

UVP-Bericht
Anhang 1nf: großräumige Klimawirkung

Inhalt

1	Grundlagen	2
1.1	Rechtliche Grundlagen	2
1.2	Planerische Grundlagen	2
2	Methodik der Ermittlung der THG-Emissionen.....	4
2.1	THG-Lebenszyklusemissionen	5
2.2	verkehrsbedingte THG-Emissionen	6
2.3	landnutzungsbedingte THG-Emissionen	10
3	Klimawirkung der Antragstrasse	13
3.1	THG-Lebenszyklusemissionen	13
3.2	verkehrsbedingte THG-Emissionen	13
3.3	landnutzungsbedingte THG-Emissionen	13
3.3.1	Vegetation	13
3.3.2	Boden	15
4	Variantenbetrachtung	17
4.1	THG-Lebenszyklusemissionen	17
4.2	Verkehrsbedingte THG-Emissionen	18
4.3	Landnutzungsbedingte THG-Emissionen	21
4.4	Variantenbewertung	22
5	Maßnahmen zur Reduktion der THG-Emissionen	24
6	Zusammenfassung.....	25

1 Grundlagen

1.1 Rechtliche Grundlagen

Das Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) vom 12.12.2019 (BGBl. I S. 2513), zuletzt geändert nach dem Beschluss des Bundesverfassungsgerichts vom 24.03.2021 mit Gesetz vom 18.08.2021, schafft einen rechtlichen Rahmen für den Klimaschutz in Deutschland. Das wesentliche Ziel ist, die bundesweiten Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) gemäß § 3 Abs. 1 KSG schrittweise zu reduzieren. Das KSG setzt jedoch keine konkreten Maßnahmen zur Erreichung der Klimaschutzziele fest.

Die Ziele dieses Gesetzes sind auch bei Straßenbauvorhaben zu berücksichtigen. Das KSG enthält mit § 13 ein allgemeines Berücksichtigungsgebot. Danach haben „die Träger öffentlicher Aufgaben (...) bei ihren Planungen und Entscheidungen den Zweck [des KSG] und die zu seiner Erfüllung festgelegten Ziele zu berücksichtigen“ (§ 13 Abs. 1 S. 1 KSG). Dies wurde mit Urteil des Bundesverwaltungsgerichts vom 04.05.2022 (BVerwG 9 A 7.21) bestätigt. Demnach sind der globale Klimaschutz und die nationalen Klimaschutzziele des KSG als öffentlicher Belang in die planerische Abwägung nach § 17 Abs. 1 S. 4 FStrG einzustellen und sind auf die Vermeidung bzw. Minderung der THG-Emissionen ausgerichtet. Klimaschutzgesichtspunkte sind in diesem Sinne zu berücksichtigen, soweit keine entgegenstehenden, überwiegenden rechtlichen oder sachlichen Gründe vorliegen (vgl. BT-Drs. 19/14337, S. 36). Zur Konkretisierung hat das Bundesministerium für Digitales und Verkehrs (BMDV) Anfang 2023 „Hinweise zur Berücksichtigung der großräumigen Klimawirkungen in der Vorhabenzulassung (Stand 16.12.2022)“ herausgegeben. Vor dem rechtlichen Hintergrund des § 13 KSG geht es also vor allem um eine Beurteilung, welche klimaschädlichen Treibhausgasemissionen mit einem Vorhaben verbunden sind und wie sich diese ggf. reduzieren lassen.

1.2 Planerische Grundlagen

Bei der Planung und dem Bau von Straßen geben Richtlinien und Normen den grundsätzlichen Rahmen für den baulichen Umfang vor. Auch bestehen in Abhängigkeit von Entwurfsklassen gemäß den „Richtlinien für die Anlage von Autobahnen (RAA, Ausgabe 2008)“ und den damit verbundenen Nutzungen als Bundesfernstraße weitgehende Vorgaben für die Festlegung der äußeren Maße der Straßenfläche, Querschnitte (Regelquerschnitte), Knotenpunkte, Straßenflächengestaltung und der Verkehrssicherheit. Weiterhin bestehen Vorgaben für den technischen Aufbau von Straßen, den zu verwendenden Baustoffen und Bauweisen entsprechend

den erforderlichen Belastungsklassen für Verkehrsflächen (Asphalt, Betonbauweisen), die u.a. in den „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12, Ausgabe 2012; Korrekturen Juni 2020)“ vorgegeben werden.

Entsprechend den einschlägigen Richtlinien sind Querschnitte für Straßen auf das notwendige Maß begrenzt bzw. so ausgelegt, wie sie für die prognostizierte verkehrliche Nutzung benötigt werden.

Zum Ausgleich für unvermeidbare Flächenversiegelungen und Biototypenverluste sind gemäß Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) geeignete Kompensationsmaßnahmen vorzusehen, die i.d.R. bereits aufgrund einer allgemeinen Aufwertung von Werten und Funktionen des Naturhaushalts auch positive Wirkungen auf das Klima haben (z.B. erhöhte CO₂-Bindung in Pflanzen und Boden aufgrund von Aufforstungen und Nutzungsextensivierungen).

