	227	170	1 303
AO-HVS70	±0 %	105	485	6	15	23	103	134	603
AO-HVS70	±2 %	106	564	7	15	23	120	136	699
AO-HVS70	±4 %	112	786	7	17	25	168	143	971
AO-HVS70	±6 %	125	1 045	8	21	28	225	160	1 290
AO-HVS70d	±2 %	122	598	7	15	27	127	156	740
AO-HVS70d	±4 %	127	804	8	17	28	172	162	993
AO-HVS80	±0 %	111	481	7	16	24	102	142	598
AO-HVS80	±2 %	112	562	7	16	25	119	144	697
AO-HVS80	±4 %	117	788	8	17	26	169	150	973
AO-HVS80	±6 %	129	1 048	8	21	28	225	166	1 294
AO-HVS80d	±2 %	110	557	7	15	24	118	141	691
AO-HVS80d	±4 %	117	786	7	17	26	168	150	971
AO-HVS80d	±6 %	128	1 051	8	21	28	226	164	1 297
IO-HVS50	±0 %	112	431	7	18	25	91	143	540
IO-HVS50	±2 %	113	499	7	19	25	106	145	623
IO-HVS50	±4 %	119	691	7	21	26	147	152	860
IO-HVS50	±6 %	133	927	8	28	29	198	170	1 153
IO-HVS50d	±0 %	133	466	8	18	29	99	169	583
IO-HVS50d	±2 %	132	534	8	19	29	113	169	666
IO-HVS50d	±4 %	136	717	8	22	30	153	173	892

Verkehrssituation (Kürzel)	Längsneigung	CO ₂ E_TTW_FO in g/km		CO ₂ E_WTT_EL in g/km		CO ₂ E_WTT_FO in g/km		CO ₂ E_WTW in g/km	
		LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
IO-HVS50d	±6 %	150	944	9	28	33	202	191	1 175
IO-HVS50g	±0 %	176	967	10	31	39	207	225	1 205
IO-HVS50g	±2 %	178	993	10	30	39	213	228	1 236
IO-HVS50g	±4 %	183	1073	10	32	40	230	233	1 334
IO-HVS60	±0 %	109	437	7	18	24	92	139	547
IO-HVS60	±2 %	111	504	7	19	24	107	142	630
IO-HVS60	±4 %	117	699	7	21	26	149	150	869
IO-HVS60	±6 %	131	931	8	27	29	199	168	1 157
IO-HVS60d	±2 %	129	532	8	19	28	113	165	663
IO-HVS60d	±4 %	133	716	8	21	29	153	170	890
IO-NS30	±0 %	139	600	8	24	30	128	177	753
IO-NS30	±2 %	139	647	8	25	30	138	177	810
IO-NS30	±4 %	145	775	8	28	32	166	185	969
IO-NS30	±6 %	156	971	9	34	34	208	198	1 212
IO-Sam50	±0 %	128	434	7	17	28	92	164	543
IO-Sam50	±2 %	129	496	7	18	28	105	165	619
IO-Sam50	±4 %	137	693	8	20	30	148	175	862
IO-Sam50	±6 %	149	934	8	27	33	200	190	1 161

Tab. 4.2: Emissionsfaktoren aller im Gutachten verwendeten Verkehrssituationen im Bezugsjahr 2030 differenziert nach LV/SV sowie nach Antriebsart Elektro/fossil

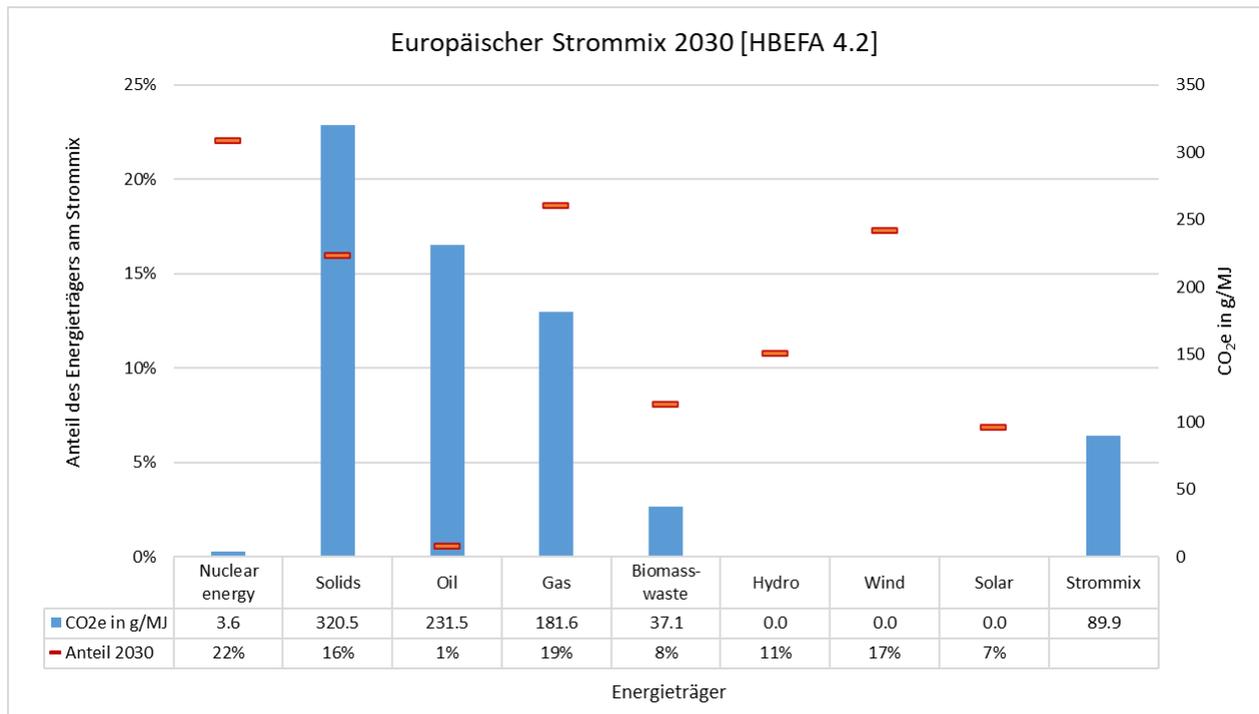


Abb. 4.1: Europäischer Strommix 2030 nach HBEFA 4.2 (UBA, 2022)

4.2 Betriebsbedingte Emissionen

Die CO_{2e}-Emissionen - sowohl WTT als auch TTW - werden für jeden der betrachteten Straßenabschnitte ermittelt. Dabei wirken sich sowohl die verschiedenen Verkehrsaufkommen und SV-Anteile als auch die unterschiedlichen Verkehrssituationen und Streckenlängsneigungen aus.

Die Emissionsberechnung erfolgt sowohl für die Streckenabschnitte des Vorhabens als auch für die umliegenden Streckenabschnitte des Hauptstraßennetzes bzgl. der Verkehrssituationen detailliert.

In **Tab. 4.3** sind die Fahrleistungen auf dem betrachteten Straßennetz entsprechend der Verkehrsarten im Jahre 2030 für den Prognose-Null- und -Plan-Fall dargestellt. Dabei zeigt sich, dass die Fahrleistungen des Leichtverkehrs im Prognose-Planfall um ca. 3 363 100 Fzg.-km/a sowie die des Schwerverkehrs um ca. 400 940 Fzg.-km/a abnehmen. Die Fahrleistungen im Planfall nehmen damit insgesamt gegenüber dem Prognose-Nullfall um ca. 3 764 000 Fzg.-km/a ab.

