

Straßenbauverwaltung Freistaat Bayern

Straße / Abschnitt / Station: St 2315 / 100 / 0,000 bis 1,000

St 2315 / L 2310

Verlegung bei Collenberg (OT Kirschfurt) mit Neubau einer Mainbrücke

PROJIS-Nr.:

FESTSTELLUNGSENTWURF

Unterlage 19.4

- Fachbeitrag Klimaschutz -

Aufgestellt:

Staatliches Bauamt Aschaffenburg



S c h w a b, Ltd. Baudirektor
Aschaffenburg, den 08.09.2025

Inhaltsverzeichnis

Anlage 1 - Verkehr

Anlage 2 - Lebenszyklus

Anlage 3 - Landnutzungsänderungen

EMISSIONSBERECHNUNG

Abschätzung der verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen der Ortsumfahrung Kirschfurt

- Staatliches Bauamt Aschaffenburg-

Projekt Nr.: 29787_02

Datum: 07.05.2024

Ort: München

Version: Abgabe

IMPRESSUM

OBERMEYER Infrastruktur GmbH & Co. KG

Hansastraße 40

80686 München

Deutschland

Postfach 20 15 42

80015 München

Tel.: +49 89 5799-0

Fax: +49 89 5799-910

info@obermeyer-group.com

www.obermeyer-group.com

OBERMEYER Infrastruktur GmbH und Co.KG

© 2023 OBERMEYER Infrastruktur GmbH & Co. KG

Verantwortlich Dipl.-Ing Helmuth Ammerl

Redaktion M.Sc. Franziska Egger, Dipl.-Ing. Albrecht Sinz

Grafik M.Sc. Franziska Egger

Stand 07.05.2024

INHALTS VERZEICHNIS

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	4
TABELLENVERZEICHNIS	4
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	4
1. ANLASS UND AUFGABENSTELLUNG	5
2. METHODIK	6
2.1 Emissionsfaktoren gem. HBEFA 4.2	6
2.2 Ganglinien	7
3. BERECHNUNG DER CO₂-ÄQUIVALENTE	9
4. ERGEBNIS	11
5. QUELLEN	12

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Ganglinie Sammelstraße.....	7
Abbildung 2: Ganglinie Staatsstraße.....	8
Abbildung 3: Ganglinie Bundesstraße.....	8
Abbildung 4: Differenzplan Prognose Planfall , 2035 – Prognose Nullfall 2035 [Kfz/24h]	9
Abbildung 5: Schema Berechnung der CO ₂ -Äquivalenten.....	10

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Übersicht Ergebnis CO ₂ -Äquivalente [t/Jahr]	11
---	----

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

HBEFA	Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs
HVS	Hauptverkehrsstraße
LOS	Level of Service
PKW	Personenkraftwagen
PKW-E	PKW-Einheiten
SV	Schwerverkehr
THG	Treibhausgas
TTW	Tank-to-Wheel
WTT	Well-to-Tank
WTW	Well-to-Wheel

1. ANLASS UND AUFGABENSTELLUNG

Das Allgemeine Rundschreiben Straßenbau (ARS) Nr. 03/2023 [2] weist darauf hin, dass bei der Zulassung von Bundesfernstraßenprojekten die Belange des globalen Klimaschutzes zu beachten sind. Die Träger öffentlicher Aufgaben haben bei ihren Planungen und Entscheidungen die im Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) [1] zu seiner Erfüllung festgelegten Ziele zu berücksichtigen.

Die Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) hat im Dezember 2023 das „*Ad-hoc-Arbeitspapier zur Berücksichtigung von großräumigen Klimawirkungen bei Straßenbauvorhaben*“ (AP Klimaschutz Straße) veröffentlicht [7]. Ziel des Ad-hoc-Arbeitspapiers ist es, bis zu weitergehenden Regelungen eine vorläufige Hilfestellung zu geben, wie das globale Klima und Treibhausgasemissionen bei der Planung von Straßenbauvorhaben berücksichtigt werden können. Hierzu zählt vor allem eine praktikable Methode zur Bilanzierung der Treibhausgasemissionen (THG) des Vorhabens (CO₂-Äquivalente). Das AP Klimaschutz Straße, dessen Anwendung im Schreiben des Bayerischen Staatsministeriums für Wohnen, Bau und Verkehr vom Februar 2024 [8] empfohlen wird, stellt eine Präzisierung bzw. Weiterentwicklung der in der hierzu in der Vergangenheit entwickelten Verfahren (vgl. [3],[4],[5]) dar.

Die Quantifizierung der THG-Emissionen (CO₂-Äquivalente) des Sektors "Verkehr" erfolgt für die St 2315 Verlegung Collenberg – OT Kirschfurt anhand der im AP Klimaschutz Straße [7] beschriebenen Methodik. Maßgeblich ist dabei die durch die Planung ausgelöste Veränderung der THG-Emissionen des relevanten Straßennetzes (Differenz zwischen Prognose-Nullfall und dem Planfall mit Belastungen und Entlastungen). Untersucht werden deshalb:

- der Prognose-Nullfall 2035 als Basisfall und
- der Planfall 2035 mit unterstellter Realisierung der Ortsumfahrungstrasse

Die Belastung ist für das relevante „Untersuchungsnetz“ in CO₂-Äquivalenten pro Jahr (CO₂-eq/a) anzugeben.

2. METHODIK

Die „vor Ort“ freigesetzten verkehrsinduzierten THG-Emissionen resultieren aus der Verbrennung des zum Antrieb der Fahrzeuge eingesetzten Kraftstoffs (TTW- (Tank-To-Wheel) Emissionen aus den Verbrennungsvorgängen). Das AP Klimaschutz Straße [7] sieht außerdem die Berücksichtigung der „Vorketten-Emissionen“ für Elektrofahrzeuge und für Verbrennungskraftstoffe vor. Darunter sind die THG-Emissionen zu verstehen, die aus der Erzeugung und Bereitstellung der elektrischen Antriebsenergie bzw. der Kraftstoffe resultieren (WTT- (Well-To-Tank) Emissionen).

Die gesamten THG-Emissionen (WTW- (Well-To-Wheel) Emissionen) sind die Summe aus TTW- und WTT-Emissionen.

Eine Emissionsmodellierung benötigt insbesondere

- a) Angaben zum Verkehrsaufkommen: Verkehrsstärke DTV und Flottenzusammensetzung gem. Verkehrszählung oder Verkehrsprognose
- b) Angaben zur Verkehrsqualität: Die Verkehrsqualitätsstufe („Level-of-Service“ (LOS), z.B. „frei“, „dicht“, „gesättigt“ mit unterschiedlichen Stop + Go -Anteilen) hängt von der zeitlich wechselnden Auslastung der Straße und deren Leistungsfähigkeit (Kapazität) ab.
- c) zum spezifischen Emissionsverhalten der beteiligten Fahrzeuge (Emissionsfaktoren; siehe Abschnitt 2.1).