2 Methodik der Ermittlung der THG-Emissionen

Um feststellen zu können, inwieweit ein Straßenbauvorhaben den Zielen und dem Zweck des KSG entspricht, sind die zu erwartenden und dem Vorhaben zuzurechnenden THG-Emissionen abzuschätzen. Die Ermittlung erfolgt getrennt für die folgende Sektoren gem. Anlage 1 KSG, die von Straßenbauvorhaben betroffen sind:

- **Sektor Industrie:**
THG-Lebenszyklusemissionen durch Bau, Erhaltung und Betrieb der Straßeninfrastruktur und ihrer Bauwerke
- **Sektor Verkehr:**
verkehrsbedingte THG-Emissionen durch die Nutzung der Straßenverkehrsinfrastruktur nach Fertigstellung
Hierbei erfolgt ein Vergleich des Prognose-Nullfalls (ohne Vorhaben) mit dem Prognose-Planfall (bei Umsetzung des Vorhabens).
- **Sektor Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft:**
landnutzungsbedingte THG-Emissionen durch Inanspruchnahme (und Neuanlage) von Böden oder Biotopen mit Funktionen als Treibhausgasspeicher oder Treibhausgassenke

Es erfolgt jeweils ein Vergleich des Prognose-Nullfalls (ohne Vorhaben) mit dem Prognose-Planfall (bei Umsetzung des Vorhabens). Dies ist insbesondere für den Sektor Verkehr relevant, da die THG-Emissionen ausschließlich infolge verkehrlicher Änderungen maßgeblich sind. Das heißt, dass eine Verkehrsanlage, bei der sich infolge baulicher Maßnahmen keine Änderungen im Verkehrsaufkommen einstellen, keine verkehrsbedingten THG-Emissionen erzeugt. In den anderen betrachteten Sektoren sind die Emissionen im Nullfall aufgrund des unveränderten Bestands grundsätzlich null.

Die THG-Lebenszyklusemissionen und die verkehrsbedingten THG-Emissionen lassen sich quantitativ abschätzen. Sie werden in CO₂-Äquivalenten pro Jahr (CO₂-eq/a) angegeben. Bei den landnutzungsbedingten THG-Emissionen findet hingegen ein qualitativ-quantitativer Bewertungsansatz hinsichtlich der Inanspruchnahme von Böden und Biotopen Verwendung, die Treibhausgas speichern (Wälder bzw. Gehölze) bzw. deren Konzentration in der Atmosphäre absenken (Moore, feuchtes Grünland sowie Grünland im eigentlichen Sinne). Für eine quantitative Darstellung in absoluten Mengen stehen keine belastbaren Datengrundlagen zur Verfügung.

Da sich die näher untersuchten Varianten E*, F* (mit K18), G* und H* in der Trassierung, der Streckenlänge sowie in Art und Anzahl der (großen) Ingenieurbauwerke unterscheiden, sind

signifikante Unterschiede hinsichtlich der maßgeblichen THG-Emissionen zu erwarten. Deshalb erfolgt ein Vergleich der Varianten hinsichtlich der Klimawirkung. Obwohl die Variante F* technisch nicht umsetzbar ist und die Variante K18 nicht den Vorgaben der RAA entspricht (vgl. Erläuterungsbericht, Unterlage 1f, Kap. 3.2.3), werden beide Varianten hier dennoch vergleichend mit betrachtet.

Um die Varianten vergleichend bewerten zu können, wurde für alle Varianten der gleiche Untersuchungsraum wie im bisherigen Verfahren festgelegt (vgl. Erläuterungsbericht, Unterlage 1f, Kap. 3.2.1). Die Varianten beginnen bei Betr.-km 158+722 auf Gemarkung Gruibingen. Dies entspricht dem Bau-km 9+500 des Abschnittes Gruibingen – Mühlhausen. Der Abschnitt Mühlhausen – Hohenstadt übernimmt diese Kilometrierung. Das Ende des Untersuchungsbereichs liegt bei Betr.-km 144+520 auf der Albhochfläche im Bereich von Widderstall.

2.1 THG-Lebenszyklusemissionen

Zur Abschätzung der THG-Lebenszyklusemissionen werden folgende flächenspezifische Ansätze gemäß Tabelle 64 des BVWP-Methodenhandbuchs herangezogen:

Bereich	THG-Emissionen [kg CO₂-eq/(m²·a)]
Bundesautobahn (umfasst die gesamte Straßenquerschnittsfläche <u>einschließlich</u> Brücken- und Tunnelabschnitte)	6,2
<u>Aufschlag</u> für Brückenabschnitte (<u>zusätzlich</u> zum Wert für Bundesautobahnen anzusetzen)	12,6
<u>Aufschlag</u> für Tunnelabschnitte (<u>zusätzlich</u> zum Wert für Bundesautobahnen anzusetzen)	27,1

Tabelle 1: THG-Emissionen für Verkehrsanlagen

Die Fläche wird aus Länge und Querschnitt berechnet. Für die freie Strecke wird die Kronenbreite, für Brückenabschnitte die Bauwerksbreite einschließlich Kappen und für Tunnelabschnitte die Fahrbahnbreite einschließlich Notgehwege angesetzt.