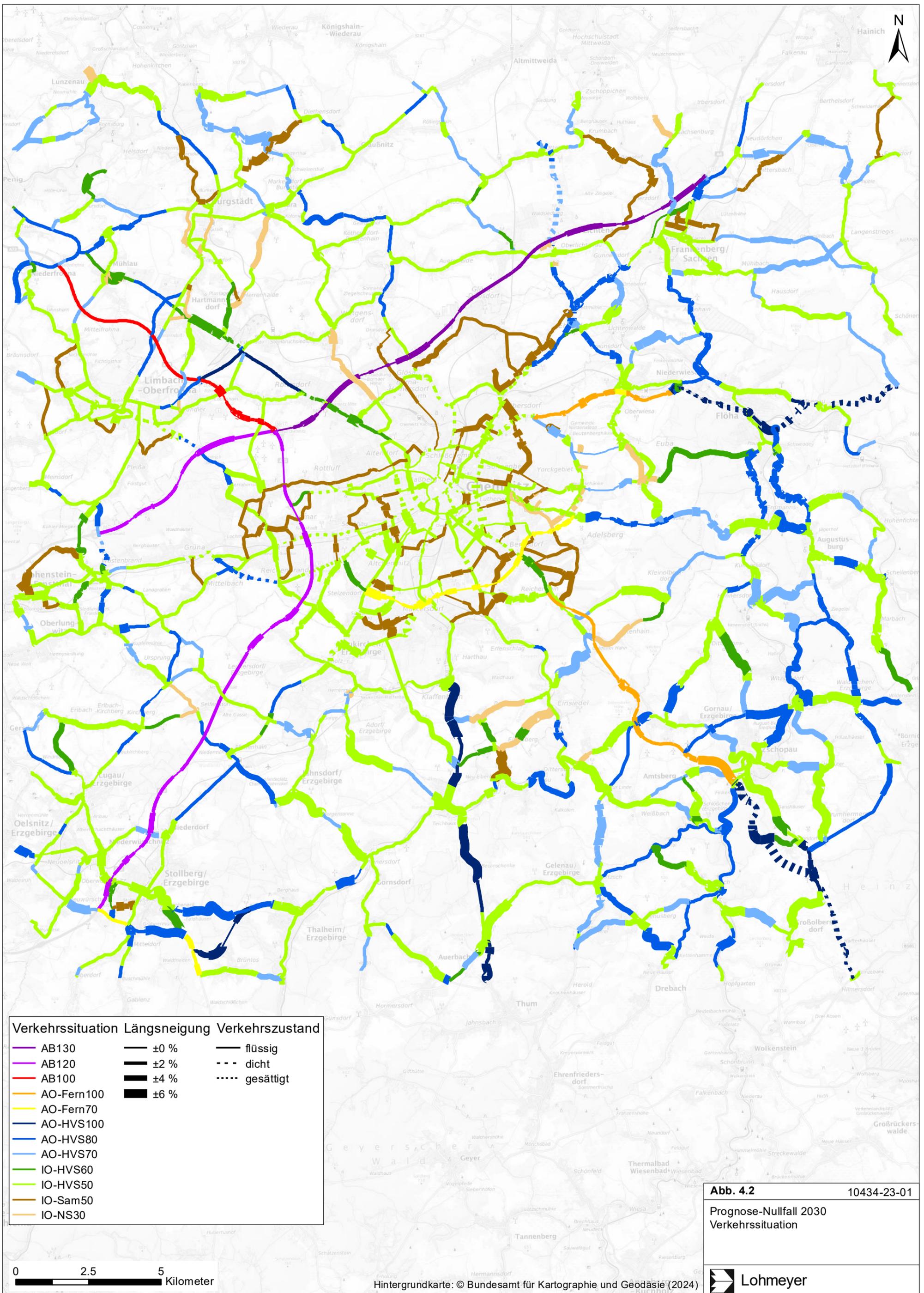
Fall	Verkehrsart	Fzg.-km/a
Prog. NF 2030	LV	2 488 193 829
	SV	302 350 242
	Kfz	2 790 544 071
PF 2030	LV	2 484 830 749
	SV	301 949 304
	Kfz	2 786 780 053
Differenz PF-Prog. NF 2030	LV	-3 363 080
	SV	-400 938
	Kfz	-3 764 018

Tab. 4.3: Fahrleistungsdifferenzen zwischen Planfall und Prognose-Nullfall 2030 in Fahrzeugkilometer pro Jahr nach Verkehrsart

Die angesetzten Verkehrssituationen für den Prognose-Nullfall und Planfall 2030 für das betrachtete Straßennetz sind grafisch in **Abb. 4.2** bzw. **Abb. 4.3** dargestellt. Die darin verwendeten Signaturen setzen sich aus folgenden Eigenschaften zusammen: Verkehrssituation (siehe Abschnitt 4.1) und Längsneigung. Die Verkehrssituation wird durch die Farbe der Signatur wiedergegeben und die Strichstärke zeigt die Längsneigung an.

Demzufolge bedeutet eine fett gezeichnete, hellgrünfarbene Liniensignatur (vgl. **Abb. 4.2** und **Abb. 4.3**) eine Verkehrssituation IOS-HVS50 mit dichtem Verkehr und einer Längsneigung >0 %.

Die **Tab. 4.4** zeigt exemplarisch für einen Abschnitt der B 169 (Frankenberger Straße) südwestlich des geplanten Knotenpunktes der B 107 die Verkehrskenndaten und die berechneten Emissionen, ausgedrückt als strecken- und zeitbezogene Emissionsdichten. Im dargestellten Beispielabschnitt kommt es durch die prognostizierte Verkehrsentlastung auf der B 169 zu einem Rückgang der Treibhausgasemissionen.



Verkehrssituation	Längsneigung	Verkehrszustand
AB130	±0 %	flüssig
AB120	±2 %	dicht
AB100	±4 %	gesättigt
AO-Fern100	±6 %	
AO-Fern70		
AO-HVS100		
AO-HVS80		
AO-HVS70		
IO-HVS60		
IO-HVS50		
IO-Sam50		
IO-NS30		