Die Gesamtemissionen einzelner Straßen oder eines gesamten Straßennetzes ergeben sich dann durch Summation der Emissionen aller Straßenabschnitte.

2.1 EMISSIONSFAKTOREN GEM. HBEFA 4.2

Die aktuellen Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs liegen in der Datenbank HBEFA 4.2 [6] vor, die im Auftrag der Umweltbehörden mehrerer europäischer Staaten (Deutschland, Österreich, Schweiz etc.) erstellt wurde. Diese umfangreiche Datenbank enthält ein Rechenmodul zur Bestimmung der Emissionsfaktoren verschiedener Schadstoffe für unterschiedliche Aggregationsstufen und unterschiedliche Bezugsjahre. Im HBEFA werden differenzierte Basisemissionsfaktoren für verschiedene Verkehrsqualitätsstufen, sogenannte „Level-of-Service“ (LOS) bereitgestellt. Emissionsfaktoren geben dabei die Masse Schadstoff an, die ein Fahrzeug unter bestimmten Randbedingungen pro zurückgelegte Strecke freisetzt (z.B. in g Schadstoff / Kfz-km).

Die TGH-Emissionen (TTW, WTT und Summenwert WTW) werden als CO₂-Äquivalente ausgewiesen. Dabei handelt es sich um einen gewichteten Summenwert der Kohlendioxid- (CO₂), der Distickstoff- (N₂O; „Lachgas“;) und der Methan- (CH₄) Emissionen.

Beim Export der Emissionsfaktoren wird das Aggregationsniveau „pro Fz-Kategorie“ gewählt. Die Emissionsfaktoren für die CO₂-Äquivalente werden für die zwei relevanten Fahrzeugkategorien Pkw und SNF (schwere Nutzfahrzeuge mit mindestens 3.5 t zulässiger Gesamtmasse) für alle im HBEFA definierten Verkehrssituationen ermittelt.

Eine Verkehrssituation wird dabei durch die folgenden Parameter definiert:

- Gebietstyp (ländlicher Raum oder Agglomeration),
- Straßentyp, wie z.B. Autobahn, Fern- / Bundesstraße, Hauptverkehrsstraße, Sammelstraße oder Erschließungsstraße,
- zulässige Höchstgeschwindigkeit,
- Verkehrszustand (flüssig, dicht, gesättigt, stop&go in zwei Stufen)

- der zulässigen Höchstgeschwindigkeit und
- unterschiedliche Längsneigungsklassen

Die Basis-Emissionsfaktoren einer Fahrzeug-Kategorie hängen wesentlich vom gewählten Bezugsjahr der Emissionsmodellierung ab, da sich der Flottenmix hinsichtlich Antriebsart und Emissionsstufe kontinuierlich ändert. Dem HBEFA sind umfangreiche landesspezifische Angaben zum gegenwärtigen / zukünftigen Flottenmix für die Jahre von 1990 bis 2050 hinterlegt.

Im konkreten Fall wird das Bezugsjahr 2035 (Prognosehorizont der Verkehrsuntersuchung) gewählt.

2.2 GANGLINIEN

Aus den im Jahr 2022 im Projektgebiet durchgeführten Verkehrszählungen wurden Ganglinien für die Straßenkategorien Sammelstraße, Staatsstraße und Landestraße ermittelt. Diese Verkehrsganglinien sind in den Abbildung 1 bis Abbildung 3 dargestellt. Anhand dieser Ganglinien wird das prognostizierte Verkehrsaufkommen stundenfein zeitlich aufgelöst. Die zugehörige Verkehrsqualitätsstufe ergibt sich z.B. nach dem in [9], Abschnitt 2.2, beschrieben Kapazitätsmodell aus dem stündlichen Verkehrsaufkommen und der Kapazität der Straße. Die Kapazität einer Straße wird insbesondere vom Straßentyp, der Anzahl der Fahrstreifen pro Richtung und der zulässigen Höchstgeschwindigkeit bestimmt.