Für die Antragstrasse ergeben sich gemäß der Tabelle unter Kap. 3.4 des Erläuterungsberichts (Unterlage 1f) folgende maßgeblichen Flächen:

BAB A 8 Karlsruhe – München

Streckenabschnitt Mühlhausen – Hohenstadt

km 10+900 – km 18+478

UVP-Bericht – Anhang 1nf: großräumige Klimawirkung

- 5. Planänderung -

	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m ²]
freie Strecke	5.767	35,50	204.729
Talbrücken	1.270	37,80 (2 × 18,90)	48.006
Tunnel	2.900	31,00 (2 × 15,50)	89.900
Summe	9.937		342.635

Tabelle 2: maßgebliche Flächen für Variante E*

Damit ergeben sich THG-Lebenszyklusemissionen für die Antragstrasse von

$$342.365 \text{ m}^2 \times 6,2 \text{ kg/m}^2 + 48.006 \text{ m}^2 \times 12,6 \text{ kg/m}^2 + 89.900 \text{ m}^2 \times 27,1 \text{ kg/m}^2 = 5.165.500 \text{ kg} \\ = \mathbf{5.166 \text{ t}}$$

CO₂-Äquivalenten pro Jahr.

Beim Variantenvergleich bleiben Anschlussstellen (AS), kleinere Ingenieurbauwerke und Anpassungen im nachgeordneten Straßennetz aufgrund der fehlenden Planungstiefe und des im Verhältnis zur Gesamtmaßnahme geringen Flächenanteils unberücksichtigt.

2.2 verkehrsbedingte THG-Emissionen

Für die Ermittlung der **verkehrsbedingten THG-Emissionen** verweist das Hinweispapier des BMDV auf das BVWP-Methodenhandbuch. Dort werden bei der Bewertungsvorschrift für die Nutzenkomponente „Veränderung der Abgasbelastung“ für den Schadstoff CO₂ (NA3) als maßgebliche Kenngrößen die jährliche Fahrleistungsdifferenz und der fahrzeugspezifische Emissionsfaktor (bzw. Kraftstoffverbrauch mit spezifischem Emissionsfaktor), abhängig von dem Straßentyp, dem Verkehrszustand und der zulässigen Höchstgeschwindigkeit, genannt. Die Jahresfahrleistung entspricht der Multiplikation des durchschnittlichen täglichen Verkehrsaufkommens über alle Tage (DTV) mit der Anzahl der Tage im Jahr. Die einzelnen Emissionsfaktoren ergeben sich aus dem „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs“ (HBEFA, aktuelle Version 4.2 vom Februar 2022). Die Emissionen für sämtliche unterschiedliche Fahrzeuggruppen einzeln zu berechnen, wäre allerdings sehr aufwändig und nicht zielführend, zumal bestimmte Fahrzeuggruppen, z.B. Pkw mit Gasantrieb, nur einen sehr geringen Anteil am Fahrzeugaufkommen darstellen. Deshalb bietet das HBEFA auch kombinierte Werte für ganze Fahrzeugkategorien wie Pkw – unabhängig von der Antriebstechnologie – an. Diese kombinierten Werte berücksichtigen die entsprechende Zusammensetzung mit unterschiedlichen Antriebstechnologien, etwa dass mit der Zunahme des Anteils von elektrisch betriebenen Fahrzeugen die CO₂-Emissionen der Fahrzeugkategorie sinken.

BAB A 8 Karlsruhe – München

Streckenabschnitt Mühlhausen – Hohenstadt

km 10+900 – km 18+478

UVP-Bericht – Anhang 1nf: großräumige Klimawirkung

- 5. Planänderung -

Damit lässt sich der Ansatz des BVWP-Methodenhandbuchs wie folgt vereinfachen: Die Verkehrszahlen aus dem Verkehrsgutachten werden für jeden einzelnen Straßenabschnitt mit dem entsprechenden CO₂-Emissionsfaktor überlagert. Die Unterscheidung folgender relevanter Fahrzeuggruppen ist dabei ausreichend:

- Pkw
- Lieferwagen (Lfw) bis zu 3,5 t zulässigem Gesamtgewicht
Pkw und Lieferwagen bilden zusammen den Leichtverkehr (LV). Gemäß Verkehrsuntersuchung beträgt der Anteil der Lieferwagen am LV sowohl im Null- als auch im Planfall rund 11% (vgl. Tab. 4-1 und 4-2 im Luftschadstoffgutachten, Unterlage 11Af).
- Schwerverkehr ab 3,5 t zulässigem Gesamtgewicht = schwere Nutzfahrzeuge (SNF)

Alle anderen Fahrzeuggruppen wie Motorräder und Busse haben mit jeweils weniger als 1% einen vernachlässigbar geringen Anteil am Verkehrsaufkommen.

Die Differenz der für den Prognose-Null- und den Prognose-Planfall ermittelten Gesamtemissionen stellt schließlich die verkehrsbedingten THG-Emissionen dar.

