

DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH
Zimmerstraße 54
10117 Berlin

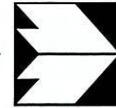
**B 178n – Verlegung A 4 bis Bundesgrenze D/PL und D/CZ
Bauabschnitt 1, Teil 1
- Anschluss A 4 bis S 112 (Nostitz)**

PROJIS-Nr.: 1401990910

FESTSTELLUNGSENTWURF

- Ausführungen zum Klimaschutz -

<p>Aufgestellt:</p> <p> DEGES Deutsche Einheit Fernstraßen- planungs- und -bau GmbH Zimmerstr. 54, 10117 Berlin</p> <p>Berlin, den 15.09.2023 DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH</p>	



Schlussbericht vom 26.06.2023

**B 178N – VERLEGUNG DER A4 BIS BUNDESGRENZE
D/PL UND D/CZ, BA 1, TEIL 1, ANSCHLUSS A4 – S 112
(NOSTITZ)**

AUSFÜHRUNGEN ZUM KLIMASCHUTZ

Auftraggeber:

DEGES Deutsche Einheit
Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH
Zimmerstraße 54
10117 Berlin

Bearbeitung:

Lohmeyer GmbH
Niederlassung Dresden

Dipl.-Ing. W. Schmidt

Dr. rer. nat. I. Düring

Juni 2023
Projekt 10367-22-01
Berichtsumfang 45 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN	1
ABKÜRZUNGEN	3
1 AUFGABENSTELLUNG	4
2 VORGEHENSWEISE	6
2.1 Betriebsbedingte Emissionen	7
2.2 Lebenszyklusemissionen	8
2.3 Landnutzungsänderung durch das Vorhaben	9
2.4 Gesamtbilanzierung	11
3 EINGANGSDATEN	12
3.1 Lage des Untersuchungsgebietes	12
3.2 Verkehrsdaten	14
3.3 Landnutzungsdaten	14
4 EMISSIONEN	17
4.1 Betriebsbedingte Emissionsfaktoren	17
4.2 Betriebsbedingte Emissionen	26
4.3 Emissionsfaktoren für Lebenszyklus (LCCE)	31
4.4 Lebenszyklusemissionen	32
4.5 Landnutzungsänderung durch das Vorhaben	33
4.5.1 Böden	33
4.5.2 Vegetationskomplexe / Biotope	34
4.6 Emissionsbilanz	37
5 ZUSAMMENFASSUNG	39
6 EINORDNUNG DER ERGEBNISSE UND FAZIT	40
7 LITERATUR	45

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).

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, 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 Supercredits für jeden Hersteller beträgt 7.5 g CO₂/ km

ABKÜRZUNGEN

AO	Außerorts
BA	Bauabschnitt
BVWP	Bundesverkehrswegeplan
BW	Bauwerk
DTV	durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke
GEMIS	Globales Emissions-Modell integrierter Systeme
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
MMS	Mit-Maßnahmen-Szenario
NEFZ	Neuer Europäischer Fahrzyklus
NF	Nullfall
OU	Ortsumfahrung
PF	Planfall
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
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 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 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 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.

Vor diesem Hintergrund ist im Rahmen der Planungen zum Vorhaben B 178n – Verlegung der A4 bis Bundesgrenze D/PL und D/CZ, BA 1, Teil 1, Anschluss A4 – S 112 (Nostitz) 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).

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.

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

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

- 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 tieferegehende 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 Vorhaben B 178n – Verlegung der A4 bis Bundesgrenze D/PL und D/CZ, BA 1, Teil 1, Anschluss A4 – S 112 (Nostitz) 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 der Kyoto-Konvention werden bei den TTW-Emissionen 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.

Die Berechnung der Treibhausgasemissionen im vorliegenden Projekt erfolgt 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“ (Mai 2020). Die netzbezogenen Verkehrsdaten des vorhabenbezogenen Verkehrsgutachtens dienen als Grundlage, um anhand der THG-Emissionsfaktoren des HBEFA 4.2 die summarischen Emissionen für den Prognosenullfall und für den Prognoseplanfall 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 Null- und Planfall ist 2030.

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) sowie den Angaben zur versiegelten Fläche der geplanten Straßenausbaustrecke.

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 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,
- 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:

- Verkehrsbelegungsdaten für Null- und Planfall (PTV, 2019)
- Landschaftspflegerischer Begleitplan (VIC, 2022)

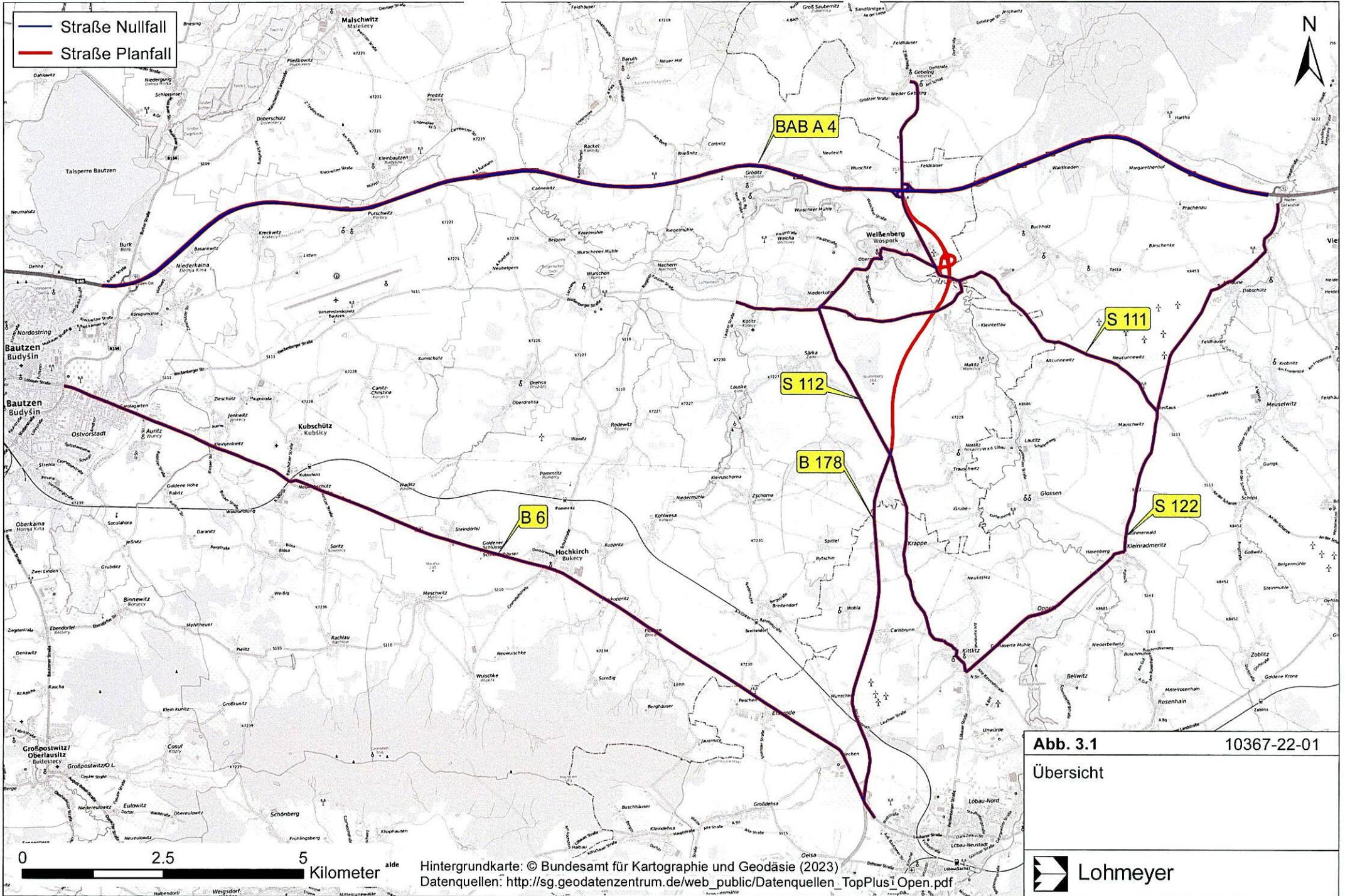
3.1 Lage des Untersuchungsgebietes

Die B 178n hat im geplanten Abschnitt eine Länge von 5,28 km. Am Bauanfang, der am südlichen Ende der Trasse liegt, beginnt die Trasse an der sich unter Verkehr befindlichen B 178n kurz vor deren Ausbauende. Die B 178n quert, in Richtung Norden verlaufend, die S 112 mit einem Linksbogen westlich des Monumentenwaldes und führt weiter zwischen dem Strohberg, Grunewald und Maltitz in einem langegezogenen Rechtsbogen in das Tal des Löbauer Wassers.