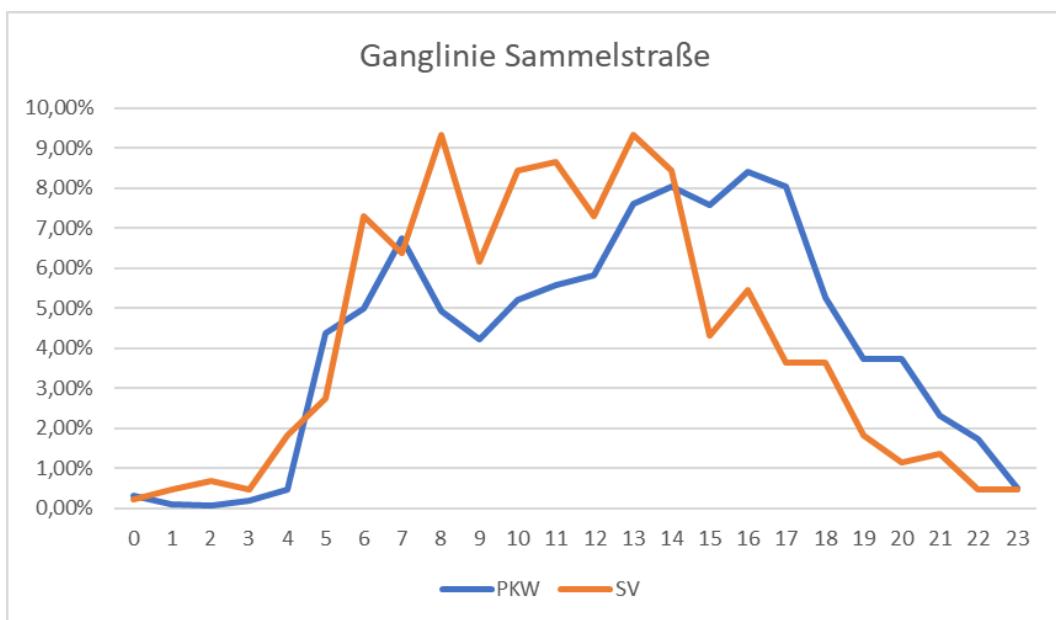


Abbildung 1: Ganglinie Sammelstraße

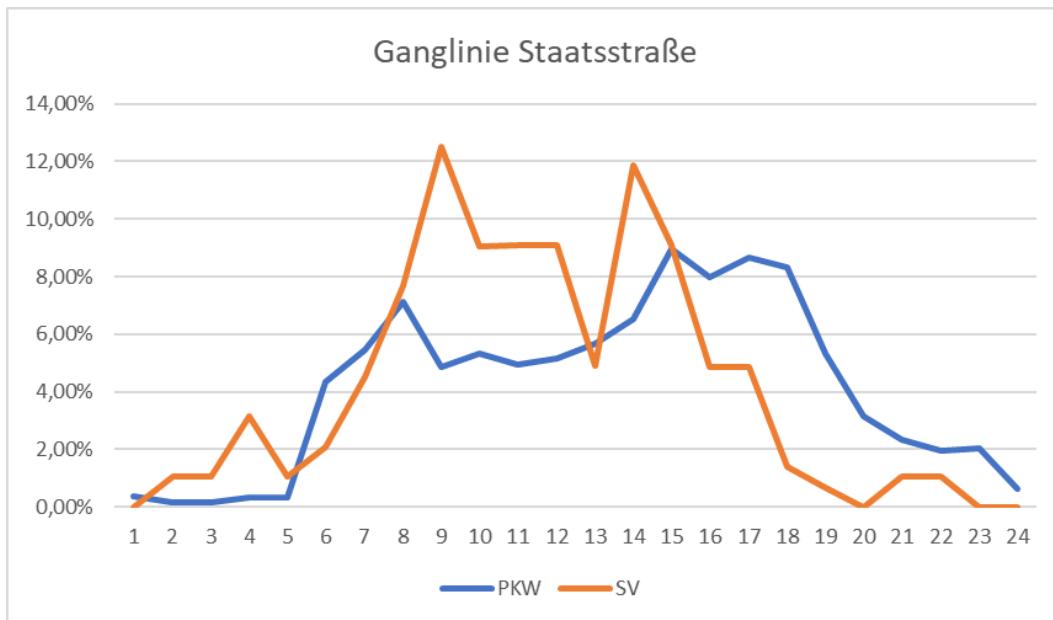


Abbildung 2: Ganglinie Staatsstraße

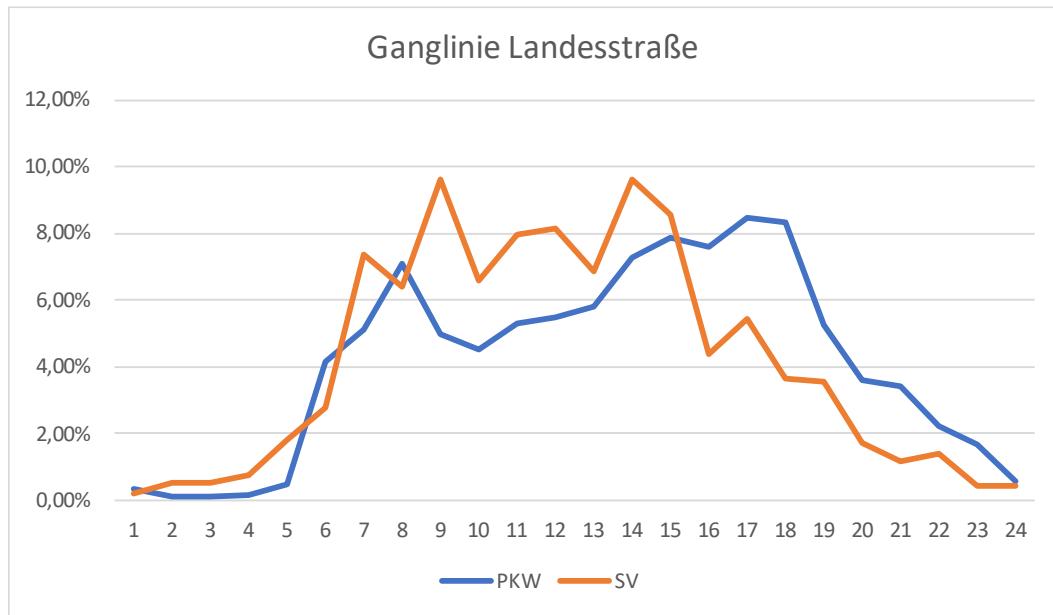


Abbildung 3: Ganglinie Bundesstraße

3. BERECHNUNG DER CO₂-ÄQUIVALENTE

In Abbildung 5 ist das Schema der hier durchgeführten Berechnung zur Ermittlung der CO₂-Äquivalente dargestellt. Aus dem makroskopischen Verkehrsmodell werden die Strecke mit den Attributen Verkehrsbelastung PKW / SV, Streckenlängen, Anzahl der Fahrstreifen und zul. Geschwindigkeiten ausgelesen. Zuvor wurden zudem im Modell die Klassifikationen außer-/innerorts und Straßenkategorie händisch als benutzerdefinierte Attribute für den Nullfall und den Planfall eingepflegt. Betrachtet wird nur das Streckennetz, das im Differenzplan Planfall zu Nullfall 2035 in Abbildung 4 dargestellt ist.



Abbildung 4: Differenzplan Prognose Planfall 2035 – Prognose Nullfall 2035 [Kfz/24h]

Auf Basis der zugewiesenen Straßenkategorien können die entsprechenden Ganglinien (getrennt für PKW und SV) und Kapazitäten pro Strecke zugewiesen werden.

Die Ganglinie der entsprechenden Straßenkategorie wird auf das Verkehrsaufkommen aus dem Verkehrsmodell angewandt. Anhand der zugehörigen Straßenkapazitäten und Fahrstreifenanzahl kann dann das entsprechende LOS (flüssig, dicht, gesättigt, stop&go in zwei Stufen) stundenscharf bestimmt werden.

Anschließend kann der Emissionsfaktor WTW aus den beschriebenen Parametern pro Strecke aus der HBEFA 4.2 ermittelt werden. Aus diesem Emissionsfaktor kann wiederum mit der Verkehrsbelastung und der Streckenlänge die CO₂-Äquivalente pro Strecke ermittelt werden. Final

wird für Nullfall und die Planfall die CO₂-Äquivalente über alle Strecken aggregiert. Das Ergebnis ist die CO₂-Äquivalente WTW in Tonnen pro Jahr.