Für die Ermittlung der verkehrsbedingten THG-Emissionen im Nullfall im Bezugsjahr 2035 bietet es sich an, die Bestandstrasse im Untersuchungsbereich in die Abschnitte westlich der AS Mühlhausen und östlich der Behelfs-AS Hohenstadt sowie die Auf- und Abstiegstrasse (aufgrund der unterschiedlichen Längen) zu unterteilen. Es werden dabei vollständige Straßenabschnitte zwischen Netzknoten gebildet, d.h. von der Tank- und Rastanlage (TR) Gruibingen (Lkw-Mauteinwahlstelle) bis zur AS Merklingen.

Für die einzelnen Streckenabschnitte gehen folgende Werte des durchschnittlichen täglichen Verkehrsaufkommens über alle Tage (DTV) in die Berechnung ein (vgl. Anlage 1 zu Unterlage 16f). Der Leichtverkehr wird zusätzlich in Pkw und Lieferwagen aufgeteilt:

BAB A 8 Karlsruhe – München**Streckenabschnitt Mühlhausen – Hohenstadt****km 10+900 – km 18+478****UVP-Bericht – Anhang 1nf: großräumige Klimawirkung****- 5. Planänderung -**

Streckenabschnitt	DTV [Kfz/24h]				
		davon SV	davon LV	davon	
				Pkw	Lfw
TR Gruibingen – AS Mühlhausen	69.700	12.480	57.220	50.930	6.290
AS Mühlhausen – Behelfs-AS Hohenstadt (Aufstiegstrasse)	33.500	6.100	27.400	24.390	3.010
AS Mühlhausen – Behelfs-AS Hohenstadt (Abstiegstrasse)	34.500	6.210	28.290	25.180	3.110
Behelfs-AS Hohenstadt – AS Merklingen	65.800	12.170	53.630	47.730	5.900

Tabelle 3: Verkehrsaufkommen im Prognose-Nullfall (Werte auf 10 gerundet)

Zur Ermittlung der relevanten Emissionsfaktoren werden für jeden Streckenabschnitt die maßgeblichen Kenngrößen festgelegt. Bei der A 8 im Bereich des Alaufstiegs handelt es sich um eine Autobahn außerhalb von Ballungsgebieten. Die Autobahn zwischen der TR Gruibingen und der AS Mühlhausen fällt relativ gleichmäßig mit 2%. Aufgrund des in Fahrtrichtung München liegenden Tunnels Gruibingen wird eine Fahrgeschwindigkeit von 110 km/h angenommen. Auf der Albhochfläche ist zwar das Höhenprofil zwischen der Behelfs-AS Hohenstadt und dem Übergang zur bereits ausgebauten Strecke bei Widderstall relativ bewegt, aber mit vielen Neigungswechseln, so dass sich keine längere Steigungs- oder Gefällstrecke mit konstanter Längsneigung einstellt. Bis zur AS Merklingen verläuft die A 8 anschließend relativ eben. Deshalb wird hier ein durchgängig ebener Verlauf (+/0%) mit einer Fahrgeschwindigkeit von 120 km/h unterstellt. Die Aufstiegstrasse steigt mit 6% an und wird aufgrund der Kurvigkeit mit 110 km/h befahren. Die Abstiegstrasse fällt mit 6% und weist eine Geschwindigkeitsbegrenzung auf maximal 80 km/h auf.

Für die relevanten Fahrzeuggruppen schwere Nutzfahrzeuge (SNF), Pkw und Lieferwagen werden aus dem HBEFA die entsprechenden Emissionsfaktoren für den Schadstoff CO₂ ermittelt. Zusammen mit den oben ermittelten Verkehrszahlen als Grundlage für die Jahresfahrleistung und den Längen der Streckenabschnitte lassen sich folgende jährliche CO₂-Emissionen für die Bestandstrasse im Untersuchungsbereich berechnen:

BAB A 8 Karlsruhe – München**Streckenabschnitt Mühlhausen – Hohenstadt****km 10+900 – km 18+478****UVP-Bericht – Anhang 1nf: großräumige Klimawirkung****- 5. Planänderung -**

Streckenabschnitt	Länge [km]	V [km/h]	Längsneigung	Emissionsfaktor [kg CO ₂ /km]			Emissionen [t/a]
				SNF (SV)	Pkw	Lfw	
TR Gruibingen – AS Mühlhausen	3,765	110	+/-2%	0,4851	0,1104	0,1760	17.568
AS Mühlhausen – Behelfs-AS Hohenstadt (Aufstiegstrasse)	6,754	110	+6%	1,8983	0,2362	0,3747	45.528
AS Mühlhausen – Behelfs-AS Hohenstadt (Abstiegstrasse)	6,065	80	-6%	0,0007	0,0037	0,0067	262
Behelfs-AS Hohenstadt – AS Merklingen	9,105	120	+/-0%	0,4088	0,1202	0,1992	39.506
Summe							102.864

