



29.09.2023

**NEUBAU EINER STRASSENVERBINDUNG
AN DER WUHLHEIDE BIS MÄRKISCHE ALLEE
(WEITERBAU DER TVO - TANGENTIALVERBINDUNG OST)**

THG-BILANZIERUNG

Auftraggeber:


Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt
Brunnenstraße 110d-111
13355 Berlin

über

EIBS Entwurfs- und Ingenieurbüro GmbH
Bernhardstraße 92
01187 Dresden

Bearbeitung:

Lohmeyer GmbH
Niederlassung Dresden


Dipl.-Ing. W. Schmidt


Dipl.-Ing. (FH) E. Nitzsche


Dr. rer. nat. I. Düring

September 2023
Projekt 10248-21-01
Berichtsumfang 21 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

1	AUFGABENSTELLUNG	5
2	VORGEHENSWEISE	6
	2.1 Betriebsbedingte Emissionen	6
	2.2 Lebenszyklusemissionen	8
	2.3 Beurteilungsmaßstäbe	9
3	EINGANGSDATEN	10
	3.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes.....	10
	3.2 Verkehrsdaten	10
	3.3 Brücken.....	11
4	EMISSIONEN	14
	4.1 Betriebsbedingte Emissionsfaktoren.....	14
	4.2 Emissionsfaktoren für Lebenszyklus (LCCE).....	15
	4.3 Emissionsbilanz	19
5	LITERATUR	21

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).

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.

ABKÜRZUNGEN

BVG	Berliner Verkehrsbetriebe
BVWP	Bundesverkehrswegeplan
DTV	durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke
GWP	Global Warming Potential
HBEFA	Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs
HVS	Hauptverkehrsstraße
KSG	Klimaschutzgesetz
LBP	Landschaftspflegerischer Begleitplan
LCCE	Lebenszyklusemissionen
LV	Leichtverkehr
NF	Prognose-Nullfall
PF	Planfall
SV	Schwerverkehr
THG	Treibhausgas
TTW	Tank-To-Wheel
WTT	Well-To-Tank

1 AUFGABENSTELLUNG

Für die Planungen des Neubaus einer Straßenverbindung An der Wuhlheide bis Märkische Allee (Weiterbau der TVO – Tangentialverbindung Ost) wurden durch unser Büro u. a. Luftschadstoffgutachten erstellt (Lohmeyer, 2023). Im Zuge der Erarbeitung der Planunterlagen sind u. a. Aussagen durch verkehrsbedingte Treibhausgas (THG)-Freisetzungen erforderlich.

Zu betrachten sind folgende Fälle im Prognosejahr 2030:

- Prognose-Nullfall 2030 mit der baulichen Situation des Istzustands und den Verkehrszahlen für 2030 sowie
- Planfall 2030 nach Umsetzung der Planungsmaßnahme und den Verkehrszahlen für 2030.

Die Ergebnisse sollen als Grundlage für die Beurteilung der klimatischen Auswirkungen im Sinne des Klimaschutzgesetzes dienen. Die Beurteilung der Ergebnisse ist nicht Aufgabe dieses Gutachtens. Hier wird auf den Fachbeitrag Klimaschutz verwiesen.

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“ vom 31.03.2022 (Bosch & Partner sowie Füsser & Partner RA, 2022) sowie dem „Ad-hoc-Arbeitspapier zur Berücksichtigung von großräumigen Klimawirkungen bei Straßenbauvorhaben“ (FGSV – Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Straßenentwurf, AP Klimaschutz Straße, 2023).

Danach werden folgende Schwerpunkte bearbeitet:

1. Bilanzierung der verkehrsbedingten THG-Emissionen (Betriebsphase)
2. Bilanzierung der THG-Emissionen aus dem Lebenszyklus (LCC) des Vorhabens (Bau, Betrieb und Unterhaltung).

Bzgl. der Landnutzungsänderungen durch das Vorhaben können die Ad-hoc Arbeitshilfe bzw. das Arbeitspapier Klimaschutz die Ermittlung konkreter THG-Effekte anhand ausgewiesener CO₂-Emissionen in Tonnen oder Kilogramm für Bodentypen und Biotoptypen derzeit nicht empfehlen. Es wird dort empfohlen, die Berücksichtigung der vorhabenbedingten THG-Effekte durch eine flächenbezogene und qualitativ beschreibende Betrachtung vorzunehmen. Dies wird deshalb nicht hier in der THG-Bilanzierung sondern im Fachbeitrag Klimaschutz durchgeführt.