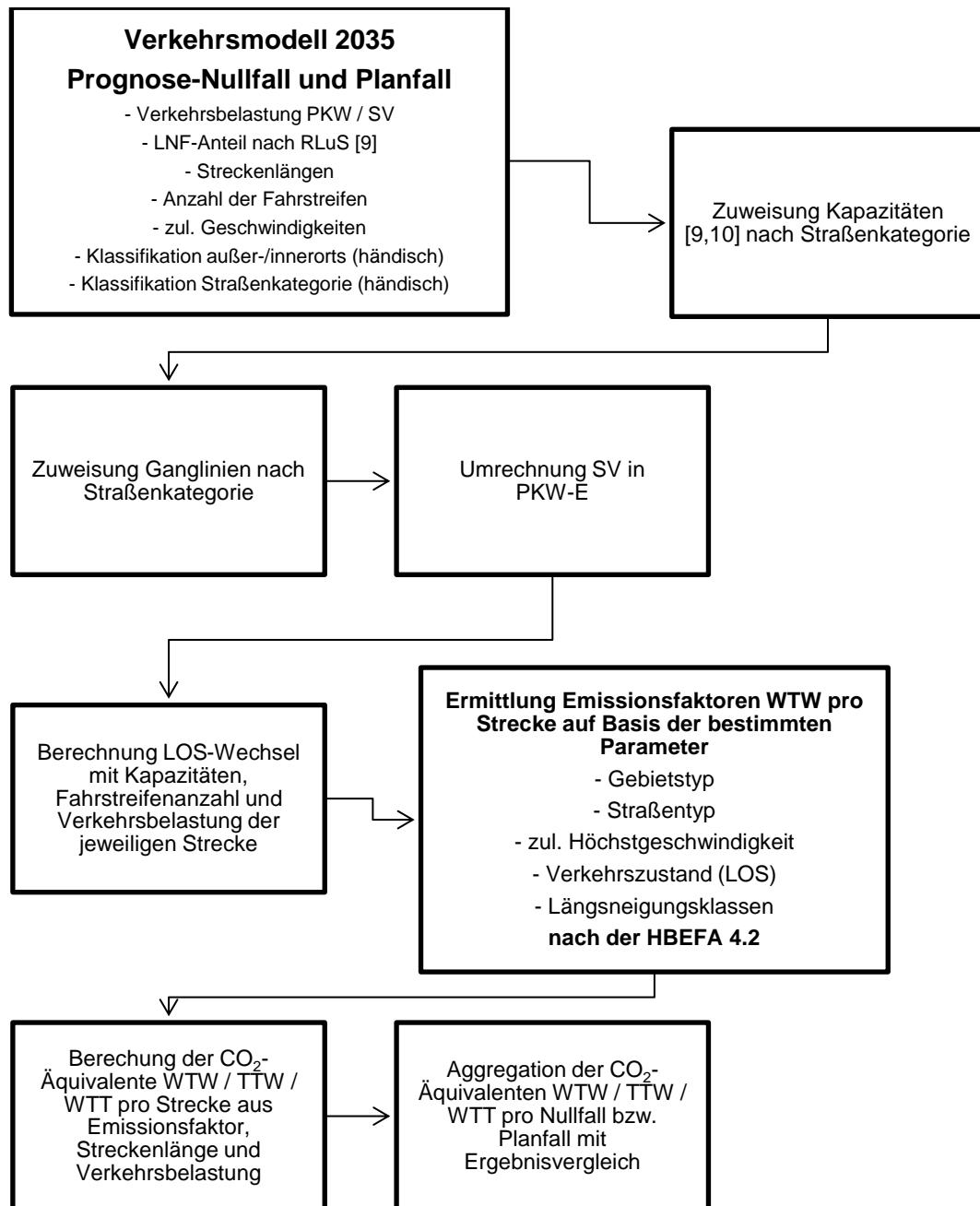


Abbildung 5: Schema Berechnung der CO₂-Äquivalente

4. ERGEBNIS

In folgender Tabelle ist das Ergebnis der CO₂-Äquivalente [t/Jahr] für Nullfall und Planfall im Vergleich dargestellt: die Differenz zwischen Nullfall und Planfall sind hinsichtlich der ausgestoßenen CO₂-Äquivalente [t/Jahr] ist als geringfügig bis gleichbleibend einzustufen – im Planfall werden ca. 2,1 t CO₂-Äquivalente im Jahr weniger durch den KFZ-Verkehr ausgestoßen. Dies ist durch die Verstetigung des Verkehrsflusses und die geringere zu fahrende Streckenlänge erklärbar. Zum Vergleich: im Jahr 2021 betrugen laut Statistischem Bundesamt die THG-Emissionen pro Einwohner in Deutschland 9,4 t CO₂-Äquivalente.

Tabelle 1: Übersicht Ergebnis CO₂-Äquivalente [t/Jahr]

CO ₂ -Äquivalente [t/Jahr]									Prozentuale Änderung Planfall zu Nullfall WTW	
Nullfall			Planfall			Differenz Planfall zu Nullfall				
WTT	TTW	WTW	WTT	TTW	WTW	WTT	TTW	WTW		
943	2634	3577	941	2634	3575	-1,8	-0,2	-2,1	0,06%	

i.V. Dipl.-Ing. Helmuth Ammerl
 Leiter Institut für Verkehrsplanung /-technik

5. QUELLEN

- [1] Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) vom 12.12.2019 geändert durch Art. 1 G v. 18.8.2021 I 3905.
- [2] Bundesministerium für Digitales und Verkehr: Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 03/2023 – Sachgebiet Nr. 12.0: Umweltschutz; Allgemeines. Betreff: Hinweise zur Berücksichtigung der großräumigen Klimawirkungen in der Vorhabenzulassung. Aktenzeichen: StB 13/7147.2/07/3729150. Bonn, 25.01.2023.
- [3] Bundesministerium für Digitales und Verkehr: Hinweise zur Berücksichtigung der großräumigen Klimawirkungen in der Vorhabenzulassung. Stand: 16.12.2022.
- [4] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Auftraggeber): Methodenhandbuch zum Bundesverkehrswegeplan 2030 (FE-Projekt-Nr.: 97.358/2015). Entwurfsfassung, 08.03.2016.
- [5] Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr: Methodenpapier zur Berücksichtigung des globalen Klimas bei der Straßenplanung in Bayern. Stand: September 2022.
- [6] INFRAS: Handbuch der Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs 4.2 – HBEFA 4.2 (Stand Februar 2022). Datenbankprogramm und Kurzanleitung.
- [7] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrsweisen – FGSV. Arbeitsgruppe Straßenentwurf: Ad-hoc-Arbeitspapier zur Berücksichtigung von großräumigen Klimawirkungen bei Straßenbauvorhaben. Stand Dezember 2023
- [8] Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr: Berücksichtigung des globalen Klimas bei der Straßenplanung; Ad-hoc-Arbeitspapier der FGSV zur Berücksichtigung von großräumigen Klimawirkungen bei Straßenbauvorhaben (AP Klimaschutz Straße). StMB-41.2-4380-2-1-4. München, 07.02.2024.
- [9] Bundesanstalt für Straßenwesen – BASt: Fortschreibung RLuS – Forschungsprojekt 02.0375. Stand 2023
- [10] IVU Umwelt GmbH: IMMIS em/luft/lärm (Stand Juni 2021). Handbuch zur Version 8.
- [11] Statistisches Bundesamt: <https://www.destatis.de/Europa/DE/Staat/EU-Staaten/Deutschland.html>, aufgerufen am 20.06.2023

Anlage 2 - Lebenszyklus

Prognose der THG-Emissionen aus dem Lebenszyklus einer Maßnahme

Die spezifischen THG-Emissionen über den gesamten Lebenszyklus können mit Hilfe des AP Klimaschutz Straße, Tabelle 5 abgeschätzt werden. Diese werden über Durchschnittswerte in Abhängigkeit der Streckenkategorie berücksichtigt, die die Ersatzinvestitionen, die Restinvestitionen, die Streckenunterhaltung und den Betrieb beinhalten. Unter Einbeziehung der jeweiligen Flächen, ermitteln sich daraus die CO₂-Äquivalente pro m² Straßenfläche und Jahr. Da es sich vorliegend um eine einbahnig zweistreifige Landes-/Staatsstraße handelt, werden die THG-Emissionen mit 4,6 kg CO₂-eq/(m² • a) für Bundesstraßen abgeschätzt. Für die Bauwerke 01 und 02 wird jeweils ein Aufschlag der THG-Emissionen mit 12,6 kg CO₂-eq/(m² • a) berücksichtigt. In Summe ergeben sich für das vorliegende Vorhaben 145.550 kg CO₂-eq pro Jahr (Tabelle 1) für den Sektor Industrie.

