

Stadt Heilbronn – Amt für Straßenwesen

Straße: Nordumfahrung Frankenbach / Neckargartach und L1100 Neckartalstraße

Nordumfahrung Frankenbach / Neckargartach

und

L 1100 2-bahniger Ausbau
HN-Neckargartach – AS HN-Untereisesheim

Projekt - Nr.: 16.016

**- Feststellungsentwurf -
Deckblätter**

Unterlage 21.3-n

Klimagutachten (global)

21.3.1-n nicht belegt

21.3.2-n Klimagutachten global (Betrachtung der Treibhausgasemissionen)

09. September 2024

Müller-BBM Industry Solutions GmbH
Niederlassung Karlsruhe
Nördliche Hildapromenade 6
76133 Karlsruhe

Telefon +49(721)504379 0
Telefax +49(721)504379 11

www.mbbm-ind.com

M. Sc. Stefanie Zander
Telefon +49(721)504379 21
stefanie.zander@mbbm-ind.com

31. Juli 2024
M173213/02 Version 4 ZND/WLR

Verteiler

Stadt Heilbronn
Amt für Straßenwesen
Abteilung Straßenbau
Sachgebiet Planung und Entwurf
Postfach 34 40
74024 Heilbronn

Herrn Carsten Schwotzer

**Nordumfahrung
Frankenbach/Neckargartach und
L1100 Neckartalstraße**

**Betrachtung der
Treibhausgasemissionen**

Bericht Nr. M173213/02

Version 4

ersetzt Version 3 von 17. Juni 2024

Dieser Bericht umfasst insgesamt 28 Seiten.

Müller-BBM Industry Solutions GmbH
Niederlassung Karlsruhe
HRB München 86143
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:
Joachim Bittner,
Manuel Männel,
Dr. Alexander Ropertz

Inhaltsverzeichnis

1	Situation und Aufgabenstellung	3
2	Grundlagen	4
2.1	Rechtliche Grundlagen	4
2.2	Verkehrsdaten	4
3	Vorgehensweise	8
3.1	Betriebsbedingte THG-Emissionen	8
3.2	Lebenszyklusemissionen	12
3.3	Berücksichtigung des Einflusses der Landnutzung	12
4	Ergebnis	13
4.1	Betriebsbedingte THG-Emissionen	13
4.2	Lebenszyklusemissionen	13
4.3	Einfluss Landnutzungsänderung	14
4.4	Zusammenfassung THG-Bilanz des Planvorhabens	19
4.5	CO ₂ -Schattenpreis	19
5	Qualitativer Variantenvergleich	21
6	Grundlagen, verwendete Literatur	26

1 Situation und Aufgabenstellung

Das Amt für Straßenwesen der Stadt Heilbronn plant die Straßenbaumaßnahmen Nordumfahrung (NU) Frankenbach/Neckargartach und 2-bahniger Ausbau der L1100 HN-Neckargartach – AS Untereisesheim. Für die Straßenbaumaßnahme wurden im Auftrag der Stadt Heilbronn u. a. eine Verkehrsuntersuchung [15], eine Schalltechnische Untersuchung [12] und eine Lufthygienische Untersuchung [10] erstellt.

Das RPS fordert noch zusätzlich die Betrachtung der Treibhausgasemissionen (THG) zur Abwägung der Belange des Klimas gemäß den „Hinweisen zur Berücksichtigung der großräumigen Klimawirkungen in der Vorhabenzulassung“ [7].

Die vorliegende Untersuchung hat zur Aufgabe für den Planfeststellungsentwurf (Trassenvariante IV – dreispurig, im Folgenden Planfall) [5]

- die Änderung der THG-Emissionen durch die Änderung des Verkehrsgeschehens im Verkehrsnetz nach Realisierung der o. g. Straßenbaumaßnahmen (Betriebsbedingte THG-Emissionen, Arbeitshilfe 5.2.1),
- die Erzeugung von THG-Emissionen durch die Errichtung, den Betrieb und die Unterhaltung des Bauwerkes (Lebenszyklusemissionen, Arbeitshilfe 5.2.3)

zu ermitteln sowie

- die Auswirkungen (positive und negative THG-Effekte) von vorhabenbedingten Landnutzungsänderungen auf die THG-Bilanz qualitativ zu betrachten

und anschließend die vorhabenbedingten THG-Emissionen des Planfalls insgesamt zu bewerten.

Zudem ist auf die CO₂-Schattenpreis-Verordnung (CO₂-SP-VO) des Landes Baden-Württemberg einzugehen.

Zusätzlich soll gemäß Angaben des Auftraggebers [14] und Abstimmung mit dem Regierungspräsidium Stuttgart (RPS) [4] ein Vergleich der Trassenvarianten II und IV (Vorzugsvariante) hinsichtlich ihrer THG-Emissionen (Betriebsbedingte Änderungen und Lebenszyklusemissionen) und THG-relevanten Effekte (Landnutzungsänderungen) vorgenommen werden. Gemäß Abstimmung mit dem Auftraggeber 0 werden hierzu aus Gründen der Vergleichbarkeit die entsprechenden zweispurigen Trassenvarianten II und IV der Vorplanung (Stand 2009) herangezogen.

2 Grundlagen

2.1 Rechtliche Grundlagen

Das zuletzt am 18.08.2021 geänderte Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) hat zum Ziel, die bundesweiten Treibhausgasemissionen schrittweise zu reduzieren. Zur Umsetzung wurden dazu vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) die „Hinweise zur Berücksichtigung der großräumigen Klimawirkungen in der Vorhabenzulassung“ [7] herausgegeben. Das Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg hat mit dem Schreiben vom 24. Februar 2023 [3] die sinngemäße Anwendung für den Bau oder die Änderung von Landesstraßen angeordnet. Die Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) hat als *vorläufige Hilfestellung* für die Bearbeitung ein Ad-hoc-Arbeitspapier herausgegeben [1].

Die durch den Straßenverkehr erzeugten Treibhausgase (THG) sind überwiegend CO₂ sowie in geringen Mengen Lachgas (N₂O) und Methan (CH₄). Die Betrachtung der unterschiedlichen klimaschädlichen Gase wird zusammengeführt und in CO₂-Äquivalenten (CO₂eq) ausgedrückt.

In Baden-Württemberg wurde am 15. Februar 2023 die „Verordnung des Finanzministeriums, des Umweltministeriums, des Verkehrsministeriums und des Ministeriums Ländlicher Raum zur Umsetzung des CO₂-Schattenpreises (CO₂-Schattenpreis-Verordnung – CO₂-SP-VO)“ erlassen. Ihr Zweck ist die nähere Regelung des rechnerischen Preises, der im Rahmen von Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen für jede über den Lebenszyklus einer Maßnahme entstehende Tonne Kohlendioxid (CO₂) gemäß § 8 Absatz 1 KlimaG BW zu veranschlagen ist.

2.2 Verkehrsdaten

Nach den Vorgaben der o. g. Hinweisen des BMDV [7] sind für die Berechnungen der betriebsbedingten THG-Emissionen die Verkehrsmengen und Schwerverkehrsanteile für Straßenabschnitte zu berücksichtigen, bei denen die Veränderung der Verkehrsbelastung folgende 2 Punkte erfüllt:

- Die Veränderung der Verkehrsbelastung im Planfall gegenüber dem Bezugsfall beträgt mindestens 5%.
- Die Veränderung der Verkehrsbelastung beträgt mindestens 100 Kfz/24h.

Die Verkehrszahlen wurden aus den vorliegenden Untersuchungen Schall [12] und Luftreinhaltung [10] bzw. aus der Verkehrstechnischen Untersuchung [15] [17] entnommen. Die Verkehrsdaten gelten für den Prognosehorizont 2035 [16].

In Abbildung 1 sind die bei der Emissionsbilanzierung berücksichtigten Straßenabschnitte¹ dargestellt. Diese Straßenabschnitte erfüllen nach Angaben des Verkehrsgutachtens die o. a. Anforderungen.

¹ Die hierbei außerhalb der Planfeststellungsgrenzen gelegenen Straßenabschnitte werden nur im Rahmen der betriebsbedingten THG-Emissionsberechnung berücksichtigt. Die Betrachtung der Lebenszyklusemissionen und der Landnutzungsänderung beschränkt sich hingegen auf den Planfeststellungsbereich.

Die Verkehrszahlen sind als durchschnittliche tägliche Verkehrsstärken (DTV in Kfz/24 h) und zugehörigem Schwerverkehrsanteil (SV > 3,5 t zGG²) angegeben. Die bei den Emissionsberechnungen verwendeten Verkehrsstärken sind in Abbildung 2 und Abbildung 3 angegeben.