Tabelle 4: verkehrsbedingte THG-Emissionen auf der Bestandstrasse im Nullfall

Beispielhaft wird der Rechenschritt für den Abschnitt TR Gruibingen – AS Mühlhausen dargestellt:

$$3,765 \text{ km} \times (12.480 \text{ Kfz/24h} \times 0,4851 \text{ kg/km} + 50.930 \text{ Kfz/24h} \times 0,1104 \text{ kg/km} + 6.290 \text{ Kfz/24h} \times 0,1760 \text{ kg/km}) \times 365 \text{ Tage/(a} \cdot \text{Kfz)} : 1.000 \text{ kg/t} = 17.568 \text{ t/a}$$

Die CO₂-Emissionen im Verkehrssektor für den **Nullfall** betragen also rund **102.900 t/a**. Dieser Wert dient als Vergleichsbasis für die Ermittlung der verkehrsbedingten THG-Emissionen der einzelnen Varianten. Das heißt, dass für jede Variante zunächst nach derselben Vorgehensweise die CO₂-Emissionen im Planfall berechnet werden. Die Differenz der Emissionen zwischen Planfall und Nullfall stellt schließlich die maßgeblichen verkehrsbedingten THG-Emissionen der jeweiligen Varianten dar.

Die im nachgeordneten nahräumigen Netz verkehrsbedingten CO₂-Emissionen betragen aufgrund des deutlich geringeren Verkehrsaufkommens im Verhältnis zu denen der Autobahn nur einen Bruchteil (< 10%). Zudem ändern sich die Emissionen vom Null- zum Planfall im nachgeordneten Netz nur geringfügig, da auf der einen Seite die Zubringerstrecken zur A 8 wie die B 466 im Filstal oder die K 7326/K 1433 südlich von Hohenstadt eine Verkehrszunahme, auf der anderen Seite die bisherigen Ausweichstrecken wie die K 7404/K 1447 von Merklingen nach Gosbach eine Verkehrsabnahme erfahren (vgl. entsprechende Differenzpläne in der Verkehrsuntersuchung: Unterlage 16f, Plan 22 und 24). Die Emissionsdifferenz zwischen Null- und Planfall bezogen auf das nachgeordnete Netz beträgt weniger als 0,5% des CO₂-Ausstoßes auf der Autobahn. Deshalb bleibt bei den Berechnungen der verkehrsbedingten THG-Emissionen für die Varianten das nahräumige Netz unberücksichtigt.

2.3 landnutzungsbedingte THG-Emissionen

Im Sektor Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft wird dargestellt, inwiefern durch die Trassenwahl bzw. die Lage der Bauwerke eine Inanspruchnahme von besonders wertvollen Vegetationen oder Böden mit THG-Speicher- oder -senkenfunktion – insbesondere Moore und Wälder – vermieden werden kann (Vermeidungsgebot der Eingriffsregelung nach §§ 13 ff. BNatSchG). CO₂-speichernde Böden sind vor allem reich an Kohlenstoff sowie abhängig von Bodentyp inkl. Humusgehalt, der Landnutzung und dem Grundwasserflurabstand. Letztlich entscheidet bei organischen Böden, v.a. Mooren und Anmooren, der Wassereinstau über deren klimatische Schutzfunktion. Beispielsweise emittieren entwässerte Moore CO₂, während intakte CO₂ speichern. Auch mineralische Böden, wie Grünland im engeren Sinne oder terrestrische Feuchtgebiete, fungieren als CO₂-speichernde Böden. Wichtige CO₂-Senker sind vor allem Wälder und Gehölze. Für die Trassenwahl ist daher die Identifikation von THG-Senken und -Speichern maßgeblich.

Daher wird die zugrunde zu legende Landnutzung der betroffenen Flächen bestimmt, wodurch der für den einzelnen Trassenabschnitt heranzuziehende C_{org}-Gehalt der Böden ermittelt werden kann. Für die Variantenbetrachtung erfolgt dies überschlägig auf Basis eines Luftbildes, während für die Antragsstrasse die für den landschaftspflegerischen Begleitplan (LBP, Unterlage 12.0f) erfassten Biotoptypen herangezogen werden.

Im Rahmen der Variantenbetrachtung wurde die Bodenkarte BK50 (Bodenkarte im Maßstab 1:50.000) des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB im Regierungspräsidium Freiburg, Baden-Württemberg) verwendet und mit den Varianten der Trasse verschnitten. In der BK50 liegen die mittleren organischen Kohlenstoffgehalte (C_{org}-Gehalte) für den Oberboden in einem 50 m-Raster nahezu flächendeckend, differenziert nach Acker, Grünland und Wald vor, was aufgrund fehlender Information zur Eingriffstiefe und Datenlage in dieser Planungstiefe als ausreichend betrachtet wird (auch abrufbar im Kartenviewer des LGRB unter <https://maps.lgrb-bw.de>). Die in der BK50 verwendete Skala gibt die mittleren C_{org}-Gehalte des Oberbodens (4 cm) in Prozent an. Zur qualitativ-quantitativen Bewertung der Trassenvarianten werden jeweils zwei aufeinanderfolgende Wertbereiche der BK50 zusammengefasst und in fünf Wertstufen überführt, wobei die höchste Wertstufe im Untersuchungsgebiet nicht erreicht wird. Bereits versiegelte Flächen sind ohne Bedeutung als CO₂-Speicher bzw. -Senke und werden somit in der nachfolgenden Tabelle der Wertstufe sehr gering zugeordnet.