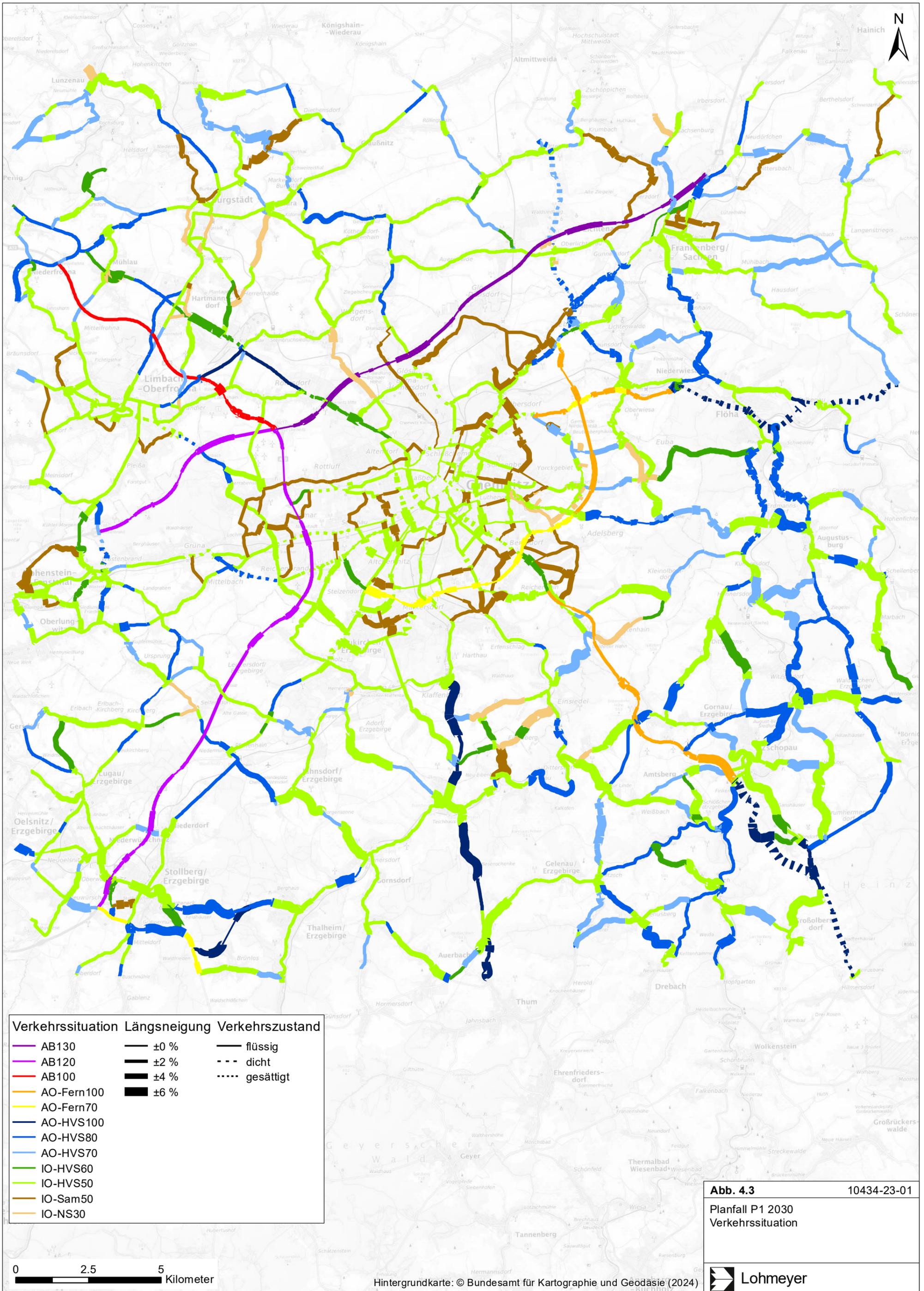
Abb. 4.2 10434-23-01

Prognose-Nullfall 2030
Verkehrssituation

0 2.5 5 Kilometer

Hintergrundkarte: © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2024)

Lohmeyer



Fall	Verkehrssituation und Längsneigung	Verkehrsart	DTV in Kfz/24h	CO _{2e} (TTW)	CO _{2e} (WTT)	CO _{2e} (WTW)
Prog.-NF 2030	AO-HVS80_2	LV	11 682	15.1	4.3	19.4
		SV	570	3.7	0.9	4.6
		gesamt	12 252	18.9	5.2	24.1
Planfall 2030	AO-HVS80_2	LV	7 737	10.0	2.8	12.9
		SV	300	1.9	0.5	2.4
		gesamt	8 037	11.9	3.3	15.3
Diff. PF- Prog. NF 2030		LV	-3 945	-5.1	-1.5	-6.5
		SV	-270	-1.8	-0.4	-2.2
		gesamt	-4 215	-7.0	-1.9	-8.8

Tab. 4.4: Verkehrsdaten und berechnete, jahresmittlere Emissionsdichten in mg/(m · s) für einen Abschnitt der B 169 (Frankenberger Straße) südwestlich des geplanten Knotenpunktes der B 107 (evtl. Abweichungen in der Summation sind rundungsbedingt)

Nach Summation der streckenspezifischen Emissionen ergeben sich die in **Tab. 4.5** und **Tab. 4.6** dargestellten betriebsbedingten Emissionen auf dem gesamten betrachteten Straßennetz im Prognose-Nullfall und Planfall. Dadurch wird entsprechend **Tab. 4.5** im Planfall eine Abnahme der Tank-To-Wheel-CO_{2e}-Emissionen um 1 854.4 t/a gegenüber dem Prognose-Nullfall berechnet.

Die Emissionen aus der Vorkette (Well-To-Tank) nehmen unter der Annahme des europäischen Strommix für die Elektroenergieverbräuche aller Elektrofahrzeuge im Planfall um 435.7 t/a ab, sodass sich letztlich eine Abnahme der Well-To-Wheel-Emissionen um 2 290.0 t/a ergibt. Der überwiegende Anteil an CO_{2e}-Einsparung (ca. 80 %) wird durch den Leichtverkehr bedingt.

Fall	Antriebsart	CO ₂ e (TTW)	CO ₂ e (WTT)	CO ₂ e (WTW)
Prog.-NF 2030	Elektro	0	23 201.0	23 201.0
	Fossil	527 717.7	115 044.9	642 762.6
	gesamt	527 717.7	138 245.9	665 963.5
PF 2030	Elektro	0	23 169.4	23 169.4
	Fossil	525 863.3	114 640.8	640 504.1
	gesamt	525 863.3	137 810.2	663 673.5
Differenz PF-NF	Elektro	0	-31.6	-31.6
	Fossil	-1 854.4	-404.1	-2258.5
	Gesamt	-1 854.4	-435.7	-2 290.0

Tab. 4.5: Betriebsbedingte THG-Emissionen in t/a im Prognose-Nullfall und Planfall im Jahre 2030 getrennt nach Antriebsart (evtl. Abweichungen in der Summation sind rundungsbedingt)

Fall	CO ₂ e	Verkehrsart		
		LV	SV	gesamt
Prog.-NF 2030	TTW	331 116.7	196 600.9	527 717.7
	WTT	91 806.5	46 439.4	138 245.9
	WTW	422 932.2	243 040.3	665 963.5
PF 2030	TTW	329 540.4	196 322.9	525 863.3
	WTT	91 432.1	46 378.1	137 810.2
	WTW	420 972.5	242 701.0	663 673.5
Differenz PF-NF	TTW	-1 576.3	-278.0	-1 854.4
	WTT	-374.4	-61.3	-435.7
	WTW	-1 950.7	-339.3	-2 290.0

Tab. 4.6: Betriebsbedingte THG-Emissionen in t/a im Prognose-Nullfall und Planfall im Jahre 2030 nach Verkehrsart (evtl. Abweichungen in der Summation sind rundungsbedingt)

4.3 Emissionsfaktoren für Lebenszyklus (LCCE)

In AD-HOC ARBEITSHILFE KLIMASCHUTZ (2022) wird auf Emissionsfaktoren zurückgegriffen, die im Methodenhandbuch des Bundesverkehrswegeplanes (BVWP) 2030 auf der Grundlage der Berechnungen nach Mottschall und Bergmann (2013) abgeleitet wurden. Die Berechnung der THG-Emissionen erfolgte dort auf Basis der im Durchschnitt in Deutschland für den Straßenbau eingesetzten Materialmengen. Hierbei wurden auch die Emissionen berücksichtigt, die bei der Gewinnung der Rohstoffe (z. B. Zement, Kies, Sand) sowie deren Transport und deren Verarbeitung zu den Grundmaterialien (wie z. B. Beton, Stahl, Kupfer) entstehen. Ebenfalls betrachtet wurden für die Infrastruktur die Emissionen, die durch den Transport zum Bauort und den Maschineneinsatz auf der Baustelle entstehen.