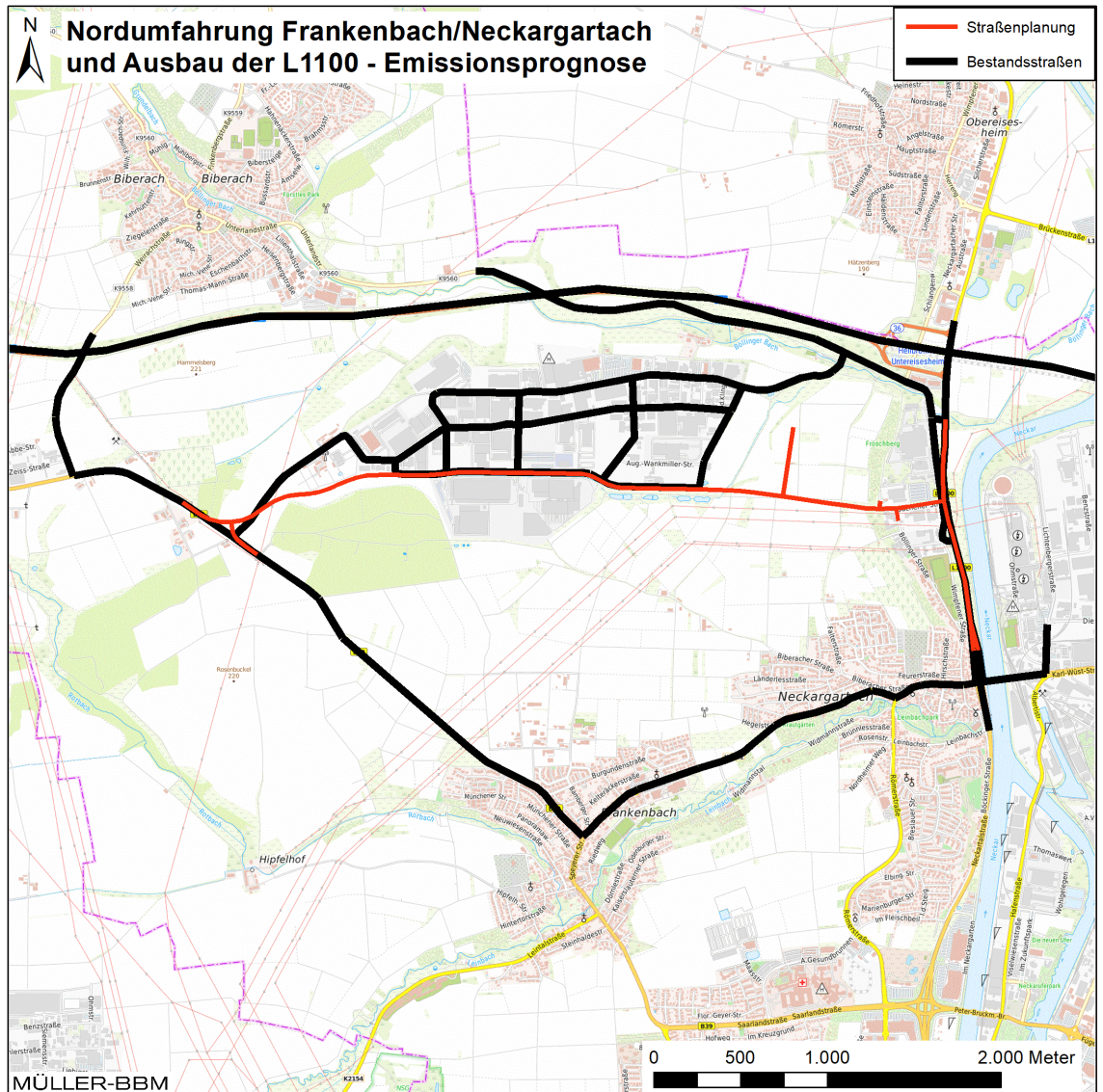


Abbildung 1. Bei der THG-Bilanzierung berücksichtigtes Straßennetz, Kartengrundlage [13].

Auf den berücksichtigten Straßenabschnitten wurde nach [2] für die Fahrzeugflottenzusammensetzung ein mittlerer Anteil der leichten Nutzfahrzeuge (INfz < 3,5 t zGG²) von 9 % am Leichtverkehr (Pkw und INfz) und der Linien- oder Reisebusse von 13 % am Schwerverkehr angesetzt.

² zGG zulässiges Gesamtgewicht

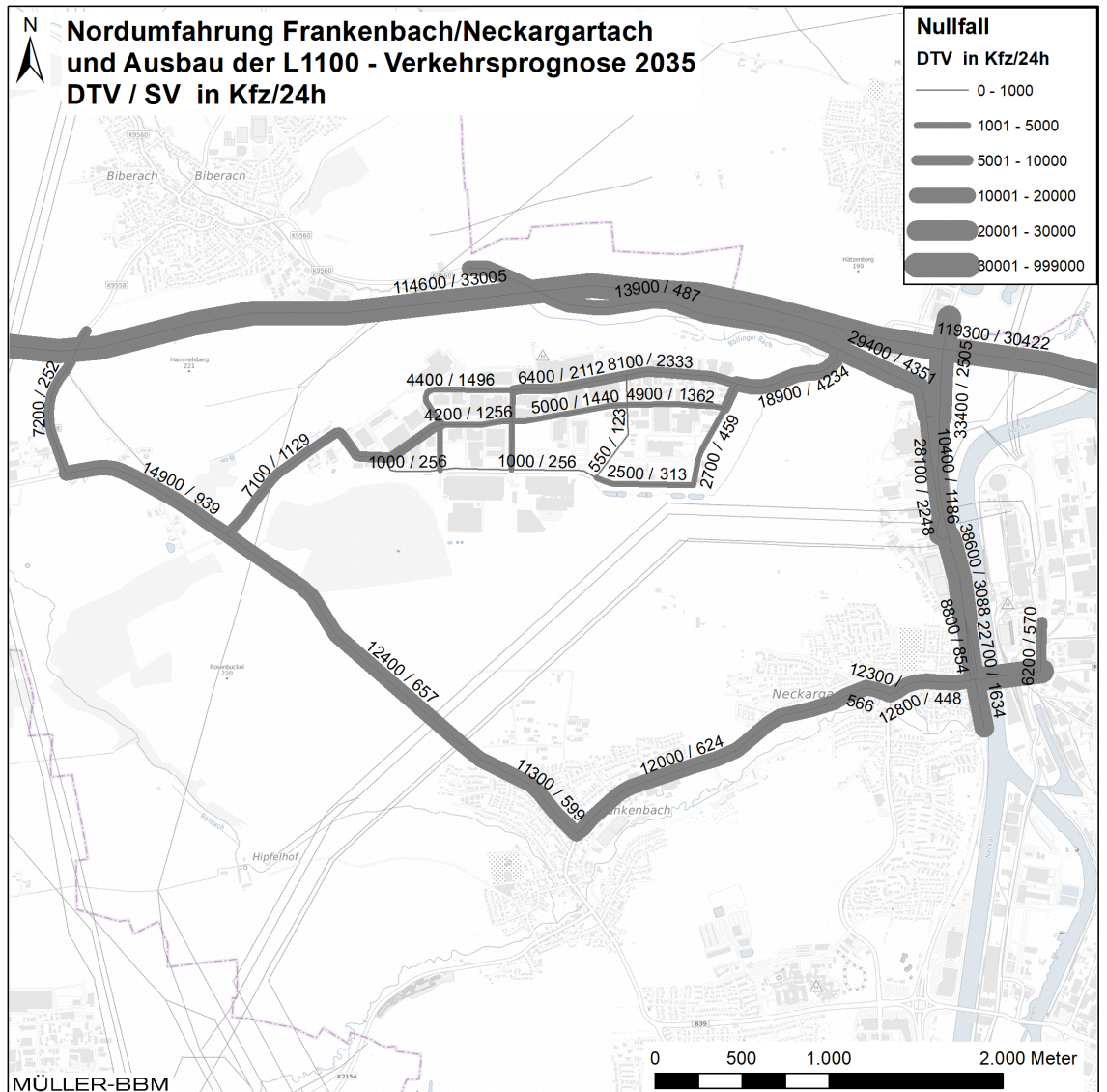


Abbildung 2. Nullfall Prognose 2035 - durchschnittliche tägliche Verkehrsstärken (DTV) [15].

S:\MP\Proj\173M173213\M173213_02_Kbe_4D.DOCX : 01.08.2024

3 Vorgehensweise

3.1 Betriebsbedingte THG-Emissionen

Zur Bilanzierung der THG wurden die mit dem Vorhaben verbundenen durch den Straßenverkehr verursachten CO₂eq-Emissionen für den Planfall und den Nullfall (Bezugsfall) ermittelt. Als Grundlage für die Berechnung der Emissionen dient gemäß der o. g. Literatur die Verkehrsprognose der Verkehrstechnischen Untersuchung [15] und die darin abgebildeten Veränderungen der Verkehrslast auf der neu beplanten Strecke sowie dem nachgeordneten Netz.

Die Straßen- und Verkehrsdaten wurden aus den vorliegenden Untersuchungen Schall [12] und Luftschadstoffe [10] bzw. aus der Verkehrstechnischen Untersuchung [15] [17] übernommen. Die Straßenplanung wurde vom Planer übergeben [8].

Die Berechnung der CO₂eq-Emissionen erfolgte auf Basis der o. g. Verkehrsmengen und Aufteilungen auf Fahrzeugarten sowie der für die Straßenabschnitte angesetzten Verkehrssituationen. Anhand der Verkehrsdaten und der Emissionsfaktoren pro Kfz wurden die auf den Straßenabschnitten vom Verkehr freigesetzten CO₂eq-Mengen (Emissionen) berechnet. Die Emissionsfaktoren für die CO₂-Äquivalente wurden dem Handbuch für Emissionsfaktoren HBEFA 4.2.2 [6] entnommen.

Das HBEFA gliedert die Verkehrssituationen anhand von vier Kategorien: Gebietstyp (ländlich oder städtisch/ Ballungsraum), Straßentyp, Tempolimit und Verkehrszustand (Verkehrsqualität). Die Straßentypen werden unterschieden nach Autobahnen (AB), Fern- und Bundesstraßen (fern), Hauptverkehrsstraßen (hvs), Sammelstraßen (samm) und Erschließungsstraßen (erschl). Einige Straßentypen können zudem als kurvig charakterisiert werden (z. B. hvsk). Die Verkehrsqualität wird im HBEFA durch einen 5-stufigen Level Of Service (LOS³) klassifiziert. Zudem werden im HBEFA die Emissionsfaktoren für verschiedene Längsneigungen der Straßen angegeben.

Das Untersuchungsgebiet ist nach HBEFA dem Gebietstyp „städtisch/ Ballungsraum“ zuzuordnen. Die zulässigen Geschwindigkeiten wurden den Gutachten Schall [12][10] und Luftschadstoffe [10] entnommen. Auf den Straßen wurde zumeist die Verkehrsqualität nach HBEFA als „dichter Verkehr“ (LOS 2) eingestuft. Nach Aussagen der Herausgeber des HBEFA und nach VDI 3782 Blatt 7 [11] ist diese Verkehrsqualität die bei Verkehr ohne Störung anzusetzen.

Zudem wurden die Aussagen des Verkehrsgutachtens [15] zur Leistungsfähigkeit berücksichtigt. Im Nullfall sind demnach die Neckartalstraße (L1100), Wimpfener Straße und die Wannenäckerstraße hoch belastet und es treten Rückstausituationen auf. *„Die Nordumfahrung führt zu einer verkehrlichen Entlastung der Wimpfener Straße und der Stadtteile Frankenbach und Neckargartach. Die verkehrlichen Probleme im nördlichen Bereich der Neckartalstraße (L1100) und hier insbesondere an den Knotenpunkten L1100/ Wimpfener Straße und den Autobahnanschlussstellen bleiben jedoch weiterhin bestehen“* [15].