Nordwestlich von Maltitz, auf Höhe der neuerlichen Querung der S 112 an der Kiesgrube, geht die Linienführung in einen ebenfalls langgezogenen Linksbogen über und führt mit einer 300 m langen Talbrücke über das LSG „Löbauer Wasser“.

Die Trasse führt im weiteren Verlauf östlich von Weißenberg zur vorhandenen Anschlussstelle Weißenberg an der BAB 4. Die Anschlussstelle wird teilplanfrei in Form eines symmetrischen halben Kleeblattes ausgeführt (VIC, 2022).

Die **Abb. 3-1** zeigt eine Übersicht über das bei den Emissionsberechnungen berücksichtigte Straßennetz. Es umfasst die Straßen, die auch im Rahmen der verkehrsplanerischen/technischen Untersuchung in PTV (2019) berücksichtigt wurden.



3.2 Verkehrsdaten

Für das o.g. Straßennetz wurden vom Auftraggeber streckenspezifische Daten zur durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke (DTV_{Mo-So}) mit Angabe des Schwerverkehrsanteils (LKW >7.5 t und Busse) für Null- und Planfall zur Verfügung gestellt. Sie sind für den Nullfall in **Abb. 3-2** und für den Planfall in **Abb. 3-3** dargestellt.

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 (VIC, 2022). Auf dieser Grundlage und sowie der in Kapitel 2.3 beschriebenen Kriterien nach AD-HOC ARBEITSHILFE KLIMASCHUTZ (2022) erfolgt die Bewertung des geplanten Vorhabens.

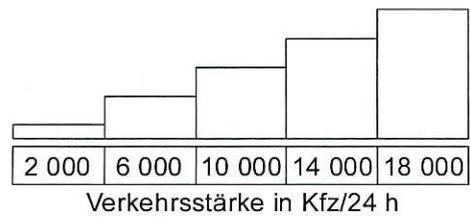
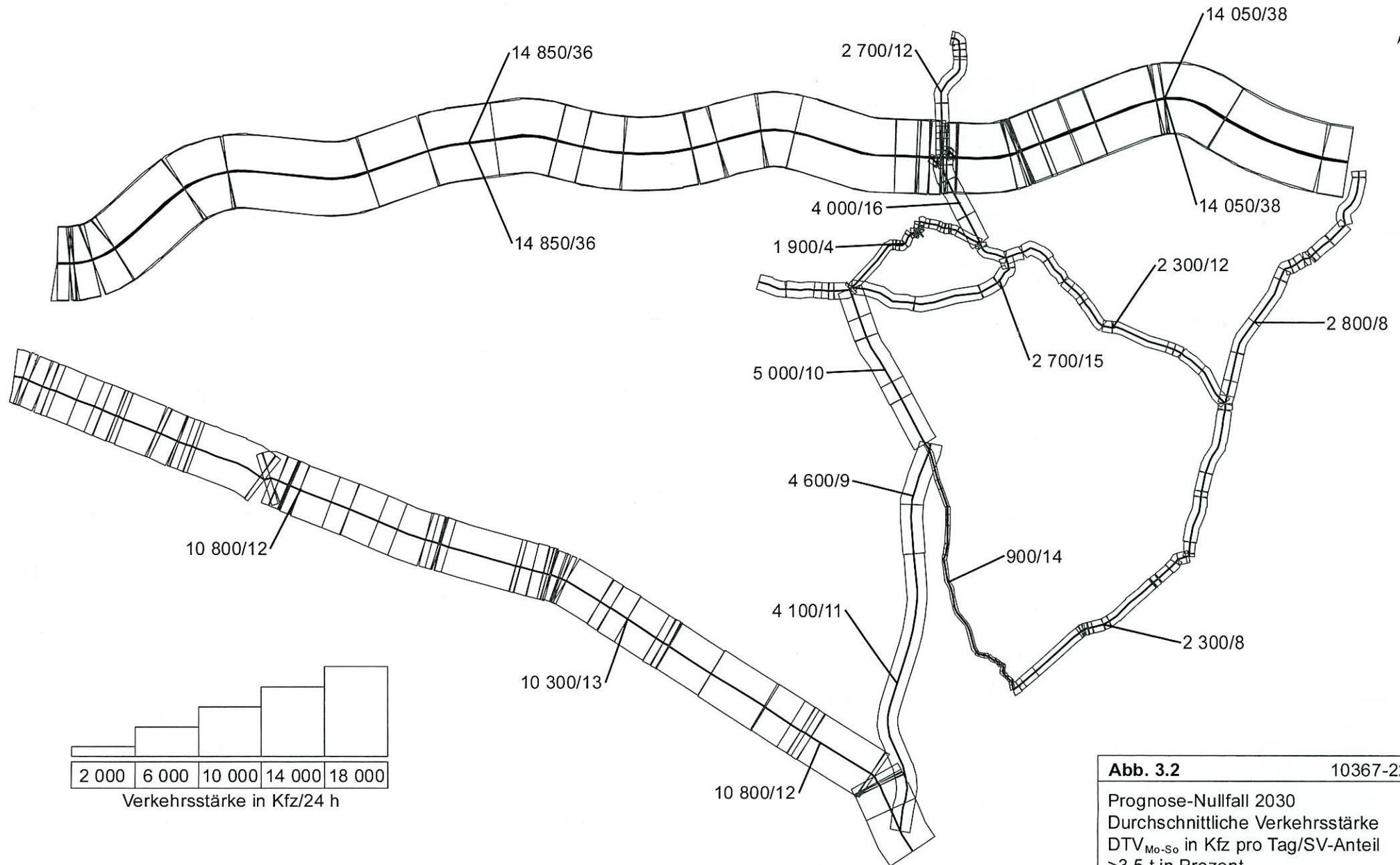


Abb. 3.2 10367-22-01
Prognose-Nullfall 2030
Durchschnittliche Verkehrsstärke
DTV_{Mo-So} in Kfz pro Tag/SV-Anteil
>3.5 t in Prozent



Lohmeyer

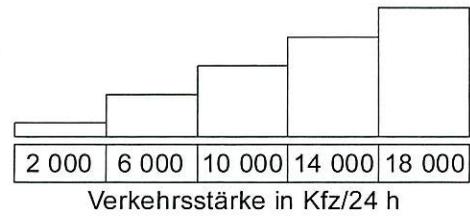
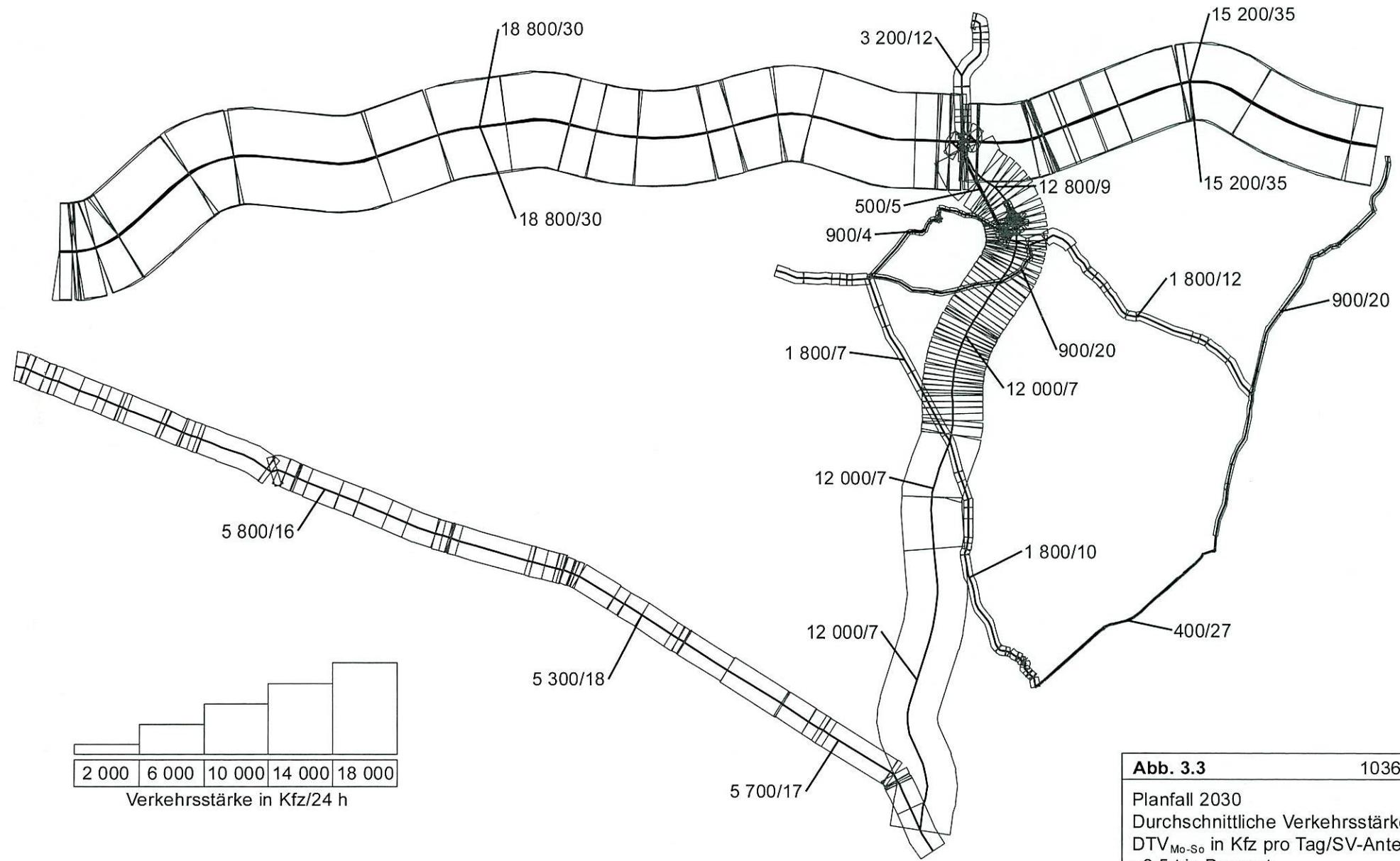