Auf Basis der in Mottschall und Bergmann (2013) berechneten CO₂-Äquivalent-Emissionen, die durch den Bau und Unterhalt der Straßen der verschiedenen Straßenkategorien entstehen (siehe **Abb. 4.4**), wurden in der AD-HOC ARBEITSHILFE KLIMASCHUTZ (2022) die in **Tab. 4.7** dargestellten Lebenszyklusemissionen für „Straßen ohne Kunstbauwerke“ abgeleitet. Bezugsjahr für diese Berechnungen ist das Jahr 2008. Diese Emissionsfaktoren finden sich auch in FGSV (2023).

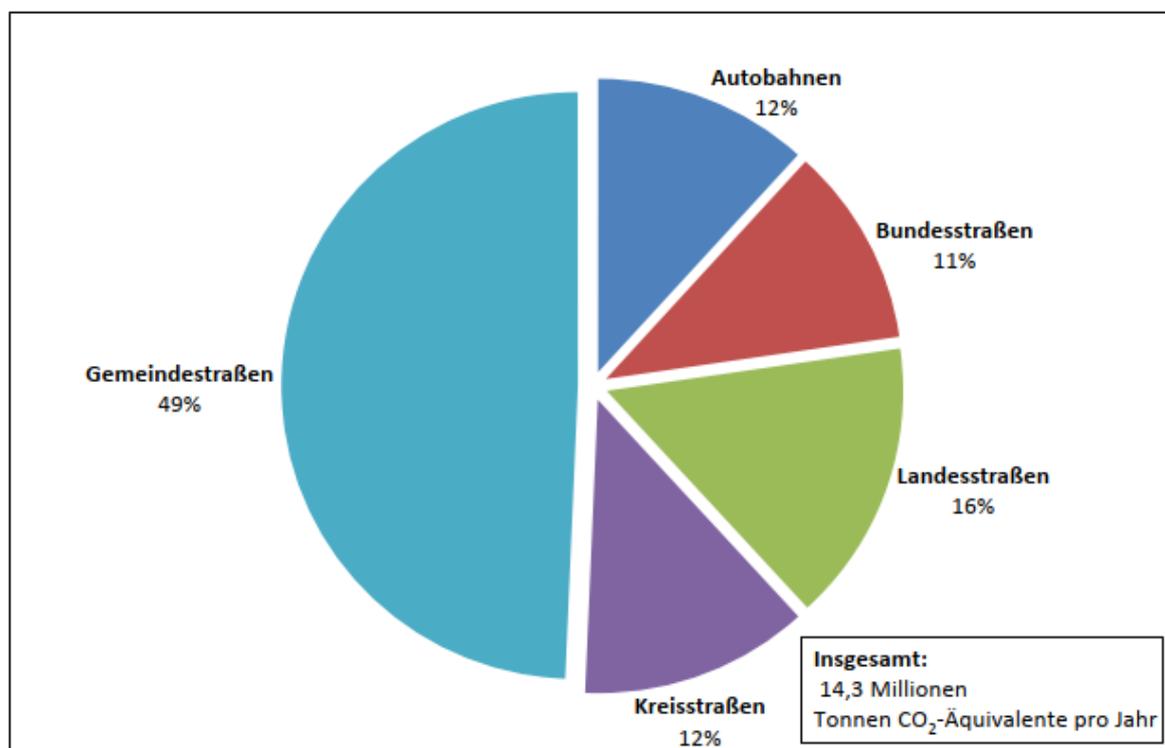


Abb. 4.4: CO₂-Äquivalent-Emissionen durch den Bau und Unterhalt der Straßen im Jahr 2008 nach Straßenkategorien (Mottschall und Bergmann, 2013)

Straßen- kategorie	Fahrbahn- fläche in km ²	Gesamt CO ₂ e in Mio t/a	CO ₂ e in kg/(m ² a) nach Emissionsquelle (Abschreibungsdauer 60 Jahre)		
			Material- einsatz	Energie	gesamt
Autobahnen	275.6	1.71	3.8	2.4	6.2
Bundesstraßen	337.7	1.57	3.3	1.3	4.6
Landesstraßen	562.4	2.28	2.9	1.2	4.1
Kreisstraßen	549.7	1.71	2.8	0.3	3.1
Gemeindestraßen	2 513.5	6.98	2.7	0.1	2.8

Tab. 4.7: Lebenszyklusemissionen von Straßenbauvorhaben (Mottschall und Bergmann, 2013)

Es wurde in vorliegender Abschätzung für die neu zu errichtende B 107 folgender LCC-Emissionsfaktor verwendet:

4.6 kg CO₂e je m² Straßenoberfläche und Jahr.

Für die Brückenabschnitte (Brückenflächen) erfolgt ein Aufschlag für den LCC-Emissionsfaktor nach Mottschall und Bergmann (2013) von:

12.6 kg CO₂e je m² Straßenoberfläche und Jahr.

In Mottschall und Bergmann (2013) wurden die Emissionen aus Bau und Unterhaltung über einen Zeitraum von 60 Jahren abgeschrieben. Dieser Zeitraum wurde auch zur Berechnung der jährlichen Emissionsmengen aus dem Bau der Straßen angenommen.

4.4 Lebenszyklusemissionen

Unter Verwendung der in **Tab. 4.7** ausgewiesenen Emissionsfaktoren sowie der entsprechenden relevanten Flächen wurden die Lebenszyklusemissionen durch den Bau und Unterhalt der Straßenbaumaßnahme B 107 berechnet.

Basis für die Flächenversiegelung für den Bestand (Prognose-Nullfall) und Planfall bilden die Angaben aus dem Landschaftspflegerischen Begleitplan (Plan T, 2022). Diese sind in **Tab. 4.8** aufgeführt.

Bauwerk	Bauwerks- bezeichnung	Bau-km	Lichte Weite	Breite zw. Geländern	Fläche
			in m	in m	in m ²
Fahrbahnen (einschließlich Bauwerke)					121 225
BW 1-002	Querungshilfe für Fledermäuse über die B 107	0+829	26.95	20.07	540.9
BW 1-011	Brücke im Zuge der B 107 über die Ku- ckucksdelle	1+753	16	19.76	316.2
BW 1-021	Brücke im Zuge der Beutenbergstraße über die B 107	2+351	43.55	8.5	370.2
BW 1-024	Brücke im Zuge der B 107 über den Reh- bach	2+751	13	19.76	256.9
BW 1-031	Brücke im Zuge der B 107 über die Nau- endorfer Delle	3+684	83.5	16.6	1386.1
BW 1-041	Brücke im Zuge der B 173 über die B 107	4+132	26.2	21.795	571.0
BW 1-042	Brücke im Zuge ei- nes Wirtschaftsweg- es über die B 107	4+146	26.2	4.5	117.9
BW 1-061	Brücke im Zuge der B 107 über einen Graben	4+649	13	20.26	263.4
BW 1-071	Brücke im Zuge der B 107 über den Zap- fenbach	4+855	25	20.26	506.5
BW 1-080	Brücke im Zuge der B 107 über die DB Strecke Dresden- Werdau	5+095	32.25	16.6	535.4
BW 1-081	Talbrücke Auenbach	5+224	142.25	16.6	2361.4
BW 1-091	Brücke im Zuge ei- nes Wirtschaftsweg- es über die B 107	5+947	35.245	4.5	158.6
Summe Brückenflächen					7 384.3

Tab. 4.8: Neu zu errichtende Bauwerksflächen im Zuge der B 107 Südverbund Chemnitz - A 4 (Plan T, 2022)

Damit ist durch die neu zu errichtende Straße eine Zunahme der Lebenszyklusemissionen durch den Bau und den Unterhalt um 650 t CO_{2e} pro Jahr zu erwarten (**Tab. 4.9**).