2.1 Betriebsbedingte Emissionen

Die Ermittlung der verkehrsbedingten THG-Emissionen erfolgt entsprechend den Inhalten des Klimaschutzgesetzes (KSG) nach dem Quellprinzip bezogen auf den Sektor Verkehr. Damit bezieht sich die Bilanzierungsmethodik entsprechend den Kyoto-Konventionen auf die THG-Beiträge, die unmittelbar während des Betriebs der Kfz lokal freigesetzt werden – so genannte Tank-To-Wheel-Emissionen. Gemäß der Kyoto-Konvention 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.

In dem o. g. Arbeitspapier „Arbeitshilfe zur Erstellung eines Fachbeitrags Klimaschutz für Straßenbauvorhaben in Mecklenburg-Vorpommern - AD-HOC ARBEITSHILFE KLIMASCHUTZ“ wird auf Grund des darin eingeschätzten relativ geringen Beitrages dieser 5 weiteren THG-Komponenten empfohlen, in die Bilanzierung der verkehrsbedingten THG-Emissionen ausschließlich CO₂ einzubeziehen.

Die Berechnung der Treibhausgasemissionen im vorliegenden Projekt erfolgt jedoch 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 die Treibhausgase Methan und Lachgas ausgewiesen. Zur Berechnung der CO₂-Äquivalente im vorliegenden Bericht werden diese Stoffe mit eingebunden.

Die Berechnungsmethodik entspricht der VDI 3782 Blatt 7 „Kfz-Emissionsbestimmung“ (2020). Die netzbezogenen Verkehrsdaten des vorhabenbezogenen Verkehrsgutachtens dienen als Grundlage, um anhand der THG-Emissionsfaktoren des HBEFA 4.2 die summarischen Emissionen für den Prognose-Nullfall und für den Planfall zu berechnen. In einem weiteren Schritt wird die Differenz aus beiden Prognosefällen gebildet, um den Netto-Effekt des Vorhabens darzustellen.

Bei dem beschriebenen Vorgehen der Tank-To-Wheel-Bilanzierung (TTW) muss beachtet werden, dass die Berechnung der verkehrsbedingten THG-Emissionen ausschließlich die lokalen Emissionen einbezieht. Diese Methode entspricht zwar prinzipiell der sektoralen Betrachtungs- bzw. Bilanzierungsweise des Klimaschutzgesetzes - die Vorkettenemissionen aus der Kraftstoff- und Elektroenergieerzeugung (Well-To-Tank-Emissionen) werden nach dieser Bilanzierungsmethode dem Energiesektor zugewiesen - die explizite Ausweisung der gesamten THG-Emissionen (Well-To-Wheel) erfolgt bei diesem Vorgehen allerdings in der Regel nicht.

Bei einem Emissionsvergleich zwischen Prognose-Nullfall und Planfall, bei dem in der Regel dasselbe Bezugsjahr und damit dieselbe Flottenzusammensetzung der Fahrzeuge angenommen wird, werden bei einer standardmäßigen Tank-To-Wheel-Betrachtung zwar die Vorkettenemissionen nicht in die Bilanz einbezogen, eine Änderung der Verkehrsmengen wird hingegen emissionsseitig proportional abgebildet, da der Elektroanteil in beiden Szenarien gleich ist.

Fragwürdiger ist die ausschließliche Tank-To-Wheel-Bilanzierung jedoch bei einem Szenarienvergleich, bei dem die betrachteten Bezugsjahre nicht identisch sind (z. B. Ist-Fall/ Prognosefall). Hierbei fließt neben der verkehrlichen Entwicklung auch die Flottenzusammensetzung mit ein. Bei der Prognose der Flottenzusammensetzung im HBEFA 4.2 wird künftig von einem relativ starken Fahrleistungsanstieg der Elektrofahrzeuge ausgegangen, die wiederum entsprechend der Bilanzierungsweise des Klimaschutzgesetzes als „Null-Emissions-Fahrzeuge“ betrachtet werden. Demnach kann u. U. die THG-Bilanz eines Bauvorhabens im Prognosejahr auf Grund eines gegenüber dem Ist-Fall höheren Elektroanteils, trotz einer Verkehrszunahme und eines dementsprechend höheren Energieverbrauchs für den Verkehrssektor formal positiv und dementsprechend klimafreundlich ausfallen.