Abb. 3.3 10367-22-01
Planfall 2030
Durchschnittliche Verkehrsstärke
DTV_{Mo-So} in Kfz pro Tag/SV-Anteil
>3.5 t in Prozent



Lohmeyer

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 Null- und Planfall erfolgt auf Basis streckenspezifischer Berechnungen für das Bezugsjahr 2030. 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:

AB>130	Autobahn, ohne Tempolimit
AB130	Autobahn, Tempolimit 130 km/h
AB120	Autobahn, Tempolimit 120 km/h
AO- Fern110	Fern- oder Bundesstraße im Außerortsbereich, TL 110 km/h
AO-Fern100	Fern- oder Bundesstraße im Außerortsbereich, TL 100 km/h
AO- Fern90	Fern- oder Bundesstraße im Außerortsbereich, TL 90 km/h
AO-Fern70	Fern- oder Bundesstraße im Außerortsbereich, TL 70 km/h
AO-HVS100	Hauptverkehrsstraße im Außerortsbereich, TL 100 km/h
AO-HVS70	Hauptverkehrsstraße im Außerortsbereich, TL 70 km/h
IO-HVS50	Hauptverkehrsstraße im Innerortsbereich, TL 50 km/h

Dabei ist zu beachten, dass auf der B 178n – sowohl auf dem bereits fertiggestellten Abschnitt zwischen Löbau und Nostitz als auch auf dem geplanten Abschnitt zwischen Nostitz und dem Anschluss an die A 4 – ein Tempolimit von 130 km/h festgesetzt bzw. vorgesehen ist. In HBEFA 4.2 werden jedoch für den Straßentyp der B 178 (Bundesstraße im Außerortsbereich (AO-Fern)) lediglich Verkehrssituationen mit einem Tempolimit von maximal 110 km/h definiert. Die mittlere Reisegeschwindigkeit der Verkehrssituation AO-Fern110 wird in HBEFA für PKW bei flüssigem Verkehrsfluss mit 107 km/h angenommen. Auf Grund des

relativ großen Einflusses der Geschwindigkeit auf den Kraftstoffverbrauch und dementsprechend auf die CO₂-Emissionen wurde für die B 178n die Verkehrssituation „AB130“ (Autobahn, Tempolimit 130 km/h) angenommen. Die mittlere Reisegeschwindigkeit dieser Verkehrssituation wird in HBEFA für PKW bei flüssigem Verkehrsfluss mit 132 km/h angenommen und bildet somit das Geschwindigkeitsniveau besser ab.

Die Längsneigung der Straßen ist aus Höhenplänen des Untersuchungsgebietes bekannt.

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

Wie in 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.

Tab. 4-1: Global Warming Potential (GWP) der betrachteten Treibhausgase (THG)

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

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 ja nach Verkehrssituation und Fahrzeugart ca. 2 – 4-mal höher sind als die der mit fossilen Kraftstoffen betriebenen Fahrzeuge. Auf Grund des im Jahre 2030 (noch) relativ geringen Anteils an Elektrofahrzeugen von max. 14 % beim Leichtverkehr bzw. max. 6 % beim Schwerverkehr wirken sich die Unterschiede in den Vorkettenemissionen bei der Wichtung (noch) sehr gering aus. Mit künftig steigendem Elektrofahrzeuganteilen wird der Beitrag der Vorkettenemissionen dieser Fahrzeuge allerdings steigen.

Die WTT-Emissionen der Elektrofahrzeuge werden in HBEFA 4.2 bezugsjahresabhängig auf Basis des europäischen Strommix berechnet bzw. ausgewiesen. Die anteilige Zusammen-

setzung der einzelnen Energieträger sowie die jeweiligen Emissionsfaktoren in CO₂e / kWh sind in **Abb. 4-1** dargestellt.

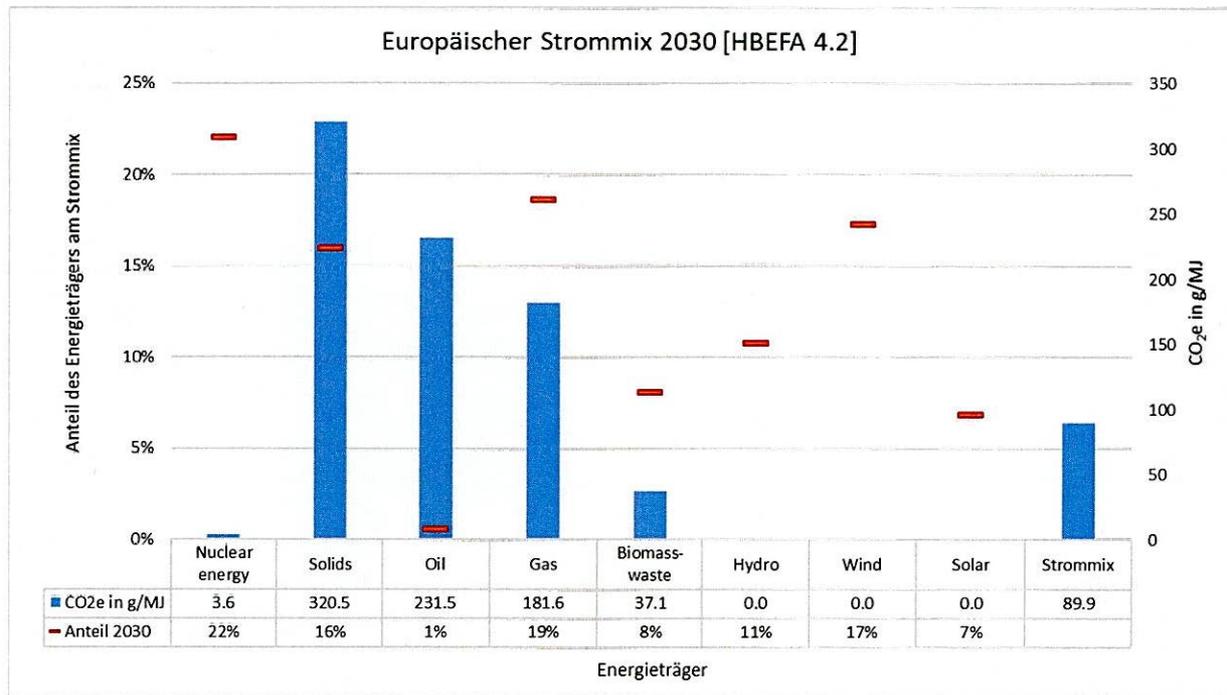


Abb. 4-1: Europäischer Strommix 2030 nach HBEFA 4.2 (UBA, 2022)

Tab. 4-2: Emissionsfaktoren aller im Gutachten verwendeten Verkehrssituationen im Bezugsjahr 2030 differenziert nach LV / SV sowie nach Antriebsart Elektro / fossil