³ Level of Service (LOS) dienen zur Abbildung von Verkehrsqualitäten (freier, dichter, gesättigter Verkehrsfluss, stop+go und stop+go2) und sind Bestandteil der Definition von Verkehrssituationen nach HBEFA [6].

Die CO₂eq-Emissionsfaktoren für die Prognose 2035 wurden für eine Verkehrsflottenzusammensetzung nach HBEFA 4.2.2 ermittelt. Die Längsneigungen der Straßenabschnitte und die sog. Kühl- und Kaltstartemissionen, d. h. die Emissionen aus noch nicht warmgelaufenen Fahrzeugmotoren, wurden nach VDI 3782 Blatt 7 [11] bei den Emissionsberechnungen berücksichtigt. Die angesetzten Verkehrssituationen sind Abbildung 4 und Abbildung 5 zu entnehmen.

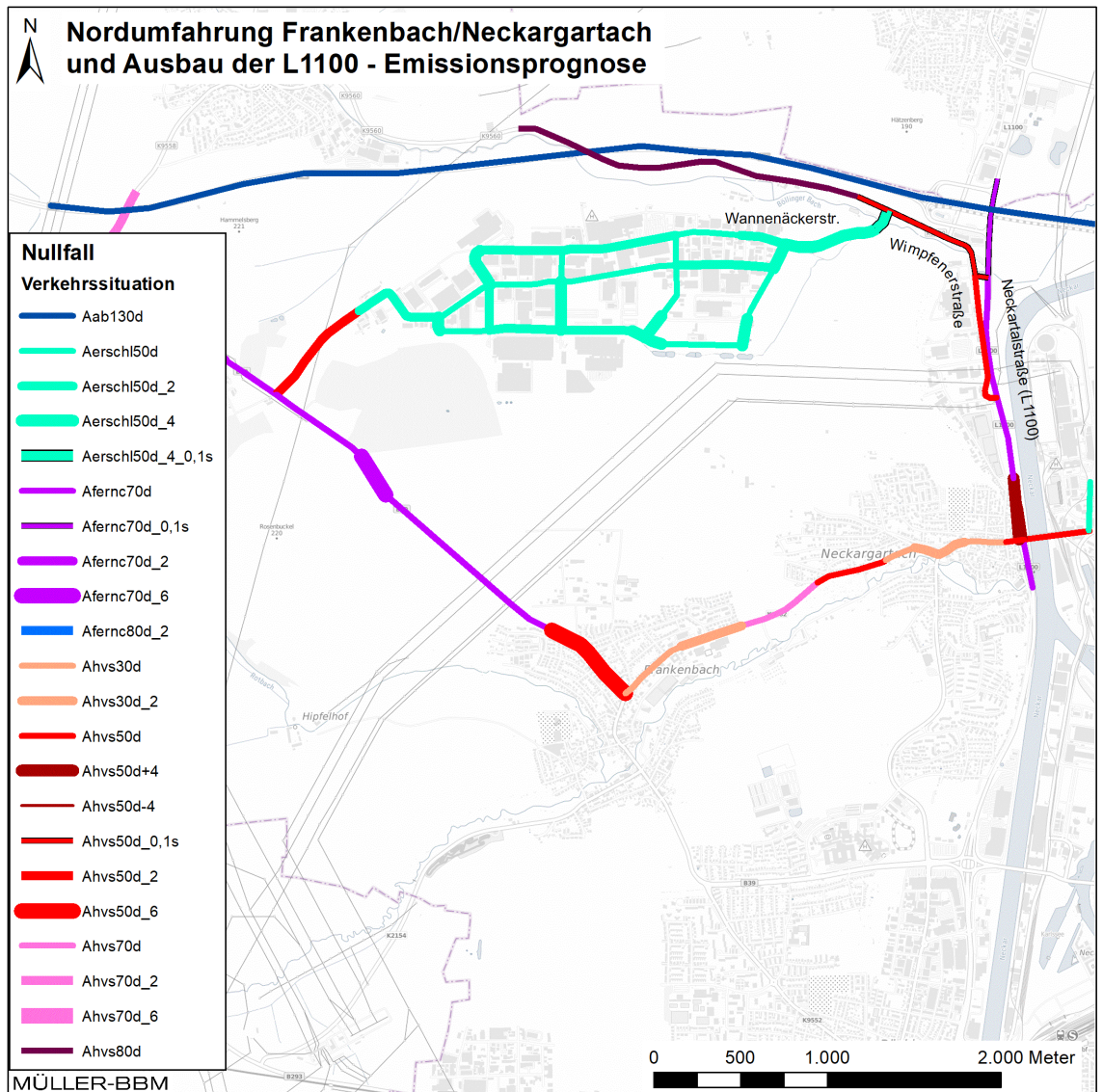


Abbildung 4. Verkehrssituationen Nullfall nach HBEFA [6], Kartengrundlage [13].

Abkürzungsbeispiele

- Aab130d Ballungsraum, Autobahn, Tempo 130, dichter Verkehr, Längsneigung 0%
- Afernc80d_2 Ballungsraum, Fernstraße-City, Tempo 80, dichter Verkehr, Längsneigung ±2%
- Ahvs30d Ballungsraum, Hauptverkehrsstr., Tempo 30, dichter Verkehr, Längsneigung 0%
- Aersch50d_4 Ballungsraum, Erschließungsstr., Tempo 50, dichter Verkehr, Längsneigung ±4%
- Ahvs50d Ballungsraum, Hauptverkehrsstr., Tempo 50, dichter Verkehr, Längsneigung 0%
- Ahvs50d_0,1s Ahvs50d mit 10% Stauanteil

S:\MPProj\173M173213\M173213_02_Kbe_4D.DOCX : 01.08.2024

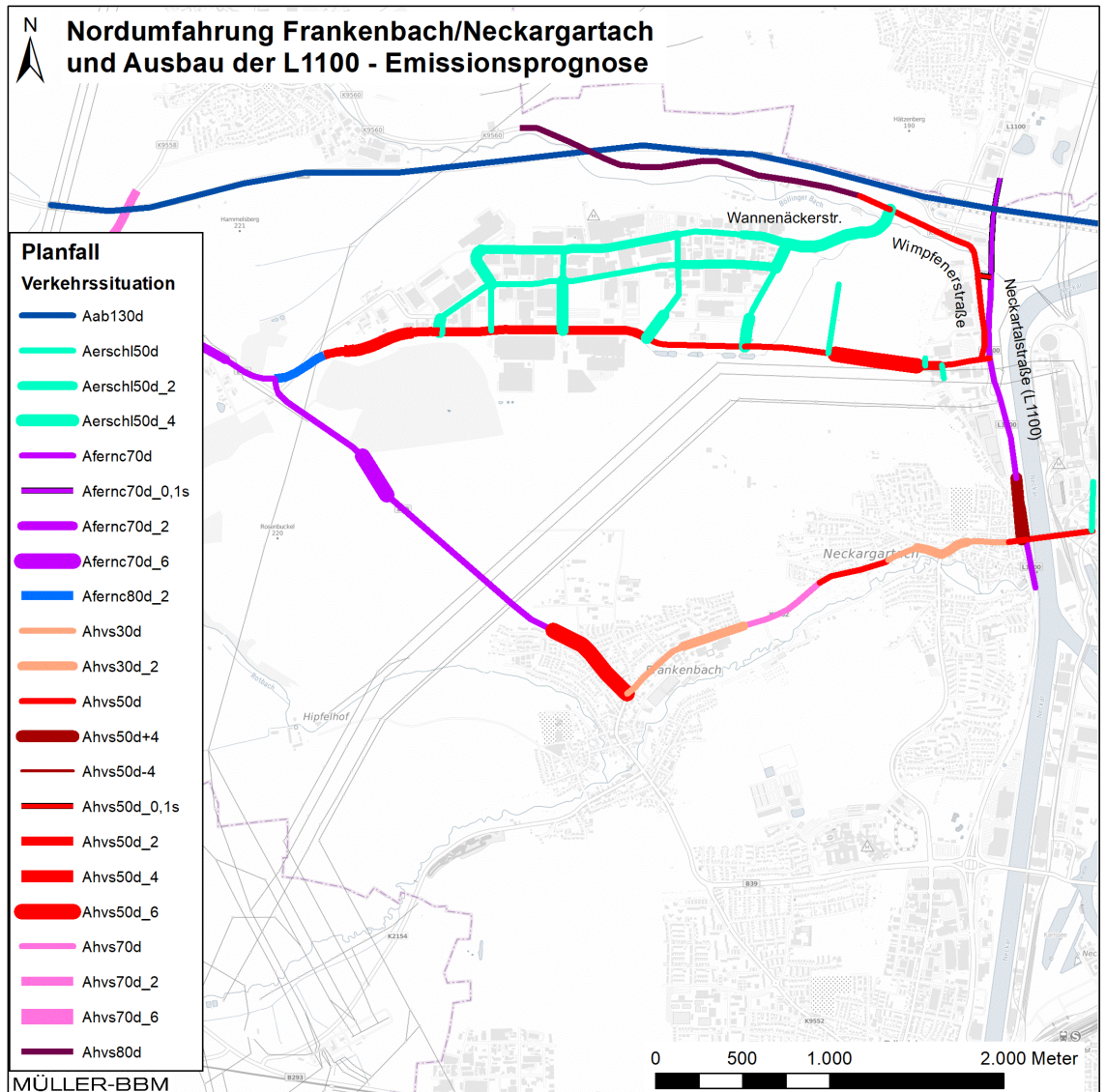


Abbildung 5. Verkehrssituationen Planfall nach HBEFA [6], Kartengrundlage [13].

Die verwendeten CO₂eq-Emissionsfaktoren sind in Tabelle 1 differenziert nach Leichtverkehr LV (Personenkraftwagen Pkw und leichte Nutzfahrzeuge INfz) und Schwerverkehr SV (schwere Nutzfahrzeuge SNF und Busse) aufgeführt.