Bauwerk	Fläche in m ²	E-Fak in kg CO ₂ e /(m ² a)	CO ₂ e-Emission pro Jahr in t/a
Fahrbahn (neu)	121 130	4.6	557
Brückenflächen (neu)	7 384	12.6	93
Summe	-	-	650

Tab. 4.9: Lebenszyklusemissionen durch den Bau und Unterhalt der Straßenbaumaßnahme B 107

4.5 Landnutzungsänderung durch das Vorhaben

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 Landschaftspflegerischen Begleitplanes (LBP) zum geplanten Vorhaben erfolgte u. a. eine Bestandserfassung und Bewertung der Schutzgüter „Biototypen und Vegetation“ und „Boden“, eine anschließende Konfliktanalyse sowie abschließende landschaftspflegerische Maßnahmen (Plan T, 2022). Auf dieser Grundlage und sowie der im Abschnitt 2.3 beschriebenen Kriterien nach AD-HOC ARBEITSHILFE KLIMASCHUTZ (2022) erfolgt die Bewertung des geplanten Vorhabens.

4.5.1 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.

Für die baubedingt notwendigen Flächen wie technologische Streifen beidseits der Trasse sowie im Bereich von Baustraßen und Baulagerflächen werden im LBP, dort Tabelle 14, insgesamt 22.5 ha ausgleichspflichtiger Grundfläche vorübergehend in Anspruch genommen, wobei bereits versiegelte oder teilversiegelte Flächen, wie vorhandene Straßen oder Wege bzw. sonstige versiegelte Siedlungs-, Lager- und Gewerbeflächen, nicht berücksichtigt werden. Als

Böden mit einer klimarelevanten Schutzfunktion sind die Gleyeböden in den Bachtälchen ausgewiesen.

Anlagenbedingt werden im Zuge des geplanten Vorhabens entsprechend des LBP, dort Tabelle 15, insgesamt ca. 39.7 ha ausgleichspflichtiger Grundfläche in Anspruch genommen. Auf die Versiegelung entfallen ca. 12.1 ha. Die Teilversiegelung in Bereichen der Bankette und teilversiegelter Wirtschaftswege umfasst 5.7 ha. Die Beeinträchtigung der Boden- und Wasserhaushaltsfunktion durch Umlagerung und Verdichtung in Bereichen von Böschungen und Mulden erfolgt auf einer Fläche von 21.9 ha. Der Verlust der Boden- und Wasserhaushaltsfunktion durch Versiegelung und Teilversiegelung müssen als erhebliche Beeinträchtigungen gewertet werden und sind daher zu kompensieren.

Moorböden und moorähnliche Böden sind im LBP 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.

4.5.2 Vegetationskomplexe/Biotope

Bzgl. der Vegetationskomplexe mit Klimaschutzfunktion, Immissionsschutzfunktion bzw. Bodenschutzwälder gibt für den Bereich der Wälder die Waldfunktionenkartierung des Staatsbetrieb Sachsenforst Auskunft. Diese kann anhand einer interaktiven Karte eingeholt werden³. Demnach gibt es im Umkreis, in dem sich das geplante Vorhaben befindet, zwar Wälder mit lokaler Klimaschutzfunktion (siehe **Abb. 4.5**). Diese werden jedoch, bis auf eine kleine Fläche im Bereich des Zapfenbaches, nicht direkt von der Trasse beeinträchtigt (siehe **Abb. 4.6**).

Der Verlust klimaschutzrelevanter Biotopkomplexe wird im LBP wie folgt quantifiziert:

- Anlagebedingter Verlust von Feldgehölzen: 1 100 m²
- Anlagebedingter Verlust von Baumreihen und Einzelbäumen: 35 m² / 208 Einzelbäume,
- Anlagebedingter Verlust von Hecken und Gebüsch: 7 000 m²,
- Anlagebedingter Verlust von Wald- und Aufforstungsflächen: 12 070 m²

³ <https://www.sbs.sachsen.de/forstliche-kartendienste-18448.html>

Als Ausgleich für die vorhabenbedingten Beeinträchtigungen der Vegetationskomplexe/Biotope sind lt. LBP, dort Tabellen 26 bis 32, Kompensationsmaßnahmen umzusetzen. Der durch das Vorhaben verursachte Eingriff durch die geplanten Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen wird damit vollständig kompensiert und es werden keine erheblichen und nachhaltigen Beeinträchtigungen verbleiben. So werden z.B. ca. 3.02 ha Wald- bzw. Erstaufforstungsmaßnahmen umgesetzt, die dazu geeignet sind, die Beeinträchtigungen klimarelevanter Vegetationsstrukturen vollumfänglich zu kompensieren. In Anbetracht dessen kann davon ausgegangen werden, dass keine weitere Betrachtung des Klimaschutzaspektes im Zusammenhang mit vorhabenbedingten Auswirkungen auf Vegetationskomplexe/Biotope vorgenommen werden muss.