Straßenparameter		Fahrzeugparameter			spezifische Emissionsfaktoren je Kfz in g/km im Bezugsjahr 2030					
Verkehrssituation	Längsneigung	Antrieb	Anteil		CO ₂ e (TTW)		CO ₂ e (WTT)		CO ₂ e (WTW)	
			LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
AB>130	0%	Elektro	8.91%	2.73%	0.0	0.0	105.4	460.4	105.4	460.4
		fossil	91.09%	97.27%	202.8	509.6	45.0	108.4	247.8	618.0
	+/-2%	Elektro	8.91%	2.73%	0.0	0.0	106.6	448.5	106.6	448.5
		fossil	91.09%	97.27%	204.1	614.8	45.3	131.3	249.5	746.1
	+/-6%	Elektro	8.91%	2.73%	0.0	0.0	112.6	497.3	112.6	497.3
		fossil	91.09%	97.27%	217.6	1221.6	48.3	263.7	266.0	1485.3
AB120	0%	Elektro	8.91%	2.73%	0.0	0.0	82.0	460.5	82.0	460.5
		fossil	91.09%	97.27%	161.3	509.9	35.8	108.5	197.1	618.3
	+/-2%	Elektro	8.91%	2.73%	0.0	0.0	84.1	448.6	84.1	448.6
		fossil	91.09%	97.27%	161.8	614.9	35.9	131.4	197.7	746.3
AB130	+/-2%	Elektro	8.91%	2.73%	0.0	0.0	94.0	448.6	94.0	448.6
		fossil	91.09%	97.27%	179.6	614.9	39.9	131.4	219.4	746.3
	+/-4%	Elektro	8.91%	2.73%	0.0	0.0	98.1	440.1	98.1	440.1
		fossil	91.09%	97.27%	184.0	899.3	40.8	193.4	224.8	1092.7
AB130d	+/-2%	Elektro	8.91%	2.73%	0.0	0.0	85.2	424.2	85.2	424.2
		fossil	91.09%	97.27%	164.6	625.9	36.5	133.8	201.1	759.7

Straßenparameter		Fahrzeugparameter			spezifische Emissionsfaktoren je Kfz in g/km im Bezugsjahr 2030					
Verkehrssituation	Längsneigung	Antrieb	Anteil		CO ₂ e (TTW)		CO ₂ e (WTT)		CO ₂ e (WTW)	
			LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
	+/-4%	Elektro	8.91%	2.73%	0.0	0.0	89.1	452.3	89.1	452.3
		fossil	91.09%	97.27%	170.0	900.1	37.7	193.5	207.7	1093.6
AO-Fern100	0%	Elektro	13.07%	4.46%	0.0	0.0	61.8	383.7	61.8	383.7
		fossil	86.93%	95.54%	135.2	487.9	29.9	103.9	165.1	591.7
	+/-2%	Elektro	13.07%	4.46%	0.0	0.0	63.5	381.9	63.5	381.9
		fossil	86.93%	95.54%	135.7	581.3	30.0	124.2	165.8	705.5
AO-Fern110	+/-2%	Elektro	13.07%	4.46%	0.0	0.0	71.4	381.9	71.4	381.9
		fossil	86.93%	95.54%	148.0	581.3	32.8	124.2	180.7	705.5
	+/-4%	Elektro	13.07%	4.46%	0.0	0.0	74.9	399.9	74.9	399.9
		fossil	86.93%	95.54%	153.0	817.0	33.9	175.6	186.9	992.6
AO-Fern110d	+/-2%	Elektro	13.07%	4.46%	0.0	0.0	64.0	362.2	64.0	362.2
		fossil	86.93%	95.54%	143.0	575.2	31.6	122.9	174.7	698.0
	+/-4%	Elektro	13.07%	4.46%	0.0	0.0	67.1	387.5	67.1	387.5
		fossil	86.93%	95.54%	149.7	820.2	33.1	176.3	182.8	996.5
AO-Fern70	0%	Elektro	13.07%	4.46%	0.0	0.0	53.1	335.1	53.1	335.1
		fossil	86.93%	95.54%	131.0	478.5	28.8	101.0	159.8	579.5
	+/-2%	Elektro	13.07%	4.46%	0.0	0.0	54.9	343.6	54.9	343.6

Straßenparameter		Fahrzeugparameter			spezifische Emissionsfaktoren je Kfz in g/km im Bezugsjahr 2030					
Verkehrssituation	Längsneigung	Antrieb	Anteil		CO ₂ e (TTW)		CO ₂ e (WTT)		CO ₂ e (WTW)	
			LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
		fossil	86.93%	95.54%	133.1	575.1	29.3	122.1	162.4	697.1
		Elektro	13.07%	4.46%	0.0	0.0	59.6	377.9	59.6	377.9
	+/-4%	fossil	86.93%	95.54%	135.1	816.4	29.7	174.7	164.8	991.0
		Elektro	13.07%	4.46%	0.0	0.0	63.6	465.1	63.6	465.1
	+/-6%	fossil	86.93%	95.54%	153.1	1096.3	33.6	235.7	186.8	1332.0
		Elektro	13.07%	4.46%	0.0	0.0	57.8	383.7	57.8	383.7
AO-Fern90	0%	fossil	86.93%	95.54%	130.5	487.2	28.9	103.7	159.4	591.0
		Elektro	13.07%	4.46%	0.0	0.0	63.0	383.1	63.0	383.1
AO-HVS100	0%	fossil	86.93%	95.54%	140.3	526.6	31.1	112.3	171.4	638.9
		Elektro	13.07%	4.46%	0.0	0.0	64.2	378.5	64.2	378.5
	+/-2%	fossil	86.93%	95.54%	141.1	606.2	31.2	129.6	172.3	735.8
		Elektro	13.07%	4.46%	0.0	0.0	67.7	398.9	67.7	398.9
	+/-4%	fossil	86.93%	95.54%	147.5	825.9	32.6	177.5	180.2	1003.4
		Elektro	13.07%	4.46%	0.0	0.0	72.5	474.6	72.5	474.6
	+/-6%	fossil	86.93%	95.54%	159.0	1096.7	35.2	236.5	194.2	1333.2
		Elektro	13.07%	4.46%	0.0	0.0	49.5	326.2	49.5	326.2
AO-HVS70	0%	fossil	86.93%	95.54%	120.7	508.1	26.5	107.5	147.2	615.5
		Elektro	13.07%	4.46%	0.0	0.0	49.5	326.2	49.5	326.2

Straßenparameter		Fahrzeugparameter			spezifische Emissionsfaktoren je Kfz in g/km im Bezugsjahr 2030					
Verkehrssituation	Längsneigung	Antrieb	Anteil		CO ₂ e (TTW)		CO ₂ e (WTT)		CO ₂ e (WTW)	
			LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
	+/-2%	Elektro	13.07%	4.46%	0.0	0.0	50.8	334.3	50.8	334.3
		fossil	86.93%	95.54%	122.5	590.2	26.9	125.4	149.4	715.6
	+/-4%	Elektro	13.07%	4.46%	0.0	0.0	54.3	372.4	54.3	372.4
		fossil	86.93%	95.54%	128.6	822.9	28.2	176.1	156.8	999.0
AO-HVS70s	0%	Elektro	13.07%	4.46%	0.0	0.0	90.1	564.7	90.1	564.7
		fossil	86.93%	95.54%	241.9	1356.0	53.4	292.4	295.3	1648.4
	+/-2%	Elektro	13.07%	4.46%	0.0	0.0	90.8	570.2	90.8	570.2
		fossil	86.93%	95.54%	244.1	1380.1	53.9	297.7	298.0	1677.7
IO-HVS50	0%	Elektro	13.98%	5.92%	0.0	0.0	47.5	303.6	47.5	303.6
		fossil	86.02%	94.08%	123.2	458.3	27.0	96.6	150.2	554.9
	+/-2%	Elektro	13.98%	5.92%	0.0	0.0	48.6	315.9	48.6	315.9
		fossil	86.02%	94.08%	124.4	530.1	27.2	112.2	151.6	642.3
	+/-4%	Elektro	13.98%	5.92%	0.0	0.0	51.6	360.1	51.6	360.1
		fossil	86.02%	94.08%	130.7	734.9	28.6	156.7	159.3	891.5
	+/-6%	Elektro	13.98%	5.92%	0.0	0.0	55.3	466.2	55.3	466.2
		fossil	86.02%	94.08%	147.3	984.9	32.2	210.9	179.5	1195.9
IO-HVS50d	0%	Elektro	13.98%	5.92%	0.0	0.0	53.9	306.2	53.9	306.2

Straßenparameter		Fahrzeugparameter			spezifische Emissionsfaktoren je Kfz in g/km im Bezugsjahr 2030					
Verkehrssituation	Längsneigung	Antrieb	Anteil		CO ₂ e (TTW)		CO ₂ e (WTT)		CO ₂ e (WTW)	
			LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
		fossil	86.02%	94.08%	147.0	495.7	32.2	104.7	179.2	600.4
	+/-2%	Elektro	13.98%	5.92%	0.0	0.0	55.0	324.4	55.0	324.4
		fossil	86.02%	94.08%	146.5	567.1	32.1	120.2	178.6	687.4
	+/-4%	Elektro	13.98%	5.92%	0.0	0.0	57.6	372.6	57.6	372.6
		fossil	86.02%	94.08%	150.4	762.3	33.0	162.6	183.3	925.0
	+/-6%	Elektro	13.98%	5.92%	0.0	0.0	60.9	480.9	60.9	480.9
		fossil	86.02%	94.08%	167.1	1003.5	36.7	215.0	203.8	1218.4

4.2 Betriebsbedingte Emissionen

Die Emissionen der betrachteten Treibhausgase CO₂ (nur klimarelevantes CO₂, d.h. ohne den biogenen Kraftstoffanteil - in HBEFA als CO₂(rep) bezeichnet), Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) sowie die WTT-Emissionen 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.