BAB A 8 Karlsruhe – München

Streckenabschnitt Mühlhausen – Hohenstadt

km 10+900 – km 18+478

UVP-Bericht – Anhang 1nf: großräumige Klimawirkung

- 5. Planänderung -

Klasse	mittlere C _{org} -Gehalte des Oberbodens	Wertstufen
Klasse 1	< 2%	sehr gering
Klasse 2	2-4%	gering
Klasse 3	4-6%	mittel
Klasse 4	6-11%	hoch
Klasse 5	≥ 11%	sehr hoch

Tabelle 5: Wertstufen des Oberbodens

Im Kartenangebot des LGRB sind die Fahrbahnen der bestehenden Aufstiegs- und Abstiegs-trasse nicht ausgespart, auch die Bebauung im Filstal nördlich der B 466 ist nur teilweise berücksichtigt. Die Hofstelle südlich der B 466 ist ebenfalls nicht ausgespart. Ebenso spiegelt die Verteilung der Grünland- und Ackerflächen nicht die tatsächliche Situation wider. Daher wird sowohl für die Variantenbetrachtung als auch für die Antragstrasse auf konkrete Flächenangaben verzichtet.

Aufgrund der geringen Planungstiefe fließt in die Variantenbetrachtung lediglich der geplante Trassenverlauf (Regelquerschnitt RQ 35,5) ohne etwaige Nebenanlagen, Anschlussstellen oder Böschungen ein. Es werden überschlägig die Anteile der Wertstufen der betroffenen Flächen der freien Strecke ermittelt und ergänzend Aussagen zu durch Talbrücken oder Tunnelbauwerke geschonte Flächen getroffen (vgl. 4.3).

Für die Antragstrasse kann davon ausgegangen werden, dass zur Herstellung eines tragfähigen Untergrunds Boden in mindestens 1 m Tiefe abgegraben wird – unabhängig von Damm-, Gleich- oder Einschnittslage der Trasse. Deshalb werden für die Antragstrasse die Gehalte des organischen Kohlenstoffs für Bodenschichten bis 100 cm unter Flur der Betrachtung zugrunde gelegt (Quelle: Kartenviewer des LGRB unter <https://maps.lgrb-bw.de>).

Klasse	mittlere C _{org} -Vorräte bis 100 cm unter Flur	Wertstufen
Klasse 1	< 5 kg/m ²	sehr gering
Klasse 2	5-9 kg/m ²	gering
Klasse 3	9-13 kg/m ²	mittel
Klasse 4	13-25 kg/m ²	hoch
Klasse 5	≥ 25 kg/m ²	sehr hoch

Tabelle 6: Wertstufen der Bodenschichten bis 100 cm unter Flur

Qualitative Aussagen zur Fähigkeit eines Biotops bzw. eines Biotoptyps, Kohlenstoff in seiner lebenden Biomasse zu binden, erfolgen nach Recherche auf Seiten des Umweltbundesamtes¹ und der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt².

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 2023).

Nach den „Hinweisen zur Berücksichtigung der großräumigen Klimawirkungen in der Vorhabenzulassung“ des BMDV „ist von einer Bilanzierung der Biomasse von Wäldern und anderen gehölzdominierten Biotopen in Übereinstimmung mit der Handreichung zur BKompV abzusehen, da diese abhängig vom Standort stark variieren“.

Für die Modellierung von Treibhausgas-Emissionen aus Landnutzungsänderungen für die Antragstrasse 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 (vgl. 3.3).

¹ Umweltbundesamt (UBA, 2023): Emissionen der Landnutzung, -änderung und Forstwirtschaft, abrufbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland/emissionen-der-landnutzung-aenderung#bedeutung-von-landnutzung-und-forstwirtschaft>, zuletzt abgerufen am 13.06.2023

² Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (NW-FVA, 2023): Auswirkungen natürlicher Waldentwicklung auf Kohlenstoffspeicherung und Biodiversität (natWald100), Forschungsvorhaben des Waldklimafonds (Förderkennzeichen 2218WK31A4), abrufbar unter: <https://www.nw-fva.de/forschen/projekte/natwald100>, zuletzt abgerufen am 13.06.2023

3 Klimawirkung der Antragstrasse

3.1 THG-Lebenszyklusemissionen

Gemäß der Ermittlung unter 2.1 belaufen sich die anlagebedingten THG-Emissionen für die Antragstrasse (Variant E*) auf **5.166 t**. Dieser Wert ist hinreichend genau, da auf der einen Seite der Untersuchungsraum mit bereits ausgebauten Strecken bei Gruibingen und Widderstall größer ist – also vom gegenständlichen Vorhaben nicht betroffene Straßenflächen mit einbezogen werden –, auf der anderen Seite bei der Berechnung die Anschlussstellen und Anpassungen im nachgeordneten Netz, die flächenmäßig etwa gleich groß sind, unberücksichtigt bleiben.