Tabelle 1: Ermittlung der spezifischen THG-Emissionen in kg CO₂-eq/a für den Lebenszyklus

Flächentyp	Flächengröße	Spezifische THG-Emissionen	CO2-Äquivalent
	[m ²]	[kg CO ₂ -eq/(m ² • a)]	[kg CO ₂ -eq/a]
Straßenverkehrsflächen, befestigte Bankette (WSG), Mittelinseln	Σ 18.846	4,6	86.692
Brückenflächen BW1 und BW2 (Straßenverkehrsflächen, Brückenkappen)	Σ 3.422	17,2	58.858
Summe:			145.550

Klimaschutz – Betrachtung der klimawirksamen Landnutzungsänderungen

Ermittlung und Beschreibung der THG-Emissionen durch den Vorhabenträger Teil: Landnutzungsbedingte THG-Emissionen

1	Methodisches Vorgehen	2
2	Beschreibung und Betroffenheit der besonders klimarelevanten Biotope und Böden	2
3	Gegenüberstellung von negativen THG-Effekten durch Eingriff mit positiven THG-Effekten durch Kompensationsmaßnahmen	8
4	Quellen	9

Tabellen

Tabelle 1:	Übersicht der betroffenen Landnutzungen -Teil Vegetation - und deren Bewertung als Kohlendioxidspeicher	3
Tabelle 2:	Übersicht der geplanten Landnutzungen der Ausgleichsflächen - Teil Vegetation	4
Tabelle 3:	Übersicht der betroffenen Landnutzungen -Teil Boden - und deren Bewertung als Kohlendioxidspeicher	5
Tabelle 4:	Bilanzierung der Emissionen aus dem Sektor Landnutzung / Landnutzungsänderungen – Eingriff und Kompensation incl. Begrünung der Straßennebenflächen	8

Abbildungen

Abbildung 1:	Bodentypen auf Flächen in Bayern und südlich des Main auf Flächen in Baden-Württemberg mit Darstellung der geplanten Straße und den geplanten Ausgleichsflächen (blaue Umgrenzungen), Quelle: Umweltatlas Bayern, LGRB Baden-Württemberg	6
Abbildung 2:	Bodentypen auf Flächen in Baden-Württemberg mit Darstellung des geplanten Retentionsausgleichs (rote Umgrenzung) und der geplanten Ausgleichsflächen (blaue Umgrenzungen), Quelle: LGRB Baden-Württemberg	7

Klimaschutz – Betrachtung der klimawirksamen Landnutzungsänderungen

Ermittlung und Beschreibung der THG-Emissionen durch den Vorhabenträger

Teil: Landnutzungsbedingte THG-Emissionen

1 Methodisches Vorgehen

Die Ermittlung der landnutzungsbedingten THG-Emissionen erfolgt verbal-qualitativ, unter Betrachtung vorhabenbedingter Flächeninanspruchnahmen.

Mit Schreiben vom 07.02.2024 hat das StMB das Ad-hoc-Arbeitspapier der FGSV zur Berücksichtigung von großräumigen Klimawirkungen bei Straßenbauvorhaben (AP Klimaschutz Straße) als vorläufige Hilfestellung bekannt gegeben. Das AP Klimaschutz Straße ersetzt das Methodenpapier Bayern ("Methodenpapier zur Berücksichtigung des globalen Klimas bei der Straßenplanung in Bayern" (KORTEMEIER BROKMANN 2022). Ob die am 11.05.2023 eingeführten Hinweise des BMDV, die nicht im Widerspruch zum Arbeitspapier stehen, weiterhin Gültigkeit haben, ist noch nicht entschieden.

Nach dem Ad-hoc-Arbeitspapier zur Berücksichtigung von großräumigen Klimawirkungen bei Straßenbauvorhaben (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrs-wesen, Arbeitsgruppe Straßenentwurf 2023), wonach im Gegensatz zur Abschätzung der THG-Effekte für die Teilespekte Verkehrsemissionen und Lebenszyklusemissio-nen konkrete Emissionsmengen in t CO₂-eq quantifiziert werden können, erfolgt die Abschätzung für den Teilespekt Landnutzungsänderung bzw. Boden und Biotope un-ter Berücksichtigung der jeweiligen qualitativen Funktionsausprägungen und flächen-mäßigen Betroffenheiten in ha oder m².

Folgende Faktoren werden bei der vorhabenbedingten Inanspruchnahme und bei der Neuanlage berücksichtigt:

1. Betroffenheit von Vegetation / Biotopen in ihrer Funktion für die Bindung von Kohlenstoffvorräten in der lebenden Biomasse
2. Betroffenheit von Böden in ihrer Funktion für die langfristige Bindung von Kohlenstoffvorräten.

Das Ad-hoc-Arbeitspapier verweist bei der Abschätzung der THG-relevanten Effekte von Straßenbauvorhaben auf die im ARS 03/2023 („Hinweise zur Berücksichtigung der großräumigen Klimawirkungen in der Vorhabenzulassung“, BMDV 2022) enthal-tenen Hinweise.

2 Beschreibung und Betroffenheit der besonders klimarelevanten Bio-topo und Böden

Nach den „Hinweisen zur Berücksichtigung der großräumigen Klimawirkungen in der Vorhabenzulassung“ (BMDV 2022) „ist von einer Bilanzierung der Biomasse von Wäl-dern und anderen gehölzdominierten Biotopen in Übereinstimmung mit der Handrei-chung zur BKompV abzusehen, da diese abhängig vom Standort stark variieren“

Qualitative Aussagen zur Fähigkeit eines Biotops bzw. eines Biotoptyps, Kohlenstoff in seiner lebenden Biomasse zu binden, erfolgen nach Recherche auf Seiten des Umweltbundesamtes (UBA, „Emissionen der Landnutzung, -änderung und Forstwirt-schaft 2023“), der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA).

Nach der Veröffentlichung des UBA gehören Waldökosysteme neben Meeren und Böden zu den größten globalen Kohlenstoffspeichern. Bedingt durch einen höheren Biomassezuwachs wirken insbesondere boreale Wälder in der nördlichen Hemisphäre als Kohlendioxid-Senken (UBA).

In Anlehnung an das Methodenpapier zur Berücksichtigung des globalen Klimas bei der Straßenplanung in Bayern (2022) für die Modellierung von Treibhausgas-Emissionen aus Landnutzungsänderung auf nationaler Ebene werden Flächen in die Kategorien Wald, Acker- sowie Grünland, Feuchtgebiete, Siedlungen und Flächen anderer Nutzung unterteilt. Aus deren Charakterisierung wiederum kann qualitativ auf die jeweilige Bedeutung als Kohlenstoff-Senke geschlossen werden.