In **Tab. 4-3** sind die Fahrleistungen auf dem betrachteten Straßennetz entsprechend der Verkehrsdaten sowie der Flottenzusammensetzung im Jahre 2030 nach HBEFA 4.2 für den Prognose-Null- und -Plan-Fall dargestellt. Dabei zeigt sich, dass die Fahrleistungen des Leichtverkehrs im Prognose-Planfall um ca. 114 000 Fzg.-km/d sowie die des Schwerverkehrs um ca. 6 500 Fzg.-km/d steigen. Der Fahrleistungsanteil der Elektrofahrzeuge beträgt sowohl im Prognose-Null- als auch im -Planfall beim Leichtverkehr ca. 10 % sowie beim Schwerverkehr ca. 3 %.

Tab. 4-3: Vergleich der Fahrleistungen in Fahrzeugkilometer pro Tag im Prognose-Null- und -Plan-Fall 2030 nach Verkehrs- und Antriebsart

Fall	Verkehrsart	Antriebsart	Fzg.-km / d	
Prog.-NF 2030	LV	Elektro	72 364	
		fossil	605 604	
		gesamt	677 968	
	SV	Elektro	8 121	
		fossil	261 837	
		gesamt	269 957	
	Kfz	gesamt	947 925	
	Prog. PF 2030	LV	Elektro	81 705
			fossil	710 276
gesamt			791 981	
SV		Elektro	8 226	
		fossil	268 224	
		gesamt	276 449	
Kfz		gesamt	1 068 430	
Diff. PF - NF		LV	Elektro	9 341
			fossil	104 672
	gesamt		114 013	
	SV	Elektro	105	
		fossil	6 387	
		gesamt	6 492	
	Kfz	gesamt	120 505	

Die Verkehrssituationen sind für den Prognose-Nullfall und -Planfall 2030 in **Abb. 4-2** bzw. **Abb. 4-3** aufgezeigt. 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, lilafarbene Liniensignatur (vgl. **Abb. 4-2** und **Abb. 4-3**) eine Verkehrssituation AB>130 mit flüssigem Verkehr und einer Längsneigung >0 %.

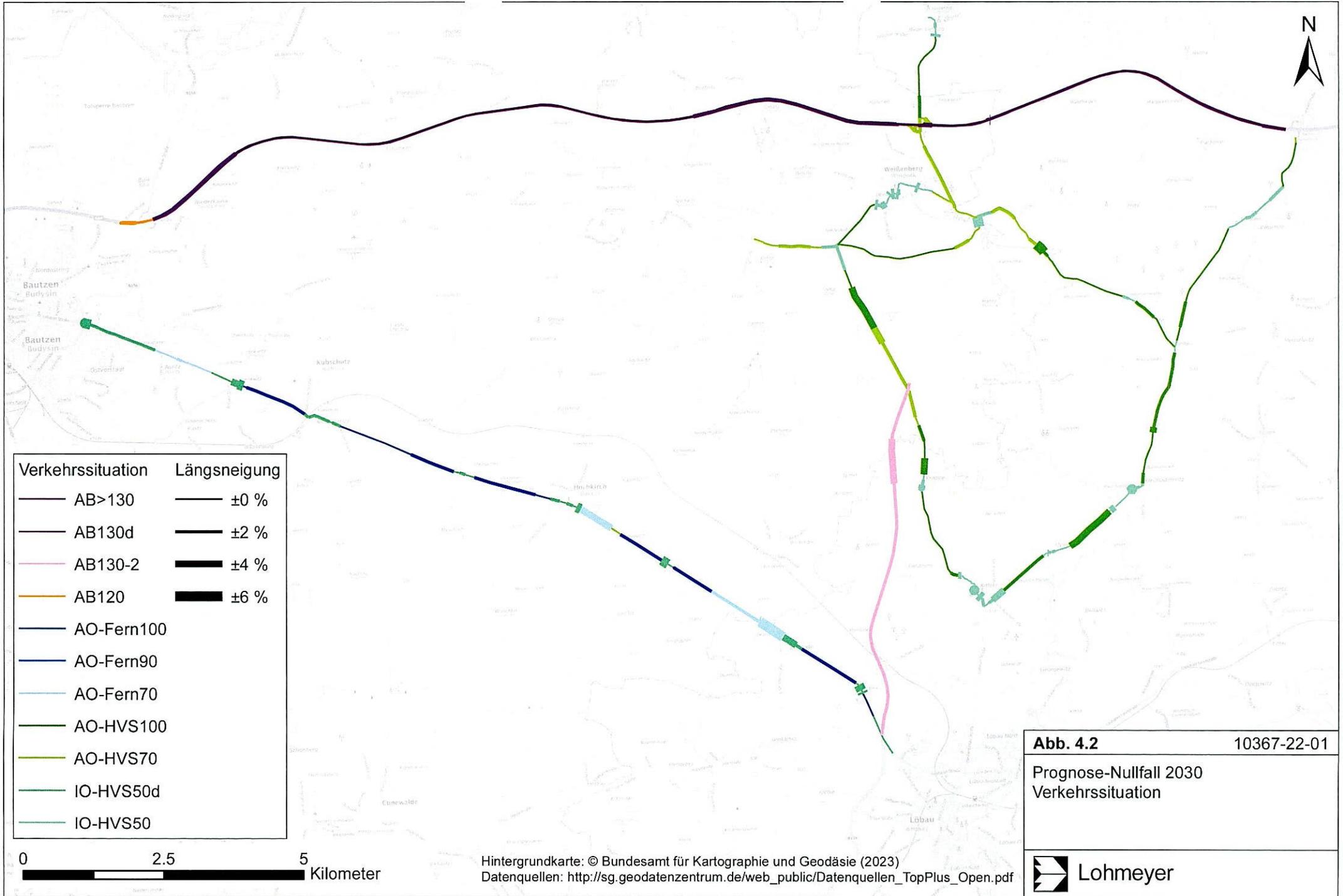


Abb. 4.2 10367-22-01
 Prognose-Nullfall 2030
 Verkehrssituation

 **Lohmeyer**

Hintergrundkarte: © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2023)
 Datenquellen: http://sg.geodatenzentrum.de/web_public/Datenquellen_TopPlus_Open.pdf

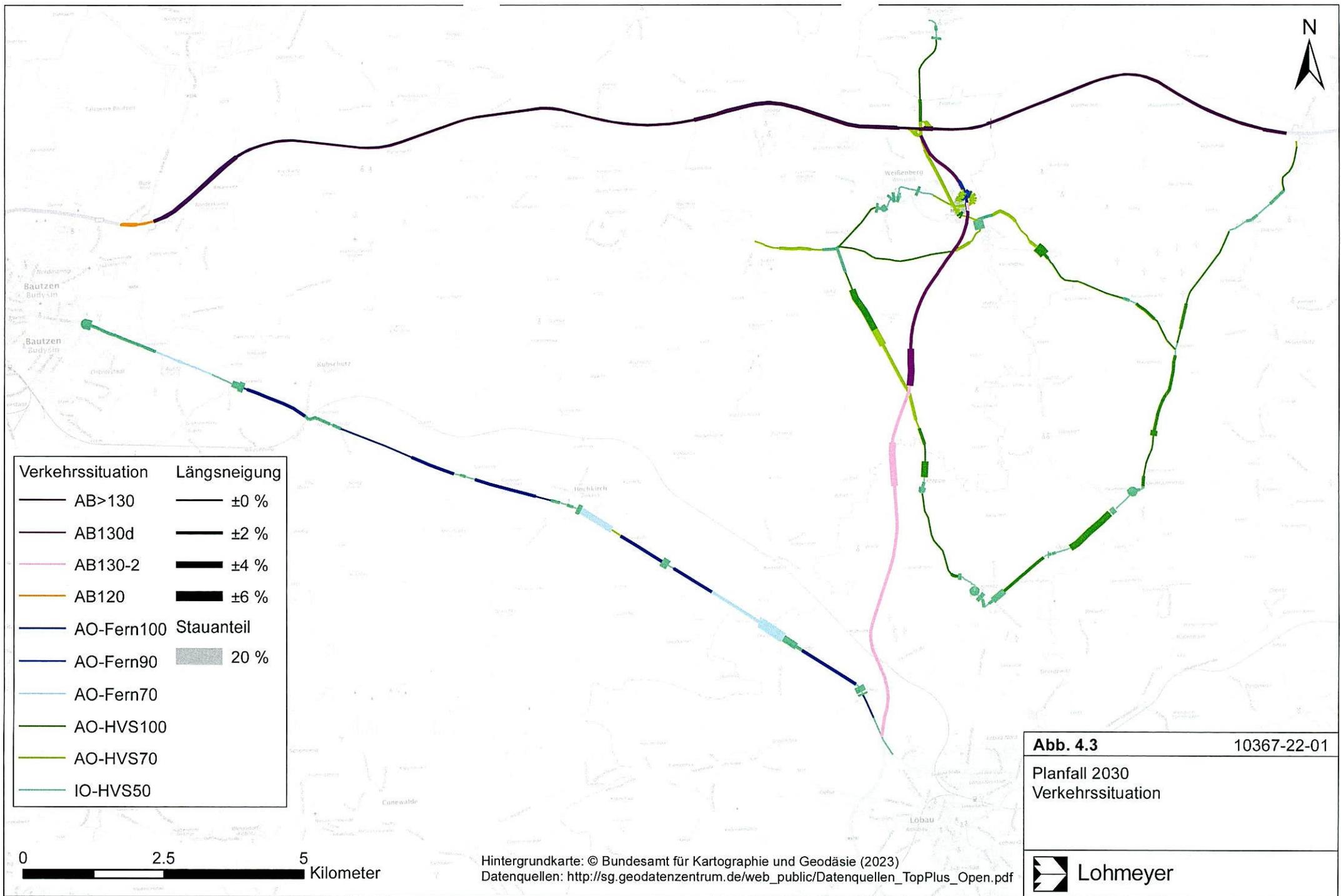
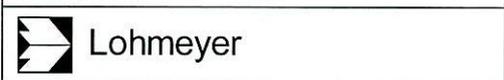