3.2 verkehrsbedingte THG-Emissionen

Bei der Fortschreibung der Verkehrsuntersuchung (Unterlage 16f) wurde auch die Klimawirkung des Vorhabens im Sektor Verkehr betrachtet (vgl. Kap. 8 in Unterlage 16f). Der Gutachter verwendet dabei dieselbe Methodik, wie unter 2.2 beschrieben, nimmt aber eine detailliertere Aufschlüsselung der Straßenabschnitte mit entsprechenden Emissionsfaktoren unter Einbeziehung des nachgeordneten Straßennetzes vor.

Im unmittelbaren Umfeld führt die Umsetzung des Projektes demnach zu einer **Abnahme** der verkehrsbedingten THG-Emissionen im Raum zwischen Mühlhausen und Merklingen **um ca. 9.600 t CO₂-eq/a**.

Bei diesem Wert handelt es sich allerdings um jeweils um einen Mindestwert, da sich die bestehende Situation mit teilweise über 6% Längsneigung an der Bestandsstrecke nicht korrekt abbilden lässt, da das HBEFA Emissionsfaktoren nur bis zu einer maximalen Steigung von 6% angibt.

3.3 landnutzungsbedingte THG-Emissionen

3.3.1 Vegetation

Von der Flächeninanspruchnahme sind vorwiegend Landnutzungen von mittlerer und geringer bzw. ohne Bedeutung betroffen, wobei Grünland von mittlerer Bedeutung die größten Anteile (ca. 30 ha) umfasst. Mittel- bis hochwertige Landnutzungen wie mit Gehölzen bestandenes Grünland (Feldhecken bzw. Streuobst) und hochwertige Landnutzungen wie Wälder werden in Teilen (ca. 1/5) ebenfalls beansprucht. Letztere sind im Rahmen der Eingriffsregelung in

BAB A 8 Karlsruhe – München

Streckenabschnitt Mühlhausen – Hohenstadt

km 10+900 – km 18+478

UVP-Bericht – Anhang 1nf: großräumige Klimawirkung

- 5. Planänderung -

Verbindung mit dem LWaldG bzw. dem gesetzlichen Biotopschutz (NatSchG Baden-Württemberg) mindestens flächengleich zu ersetzen.

Bei Umsetzung des Vorhabens entstehen neben der versiegelten Fahrbahn mit den begrünbaren Nebenflächen (Gestaltungsmaßnahmen G 1, G 3 und G 5 bis G 7) sowie den vorgesehenen Ausgleichsmaßnahmen (A 1 bis A 3, A 8, A 11, A 13 bis A 15, A 26 bis A 28 und A 31 sowie A_w 1 und A_w 3 bis A_w 7) Flächen, die in unterschiedlichem Ausmaß wiederum Kohlendioxid in ihrer lebenden Biomasse binden. Dabei ist der Umfang des Waldausgleichs größer als die dauerhafte Inanspruchnahme von Waldflächen. Sämtliche Maßnahmen des landschaftspflegerischen Begleitplans sind in Unterlage 12.0f, Anhang Bf ausführlich beschrieben.

Gegenüber dem Bestand verdoppeln sich ungefähr die Landnutzungen ohne Bedeutung für die Funktion als CO₂-Speicher (Siedlung/Verkehr), während die Landnutzungen von mittlerer Bedeutung (Grünland) sogar den Bestand flächenmäßig übersteigen (ca. 34 ha). Die Antrags-trasse sieht bereits die Wiederherstellung mittel- bis hochwertiger (Gestaltungsmaßnahmen G 1 und G 5 bis G 7) bzw. hochwertiger Landnutzungen (LBP-Maßnahmen G 3, A_w 1 und A_w 3 bis A_w 7) vor, welche im Umfang nahezu dem Bestand entsprechen.

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 und
- generell eine Extensivierung der Nutzung auf land- und forstwirtschaftlichen Flächen.

Zu den Aufwertungsmaßnahmen zählen neben der Anlage von Hecken auch Blüh- bzw. Ackerrandstreifen im Gewann Taigenlauh (A 3.1_{CEF} und A 3.2_{CEF}) und Grube (A 13.1), die Entwicklung bzw. Neuanlage von Streuobstwiesen im Gewann Himmelsschleife (A 11.1, A 11.4), am Schönbach (A 31.1), bei den Mülleräckern (A 31.2) und an der Drackensteiner Straße (A 31.3), die Entwicklung von extensivem Grünland im Gewann Himmelsschleife (A 11.3) sowie auf ehemaligem Acker im Gewann Grube (A 13.2), die Entwicklung von Waldrand im Gewann Himmelsschleife (A 11.2_{CEF}) bzw. von Altholzbeständen auf dem Leimberg (A 15.2) sowie die Neuanlage von naturnahen Laubwäldern im Bereich Utzenwiese (A 14), aber auch der Umbau in standortgerechten, naturnahen Laubwald auf der Albhochfläche (A 14), im Gostal

(A 8.1 und A 8.2) und im Filstal (A 8.3). Durch die längere Umtriebszeit von Buchenwald/Laubwald gegenüber Fichtenforsten wird das Speichervermögen von Kohlendioxid erhöht.