Tabelle 1. CO₂eq-Emissionsfaktoren Leichtverkehr LV (Pkw und INfz) und Schwerverkehr SV (SNF und BUS) nach HBEFA 4.2.2 [6] für eine Fahrzeugflotte im Jahr 2035.

Verkehrssituation	Längs- neigung	CO ₂ eq	
		LV	SV
in [g/km] je Fahrzeug			
Aab130d	0%	122	421
Afernc80d	0%	98	380
Afernc80d_2	+/-2%	99	446
Afernc70d	0%	103	380
Afernc70d_2	+/-2%	103	429
Afernc70d_6	+/-6%	119	765
Ahvs80d	0%	99	452
Ahvs70d	0%	105	410
Ahvs70d_2	+/-2%	105	457
Ahvs70d_6	+/-6%	122	769
Ahvs50d	0%	116	456
Ahvs50d_2	+/-2%	117	502
Ahvs50d_4	+/-4%	123	620
Ahvs50d+4	+4%	186	1.122
Ahvs50d-4	-4%	59	117
Ahvs50d_6	+/-6%	139	783
Ahvs30d	0%	121	405
Ahvs30d_2	+/-2%	121	451
Aersch150d	0%	135	499
Aersch150d_2	+/-2%	136	539
Aersch150d_4	+/-4%	139	654
Aersch150d_4_0,1s	+/-4%	144	687
Ahvs50d	0%	116	456
Ahvs50d_0,1s	0%	123	501
Afernc70d	0%	103	380
Afernc70d_0,1s	0%	111	439

Die Emissionsquellstärken der jeweiligen Straßenabschnitte wurden aus den Emissionsfaktoren in Verbindung mit den Verkehrsmengen für die betrachteten Straßenabschnitte berechnet. Die Emissionen der jeweiligen Straßenabschnitte wurden aufsummiert.

3.2 Lebenszyklusemissionen

Die Abschätzung der Lebenszyklusemissionen ermöglicht in Abhängigkeit von der Größe der geplanten Straßenbaumaßnahme eine summarische Aussage zu den THG-Emissionen, die bei der Errichtung des Bauwerks, seinem Betrieb (Beleuchtung u. ä., nicht Fahrbetrieb) und der Unterhaltung anfallen. Dazu wird auf die Emissionsfaktoren zurückgegriffen, die in den „Hinweisen Klimaschutz“ des BMDV [7] und im Arbeitspapier des FGSV [1] angegeben werden. Das Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg hat mit dem Schreiben vom 24. Februar 2023 [3] die Anwendung für den Bau oder die Änderung von Landesstraßen angeordnet.

Als Grundlage dienen Angaben über die zusätzlich überbaute Straßenoberfläche (neuversiegelte Fläche) der Gesamtstrecke, im Bereich von Brücken sowie im Bereich von Tunneln.

Hierin werden sowohl versiegelte als auch teilversiegelte Flächen des Bauvorhabens berücksichtigt. Für Brücken- und Tunnelbereiche wird die gesamte (teil-)versiegelte Fläche der Ingenieurbauwerke veranschlagt, im Bereich der freien Strecke wird im Falle von Ausbaumaßnahmen nur der Erweiterungsteil erfasst.

3.3 Berücksichtigung des Einflusses der Landnutzung

Das Arbeitspapier des FGSV [1] führt hierzu aus: *Im Gegensatz zur Abschätzung der THG-Effekte für die Teilaspekte Verkehrsemissionen und Lebenszyklusemissionen, bei denen konkrete Emissionsmengen in t CO₂-eq quantifiziert werden können, erfolgt die Abschätzung für den Teilaspekt Landnutzungsänderung bzw. Boden und Biotop unter Berücksichtigung der jeweiligen qualitativen Funktionsausprägungen und flächenmäßigen Betroffenheiten in ha oder m². [...] Eine Quantifizierung der landnutzungsänderungsbedingten THG-Emissionen ist rechtlich nicht zwingend gefordert und kann derzeit aufgrund fehlender für die Planungspraxis standardisierter Methoden auch nicht empfohlen werden.*

Dementsprechend werden die Änderungen der Treibhausgasemissionen (THG) bei Planrealisierung durch die Überbauung / Beseitigung bzw. Optimierung und Neuschaffung von Böden und Vegetationsbeständen ermittelt.

Die Flächenbilanzen der Landnutzung für den aktuellen Planfeststellungsentwurf (dreispuriger Direktverlauf) wurden vom Umweltgutachter GefaÖ aus der technischen Planung heraus erfasst und für die Abschätzung übernommen. Der Einfluss der Landnutzung auf die THG-Emissionen wird durch Flächenvergleiche zwischen Bestand und Planfall eingeschätzt.

4 Ergebnis

4.1 Betriebsbedingte THG-Emissionen

Die für die berücksichtigten Straßenabschnitte (Abbildung 1) berechneten CO₂eq-Emissionen wurden aufsummiert. Die Summen der CO₂eq-Emissionen sind in der Tabelle 2 für die betrachteten Prognosefälle aufgeführt. Für den Planfall (Variante IV) wurden CO₂eq-Gesamtemissionen ermittelt, die um 150 t CO₂eq/a geringer als in der Prognose Nullfall sind, was einer relativen Reduktion um 0,2% bezogen auf die Gesamtemission des Nullfalls entspricht. Trotz der Zunahme der Fahrleistung im Untersuchungsgebiet ist die Emissionssumme beim Planfall etwas geringer als in der Prognose Nullfall. Ursache dafür sind v. a. die verkehrliche Entlastung der Wimpfener Straße und der Wannackerstraße und die damit verbundene Verbesserung der Verkehrsqualität im Planfall.

Tabelle 2. Summen der CO₂eq-Emissionen des Straßenverkehrs in t/a (Tonnen pro Jahr), Straßenlängen und Fahrleistungen für die Prognosen 2035 Nullfall und Planfall.

Prognose 2035	Straßennetz		Emission	
	Länge in km	Fahrleistung in Mio. km/a	CO ₂ eq in t/a	
Nullfall	30,8	377,5	72.211	100,0%
Planfall	32,3	380,6	72.061	99,8%
Differenz Planfall	1,5	3,1	-150	-0,2%

4.2 Lebenszyklusemissionen

Die Lebenszyklusemissionen werden für den Planfall nach Angaben des Umweltplaners [22] und des Auftraggebers 0 auf Basis der technischen Planung und des LBP über die zusätzlichen (teil-)versiegelten Flächen der Aus- und Neubaubstrecke der Straßenplanung (Straßenfläche inkl. Radwege, entspr. hier der Flächenänderung der LUBW-Nr. 60.21 aus dem LBP) sowie der Flächen von Brückenbauwerken (hier: dreispurige Talbrücke Wächtelesäcker von 1359 m² und Brücke Feldweg von 324 m²) und Tunnelbauten (hier nicht vorhanden) ermittelt. Dazu wird auf die Emissionsfaktoren zurückgegriffen, die in den „Hinweisen Klimaschutz“ des BMDV [7] und im Arbeitspapier des FGSV [1] angegeben werden. Da sich diese Faktoren ursprünglich auf Bundesstraßen beziehen, ist ihr Ansatz für die Nordumfahrung und die L1100 als Gemeinde- bzw. Landesstraße konservativ.

Die ermittelten Lebenszyklusemissionen des Straßenbauvorhabens belaufen sich auf 171 t CO₂eq /a.

Tabelle 3. Lebenszyklusemissionen in t/a nach „Hinweise Klimaschutz“ des BMDV [7] und Arbeitspapier des FGSV [1].

Feststellungsentwurf	(teil-)versiegelte	Emissionsfaktor	Emission	
	Fläche			CO ₂ eq
	in m ²			in kg/a je m ²
Neuversiegelung Gesamtstrecke	32.560	4,6	149,8	
Brückenbauwerke	1.683	12,6	21,2	
Gesamt inkl. Aufschlag für Ingenieurbauwerke			171,0	

4.3 Einfluss Landnutzungsänderung

Bezüglich der Bewertung wird in den Hinweisen des BMDV [7] ausgeführt: *Im Hinblick auf die landnutzungsbedingten THG-Emissionen erfolgt kein Abgleich mit den Sektorenzielen des KSG, da eine Bilanzierung aller in Anspruch genommener Vegetationsflächen methodisch nicht möglich ist.*

4.3.1 Eingriffe in besonders hochwertige Funktionsausprägungen von Böden

Besonders wertvoll im Hinblick auf den Klimaschutz sind Böden und Biotope, die als CO₂-Senken oder CO₂-Speicher wirken. Als kohlenstoffreiche Böden sind insbesondere alle organischen Böden (Moore, Anmoore), aber auch bestimmte Mineralböden (mit terrestrischen Feuchtgebieten, Grünland i.e.S.) einzustufen. Bei der Einbindung von Kohlenstoff spielen daneben insbesondere Wälder und weitere Gehölze eine entscheidende Rolle als Netto-Kohlenstoffsenke (aus [7]).

Laut Erläuterungsbericht zum Landschaftspflegerischem Begleitplan (LBP) sind im Untersuchungsgebiet keine Moorböden oder moorähnliche Böden vorhanden [9]. *Sind durch das Vorhaben keine der aufgeführten Bodenformen betroffen und liegen keine anderweitigen Informationen zu besonders klimarelevanten Bodenstrukturen vor, kann eine Betrachtung des Klimaschutzaspektes im Zusammenhang mit vorhabenbedingten Auswirkungen auf Böden entbehrlich sein [1].*

4.3.2 Eingriffe in Vegetationskomplexe / Biotope

Die Flächenbilanz der Landnutzung des Planfalls wurde vom Umweltgutachter GefaÖ [22] aus der Technischen Planung des Feststellungsentwurfs bzw. dem aktuellen LBP übernommen. Die dort aufgeführten Biotoptypen wurden entsprechend Tabelle 4 den Landnutzungskategorien und klimarelevanten Biotopen zugeordnet.