Aus diesem Grunde ist die Ausweisung der Vorkettenemissionen derzeit zwar gesetzlich nicht bewertungsrelevant, aus Transparenzgründen (z. B. in der öffentlichen Diskussion) allerdings hilfreich. Im HBEFA 4.2 werden THG-Emissionsfaktoren für die Well-To-Tank-Emissionen (WTT) der Vorkette ausgewiesen. Für die Energieerzeugung der Elektrofahrzeuge wird dabei standardmäßig ein bezugsjahresabhängiger Strommix verwendet.

Die Well-To-Tank-Emissionen werden im vorliegenden Bericht auf dieser Basis mit berechnet und tabellarisch separat ausgewiesen.

Für das Bezugsjahr 2030 wird entsprechend den Angaben der BVG (EIBS GmbH, 2020) davon ausgegangen, dass die Linienbusse alle Elektromotoren besitzen.

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 (hier nicht relevant),
- 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.

2.3 Beurteilungsmaßstäbe

Es wird im vorliegenden Bericht keine Beurteilung der THG-Emissionen durchgeführt. Dies obliegt dem Umweltgutachter im Fachbeitrag Klimaschutz.

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:

- Fahrleistungsdaten (SenUMVK, 2023; VCDB, 2023)
- Angaben zu den Brückenbauwerken (VIC Planen und Beraten GmbH, 2023)
- Angaben zur Neuversiegelung und Rückbau (FROELICH & SPOERBECK Umwelt GmbH, 2023)

3.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet liegt im Südosten von Berlin. Die TVO soll ausgehend von der Straße „An der Wuhlheide“ an die Spindlersfelder Straße anschließen. Im weiteren Verlauf wird sie zwischen dem Gelände des Freizeit- und Erholungszentrums (FEZ) und der Rudolf-Rühl-Allee durch den Waldbereich der Wuhlheide führen, vorbei an Siedlungsflächen, Kleingartenanlagen und östlich des Tierparks bis sie an die Kreuzung der B1/B5/B158 anschließt. Die geplante Trasse verläuft z. T. in Dammlage zumeist parallel zu vorhandenen Gleisanlagen. Dabei kreuzt die TVO die Köpenicker Straße.

Bei den Siedlungsflächen an der geplanten TVO handelt es sich überwiegend um Einfamilienhäuser mit Gärten und mehrere Kleingartenanlagen.

Die **Abb. 3.1** zeigt eine Übersicht über das Untersuchungsgebiet sowie das bei den Emissionsberechnungen berücksichtigte Straßennetz.

3.2 Verkehrsdaten

Für das o. g. Straßennetz wurden von der SenUMVK (2023) bzw. VCDB (2023) Fahrleistungsbilanzen für den Prognose-Nullfall und den Planfall sowie ein mittlerer SV-Anteil an diesen Fahrleistungen geliefert. Diese sind repräsentativ für mittlere Verkehrsstärken (DTV) für das Prognosejahr 2030.

Die Verkehrsbelegungen sind der **Tab. 3.1** zu entnehmen.

	Fahrleistung DTV Mo bis So in Kfz km	Fahrleistung SV Mo bis So in SV km	SV-Anteil (Mo bis So) in %
Prog.-Nullfall	1 003 700	36 200	3.6
Planfall	1 116 200	41 500	3.7

Tab. 3.1: Kfz- und SV-Fahrleistungen für mittleren Werktag sowie mittleren Wochentag (Mo bis So) für die Streckenabschnitte im Untersuchungsgebiet lt. **Abb. 3.1** im Jahr 2030



Abb. 3.1: Abgrenzung des berücksichtigten Straßennetzes. Quelle: VCDB (2022) Straßen innerhalb des schwarzen Rechteckes wurden bei der Berechnung berücksichtigt.

3.3 Brücken

Für die Berechnung des Lebenszyklus wird ein zusätzlicher Aufschlag für die Brücken berücksichtigt. Grundlage für die Brückenflächen bilden die Angaben aus dem Ingenieurbauwerken (VIC Plänen und Beraten GmbH, 2023). Die berücksichtigten Brückenbauwerke sind in **Tab. 3.2** aufgeführt.