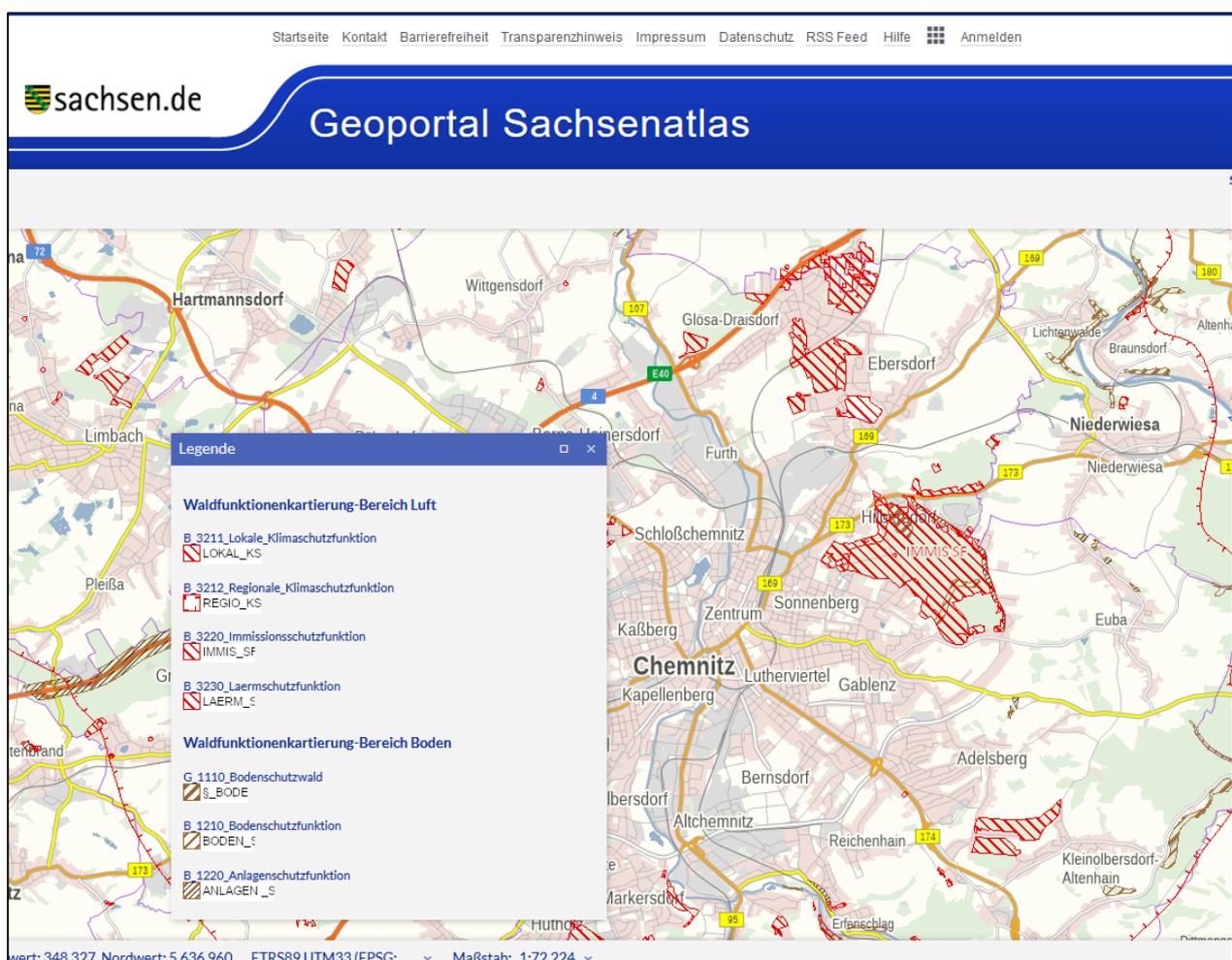


Abb. 4.5: Wald gemäß Waldfunktionenkartierung Sachsen mit boden- bzw. klimaschutzrelevanten Flächen im Umkreis des geplanten Vorhabens

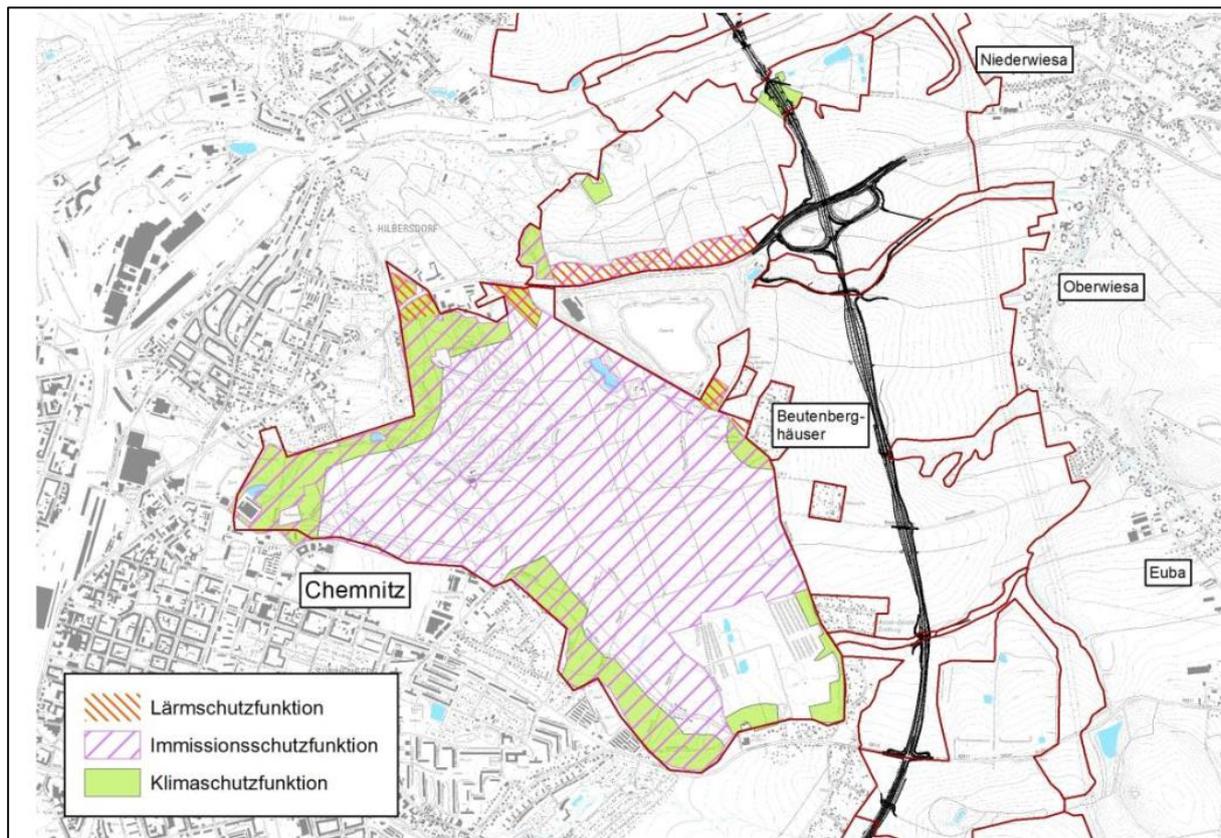


Abb. 4.6: Lageplan der geplanten Trasse mit Ausweisung der Waldflächen mit Waldfunktionen: Lärmschutz, Immissionsschutz, Klimaschutz (Quelle: Plan T, 2022)

4.6 Emissionsbilanz

Die berechneten jährlichen Emissionsdifferenzen zwischen dem Planfall und Prognose-Nullfall im Jahr 2030 sind in **Tab. 4.10** aufgeführt. Demnach führt die Abnahme der betriebsbedingten Emissionen sowie die Zunahme der Lebenszyklusemissionen aus Bau und Unterhalt der Straße zu einer Erniedrigung der Tank-To-Wheel-CO₂e-Emissionen um 1 223.3 t/a. Bei Berücksichtigung der Emissionen aus der Vorkette (Well-To-Tank) erniedrigen sich die Emissionen im Planfall um weitere 440.5 t/a, sodass in Summe eine Erniedrigung der Well-To-Wheel-CO₂e-Emissionen um 1 663.8 t/a ausgewiesen werden kann.

Auf Grund des Bestands der Bodentypen sowie der vorgenommenen Bewertung im Rahmen des LBP kann davon ausgegangen werden, dass im Untersuchungsgebiet keine besonders klimarelevanten Bodenstrukturen vorliegen, sodass entsprechend der Ad-hoc Arbeitshilfe Klimaschutz keine weitere Betrachtung des Klimaschutzaspektes im Zusammenhang mit vorhabenbedingten Auswirkungen auf Böden vorgenommen werden muss.

In Anbetracht der bestehenden Vegetationskomplexe/Biotope sowie der im Rahmen des LBP geforderten Kompensationsmaßnahmen kann davon ausgegangen werden, dass keine weitere Betrachtung des Klimaschutzaspektes im Zusammenhang mit vorhabenbedingten Auswirkungen auf Vegetationskomplexe/Biotope vorgenommen werden muss.

Betriebsbedingte Emissionen in t/a			
Fall	CO₂e (TTW)	CO₂e (WTT)	CO₂e (WTW)
Prog.-NF.	527 717.7	138 245.9	665 963.5
Planfall	525 863.3	137 810.2	663 673.5
Differenz PF-Prog. NF	-1 854.4	-435.7	-2 290.0
Lebenszyklusemissionen aus Bau und Unterhalt in t/a			
	CO ₂ e		CO ₂ e
Differenz PF-Prog. NF	650		650
Gesamtemissionen in t/a			
	CO ₂ e (TTW)	CO ₂ e (WTT)	CO ₂ e (WTW)
Differenz PF-Prog. NF	-1 204.4	-435.7	-1 640.0

Tab. 4.10: THG-Emissionsbilanzen nach Emissionsart im Jahr 2030

5 ZUSAMMENFASSUNG

Die THG-Emissionsbilanz für das Bauvorhaben Neubau der B 107, Südverbund Chemnitz - A 4 ergab im Prognose-Planfall 2030 im betrachteten Untersuchungsraum eine Abnahme der jährlichen CO₂e- Emissionen um insgesamt 1 204.4 t (TTW) bzw. 435.7 t (WTT). Die Lebenszyklusemissionen aus Straßenbau und -unterhalt erhöhen sich um 650 t/a. In Summe kann eine Erniedrigung der Well-To-Wheel-CO₂e-Emissionen um 1 640.0 t/a ausgewiesen werden.