Abb. 4.3 10367-22-01

Planfall 2030
Verkehrssituation



Hintergrundkarte: © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2023)
Datenquellen: http://sg.geodatenzentrum.de/web_public/Datenquellen_TopPlus_Open.pdf

Die **Tab. 4-4** zeigt exemplarisch für einen Abschnitt der Löbauer Straße (B 6) die Verkehrskenndaten und die berechneten Emissionen, ausgedrückt als strecken- und zeitbezogene Emissionsdichten. Im dargestellten Beispielabschnitt kommt es durch die prognostizierte Verkehrsentlastung auf der B 6 zu einem Rückgang der Treibhausgasemissionen.

Tab. 4-4: Verkehrsdaten und berechnete, jahresmittlere Emissionsdichten in kg / (km · d) für einen Abschnitt der Löbauer Straße (B 6)

Fall	Verkehrssituation	Verkehrsart	Antrieb	DTV	CO ₂ e (TTW)	CO ₂ e (WTT)	CO ₂ e (WTW)
Prog.- NF 2030	IOS-HVS50d	LV	Elektro	1 329	-	72	72
			Fossil	8 175	1 201	264	1 465
		SV	Elektro	77	-	24	24
			Fossil	1 219	604	128	732
		gesamt			10 800	1 806	486
Prog. PF 2030	IOS-HVS50	LV	Elektro	681	-	32	32
			Fossil	4 191	516	113	629
		SV	Elektro	55	-	17	17
			Fossil	873	400	84	484
		gesamt			5 800	916	247
Diff. PF - NF		LV	Elektro	-648	0	-39	-39
			Fossil	-3 984	-685	-151	-836
		SV	Elektro	-22	0	-7	-7
			Fossil	-346	-204	-43	-248
		gesamt			-5 000	-890	-240

Nach Summation der streckenspezifischen Emissionen ergeben sich die in **Tab. 4-5** dargestellten betriebsbedingten Emissionen auf dem gesamten betrachteten Straßennetz im Prognose-Null - und -Plan-Fall. Demnach führt die in **Tab. 4-3** aufgezeigte Fahrleistungszunahme im Prognose-Planfall zu einer Zunahme der Tank-To-Wheel-CO₂e-Emissionen um 10 526 t / a.

Die Emissionen aus der Vorkette (Well-To-Tank) steigen im Planfall um 2 737 t / a an, sodass sich letztlich ein Anstieg der Well-To-Wheel-Emissionen um 13 263 t / a ergibt.

Tab. 4-5: Betriebsbedingte THG-Emissionen in t/a im Prognose-Null- und -Plan-Fall im Jahre 2030

Fall	Antriebsart	CO ₂ e (TTW)	CO ₂ e (WTT)	CO ₂ e (WTW)
Prog.-NF 2030	Elektro	0	3 457	3 457
	Fossil	91 774	19 889	111 663
	gesamt	91 774	23 346	115 120
Prog. PF 2030	Elektro	0	3 860	3 860
	Fossil	102 301	22 222	124 522
	gesamt	102 301	26 082	128 383
Diff. PF - NF	Elektro	0	403	403
	Fossil	10 526	2 333	12 860
	gesamt	10 526	2 737	13 263

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. 4-6** dargestellten Lebenszyklusemissionen für „Straßen ohne Kunstbauwerke“ abgeleitet. Bezugsjahr für diese Berechnungen ist das Jahr 2008.

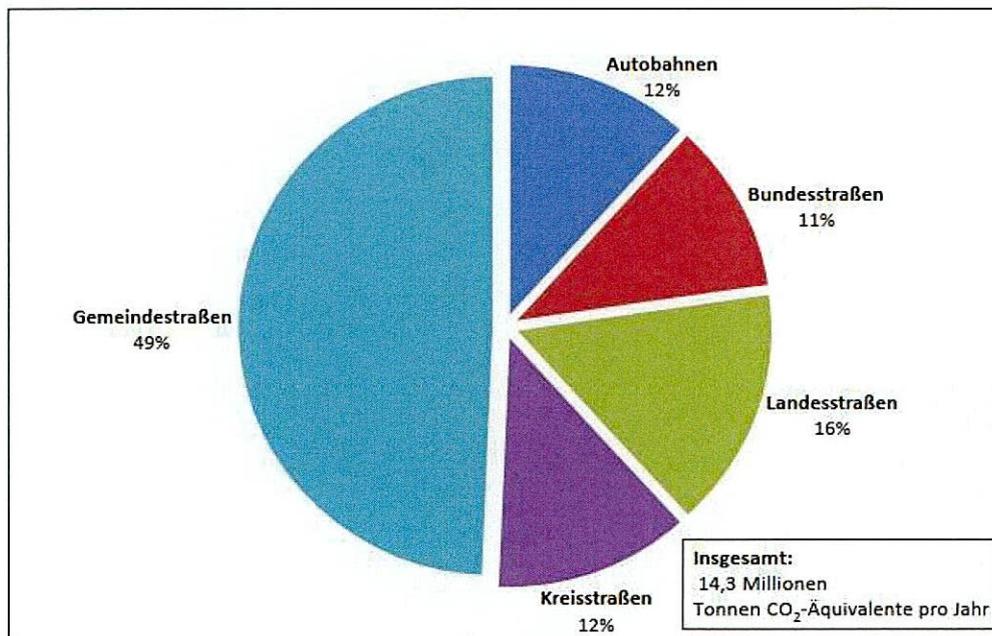


Abb. 4-4. CO₂-Äquivalent-Emissionen durch den Bau und Unterhalt der Straßen im Jahr 2008 nach Straßenkategorien (Mottschall und Bergmann, 2013)

Tab. 4-6: Lebenszyklusemissionen von Straßenbauvorhaben (Mottschall und Bergmann, 2013), (AD-HOC ARBEITSHILFE KLIMASCHUTZ, 2022)

Straßenkategorie	Spezifische THG-Emissionen in kg CO ₂ -eq je m ² Straßenoberfläche und Jahr
Straße ohne Kunstbauwerke	
• Bundesautobahnen	6,2
• Bundesstraßen	4,6
Aufschlag für Brückenabschnitte	
	12,6
Aufschlag für Tunnelabschnitte	
	27,1

4.4 Lebenszyklusemissionen

Unter Verwendung der in **Tab. 4-6** ausgewiesenen Emissionsfaktoren sowie der entsprechenden relevanten Flächen ergeben sich die in **Tab. 4-7** dargestellten Lebenszyklusemissionen durch den Bau und Unterhalt der Straßenbaumaßnahme B 178n.

Tab. 4-7: Lebenszyklusemissionen durch den Bau und Unterhalt der Straßenbaumaßnahme B 178n in t / a

Baumaßnahme	Gesamtfläche in m ² (VIC, 2022)	CO ₂ e in kg / m ² und Jahr	CO ₂ e in t/a
B 178n - freie Strecke ohne Kunstbauwerke	89 486	4.6	412
Talbrücke i. Z. d. B 178n über das Löbauer Wasser und die S 111 (BW 06)	4 914	17.2	85
Gesamt			496

4.5 Landnutzungsänderung durch das Vorhaben

Die Bewertung der klimarelevanten Landnutzungsänderung erfolgt wie in Kapitel 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 „Biotoptypen und Vegetation“ und „Boden“, eine anschließende Konfliktanalyse sowie abschließende landschaftspflegerische Maßnahmen (VIC, 2022). Auf dieser Grundlage und sowie der in Kapitel 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.