In der Summation ergibt sich eine Brückenfläche von 5 161 m². Die Brücke für den Fahrrad- und Gehweg über dem Knotenpunkt TVO-B1/B5 wird nicht explizit berücksichtigt (siehe Hinweis im Abschnitt 4.2).

Bauwerk	Bezeichnung	Zweck	Bau-km	Lichte Weite in m	Breite zw. Ge- länder in m	Fläche in m ²
BW 1A	Brücke An der Wuhlheide	TVO über Straße An der Wuhlheide	0+185.777	44.65	16.00	714.4
EÜ 1	EÜ 1 "Str. 6149"	DB-Strecke 6149 über TVO	1+331.579	25.73	8.11	208.7
SÜ 1	SÜ 1 "Str. 6148"	TVO über DB-Strecke 6148	1+491.754	15.40	24.05	370.4
SÜ 2	SÜ 2 "Bf Wuhlheide"	TVO über DB-Strecke 6004 und 6153	1+612.146	31.20	30.25	943.8
EÜ 2	EÜ 2 "Str. 6080"	DB-Strecke 6080 über TVO	4+841.822	39.18	11.90	466.2
SÜ 3	SÜ 3 "U5"	TVO über U-Bahn 5	5+311.648	24.10	23.85	574.8
SÜ 4	SÜ 4 "Str. 6070"	TVO über Strecke 6070	5+560.634	-*	-*	774.3*
EÜ 3	EÜ 3 "Str. 6070"	DB-Strecke 6070 über TVO	6+533.077	27.38	8.35	228.6
EÜ 4	EÜ 4 "Str. 6080"	DB-Strecke 6080 über TVO	6+654.294	26.50	11.26	298.4
BW 2B	BW 2 "B1/B5" Teilbauwerk B	TVO über B1/B5	6+923.322	17.50	33.20	581.0

Tab. 3.2: Angaben zur Lichten Weite, Breite zw. Geländern für die berücksichtigte Brückenbauwerke zur Emissionsbilanzierung

**, * Da die Brücke schräg verläuft, wurde die Fläche aus dem Lageplan bestimmt.

4 EMISSIONEN

4.1 Betriebsbedingte Emissionsfaktoren

Die motorbedingten Emissionsfaktoren der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (Pkw, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mit Hilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.2 (UBA, 2022) berechnet.

Die Berechnung der Emissionsfaktoren erfolgt unter Verwendung der bundesdeutschen Jahresmitteltemperatur, welche den örtlichen Verhältnissen sehr gut entspricht.

Die motorbedingten Emissionen hängen für die Fahrzeugkategorien Pkw, LNF, Lkw und Busse im Wesentlichen ab von:

- den so genannten Verkehrssituationen („Fahrverhalten“), das heißt der Verteilung von Fahrgeschwindigkeit, Beschleunigung, Häufigkeit und Dauer von Standzeiten,
- der sich fortlaufend ändernden Fahrzeugflotte (Anteil Diesel etc.),
- der Zusammensetzung der Fahrzeugschichten (Fahrleistungsanteile der Fahrzeuge einer bestimmten Gewichts- bzw. Hubraumklasse und einem bestimmten Stand der Technik hinsichtlich Abgasemission, z. B. EURO 2, 3, ...) und damit vom Jahr, für welches der Emissionsfaktor bestimmt wird (= Bezugsjahr),
- 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) und
- dem Prozentsatz der Fahrzeuge, die mit nicht betriebswarmem Motor betrieben werden und deswegen teilweise erhöhte Emissionen (Kaltstarteinfluss) haben.

Die Zusammensetzung der Fahrzeuge innerhalb der Fahrzeugkategorien wird für das zu betrachtende Bezugsjahr dem HBEFA entnommen. Darin ist die Gesetzgebung bezüglich Abgasgrenzwerten (EURO 2, 3, ...) berücksichtigt.

Die Ermittlung der Emissionen erfolgt mit einem vereinfachten Verfahren auf Basis von Fahrleistungsbilanzierungen des gesamten betrachteten Straßennetzes. Für diese Abschätzung wurde im Prognose-Nullfall und Planfall auf dem gesamten Netz die Verkehrssituation „durchschnittlich innerorts“ angesetzt. Damit werden die vorhabenbedingten Verkehrsverlagerungen netzbezogen berücksichtigt.