Während die Lebenszyklusemissionen aus dem Straßenbau jährlich zu gleichen Teilen über einen Zeitraum von 60 Jahren in die Bilanz einbezogen werden, sind die betriebsbedingten Emissionen in Abhängigkeit von der Verkehrs- und Flottenentwicklung bezugsjahresabhängig und beziehen sich in diesem Gutachten ausschließlich auf das Jahr 2030. Bei unveränderten Verkehrsmengen würden sich die jährlichen betriebsbedingten Emissionsmengen sowohl TTW als auch WTT bei der in HBEFA 4.2 angenommenen Flottenentwicklung mit künftigen Bezugsjahren reduzieren.

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. Um dies zu erreichen, werden in Anlage 2 zu § 4 des KSG sektorspezifisch zulässige Jahresemissionsmengen festgelegt.

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“ sowie
- die Lebenszyklusemissionen aus Bau und Unterhalt dem Sektor „Industrie“

zugeordnet.

Zur Einordnung der unterschiedlichen klimarelevanten Auswirkungen des Bauvorhaben Neubau der B 107, Südverbund Chemnitz – A 4 sind in **Abb. 6.1** die einzelnen Emissionsbeiträge nach den Bilanzierungssektoren des KSG dargestellt. Dabei zeigt sich, dass die vorhabenbedingte Abnahme der Treibhausgasemissionen maßgeblich auf den Verkehrssektor entfällt.

Im KSG wird zur transparenten Überprüfung, inwieweit die derzeitigen und künftig zu erwartenden Treibhausgasemissionen mit den gesetzten Minderungszielen vereinbar sind, in § 10 Absatz 2 ab dem Jahre 2021 in regelmäßigen Abständen die Erstellung eines sog. Projektionsberichtes vorgeschrieben. Die darin prognostizierten Treibhausgasemissionsmengen werden unter Berücksichtigung der sektorspezifischen Minderungsmaßnahmen ermittelt.

In **Abb. 6.2** 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.

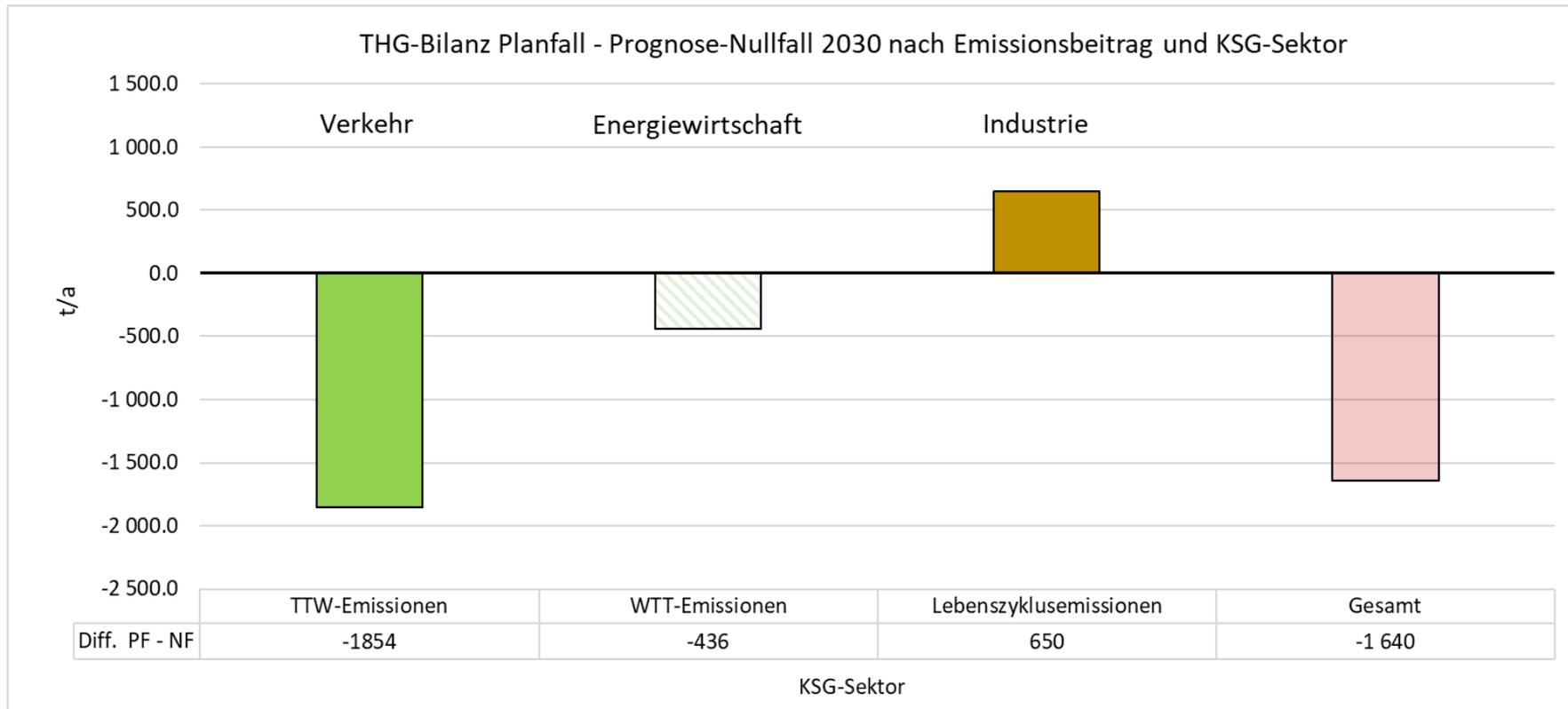


Abb. 6.1: THG-Bilanz Planfall – Prognose-Nullfall 2030 nach Emissionsbeitrag und KSG-Sektor