Die hier verwendeten Landnutzungskategorien orientieren sich an den in [1] aufgeführten „besonders klimarelevanten Biotopen“ zur Abschätzung der THG-Effekte von Landnutzungsänderungen. Ihnen wird in aufsteigender Reihenfolge der vorangestellten römischen Nummern eine abnehmende Relevanz hinsichtlich ihrer Funktionsausprägung als THG-Senke und THG-Speicher zugeschrieben. Insbesondere sind Flächenzunahmen in den Kategorien I, III, IV mit positiven THG-Effekten (THG-Senken) verbunden, wohingegen Flächenverluste in diesen Kategorien und/oder die

Zunahme von (teil)versiegelten Flächen mit negativen THG-Effekten einhergehen (da Reduktion oder vollständiger Verlust der THG-Senkenfunktion).

Den Flächenvergleich zwischen Bestand und Planfall für den unmittelbaren Eingriffsbereich zeigt Tabelle 5. Eine entsprechende Aufstellung für die außerhalb der Planungsflächen liegenden Ausgleichsmaßnahmen ist in Tabelle 6 aufgeführt. Tabelle 7 gibt schließlich die gesamte Bilanz der Landnutzungsänderungen der Vorhabenplanung inklusive aller Kompensationsmaßnahmen wieder.

Tabelle 4. Zugrunde gelegte Einordnung der Biotoptypen des LBP zu den Landnutzungskategorien der Flächenbilanzierung.

	Landnutzungskategorie der Bilanzierung	Zugeordnete Biotope (LUBW-Nr.) der Eingriffsflächen und außerhalb liegender Kompensationsmaßnahmen aus LBP
I	Wald	Buchen-Wald basenreicher Standorte (55.20), strukturreicher Wald (45.50)
II	Wald, geschädigt	Bereiche der Waldumbaumaßnahmen in geschädigten Beständen (Maßnahme 4.3 W)
III	Gehölze, Bäume, Streuobst	Obstplantage (37.21), Baumschule oder Weihnachtbaumkultur (37.27), Feldgehölze (41.10); Feldhecken (41.20, 41.22), Gebüsche (42.20), naturraum- oder standortfremde Hecke (44.20) Streuobstbestand (45.40)
IV	Extensivgrünland	Trockengraben (12.63), Fettwiese (33.41), Magerwiese (33.43), Mesophytische Saumvegetation (35.12), Sonstige Hochstaudenflur (35.43),
V	Naturnahe, mittelhohe Vegetation	Brombeergestrüpp (43.11),
VI	Weiteres, niedrige Vegetation	Intensivweide (33.63), Zierrasen (33.80), Ruderalvegetationen (35.60, 35.63, 35.64), Grasweg (60.25), Garten (60.60),
VI	Weiteres, Acker	Acker mit fragmentarischer Unkrautvegetation (37.11)
VII	(teil-)versiegelte Flächen, Gebäude, Straße	Von Bauwerken bestandene Fläche (60.10), völlig versiegelte Straße oder Platz (60.21), unbefestigter Weg oder Platz (60.24), Gewerbegebiet (V.2)
VII	NN, sonstige/unbekannt	Unzugängliche/nicht bearbeitbare Gebiete und Großbaustellen (C)

Tabelle 5. Flächenbilanz nach Landnutzungen im Planungsumgriff [21].

Planvorhaben Landnutzung/Biotop	Flächen in m ²			relative Änderung bzgl.		Bewertung THG-Effekt
	Bestand	Planfall	Änderung	Gesamtfläche	Bestandsfläche	
Wald	1'493	0	-1'493	-1%	-100%	negativ
Wald, geschädigt	0	0	0	0%		
Gehölze, Bäume, Streuobst	11'986	11'117	-869	0%	-7%	negativ
Extensivgrünland	29'657	63'006	33'349	19%	112%	positiv
naturnahe, mittelhohe Vegetation	98	0	-98	0%	-100%	indifferent
weiteres, niedrige Vegetation	14'688	24'824	10'136	6%	69%	indifferent
weiteres, Acker	72'680	2'894	-69'786	-40%	-96%	indifferent
(teil-)versiegelte Flächen, Gebäude, Straße	42'425	74'248	31'823	18%	75%	negativ
NN. (sonstiges, unzugänglich)	2'946	0	-2'946	-2%	-100%	indifferent
Summe	175'973	176'089	116	0%	0%	

*indifferent: je nach Art der Umwandlung positiv (bspw. Acker → Grünland) oder negativ (bspw. Acker → Straße, Wald → Grünland).

Im Planungsumgriff (Tabelle 5) beträgt die Zunahme der (teil-)versiegelten Flächen, Gebäude und Straßen⁴ rund 3,2 ha, was etwa 18 % der Gesamtfläche der Planmaßnahme (ohne außerhalb liegende Kompensationsmaßnahmen) entspricht. Die Zunahme der extensiven Grünlandflächen um 3,3 ha ist unter anderem auch auf die Anlage straßenbezogener Grünflächen im Rahmen der Vorhabenplanung zurückzuführen. Sie macht rund 19 % der Gesamtfläche des Planvorhabens aus. Es ist ein Verlust von knapp 0,15 ha Waldfläche sowie rund 870 m² Gehölzfläche zu verzeichnen, was jeweils ca. 1 % bzw. <1% der Gesamtfläche des Planungsumgriffs entspricht. Die tatsächliche Inanspruchnahme von Gehölzflächen (insbes. Streuobstbestände und Obstplantage) durch das Planvorhaben ist deutlich größer, wird aber durch ausgedehnte Neuanpflanzungen von Feldhecken und Gebüschen im Planungsumgriff bereits größtenteils ausgeglichen. Die extensive Grünlandflächen sowie die Versiegelungsflächen nehmen deutlich zu, zulasten der Ackerflächen und Gehölz- und Waldbestände.

⁴ Die Abweichung der Flächenänderung der Landnutzungskategorie „(teil-)versiegelten Flächen, Gebäude, Straßen“ gegenüber den in der Ermittlung der Lebenszyklusemissionen angesetzten Nettoneuversiegelung des Straßenausbaus entsteht dadurch, dass bei der Landnutzungsbetrachtung neben Flächen der LUBW-Nr. 60.21 (Nettoänderung: +32.560 m²) auch die Flächen der LUBW-Nr. 60.1, 60.24 und V.2 (Nettoänderungen: -247 m², -447 m² und -43 m²) in dieser Kategorie erfasst wurden. Hinsichtlich der Lebenszyklusemissionen des Straßenbauvorhabens sind die drei letztgenannten hingegen nicht von Belang.

Tabelle 6. Flächenbilanz nach Landnutzung für die außerhalb des Vorhabens liegenden Maßnahmen.

Ausgleichsmaßnahmen Landnutzung/Biotop	Flächen in m ²			relative Änderung bzgl.		Bewertung THG-Effekt
	Bestand	Planfall	Änderung	Gesamtfläche	Bestandsfläche	
Wald	0	13'484	13'484	15%		
Wald, geschädigt	12'209	0	-12'209	-14%	-100%	positiv
Gehölze, Bäume, Streuobst	4'902	9'982	5'080	6%	104%	positiv
Extensivgrünland	0	30'988	30'988	35%		positiv
naturnahe, mittelhohe Vegetation	0	0	0	0%		
weiteres, niedrige Vegetation	0	0	0	0%		
weiteres, Acker	70'290	32'947	-37'343	-43%	-53%	positiv
(teil-)versiegelte Flächen, Gebäude, Straße	0	0	0	0%		
NN. (sonstiges, unzugänglich)	0	0	0	0%		
Summe	87'401	87'401	0	0.0%	0.0%	positiv

Im Zuge der außerhalb des Vorhabensbereichs liegenden Kompensationsmaßnahmen (Tabelle 6) werden insgesamt rund 3,7 ha Ackerfläche in extensives Grünland, Gehölzflächen oder Wald umgewandelt, davon

- 3,1 ha in naturnahes Grünland/Wiesen (Fett- und Magerwiesen sowie Hochstaudenflur; vgl. im LBP die Maßnahmen-Nr. 1 A_{CEF}, 1 A_{FCS}, 2 A_{FCS} und 6 A),
- 0,5 ha in Gehölze (Feldhecke und Streuobst Hochstamm auf Fettwiese, vgl. im LBP die Maßnahmen-Nr. 6 A und 11 E/A)
- 0,13 ha in Wald (struktureicher Wald, vgl. im LBP die Maßnahmen-Nr. 4.2 W)

Des Weiteren werden 1,2 ha durch Eschentriebsterben geschädigter Wald durch Waldumbaumaßnahmen in seiner Funktionalität aufgewertet (vgl. im LBP die Maßnahmen-Nr. 4.3 W)

Daneben finden strukturelle Aufwertungen von 0,5 ha Feldhecken statt (vgl. im LBP die Maßnahmen-Nr. 7 A), die jedoch keine Auswirkung auf die Flächenbilanz (Netto-Änderung) der Landnutzungen haben.

Tabelle 7. Flächenbilanz nach Landnutzung im Planungsumgriff des Vorhabens zzgl. außerhalb liegender Maßnahmen.

Planvorhaben + Ausgleichsmaßnahmen Landnutzung/Biotop	Flächen in m ²			relative Änderung bzgl.		Bewertung THG-Effekt
	Bestand	Planfall	Änderung	Gesamtfläche	Bestandsfläche	
Wald	1'493	13'484	11'991	5%	803%	positiv
Wald, geschädigt	12'209	0	-12'209	-5%	-100%	positiv
Gehölze, Bäume, Streuobst	16'888	21'099	4'211	2%	25%	positiv
Extensivgrünland	29'657	93'994	64'337	24%	217%	positiv
naturnahe, mittelhohe Vegetation	98	0	-98	0%	-100%	indifferent
weiteres, niedrige Vegetation	14'688	24'824	10'136	4%	69%	indifferent
weiteres, Acker	142'970	35'841	-107'129	-41%	-75%	indifferent
(teil-)versiegelte Flächen, Gebäude, Straße	42'425	74'248	31'823	12%	75%	negativ
NN. (sonstiges, unzugänglich)	2'946	0	-2'946	-1%	-100%	indifferent
Summe	263'374	263'490	116	0.0%	0.0%	

*indifferent: je nach Art der Umwandlung positiv (bspw. Acker → Grünland) oder negativ (bspw. Acker → Straße, Wald → Grünland).