4.2 Emissionsfaktoren für Lebenszyklus (LCCE)

Die Lebenszyklusemissionen eines Vorhabens beinhalten die CO₂e-Emissionen, die sich aus Bau, Betrieb und Unterhaltung der vorhabenbedingten Änderung der Infrastruktur ergeben. Wesentliche infrastrukturelle Änderungen ergeben sich z. B. bei Straßenbauvorhaben. In diesen Fällen erfolgt die Quantifizierung der THG-Emissionen i. d. R. auf Basis von Emissionsfaktoren in Tonnen pro m² und Jahr. Diese Emissionsfaktoren wurden aus Berechnungen nach Mottschall und Bergmann (2013) abgeleitet und finden u. a. auch in der Bundesverkehrswegeplanung (BVWP) Anwendung. 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. Die entstehenden CO₂e-Emissionen durch den Bau einer Straße werden in Mottschall und Bergmann (2013) über einer Dauer von 60 Jahren abgeschrieben.

Auf Basis der anteiligen Zusammensetzung der CO₂e-Emissionen, die durch den Bau und Unterhalt der Straßen der verschiedenen Straßenkategorien entstehen (siehe **Abb. 4.1**), sowie der entsprechenden Straßenflächen wurden in Mottschall und Bergmann (2013) die in **Tab. 4.1** dargestellten Lebenszyklusemissionsfaktoren für „Straßen ohne Kunstbauwerke“ abgeleitet. Die Emissionsfaktoren werden dabei differenziert ausgewiesen nach den Emissionen, die einerseits durch die eingesetzten Materialmengen durch den Bau und Unterhalt sowie andererseits durch die energetischen Aufwendungen zum Bau und Unterhalt entstehen.

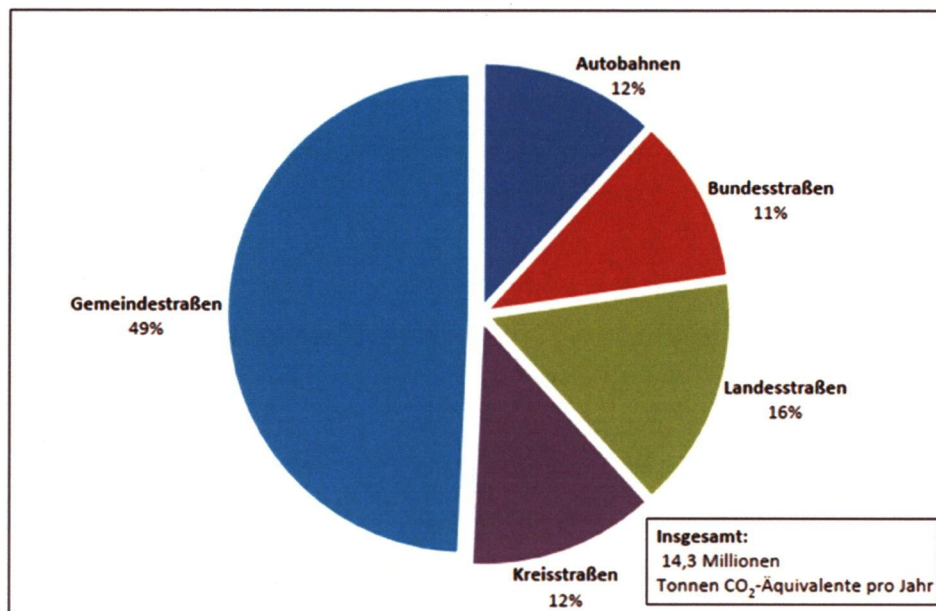


Abb. 4.1: CO₂-Äquivalent-Emissionen durch den Bau und Unterhalt der Straßen im Jahr 2008 nach Straßenkategorien (Mottschall und Bergmann, 2013)

Straßenkategorie	Fahrbahnfläche in km ²	Gesamt CO ₂ e in Mio t/a	CO ₂ e in kg/(m ² a) nach Emissionsquelle (Abschreibungsdauer 60 Jahre)		
			Materialeinsatz	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. 4.1: Lebenszyklusemissionen von Straßenbauvorhaben (Mottschall und Bergmann, 2013)

Es wurde in vorliegender Abschätzung für die Straßen folgender LCC-Emissionsfaktor verwendet:

4.6 kg CO₂-eq je m² Straßenoberfläche und Jahr.