Für die Betrachtung der vorhabenbedingt betroffenen Landnutzungen werden Gruppen gebildet und Wertstufen zugeordnet. Die Ermittlung der von Landnutzungen unterschiedlicher Bedeutung im Hinblick auf die Funktion als Kohlendioxidspeicher erfolgt anhand der für den landschaftspflegerischen Begleitplan (LBP, Unterlage 19.0f) erfassten Biotoptypen, die den Landnutzungstypen zugeordnet werden. Die Inanspruchnahme der Biotoptypen wiederum wird der Eingriffsermittlung des LBP entnommen (Unterlage 9.4).

Tabelle 1: Übersicht der betroffenen Landnutzungen -Teil Vegetation - und deren Bewertung als Kohlendioxidspeicher

Land-nut-zung	Zugeordneter Biotoptyp		Inan-spruch-nahe-dauerhaft (ha)	hier von Versiege-lung (ha)	hier von Überbau-ung (ha)
Wald	-	-			
Grün-land mit Gehölz-be-wuchs (Streu-obst, Hecken etc.)	B112	Mesophiles Gebüsche / Hecken (z.B. mit Schlehe, Weißdorn, Hasel)	1,71	0,66	1,05
	B212	Feldgehölze mit überwiegend einheimischen, standortgerechten Arten, mittlere Ausprägung			
	B312	Einzelbäume / Baumreihen / Baumgruppen mit überwiegend einheimischen, standortgerechten Arten (inkl. Alleen), mittlere Ausprägung			
	B412	Streuobstbestände im Komplex mit Äckern ohne oder mit standorttypischer Segetalvegetation, mittl. Ausprägung			
	B432	Streuobstbestände im Komplex mit intensiv bis extensiv genutztem Grünland, mittlere Ausprägung			
	B54	Gehölzplantagen, brachgefallen			
Grün-land	G211	Mäßig extensiv genutztes, artenarmes Grünland	2,76	0,87	1,89
	G212	Mäßig extensiv genutztes, artenreiches Grünland (z. B. Glatt-/ Goldhaferwiesen oder Weiden)			
	G214	Artenreiches Extensivgrünland (z. B. magere Glatt-/ Goldhaferwiesen oder Magerweiden) (extensiv genutzt)			
	G215	Mäßig extensiv bis extensiv genutztes Grünland, brachgefallen (mehrjährig brachgefallene Bestände mit einem hohen Anteil an Brachezeigern, Verbuschung < 50 %)			
	K131	Artenreiche Säume und Staudenfluren trocken-warmer Standorte			
	G4	Tritt- und Parkrasen (mit hoher Schnittfrequenz und/oder Trittbelastrung)			
	V51	Grünflächen und Gehölzbestände junger bis mittlerer Ausprägung entlang von Verkehrsflächen			
Acker	A11	Intensiv bewirtschaftete Äcker ohne oder mit stark verarmter Segetalvegetation	3,47	1,25	2,23

Land-nut-zung	Zugeordneter Biotoptyp		Inan-spruch-nahme dauerhaft (ha)	hier von Versiege-lung (ha)	hier von Überbau-ung (ha)
Sied-lung / Verkehr	V11	Verkehrsflächen des Straßen- und Flugverkehrs, ver-siegelt	n.e.	n.e	n.e
	V22	Gleisanlagen und Zwischengleisflächen, geschottert			
	V31	Rad-/Fußwege und Wirtschaftswege, versiegelt			
	V32	Rad-/Fußwege und Wirtschaftswege, befestigt			
	V331	Rad-/Fußwege und Wirtschaftswege, unbefestigt, nicht bewachsen			
	X132	Einzelgebäude im Außenbereich			

Im Zuge der Herstellung der Ortsumgehung mit der versiegelten Fahrbahn, den begrünbaren Nebenflächen sowie den vorgesehenen Ausgleichsmaßnahmen entstehen Flächen, die in unterschiedlichem Ausmaß wiederum Kohlendioxid in ihrer lebenden Biomasse binden. Die entstehenden Landnutzungstypen werden analog zur Vorgehensweise bei der Bewertung der Inanspruchnahme eingeteilt. Als Datengrundlage dienen die im Rahmen des LBP durchgeföhrten Ermittlungen.

Über die geplanten Nutzungen im Trassenbereich hinaus sind zur Kompensation erheblicher Beeinträchtigungen von Naturhaushalt und Landschaft Ausgleichsmaßnahmen vorgesehen, mit deren Herstellung und Entwicklung fallweise das Speichervermögen für Kohlendioxid von Vegetation erhöht wird.

Bezogen auf die Verhältnisse im Untersuchungsgebiet gelten als geeignete Maßnahmen

- Die Umwandlung von Acker in Grünland
- Die Neugründung von Wald
- Generell eine Extensivierung der Nutzung auf land- und forstwirtschaftlichen Flächen

Die geplanten Landnutzungen der Ausgleichsflächen mit relevanter Nutzungsänderung im Hinblick auf die Funktion als Kohlendioxidspeicher sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Übersicht der geplanten Landnutzungen der Ausgleichsflächen - Teil Vegetation

Aktuelle Nutzung	Geplante Nutzung	Umfang (ha)
Acker	Extensives Grünland (12 A _{CEF} , 13 A _{CEF} , 14.6 A, 15.4 A, 16.4 A, 17 A, 18 A, 19 A, 20 A, 21A, 23A, 28 A, 29 A)	5,27
	Mäßig artenreiche Säume und Staudenfluren (10 A _{CEF} , 11,1 A _{CEF} , 11.3 A _{CEF} , 12 A _{CEF} , 13 A _{CEF} , 14.6 A, 14.7 A, 15.4 A, 16.4 A)	1,95
	Streuobst auf extensivem Grünland, Hecken, Gebüsche und Einzelbäume (14.6 A, 14.7 A, 15.4 A, 16.4 A)	0,68

Zu 2.

Im Boden wird Kohlenstoff langfristig durch sog. Humifizierungsprozesse eingebaut. Global ist etwa fünfmal mehr Kohlenstoff im Boden gespeichert als in der Vegetation.

Anhaltspunkte über die Funktion der Böden als Kohlenstoffsenke liefern die Angaben im Internetangebot des Landesamts für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg (LGRB). Anhand der für beide Bundesländer vorliegenden Informationen zu Bodentypen und -gesellschaften können durch Analogieschlüsse die Angaben

zur Funktion der Böden als Kohlenstoffsenke auch auf die Böden in Bayern übertragen werden. Aufgrund der lediglich qualitativen Angaben unter Verzicht auf die Nennung konkreter Kohlenstoffgehalte erscheint die gewählte Vorgehensweise vertretbar.

Die Vorräte an Kohlenstoff (Corg) werden für Oberboden, für die Bodenschichten bis 30 cm unter Flur, bis 70 cm unter Flur und bis 100 cm unter Flur jeweils unterschieden dargestellt.