Insgesamt (s. Tabelle 7) kann so der vorhabenbedingte Waldverlust flächenmäßig vollständig ausgeglichen und sogar überkompensiert werden. Für Gehölzflächen ist in Summe der Eingriffe und Maßnahmen ein Zugewinn von 0,4 ha zu verzeichnen. Extensive Grünlandflächen nehmen um 6,4 ha zu, während Ackerflächen um 10,7 ha reduziert (d. h. in andere Nutzungen umgewandelt) werden.

Im Hinblick auf die THG-Bilanz der Eingriffe und Maßnahmen spielen die mit den Landnutzungsänderungen einhergehenden Änderungen der THG-Speicher- und -Senkenfunktion eine entscheidende Rolle.

Die Klimarelevanz der einzelnen Vegetationskomplexe und Biotoptypen ist unterschiedlich hoch und kann auch innerhalb eines Biotoptyps variieren [1]. Im Regelfall kann aber laut [1] davon ausgegangen werden, dass insbesondere Wälder und Gehölzbestände sowie extensiv bewirtschaftete Grünländer frischer bis nasser Standorte einen positiven THG-Effekt haben.

Laut [7] bindet die „Umwandlung von Acker in Grünland [...] große Mengen an Kohlenstoff“. Nach den Bewertungen der Methodenkonvention 3.1 [19] (siehe dort Tabelle 2 in Abschnitt 2.1) wird Grünland jedoch nur ein um 2% höherer Kohlenstoffvorrat (zu verstehen als CO₂-Speicherfunktion) zugeordnet als Ackerland, wohingegen Wald etwa 8 mal so hoch und Gehölze etwa 6,5 mal so hoch bewertet werden wie Acker. Dies legt nahe, dass hinsichtlich der Auswirkungen auf die THG-Effekte der Verlust von Wald- und Gehölzflächen deutlich schwerer zu gewichten ist als der Zugewinn an Grünland.

Wertigkeiten der Landnutzungen für Kohlenstoffspeicherung nach [19], hier nur qualitativ:



Wald > Gehölz >> Terrestr. Feuchtgebiete > Siedlungen > Grünland >≈ Acker > Gewässer

Bei Waldbeständen ist zudem zu beachten, dass der unmittelbare negative THG-Effekt durch die Umwandlung (Rodung) von 1 ha Wald gemäß [19] im Jahr der Umwandlung deutlich größer ist als andersherum der positive THG-Effekt durch die Neuanlage von 1 ha Wald. Entsprechend den Darstellungen des Treibhausgasinventars 2017 [26] steigt das in Waldbeständen absorbierte Kohlendioxid mit dem Baumalter v.a. in den ersten 80 Jahren an. Der Zuwachs an absorbiertem CO₂ ist zwischen den ersten und zweiten zwanzig Lebensjahren der Bäume am größten.

Ob sich unterm Strich die negativen und positiven Effekte der geplanten Landnutzungsänderungen hinsichtlich der THG-Speicher- und -Senkenfunktion in Boden und Biomasse ausgleichen, hängt letztlich von der jeweiligen Höhe der den einzelnen Landnutzungen zugeschriebenen THG-Speicher- und -Senkenpotenzialen ab und kann daher nicht abschließend beurteilt werden. Hierzu müsste eine Quantifizierung der landnutzungsänderungsbedingten THG-Emissionen erfolgen, wovon im FGSV-Arbeitspapier [1] aufgrund noch fehlender für die Planungspraxis standardisierter Methoden jedoch bis auf Weiteres abgeraten wird („kann nicht empfohlen werden“).

In Tabelle 5, Tabelle 6, Tabelle 7 sind in der jeweils letzten Spalte die mit den aufgeführten Flächenänderungen (bzw. den zugrunde liegenden Flächenumwandlungen) assoziierten THG-Effekte qualitativ bewertet. Die Summe der mit einem positiven THG-Effekt verbundenen Nettoflächenänderungen aus Tabelle 7 (Planvorhaben inkl. Kompensationsmaßnahmen) beträgt rund 8,1 ha, die der negativen THG-Effekte rund 3,2 ha, was ca. 66% bzw. 26% der Nettoflächenzunahmen (12,2 ha) entspricht. Für die restlichen 1,0 ha (8%) Nettoflächenzunahme ist die Bewertung indifferent, da die hierin erfassten Zielbiotope (VI „weiteres, niedrige Vegetation“) als eher schwache THG-Senke gesehen werden und je nach Art der umgewandelten Ausgangsbiotope eine Steigerung oder Reduktion der Senkenfunktion bewirkt wird, was sich auf Basis der vorliegenden Daten aber nicht genauer differenzieren lässt.

Insgesamt überwiegen also in der Bilanz diejenigen Flächenänderungen, die mit einem positiven THG-Effekt assoziiert werden. Hieraus darf jedoch nicht direkt geschlossen werden, dass auch die Bilanz der landnutzungsänderungsbedingten THG-Effekte positiv sei, da diese essentiell von der konkreten Höhe und Relation der jeweiligen Bewertungsfaktoren (THG-Speicher- bzw. -Aufnahmekapazität) zueinander abhängt. (D.h. je nach Ansatz dieser Faktoren, mit denen die dargestellten Flächenbilanzen gewichtet werden, kann sich immer noch eine negative oder positive THG-Bilanz ergeben.)

Im Gesamtblick ist daher von einer indifferenten oder ungefähr ausgeglichenen Bilanz der THG-Effekte durch die mit dem Vorhaben einhergehenden Landnutzungsänderungen auszugehen.

4.4 Zusammenfassung THG-Bilanz des Planvorhabens

Der Reduktion der betriebsbedingten THG-Emissionen um 150 t CO₂eq/a steht eine Zunahme der THG-Emissionen durch die Lebenszyklusemissionen des Straßenbaus um 170 t CO₂eq/a gegenüber, sodass sich hieraus in Summe eine leichte Zunahme der jährlichen THG-Emissionen um 20 t CO₂eq/a aufgrund des Planvorhabens ergibt. In Relation zu den Emissionen des Kfz-Verkehrs im Bezugsfall auf den berücksichtigten Straßen im Untersuchungsgebiet entspricht dies einer Emissionserhöhung um lediglich 0,03%.

Für die Landnutzungsänderungen ist ebenfalls von einer indifferenten oder ungefähr ausgeglichenen THG-Bilanz auszugehen.

4.5 CO₂-Schattenpreis

Mit der CO₂-SP-VO [20] wird die Veranschlagung eines rechnerischen Preises für jede über den Lebenszyklus einer Maßnahme entstehende Tonne Kohlenstoffdioxid im Rahmen von Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen geregelt.

In § 2 Satz (1) der CO₂-SP-VO [20] wird die Höhe des CO₂-Schattenpreises dynamisch festgelegt: „[...] ist ein Wert von **201 Euro**⁵ anzusetzen, solange das Umweltbundesamt keinen anderen Wert empfiehlt.“

⁵ Meint: 201 EURO je Tonne CO₂.

Nach § 8 Satz (2) der CO₂-SP-VO [20] ist der CO₂-Schattenpreis erstmalig für Maßnahmen zu veranschlagen, mit deren Planung ab dem 1. Juli 2023 begonnen wurde.

Somit ist aufgrund des früheren Planungsbeginns für das vorliegende Planvorhaben die Veranschlagung des CO₂-Schattenpreises nicht erforderlich.

5 Qualitativer Variantenvergleich

Für die betriebsbedingten THG-Emissionen, die Lebenszyklusemissionen und Landnutzungsänderungen wird nachfolgend ein qualitativer Vergleich der Planvarianten II (Südverlauf) und IV (Direktverlauf) der Vorplanung (Planungsstand 2009) mit jeweils zweispurigem Trassenausbau durchgeführt.

Dieses Vorgehen wurde gewählt, da dies dem Stand der Planungsgrundlage zum Zeitpunkt der Entscheidung für die Vorzugsvariante (Variante IV) entspricht.

Danach wurde planungsseitig nur noch die Variante IV bis zu der in Abschnitt 4 betrachteten Antragsvariante des Feststellungsentwurfs weiterentwickelt. U.a. wurde aus Gründen der verkehrlichen Leistungsfähigkeit ein Wechsel von einer zweispurigen zu einer dreispurigen Trassenplanung vorgenommen, die nach Einschätzung des Amtes für Straßenwesen ebenso für die Variante II erforderlich geworden wäre. Da für die Variante II ausschließlich der ältere zweispurige Planungsstand vorliegt, ist ein Vergleich beider Trassen im dreispurigen Ausbau aufgrund fehlender Planungsdaten für Variante II (Landnutzungsänderungen) nicht möglich. Eine Gegenüberstellung der zweispurigen Variante II mit dem aktuellen dreispurigen Planungsstand des Feststellungsentwurfs wäre hingegen nicht sachgerecht.

Der Variantenvergleich auf Basis der zweispurigen Trassen steht hingegen im Einklang mit den übrigen Betrachtungen im Rahmen des Variantenvergleichs zur Findung einer Vorzugsvariante.