Für den Bereich der Geh- und Radwege wird der LCC-Emissionsfaktor für Gemeindestraßen angesetzt:

2.8 kg CO₂-eq je m² Straßenoberfläche (Geh- und Radweg) und Jahr

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

12.6 kg CO₂-eq je m² Straßenoberfläche und Jahr

Hinweis: Die Geh- und Radwegbrücke über den Knotenpunkt TVO-B1/B5 wird bei der Emissionsbilanz nicht berücksichtigt. Bei den anderen Brücken ist der Geh- und Radweg in den Brückenflächen mit enthalten. Mit Verwendung des LCC-Emissionsfaktors für Gemeindestraßen auch für den Rad- und Gehweg wird die THG überschätzt, da ein deutlich geringerer Materialaufwand beim Bau des Geh- und Radweges sowohl beim Unterbau als auch bei der Ausführung der Radwegdecke nötig ist. Dies kompensiert im Rahmen der Unsicherheiten der LCC-Emissionsfaktoren die nicht berücksichtigten Brückenbereiche für Geh- und Radweg.

Im Planfall erfolgt ein Rückbau der Rudolf-Rühl-Allee. Hier wird für den derzeitigen Ausbauzustand der Rudolf-Rühl-Allee von einer Landesstraße ausgegangen. Für den Rückbau müssen keine Emissionen durch die Materialherstellung berücksichtigt werden, sondern es werden ausschließlich die durch die baulichen Tätigkeiten verursachten Emissionen betrachtet. Die THG-Bilanzierung erfolgt dabei unter der Annahme, dass beim Rückbau dieselben energetischen Aufwendungen notwendig sind, wie bei der Erstellung der Straße. Somit wird für die Entsiegelungsfläche ein LCC-Emissionsfaktor von:

1.2 kg CO₂-eq je m² Straßenoberfläche und Jahr

(Energieanteil für Landesstraßen) angesetzt. Analog wird mit der Entsiegelung von Flächen außerhalb des eigentlichen Trassenbereiches (z. B. Gebäude, trassenferne Ersatzflächen) umgegangen.

Hinweis: Auch in FGSV (2023) wird auf die in **Tab. 4.1** beschriebenen Lebenszyklusemissionsfaktoren verwiesen. Dort wird eine Abschreibungsdauer von 50 Jahren angegeben.

Basis für die Neuversiegelung und den Rückbau bilden die von den Umweltplaner (FROELICH & SPOERBECK Umwelt GmbH, 2023) übergebenen Flächenangaben. Dabei werden die in **Tab. 4.2** aufgeführten Flächen berücksichtigt.

	beanspruchte Flächen in m²
Straßen	130 363
Zufahrten	753
Borde	4 772
Lärmschutzwände	611
sonstige (Bauwerkstreppen, Ober- und Unterstreifen, Stützwände, Haltestelle)	17 970
Summe Straßen	154 469
Gehweg	28 466
Radweg	32 599
Geh-/Radweg	1 425
Summe Geh-/Radweg	62 490
Widerlager	800
Brückenflächen (siehe Tab. 3.2)	5 161
Summe Brücken	5 961
Entsiegelung - Rückbau	
Entsiegelung Rudolph-Rühl-Allee	14 032
Gebäudeabriss/ Beseitigung versiegelter Fläche	12 582
Trassenferne Ersatzflächen	27 000
Summe Entsiegelung - Rückbau	53 614

Tab. 4.2: Relevante Flächen für Berechnung der CO₂-eq-Lebenszyklus

4.3 Emissionsbilanz

Die berechneten jährlichen Emissionen sind für Prognose-Nullfall und Planfall 2030 in **Tab. 4.3** dargestellt.