Im Untersuchungsraum des geplanten Vorhabens ist der Lösslehm großflächig vertreten. Die landwirtschaftlich genutzten Böden sind vor allem Löss-Stau- und Braunstaugleye, z. T. mit

Fahlerde, z. T. mit Parabraunerde (VIC, 2022). In **Tab. 4-8** ist die anteilige Zusammensetzung des Untersuchungsraumes nach Bodentypen dargestellt.

Tab. 4-8: Anteilige Zusammensetzung des Untersuchungsraumes nach Bodentypen (VIC, 2022)

Bodentyp	Anteil im Untersuchungsraum
Parabraunerden bzw. Fahlerden	80%
Braunerden	1%
Auenböden	1%
Gleye	1%
Stauwasserböden	15%
Regosole (anthropogene Böden)	1%
Ranker	1%

Auf Grund des Bestands der Bodentypen 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.

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 Landkreis Weißenberg, d.h. im Umkreis, in dem sich das geplante Vorhaben B 178n befindet, keine Wälder mit lokaler oder regionaler Klimaschutzfunktion (siehe **Abb. 4-5**). Im Bereich „Löbauer Wasser“ befinden sich Bodenschutzwälder, die jedoch nicht direkt von der Trasse beeinträchtigt werden (siehe **Abb. 4-6**).

Demgegenüber erfolgt durch den Bau der Trasse eine unvermeidbare Beeinträchtigung klimaschutzrelevanter Funktionsausprägungen verschiedener Vegetationskomplexe / Biotope von insgesamt 5.86 ha (siehe **Tab. 4-9**).

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

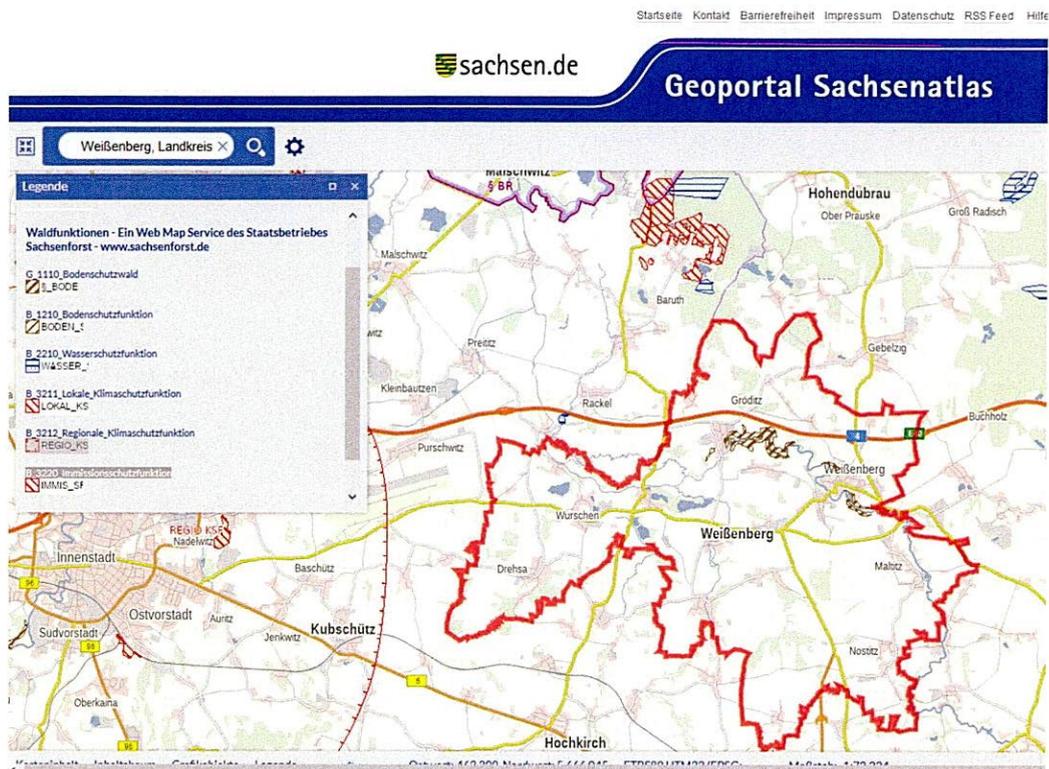


Abb. 4-5: Wald gemäß Waldfunktionenkartierung Sachsen mit boden- bzw. klimaschutzrelevanten Flächen / Übersicht über entsprechende Waldfunktion in der Gemeinde Weißenberg



Abb. 4-6: Lage der Trasse relativ zum Bodenschutzwald gemäß Waldfunktionenkartierung Freistaat Sachsen (VIC, 2022)

Tab. 4-9: Unvermeidbare Beeinträchtigung klimaschutzrelevanter Funktionsausprägungen von Vegetationskomplexen / Biotopen in ha (VIC, 2022)

Biotoptyp	baubedingt	anlagebedingt	gesamt
Wald	0	0	0
Alleen/Bäume	0.56	0.73	1.29
Gehölze	0.42	0.37	0.79
Extensivgrünland	1.97	1.40	3.37
Landröhricht	0.17	0.24	0.41
gesamt	3.12	2.74	5.86

Als Ausgleich für die vorhabensbedingten Beeinträchtigungen der Vegetationskomplexe / Biotope wird im Rahmen des LBP die Umsetzung der in **Tab. 4-10** aufgeführten Kompensationsmaßnahmen mit relevanter Klimaschutzwirkung gefordert. In Anbetracht dessen kann davon ausgegangen werden, dass keine weitere Betrachtung des Klimaschutzaspektes im Zusammenhang mit vorhabenbedingten Auswirkungen auf Vegetationskomplexe / Biotope vorgenommen werden muss.

Tab. 4-10: Kompensationsmaßnahmen mit relevanter Klimaschutzwirkung (VIC, 2022)

Maßnahme	reale Größe in ha	bilanzielle Größe in ha	Anzahl Bäume	Bilanzielle Anrechnung
Anlage von Extensivgrünland	7.05	3.53		50%
Gewässeraufwertungen	2.6	1.95		75%
Anlage von Feldgehölzen	6.2	4.64		75%
Anlage von Baumreihen/Allen (eingriffsnah an Wirtschafts- bzw. Radwegen)			221	
Anlage von Baumreihen/Allen im Bereich gequerter Straßen und AS Weißenberg	2.34	1.76	393	75%
Anlage von Extensivgrünland mit Gehölzstrukturen	1.47	1.1		75%
gesamt	19.66	12.98	614	

4.6 Emissionsbilanz

Die berechneten jährlichen Emissionen sind für Null- und Planfall 2030 in **Tab. 4-11** aufgeführt. Demnach führt die Zunahme der betriebsbedingten Emissionen sowie die Lebenszyklusemissionen aus Bau und Unterhalt der Straße zu einer Erhöhung der Tank-To-Wheel-CO₂e-Emissionen um 11 023 t / a. Der Anteil der Lebenszyklusemissionen beträgt dabei ca. 4.5 %.

Bei Berücksichtigung der Emissionen aus der Vorkette (Well-To-Tank) steigen die Emissionen im Planfall um 13 759 t / a. Der Anteil der Lebenszyklusemissionen sinkt bei dieser Betrachtung auf ca. 3.5 %.

Die betriebsbedingten Emissionen haben demnach im geplanten Vorhaben gegenüber den Lebenszyklusemissionen den deutlich größeren Anteil.

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.

Tab. 4-11: THG-Emissionsbilanzen nach Emissionsart

Betriebsbedingte Emissionen in t/a			
Fall	CO ₂ e (TTW)	CO ₂ e (WTT)	CO ₂ e (WTW)
Prog.-NF 2030	91 774	23 346	115 120
Prog. PF 2030	102 301	26 082	128 383
Diff. PF - NF	10 526	2 737	13 263
Lebenszyklusemissionen in t/a (nach AD-HOC ARBEITSHILFE KLIMASCHUTZ (2022))			
Fall	CO ₂ e		CO ₂ e
Prog.-NF 2030			
Prog. PF 2030	496		496
Diff. PF - NF	496		496
Gesamtemissionen in t/a			
Fall	CO ₂ e (TTW)	CO ₂ e (WTT)	CO ₂ e (WTW)
Prog.-NF 2030	91 774	23 346	115 120
Prog. PF 2030	102 797	26 082	128 879
Diff. PF - NF	11 023	2 737	13 759

5 ZUSAMMENFASSUNG

Die THG-Emissionsbilanz für das Vorhaben B 178n – Verlegung der A4 bis Bundesgrenze D/PL und D/CZ, BA 1, Teil 1, Anschluss A4 – S 112 (Nostitz) ergab im Prognose-Planfall 2030 im betrachteten Untersuchungsraum eine Zunahme der jährlichen CO₂e- Emissionen um insgesamt 11 023 t (TTW) bzw. 13 759 t (WTW). Dabei entfallen mit 496 t ca. 4.5 % bzw. 3.5 % auf die Lebenszyklusemissionen aus Straßenbau und -unterhalt.