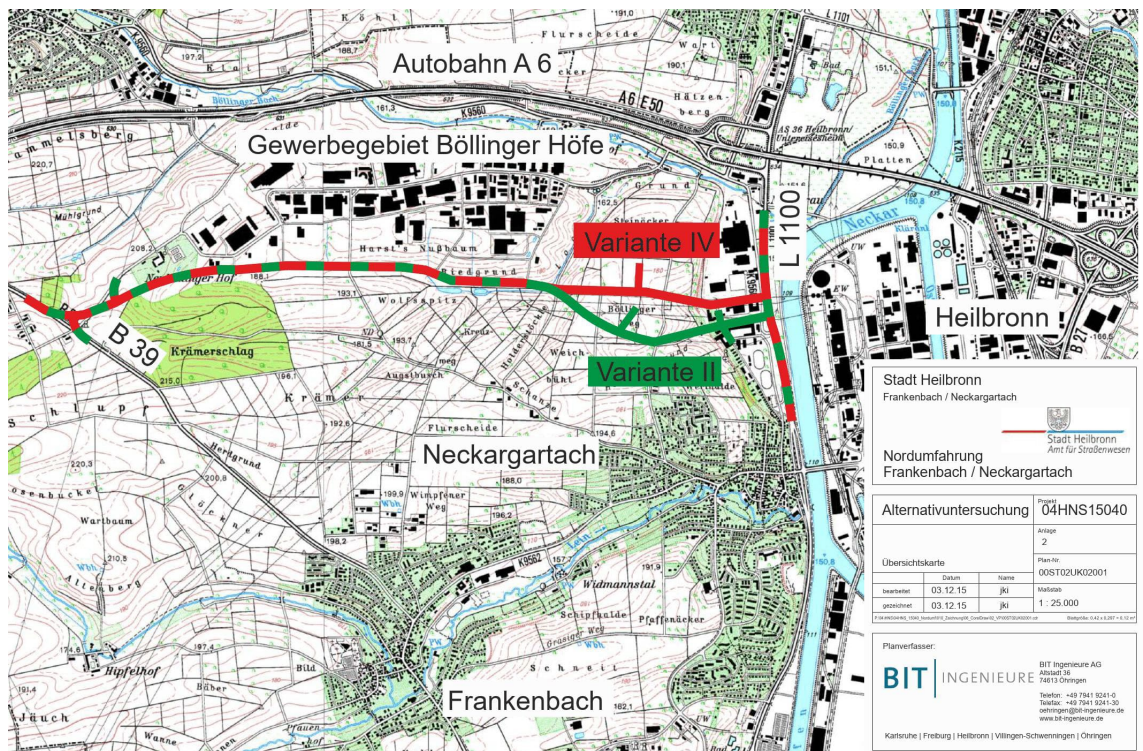


Abbildung 6. Übersichtsplan mit Trassenvarianten „Nordumfahrung Frankenbach/Neckargartach“ [14].

S:\MP\Proj\173M173213\M173213_02_Kbe_4D.DOCX : 01.08.2024

Betriebsbedingte THG-Emissionen

Bei Variante II und Variante IV wird die Verkehrsbelastung auf der neuen Strecke identisch sein. Bei Variante II wird aufgrund der längeren Strecke (vgl. Abbildung 6) durch den KFZ-Verkehr mehr THG emittiert als bei Variante IV.

Bei einer Streckendifferenz von ca. 0,2 km zwischen den beiden Varianten und den prognostizierten Verkehrsmengen im östlichen Teil der Umfahrung ist grob geschätzt mit betriebsbedingten Mehremissionen der Variante II von wenigen hundert Tonnen CO₂eq pro Jahr gegenüber der Variante IV zu rechnen.

Lebenszyklusemissionen

Die Neuversiegelung durch die Straßenbaumaßnahme ist für die Variante II um etwa 2 % höher als für die zweispurige Planung der Variante IV (vgl. Tabelle 10 und Tabelle 11: 23.659 m² für Variante II gegenüber 23.184 m² für Variante IV). Hingegen ist die Brückenfläche bei Variante II geringer als bei Variante IV, da die Talbrücke Wächtelesäcker für beide Planungen gleich groß ausfällt (999 m² bei zweispuriger Trasse), jedoch die Feldwegbrücke (324 m²) nur bei Variante IV erforderlich wird.

Da die Brückenflächen mit einem höheren Emissionsfaktor (Aufschlag für Brückenbauwerke) veranschlagt werden als die einfache Straßenfläche, ergeben sich hieraus insgesamt um rund 2 t CO₂eq/a bzw. 2 % geringere Lebenszyklusemissionen für die Variante II als für Variante IV.⁶

Verglichen mit den zuvor erläuterten deutlich höheren zu erwartenden Unterschieden in den betriebsbedingten THG-Emissionen ist diese Differenz der Lebenszyklusemissionen nicht von Bedeutung und daher für die Gesamtbeurteilung der Varianten vernachlässigbar.

Tabelle 8. Lebenszyklusemissionen in t/a nach „Hinweise Klimaschutz“ des BMDV [7] und Arbeitspapier des FGSV [1] für Variante II.

Variante II, zweispurig	(teil-)versiegelte Fläche in m ²	Emissionsfaktor CO ₂ eq in kg/a je m ²	Emission CO ₂ eq in t/a
Neuversiegelung Gesamtstrecke	23'659	4.6	108.8
Brückenbauwerke	999	12.6	12.6
Gesamt inkl. Aufschlag für Ingenieurbauwerke			121.4

⁶ Ohne Berücksichtigung der Feldwegbrücke ergäbe sich für die Variante IV eine um ca. 3 t CO₂eq/a niedrigere Lebenszyklusemission als für Variante II.

Tabelle 9. Lebenszyklusemissionen in t/a nach „Hinweise Klimaschutz“ des BMDV [7] und Arbeitspapier des FGSV [1] für Variante IV.

Variante IV, zweispurig	(teil-)versiegelte	Emissionsfaktor	Emission
	Fläche	CO ₂ eq	CO ₂ eq
	in m ²	in kg/a je m ²	in t/a
Neuersiegelung Gesamtstrecke	23'184	4.6	106.6
Brückenbauwerke	1'323	12.6	16.7
Gesamt inkl. Aufschlag für Ingenieurbauwerke			123.3

Landnutzungsänderung

Den Flächenvergleich zwischen Bestand und Planfall im jeweiligen Planungsumgriff der Variante II und Variante IV zeigen Tabelle 10 und Tabelle 11. Den Flächenbilanzen wurden die zweispurigen Planungsvarianten der Vorplanung (Stand 2009) zugrunde gelegt. Flächen von Ausgleichsmaßnahmen sind aus Gründen der Vergleichbarkeit hier nicht berücksichtigt. Die Daten wurden vom Umweltgutachter GefaÖ [21] zur Verfügung gestellt.

Tabelle 10. Flächenbilanz nach Landnutzungen bei Variante II der Vorplanung (Südverlauf, zweispurig, Stand 2009) [21]. Die Änderung der Flächensumme um 1 m² ist rundungsbedingt.

Landnutzung/Biotop	Flächen in m ²			relative Änderung bzgl.	
	Bestand	Planfall	Änderung	Gesamtfläche	Bestandsfläche
Grünland / Rasen, Wiese	10'104	38'836	28'732	40%	284%
Acker	46'917	0	-46'917	-66%	-100%
Gehölze, Bäume, Streuobst	5'067	0	-5'067	-7%	-100%
Wald	406	0	-406	-1%	-100%
(teil-)versiegelte Flächen, Gebäude, Straße	8'636	32'295	23'659	33%	274%
Summe	71'130	71'131	1	0%	

Tabelle 11. Flächenbilanz nach Landnutzungen bei Variante IV der Vorplanung (Direktverlauf, zweispurig, Stand 2009) [21].

Landnutzung/Biotop	Flächen in m ²			relative Änderung bzgl.	
	Bestand	Planfall	Änderung	Gesamtfläche	Bestandsfläche
Grünland / Rasen, Wiese	12'582	32'893	20'311	31%	161%
Acker	38'490	0	-38'490	-58%	-100%
Gehölze, Bäume, Streuobst	4'598	0	-4'598	-7%	-100%
Wald	406	0	-406	-1%	-100%
(teil-)versiegelte Flächen, Gebäude, Straße	9'885	33'069	23'184	35%	235%
Summe	65'961	65'961	0	0%	

S:\MP\Proj\173M173213\M173213_02_Kbe_4D.DOCX : 01.08.2024

Die Zunahme der versiegelten Flächen beträgt in beiden Varianten zwischen 2,3 ha und 2,4 ha, was etwa 33 % bzw. 35 % der Gesamtfläche der Planmaßnahme entspricht. Die Zunahme der Grünland-/Rasen-/Wiesenflächen um 2,0 ha (Variante IV) bzw. 2,9 ha (Variante II) ist auf die Anlage straßenbezogener Grünflächen (Straßenbankett, Böschungen und Sickermulden) im Rahmen der Vorhabenplanung zurückzuführen. Sie macht rund 31 % bzw. 40 % der Gesamtfläche der Planvorhaben aus. In beiden Varianten ist ein Verlust von 400 m² Waldfläche sowie rund 4600 m² (Variante IV) bzw. rund 5100 m² (Variante II) Gehölzfläche zu verzeichnen, was jeweils ca. 1 % und 7 % der Gesamtfläche der Planungsumgriffs umfasst.

Während der Verlust an Waldflächen in beiden Varianten gleich ist, ist der Verlust an Gehölzflächen in Variante II ein wenig höher (rund 470 m²) als in Variante IV. Ebenso ist die Zunahme der Versiegelungsfläche in Variante II etwas höher (um 475 m²) als in Variante IV. Im Hinblick auf die THG-Effekte der Landnutzungsänderung sind diese beiden Punkte nachteilig für Variante II gegenüber Variante IV zu werten.

Auf der anderen Seite ist auch der Zugewinn an Grünland/Rasenflächen und die Umwandlung von Ackerflächen um jeweils rund 8400 m² bei Variante II höher als bei Variante IV. Dies kann (als Einzelpunkt) zugunsten von Variante II gegenüber Variante IV gewertet werden. Ob hierdurch die zuvor genannten Nachteile hinsichtlich der THG-Speicher- und -Senkenfunktion in Boden und Biomasse gegenüber Variante IV ausgeglichen oder nur ein wenig abgemildert werden, hängt letztlich von der jeweiligen Höhe der den einzelnen Landnutzungen zugeschriebenen THG-Speicher- und -Senkenpotenzialen ab und kann daher nicht abschließend beurteilt werden. Hierzu müsste eine Quantifizierung der landnutzungsänderungsbedingten THG-Emissionen erfolgen, wovon im FGSV-Arbeitspapier [1] aufgrund noch fehlender für die Planungspraxis standardisierter Methoden jedoch bis auf Weiteres abgeraten wird („kann nicht empfohlen werden“).

Tabelle 12. Vergleich der beiden Varianten II und IV hinsichtlich Landnutzungsänderungen und deren THG-Effekt (qualitativ, vereinfacht)

Flächennutzungs- änderung	Auswirkung auf THG- Speicher/ Senken- funktion	Variante II (Südverlauf)	Variante IV (Direktverlauf)	Unterschied in Flächenänderung zwischen den Varianten
Zugewinn Grünland / Rasen	indifferent *	höher	niedriger	8421 m ²
Verlust Acker	indifferent *	höher	niedriger	8427 m ²
Verlust Gehölze	negativ	höher	niedriger	469 m ²
Verlust Wald	negativ	gleich	gleich	0 m ²
Zunahme Versiegelung	negativ	höher	niedriger	475 m ²

* je nach Gewichtungsansatz bzw. Art der Umwandlung positiv (bspw. Acker → Grünland) oder negativ (bspw. Acker → Straße, Wald → Grünland).