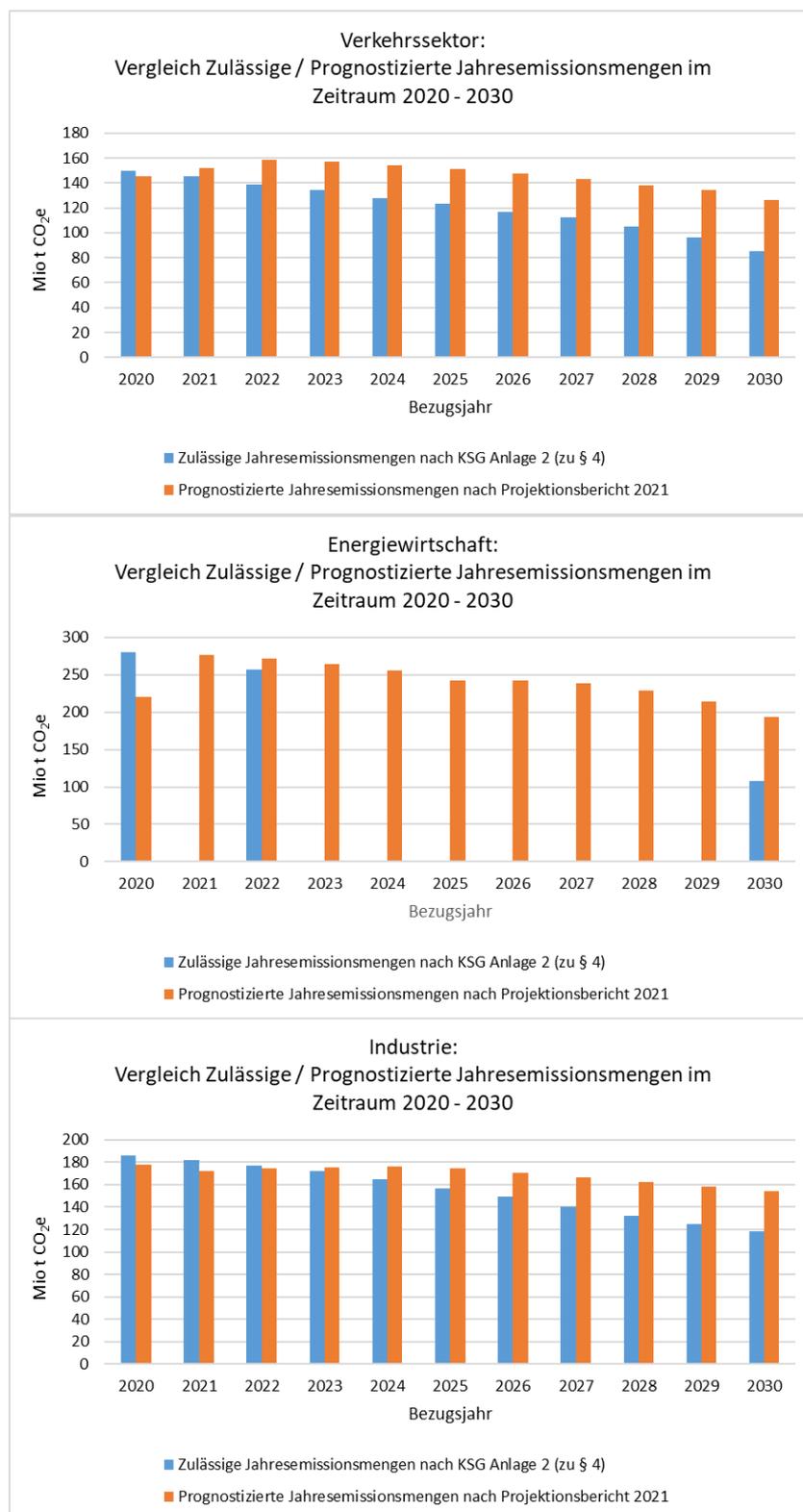


Abb. 6.2: Vergleich Zulässige/Prognostizierte Jahresemissionsmengen in den KSG-Sektoren „Verkehr“, „Energiewirtschaft“, „Industrie“ im Zeitraum 2020 - 2030

Der Vergleich 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 wiederholter Überschreitungen die daraus resultierenden 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 sicherstellen soll.

Für den Verkehrssektor bedeutet das, dass zum Erreichen der Klimaschutzziele der Schwerpunkt künftig stärker auf eine Senkung der Fahrleistungen - insbesondere MIV und Straßen-güterverkehr - gelegt werden muss.

Wirklich effektiv kann dies jedoch nur bei einer überregionalen bzw. bundesweiten Betrachtung, wie z. B. im Rahmen der Bundesverkehrswegeplanung erfolgen, da nur dort die Möglichkeit einer großräumigen strategischen Planung gegeben ist, die bestehenden Personen- und Güterverkehrsnachfragen mittel- und langfristig mit möglichst geringem Fahrleistungsaufwand bzw. klima- und ressourcenschonenden Verkehrsmitteln zu bedienen.

Das Bauvorhaben Neubau der B 107, Südverbund Chemnitz - A 4 führt im betrachteten Untersuchungsraum ab dem Jahr der geplanten Inbetriebnahme 2030 zu einer Abnahme der jährlichen Treibhausgasemissionen und trägt somit dazu bei, dass dem Verkehrssektor und auch der Energiewirtschaft erleichtert wird, die Erreichung der Klimaschutzziele zu erreichen. Dem Sektor Industrie wird dies geringfügig erschwert.

Dieser prognostizierte Trend wird künftig durch weitere Maßnahmen [siehe nach § 8 KSG (Sofortprogramm)] zur stärkeren Emissionsreduzierung insbesondere im Industriesektor (verantwortlich Wirtschaftsministerium) kompensiert werden müssen.

7 LITERATUR

- Bosch & Partner sowie Füsser & Partner RA (2022): „Arbeitshilfe zur Erstellung eines Fachbeitrags Klimaschutz für Straßenbauvorhaben in Mecklenburg-Vorpommern - AD-HOC ARBEITSHILFE KLIMASCHUTZ“ vom 31.03.2022. Bericht im Auftrag des Landesamtes für Straßenbau und Verkehr Mecklenburg-Vorpommern
- Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2024): http://sgx.geodatenzentrum.de/web_public/gdz/datenquellen/Datenquellen_TopPlusOpen.pdf, bkg-Dienstleistungszentrum, Leipzig
- DEGES (2024): Lagepläne B 107 Südverbund Chemnitz – A 4, Abschnitt Südverbund bis B 169 (VKE 323.1) Stand 02/2020. E-Mail von Herrn Möller, DEGES vom 13.03.2024 an Hr. Jänich.
- FGSV (2023): FGSV-Ad-hoc-Arbeitspapier zur Berücksichtigung von großräumigen Klimawirkungen bei Straßenbauvorhaben. Stand Dezember 2023.
- GeoSN (2023): Digitales Geländemodell DGM20. Link: <https://www.geodaten.sachsen.de/downloadbereich-dgm25-4162.html>, Lizenz: „Datenlizenz Deutschland dl-de/by-2-0“ mit Verweis auf den Lizenztext unter www.govdata.de/dl-de/by-2-0. Datei: dgm20_sn.zip, Abruf: 27.11.2023, 14:02, Daten bearbeitet. Hrsg.: Landesamt für Geobasisinformation Sachsen (GeoSN), Dresden.
- Mottschall, M., Bergmann, T. (2013): Treibhausgas-Emissionen durch Infrastruktur und Fahrzeuge des Straßen-, Schienen- und Luftverkehrs sowie der Binnenschifffahrt in Deutschland, Arbeitspaket 4 des Projektes „Weiterentwicklung des Analyseinstrumentes Renewability“, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 3. korrigierte Fassung Januar 2015, ISSN 1862-4804.
- Plan T (2022): Landschaftlicher Begleitplan Textur B, B 107 Südverbund Chemnitz – A 4, Verkehrseinheit 323.1, Stand 28.3.2022 (15.11.2017).
- PTV Transport Consult GmbH (2024): Übergabe der Verkehrsdaten (Stand 2020-03-11) inklusive Fahrgeschwindigkeiten. E-Mail von Herrn Voigt an Hr. Jänich vom 11.01.2024.
- TREMOM (2020): Transport Emission Model: „Aktualisierung der Modelle TREMOM/ TREMOM-MM für die Emissionsberichterstattung 2020 (Berichtsperiode 1990-2018)“/Berichtsteil „TREMOM“. ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. UBA-Texte 116/2020. Dessau-Roßlau, Juni 2020.
- 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.
- VDI 3782 Blatt 7 (2020): Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung - Luftbeimengungen. Richtlinie VDI 3782 Blatt 7. Hrsg.: VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL), Düsseldorf, Mai 2020.