Bei den vom Bau der St2315 beanspruchten Flächen kann davon ausgegangen werden, dass zur Herstellung eines tragfähigen Untergrunds Boden in mindestens 1 Meter Tiefe abgegraben wird – unabhängig von Damm-, Gleich- oder Einschnittslage der Trasse. Deshalb werden die Informationen für Bodenschichten bis 100 cm unter Flur der Betrachtung zugrunde gelegt.

Die Einstufungen der betroffenen Bodentypen in Tabelle 3 zeigt, dass sowohl auf Flächen in Bayern als auch auf Seite Baden-Württemberg keine Böden mit besonderer Funktionsausprägung im Hinblick auf eine Kohlenstoffsenke vorhanden sind. Die Funktion als Kohlenstoffsenke wird als mittel bzw. gering – mittel eingeschätzt.

Tabelle 3: Übersicht der betroffenen Landnutzungen -Teil Boden - und deren Bewertung als Kohlendioxidspeicher

Bodentypen, -gesellschaften		Corg-Gehalte bzw. Corg-Vorräte	
Bayerische Seite (Quelle: Umweltatlas Bayern- www.umweltatlas.bayern.de/)		Oberboden	Boden (Horizonte aggregiert)
4c	Überwiegend Parabraunerde, verbreitet Braunerde aus Schluff bis Schluffton (Lösslehm) über Carbonatschluff (Löss)	gering-mittel	gering-mittel
22d	Vorherrschend Braunerde (podsolig), gering verbreitet Podsol- Braunerde aus (kiesführendem) Sand bis Sandlehm (Terrassenablagerung), gering verbreitet mit Flugsanddecke	gering-mittel	mittel
89a	Fast ausschließlich kalkhaltige Vega, selten kalkhaltige Gley-Vega aus (skelettführendem) Carbonatschluff bis -lehm, selten aus Carbonatsand (Auensediment)	gering	mittel
Baden-Württembergische Seite (Quelle LGRB - https://maps.lgrb-bw.de/)			
D10	Podsol-Braunerde und podsolige Braunerde aus Hangschutt	gering-mittel	gering-mittel
D85	Braunerde mit Bändern aus	gering-mittel	mittel
D86	Parabraunerde und lessivierte Braunerde aus löss -lehmhaltiger Fließerde oder lehmigem Hangschutt	gering-mittel	gering-mittel
D90	Auengley-Brauner Auenboden und Brauner Auenboden mit Vergleyung im nahen Untergrund, beide kalkreich, aus Auenlehm	gering	mittel

Die Auswirkungen der Planung auf die Funktion der Böden wird wie folgt beurteilt:

Unter künftig versiegelten Flächen ist von einem vollständigen Verlust der Kohlenstoffspeicherfunktion auszugehen.

Auf den künftig offenen und begrünten Nebenflächen der Straße wird die Speicherfunktion der Böden als nicht erheblich verändert eingeschätzt.

Die Veränderung der Speicherfunktion der Böden unter den geplanten Kompensationsmaßnahmen wird gleichfalls als nicht erheblich eingeschätzt. Die durchweg

mineralischen Bodenbildungen weisen diesbezüglich kein Potenzial auf – vergleichbar mit organischen Böden, die durch Wiedervernässung aufgewertet werden können.

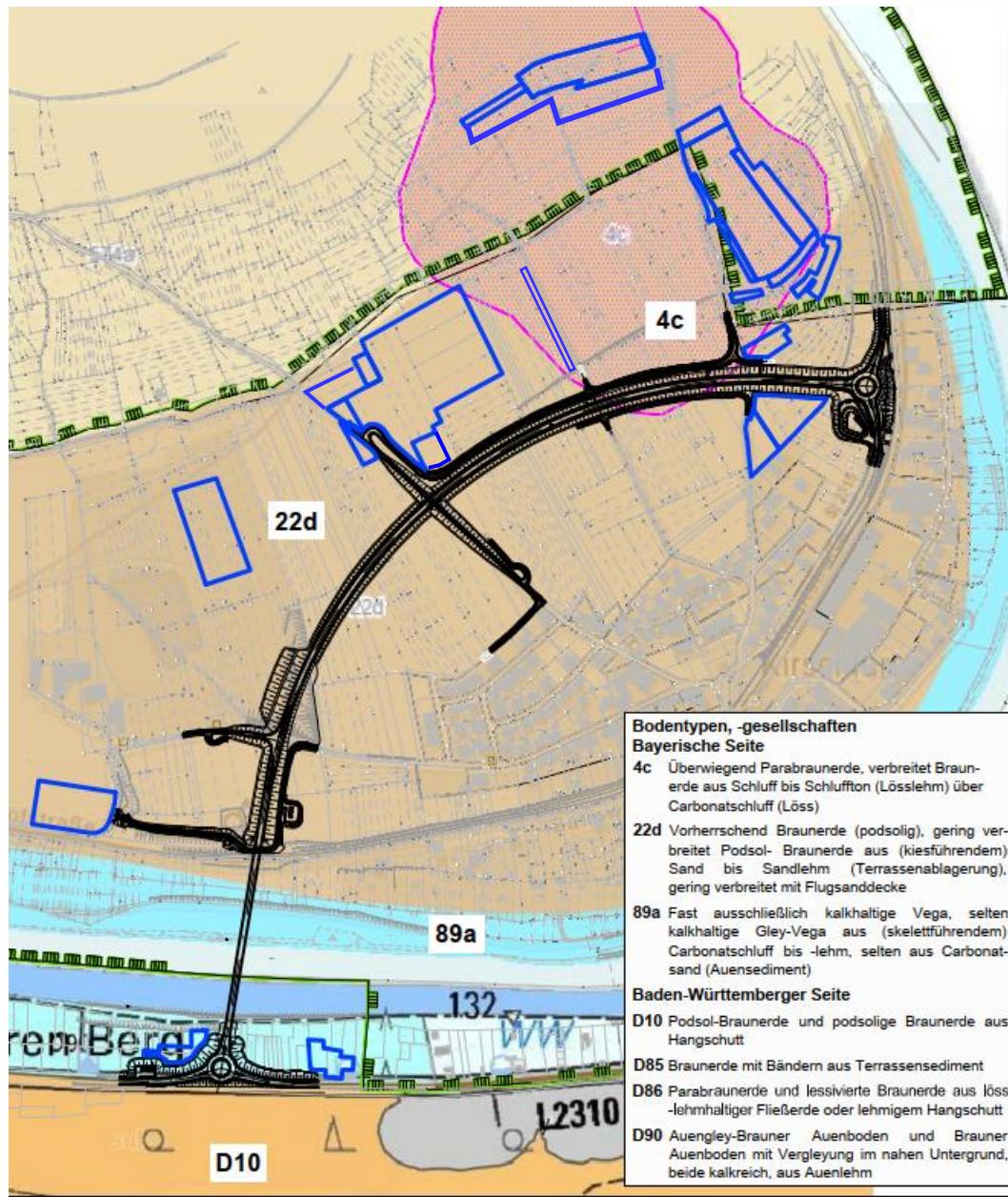


Abbildung 1: Bodentypen auf Flächen in Bayern und südlich des Main auf Flächen in Baden-Württemberg mit Darstellung der geplanten Straße und den geplanten Ausgleichsflächen (blaue Umgrenzungen), Quelle: Umweltatlas Bayern, LGRB Baden-Württemberg