Setzt man hier *orientierungshalber* Bewertungsfaktoren an, die auf den Kosten- und Nutzensätzen des UBA-Methodenhandbuchs 3.1 [19] für THG-Emissionen infolge von Landnutzungsänderungen basieren, ergibt sich zwischen den beiden Varianten ein Unterschied in der Größenordnung von ca. 10 t CO₂eq/a im Jahr der Flächenumwandlung⁷. Auch dieser würde gegenüber dem größeren Unterschied der betriebsbedingten THG-Emissionen nicht sonderlich ins Gewicht fallen. Da zudem das Vorzeichen der Differenz zwischen den beiden Varianten recht sensibel auf kleine Änderungen im Verhältnis der angesetzten Bewertungsfaktoren reagiert, werden die beiden Varianten II und IV hinsichtlich der Auswirkungen ihrer Landnutzungsänderungen auf die THG-Senken in Boden und Vegetation als indifferent und annähernd gleichwertig beurteilt.

Fazit Variantenvergleich

1. Hinsichtlich der betriebsbedingten THG-Emissionen aus dem Kfz-Verkehr werden aufgrund der längeren Trassenstrecke für die Variante II um wenige 100 t CO₂eq/a höhere Emissionen als für die Variante IV erwartet.
2. Die Lebenszyklusemissionen unterschieden sich hingegen nur geringfügig (um 2 t CO₂eq/a).
3. Die landnutzungsänderungsbedingten THG-Emissionen können aufgrund noch fehlender standardisierter Methoden (hier insbesondere Wertungsansätze für die landnutzungsspezifischen CO₂-Senkenfunktionen von Grünland-, Acker und Gehölzflächen) derzeit nicht belastbar quantifiziert und folglich auch nicht bilanziert werden. Daher kann auch keine umfänglich belastbare Aussage getroffen werden, welche der beiden Varianten in diesem Punkt insgesamt als besser oder schlechter einzuschätzen ist.

Orientierende Abschätzungen legen allerdings nahe, dass die Unterschiede der landnutzungsänderungsbedingten THG-Emissionen aufgrund der geringeren Größenordnung (~ 10 t CO₂eq/a) gegenüber den betriebsbedingten THG-Emissionen des Kfz-Verkehrs nicht sonderlich ins Gewicht fallen.

Hinsichtlich der Auswirkungen ihrer Landnutzungsänderungen auf die THG-Speicher und -Senken in Boden und Vegetation werden die Varianten II und IV daher zum derzeitigen Stand als indifferent und annähernd gleichwertig betrachtet.

In Bezugnahme auf die genannten Aspekte wird die als Vorzugsvariante gewählte Variante IV hinsichtlich des Einflusses auf die THG-Emissionen insgesamt als günstiger als die Variante II erachtet.

⁷ Der Ansatz bezieht sich auf das Jahr der Umwandlung und die mit der Landnutzungsänderung einhergehenden Änderung der ober- und unterirdischen Biomasse. In Folgejahren können durch Wachstumsprozesse Abweichungen auftreten.

6 Grundlagen, verwendete Literatur

Bei der Erstellung des Gutachtens wurden die folgenden Unterlagen verwendet:

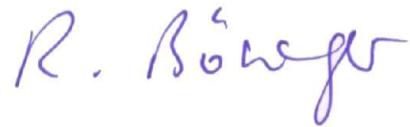
- [1] Ad-hoc-Arbeitspapier zur Berücksichtigung von großräumigen Klimawirkungen bei Straßenbauvorhaben, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln, Stand Dezember 2023.
- [2] Aktualisierung der Modelle TREMOD/TREMOD-MM für die Emissionsberichterstattung 2020 (Berichtsperiode 1990-2018), Berichtsteil „TREMODO“, ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, im Auftrag des Umweltbundesamtes, Juni 2020.
- [3] Anwendung der „Hinweise zur Berücksichtigung der großräumigen Klimawirkungen in der Vorhabenzulassung“ (ARS 03/2023) für den Bau oder die Änderung von Landesstraßen, Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg, 24.02.2023.
- [4] Besprechungstermin am 15.03.2024 mit dem Regierungspräsidium Stuttgart zum Vorprüfungsvermerk „Klimagutachten“ Nordumfahrung Frankenbach/ Neckargartach und Ausbau der L1100 Neckartalstraße.
- [5] Erläuterungsbericht Nordumfahrung Frankenbach/ Neckargartach und Ausbau der L1100 Neckartalstraße, ARGE Emch+Berger / IGB, Karlsruhe, Sep. 2023.
- [6] Handbuch Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs HBEFA, Version 4.2.2, Februar 2022, INFRAS Bern/Zürich, www.hbefa.net.
- [7] Hinweise zur Berücksichtigung der großräumigen Klimawirkungen in der Vorhabenzulassung, Bundesministerium für Digitales und Verkehr, Stand 16.12.2022, Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 03/2023.
- [8] Lage- und Höhenplan Nordumfahrung Frankenbach/ Neckargartach und Ausbau der L1100 Neckartalstraße, Stand April 2022, Emch+Berger GmbH, Karlsruhe, übergeben am 14.12.2022.
- [9] Landschaftspflegerischem Begleitplan (LBP) Nordumfahrung Frankenbach/ Neckargartach und Ausbau der L1100 Neckartalstraße, Gesellschaft für angewandte Ökologie und Umweltplanung mbH, Wiesloch, Sep. 2023.
- [10] Lufthygienische Untersuchung zum Bau der Verbindungsstraße „Nordumfahrung Frankenbach/Neckargartach“ und dem „Ausbau der Neckartalstraße“, Ingenieurbüro Rau, Heilbronn, Sep. 2023.
- [11] Richtlinie VDI 3782 Blatt 7: Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung – Luftbeimengungen. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, Mai 2020.
- [12] Schalltechnische Untersuchung Nordumfahrung Frankenbach/ Neckargartach und Ausbau der Neckartalstraße, SoundPLAN GmbH, Backnang, 26.05.2021.
- [13] TopPlus-Open © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2022), https://sg.geodatenzentrum.de/web_public/Datenquellen_TopPlus_Open.pdf, WMS-Server: http://sgx.geodatenzentrum.de/wms_topplus_web_open?

- [14] Variantenbetrachtung Landnutzung, Nordumfahrung Frankenbach/ Neckargartach und Ausbau der L1100 Neckartalstraße, Amt für Straßenwesen Heilbronn, E-Mails 27.07.2023 und 25.03.2024.
- [15] Verkehrsuntersuchung der Nordumfahrung Frankenbach/ Neckargartach, gevas humberg & partner, Ingenieurgesellschaft für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik mbH, München-Karlsruhe, April 2018.
- [16] Verkehrsuntersuchung der Nordumfahrung Frankenbach/ Neckargartach - Plausibilitätsbetrachtung für den Prognosehorizont 2035, gevas humberg & partner, Ingenieurgesellschaft für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik mbH, München-Karlsruhe, Juli 2021.
- [17] Verkehrsuntersuchung zur Verlängerung der Alexander-Baumann-Straße in Heilbronn - Bildung der Tagesverkehrsbelastungen für den Planfall 2 der Verkehrssimulation, gevas humberg & partner, Ingenieurgesellschaft für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik mbH, München-Karlsruhe, November 2019.
- [18] Umweltbundesamt (UBA), Gesellschaftliche Kosten von Umweltbelastungen, Online-Artikel, Stand 10.08.2023, zuletzt abgerufen am 03.05.2024.
<https://www.umweltbundesamt.de/daten/umweltwirtschaft/gesellschaftliche-kosten-von-umweltbelastungen>.
- [19] Methodenkonvention 3.1 zur Ermittlung von Umweltkosten – Kostensätze, Stand 12/2020, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Dezember 2020.
- [20] Verordnung des Finanzministeriums, des Umweltministeriums, des Verkehrsministeriums und des Ministeriums Ländlicher Raum zur Umsetzung des CO₂-Schattenpreises (CO₂-Schattenpreis-Verordnung – CO₂-SP-VO) vom 15. Februar 2023. GBl. 2023, 101.
- [21] Landnutzung, Bilanzierung der Flächen für die Varianten II und IV (zweispurig) aus der Vorplanung (2009) der „Nordumfahrung Frankenbach/Neckargartach“, GefaÖ – Gesellschaft für angewandte Ökologie und Umweltplanung mbH, Wiesloch, E-Mail vom 13.05.2024 und Telefonat vom 17.05.2024.
- [22] Landnutzung, Bilanzierung der Flächen für den aktuellen Feststellungsentwurf (dreispurige Variante IV, Stand 2024) der „Nordumfahrung Frankenbach/ Neckargartach“ sowie außerhalb liegende Kompensationsmaßnahmen, GefaÖ – Gesellschaft für angewandte Ökologie und Umweltplanung mbH, Wiesloch, E-Mails vom 19.07.2024 und 23.07.2024.
- [23] Versiegelungsflächen der Brückenbauwerke für die Vergleichsvarianten II und IV (2-spurig), Amt für Straßenwesen Heilbronn, E-Mail vom 19.07.2024.
- [24] Nettoneuversiegelung im Bereich der Ausbaustrecken für den Feststellungsentwurf (Variante IV, 3-spurig), GefaÖ – Gesellschaft für angewandte Ökologie und Umweltplanung mbH, Mail

- [25] Abstimmungsgespräch am 19.07.2024 mit dem Amt für Straßenwesen Heilbronn und GefaÖ – Gesellschaft für angewandte Ökologie und Umweltplanung mbH.
- [26] Bundeswaldinventur, Treibhausgasinventar (2017), Thünen-Institut, Braunschweig. <https://bwi.info/start.aspx> (abgerufen 16.07.2024)



M. Sc. Stefanie Zander
Projektbearbeitung



Dr. rer. nat. Rainer Bösing
Projektbearbeitung



M. Sc. Christian Plank
Qualitätssicherung