Betriebsbedingte CO ₂ -eq- Emissionen (WTT)					
Fall	E-Fak LV	E-Fak SV	E-Fak ge- samt	Emission pro Tag	Emission pro Jahr
	g/(km*Kfz)	g/(km*Kfz)	g/(km*Kfz)	g/d	t/a
Prog.-NF 2030	39.6	197.3	45.2	45 413 973	16 576
Prog. PF 2030	39.6	197.3	45.4	50 700 241	18 506
Diff. PF - NF					1 929
Betriebsbedingte CO ₂ -eq- Emissionen (TTW)					
Fall	E-Fak LV	E-Fak SV	E-Fak ge- samt	Emission pro Tag	Emission pro Jahr
	g/(km*Kfz)	g/(km*Kfz)	g/(km*Kfz)	g/d	t/a
Prog.-NF 2030	141.2	580.6	157.1	157 668 027	57 549
Prog. PF 2030	141.2	580.6	157.6	175 886 244	64 198
Diff. PF - NF					6 650
Emission CO ₂ -eq-Lebenszyklus (Neuersiegelung)					
Fall			Fläche	E-Fak	Emission pro Jahr
			m ²	kg/(m ² a)	t/a
Prog.-NF 2030					0
Neuersiegelung Straßen PF 2030			154 469	4.6	711
Neuersiegelung Geh- und Rad- weg PF 2030			62 490	2.8	175
Rückbau R.- Rühl-Allee und andere Flächen PF 2030			53 614	1.2	64
Aufschlag Brü- cken PF 2030			5 961	12.6	75
Diff. PF - NF (Ge- samt)					1 025

Tab. 4.3: Berechnete THG-Emissionsbilanzen für Well-To-Tank (WTT), Tank-To-Wheel (TTW) sowie für den Lebenszyklus

Pro Jahr erhöht sich vorhabenbezogen die THG-Emission für WTT um 1 929 t, für TTW um 6 650 t sowie für den LCC um 1 025 t CO₂-eq.

Die Bewertung obliegt dem Fachbeitrag Klimaschutz.

5 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.
- EIBS GmbH (2020): Zuarbeit von BVG an SenUVK Stand 2020-02-28. Schreiben von SenUVK, IV A 2-5. E-Mail von Hr. Olbrich an Fr. Nitzsche vom 13.03.2020.
- FGSV (2023): „Ad-hoc-Arbeitspapier zur Berücksichtigung von großräumigen Klimawirkungen bei Straßenbauvorhaben“. FGSV – Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Straßenentwurf, AP Klimaschutz Straße, Stand 2023.
- FROELICH & SPOERBECK Umwelt GmbH (2023): Übergabe der TVO-Neuversiegelung für THG-Bilanzierung per E-Mail von Frau Richter an Frau Nitzsche am 31.08.2023 und Entsiegelung vom 18.09.2023.
- Lohmeyer (2023): Neubau einer Straßenverbindung An der Wuhlheide bis Märkische Allee (Weiterbau der TVO – Tangentialverbindung Ost), Luftschadstoffgutachten. Lohmeyer GmbH, NL Dresden. Projekt 10248-21-01, September 2023. Gutachten im Auftrag von: Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt, Berlin; über: EIBS Entwurfs- und Ingenieurbüro GmbH, 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.
- SenUMVK (2023): Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz, Abt.- Tiefbau, Übergabe der Fahrleistungsbilanz, E-Mail von Hr. Wohlfelder an Fr. Nitzsche vom 24.02.2023.
- 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.
- VCDB - VerkehrsConsult Dresden-Berlin GmbH (2022): Tangentiale Verbindung Ost zwischen An der Wuhlheide und B 1/B 5, Abbildung 2.1 (Quelle der Daten: <https://fbinter.stadt-berlin.de/fb/index.jsp>, Übergeordnetes Straßennetz Bestand). Abschlussbericht vom Dezember 2022 im Auftrag von: Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz Berlin, Abt. Tiefbau, Projektbereich Straße Entwurf, Berlin.
- VCDB - VerkehrsConsult Dresden-Berlin GmbH (2023): Übergabe der Fahrleistungsbilanzen für TVO. E-Mail vom 15.02.23 von Hr. Zimbal, VCDB an Frau Renner, SenUMVK, weitergeleitet von Hr. Wohlfelder, SenUMVK an Fr. Nitzsche Lohmeyer GmbH per E-Mail am 24.02.23.
- 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.

VIC Planen und Beraten GmbH (2023): Übergabe der Ingenieurbauwerke für TVO, E-Mail vom 02.08.23 von Hr. Steinicke an Fr. Nitzsche Lohmeyer GmbH.