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 Vorhabens B 178n – Verlegung der A4 bis Bundesgrenze D/PL und D/CZ, BA 1, Teil 1, Anschluss A4 – S 112 (Nostitz) sind in **Abb. 6-1** die einzelnen Emissionsbeiträge nach den Bilanzierungssektoren des KSG dargestellt. Dabei zeigt sich, dass ca. 75 % des vorhabensbedingten Anstiegs der Treibhausgasemissionen auf den Verkehrssektor entfallen.

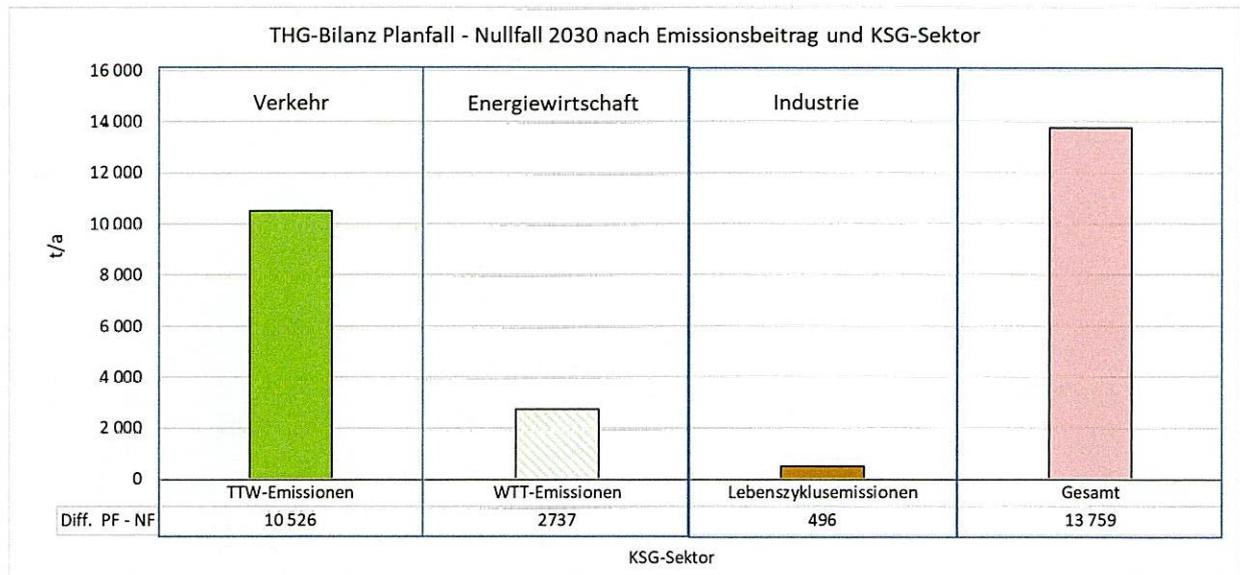


Abb. 6-1: THG-Bilanz Planfall - Nullfall 2030 nach Emissionsbeitrag und KSG-Sektor

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 sogenannten Projektionsberichtes vorgeschrieben. Die darin prognostizierten Treibhausgasemissionen 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.

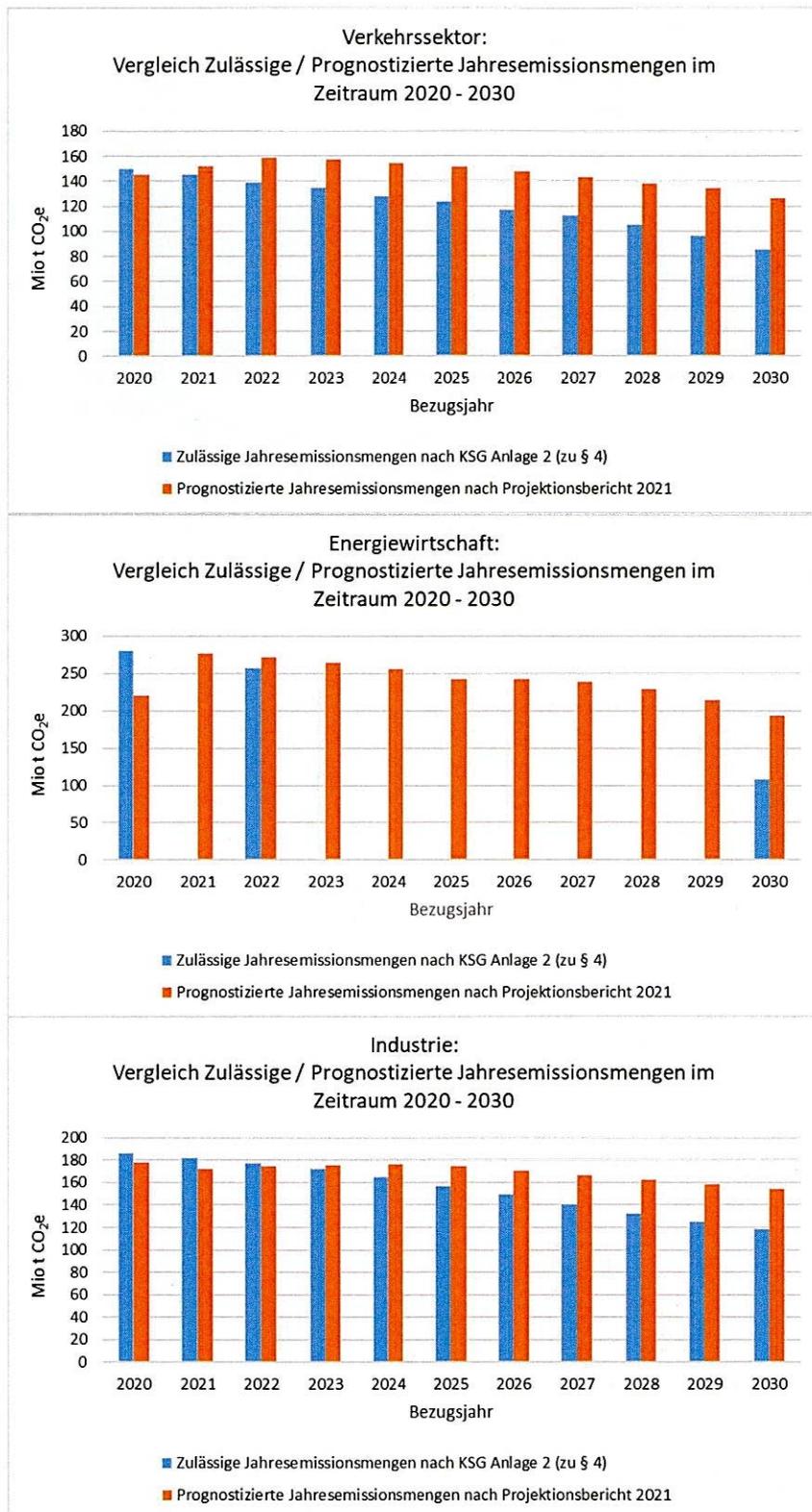


Abb. 6-2: Vergleich Zulässige / Prognostizierte Jahresemissionsmengen in den KSG - Sektoren „Verkehr“, „Energiewirtschaft“, „Industrie“ im Zeitraum 2020 - 2030

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 Straßengüterverkehr - 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 Vorhaben B 178n – Verlegung der A4 bis Bundesgrenze D/PL und D/CZ, BA 1, Teil 1, Anschluss A 4 – S 112 (Nostitz) führt im betrachteten Untersuchungsraum ab dem Jahr der geplanten Inbetriebnahme 2030 zu einer Zunahme der jährlichen Treibhausgas - Emissionen und trägt somit dazu bei, dass - insbesondere im Verkehrssektor - die Erreichung der gesetzten Klimaschutzziele erschwert wird.

Dieser prognostizierte Trend wird künftig durch weitere Maßnahmen (siehe nach § 8 KSG (Sofortprogramm)) zur stärkeren Emissionsreduzierung im Verkehrssektor (verantwortlich Verkehrsministerium) kompensiert werden müssen.

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: 01.08.2022

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

VIC (2022): B 178n – Verlegung der A4 bis Bundesgrenzen D/PL und D/CZ BA 1, Teil 1, Anschluss A 4 – S 112 (Nostitz), Landschaftspflegerischer Begleitplan (LBP) U. 19.1 Feststellungsentwurf zur Planänderung. VIC Landschafts- u. Umweltplanung GmbH. Im Auftrag der DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH. Dresden, 21.12.2022.

PTV (2019): B178n, Bauabschnitt 1, Teil 1 Anschluss A4 bis S112 (Nostitz) Verkehrsplanerische Untersuchung - Stufe 2. PTV Transport Consult GmbH. Im Auftrag der DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH. Dresden, 25.09.2019.

TREMODO (2020): Transport Emission Model: „Aktualisierung der Modelle TREMOD/ TREMOD-MM für die Emissionsberichterstattung 2020 (Berichtsperiode 1990-2018)“ / Berichtsteil „TREMODO“. 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.