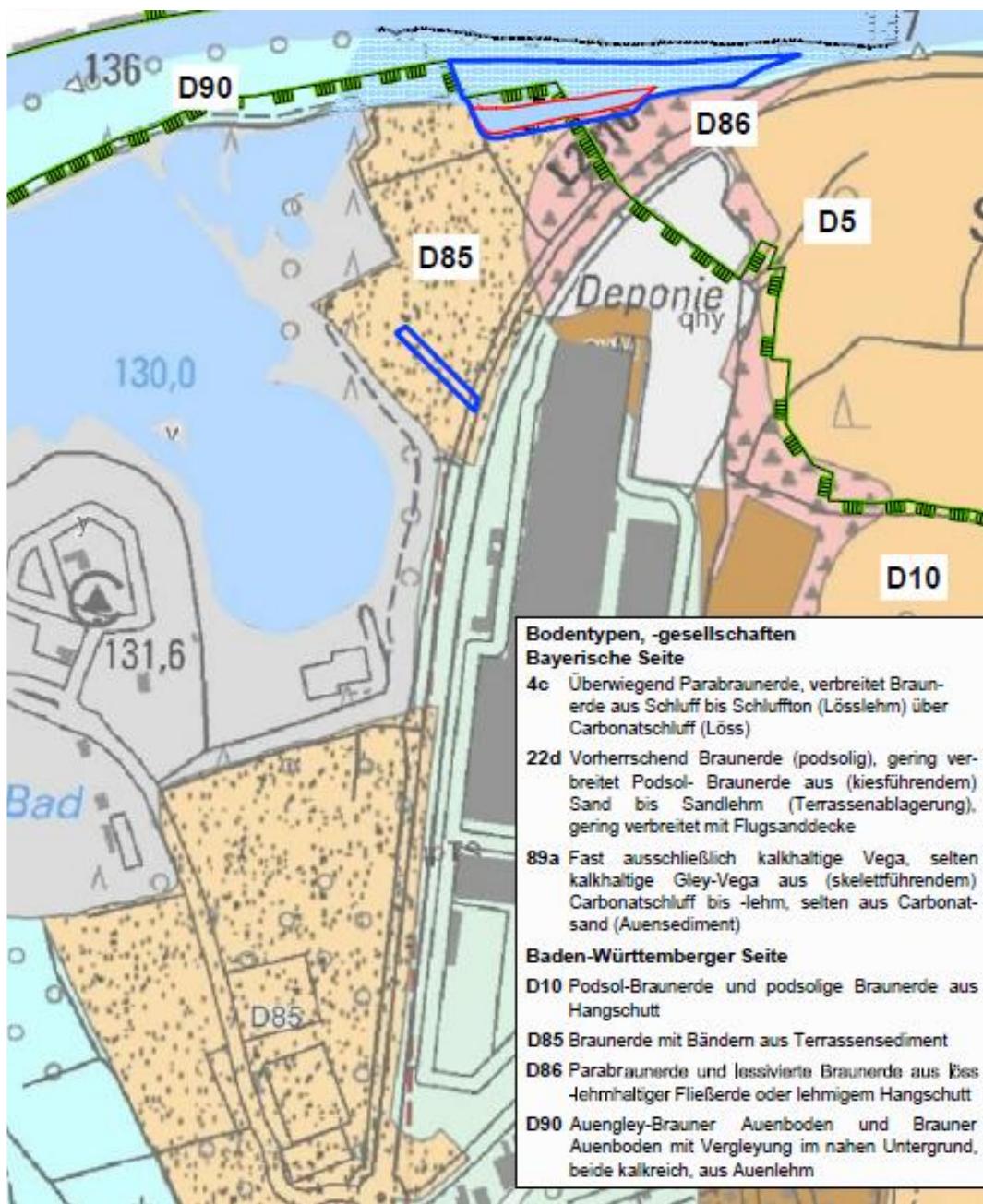


Abbildung 2: Bodentypen auf Flächen in Baden-Württemberg mit Darstellung des geplanten Retentionsausgleichs (rote Umgrenzung) und der geplanten Ausgleichsflächen (blaue Umgrenzungen), Quelle: LGRB Baden-Württemberg

3 Gegenüberstellung von negativen THG-Effekten durch Eingriff mit positiven THG-Effekten durch Kompensationsmaßnahmen

In Tabelle 4 ist die numerische Gegenüberstellung der ermittelten Landnutzungsänderungen mit Relevanz im Hinblick auf die Funktion für die Speicherung von Kohlenstoff dargestellt.

Tabelle 4: Bilanzierung der Emissionen aus dem Sektor Landnutzung / Landnutzungsänderungen – Eingriff und Kompensation incl. Begrünung der Straßennebenflächen

Landnutzung	St 2315 / L2310 Ortsumgehung Collenburg, OT Kirschfurt	
	Eingriff (ha)	Kompensation (ha)
Böden mit mittlerer und geringer – mittlerer Funktionsausprägung	2,87*	0,18**
Gehölze	1,71	0,68
Grünland	2,76	7,22
	7,34	8,08

* Versiegelung, ** Entsiegelung

Nicht eingerechnet sind die geplanten Grünflächen auf den Nebenflächen der Ortsumgehung, die im Bestand als Acker genutzt werden.

Die Gegenüberstellung zeigt auf der Kompensationsseite einen höheren Betrag als auf der Eingriffsseite.

4**Quellen**

- Ad-hoc-Arbeitspapier zur Berücksichtigung von großräumigen Klimawirkungen bei Straßenbauvorhaben Stand Dezember 2023, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Straßenentwurf
- Auswirkungen natürlicher Waldentwicklung auf Kohlenstoffspeicherung und Biodiversität (natWald100), Forschungsvorhaben des Waldklimafonds (Förderkennzeichen 2218WK31A4)
- Emissionen der Landnutzung, -änderung und Forstwirtschaft (Umweltbundesamt, abgefragt unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland/emissionen-der-landnutzung-aenderung#bedeutung-von-landnutzung-und-forstwirtschaft>)
- Hinweise zur Berücksichtigung der großräumigen Klimawirkungen in der Vorhabenzulassung, Bundesministerium für Digitales und Verkehr (2022),
- Kortemeier Brokmann, Landschaftsarchitekten GmbH
Methodenpapier zur Berücksichtigung des globalen Klimas bei der Straßenplanung in Bayern (2022) im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Wohnen, Bau und Verkehr
- Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB): Corg-Vorräte der Böden in Baden-Württemberg (Kartenviewer unter <https://maps.lgrb-bw.de/>)