Die Betrachtung des CO₂-Speichervermögens der Vegetation auf den für den Bau der Antragstrasse erforderlichen Flächen und unter Berücksichtigung der relevanten Ausgleichsmaßnahmen zeigt, dass unter Zuhilfenahme des qualitativ-quantitativen Bewertungsansatzes von einem ausgeglichenen Verhältnis zwischen Verlust und Zugewinn ausgegangen werden kann. Neben den externen Ausgleichsmaßnahmen tragen vor allem die begrünbaren Nebenflächen der Trasse zu diesem ausgeglichenen Verhältnis bei, die gegenüber den großflächig beanspruchten Ackerflächen auf der Albhochfläche ein deutlich höheres Speichervermögen besitzen.

Im Zusammenhang mit den trassenfern geplanten Maßnahmen zur Neugründung von Wald (A_w 1 und A_w 3 bis A_w 7), die für den forstrechtlichen Ausgleich vorgesehen sind, wird zusätzlich Vegetation mit günstigerem Speichervermögen gegenüber den dort vorhandenen Äckern und Wiesen entwickelt.

3.3.2 Boden

Für die Antragstrasse zeigt das Verteilungsmuster der Böden mit C_{org}-Vorräten bis 100 cm unter Flur (vgl. 2.3), dass die Böden unter Grünland im Filstal und Gostal sowie die Kolluvien auf der Albhochfläche südöstlich von Unterdrackenstein mit 15-25 kg/m² die höchsten Werte aufweisen. Im Filstal beschränkt sich die Inanspruchnahme auf die für den Ausbau der AS Mühlhausen erforderliche Fläche angrenzend an die bestehende AS. Die hochwertigen Flächen unter den geplanten Brücken über das Filstal bzw. Gostal können weitestgehend erhalten werden. Sie werden nur kleinräumig als Standort für Brückenpfeiler beansprucht. Allerdings sind auf der Albhochfläche umfangreiche Inanspruchnahmen von Grünland auf hochwertigem Kolluvium durch die freie Strecke zu erwarten.

Die Böden der mit Wald bestandenen Flächen zeigen insgesamt mit 9-15 kg/m² mittlere Werte, was neben der Flachgründigkeit der Waldstandorte auf den Steilhängen auch mit der hohen Bodenaktivität (Humusform Mull) zusammenhängt, bei der die organische Substanz (z.B. Laubstreu) innerhalb kurzer Zeiträume mineralisiert wird und somit keine Kohlenstoffanreicherung im Boden stattfindet. Mittelwertige Böden unter Hangwäldern werden durch das Regenklärbecken „Fils“ (teils überbaute Flächen) und das Nordportal des Tunnels Himmelsschleife mit Zufahrt im Filstal beansprucht. Im Gostal werden für die Auffüllung der Amtalklinge und das Südportal des Tunnels Himmelsschleife sowie für das Nordportal des Tunnels Drackenstein mittelwertige Böden unter Hangwäldern in Anspruch genommen. Auf der Albhochfläche

werden kleinflächig Randbereiche der Kolluvien unter Grünland für die freie Strecke beansprucht.

Die Kolluvien unter Ackernutzung auf der Albhochfläche zeigen nur geringe Werte ihrer C_{org} -Vorräte. Im Kartenangebot des LGRB spiegelt die Verteilung der Grünland- und Ackerflächen jedoch nicht die tatsächliche Situation wider (vgl. 2.3). Für die Antragstrasse werden auf der Albhochfläche umfangreiche Inanspruchnahmen geringwertiger Böden hinsichtlich des CO_2 -Speichervermögens für die freie Strecke notwendig. Weitere, einzelne Flächen im Fils- bzw. Gosbachtal werden durch die Tunnelportale bzw. Zufahrten beansprucht.

Im Zuge der Herstellung der Straßen mit der versiegelten Fahrbahn, den begrünbaren Nebenflächen sowie den vorgesehenen Ausgleichsmaßnahmen entstehen Flächen, deren Böden in unterschiedlichem Umfang C_{org} bevorraten.

Für die Einschätzung einer künftigen C_{org} -Bevorratung wird – da größtenteils auf den begrünbaren Nebenflächen ein Auftrag von insgesamt 0,5-0,6 m vorgesehen ist – diese Auftragsmächtigkeit zugrunde gelegt. Demnach steht dem Abtrag der 1 m mächtigen Bodenschicht mit C_{org} -Vorrat ein Auftrag in deutlich geringerer Stärke gegenüber, womit sich das Volumen des Speichermediums um 40-50% reduziert.

Zu berücksichtigen ist weiterhin, dass auf allen Nebenflächen zumindest eine dem Dauergrünland vergleichbare Nutzung entsteht, Teilbereiche zudem mit Gehölzen bepflanzt werden. Beide Nutzungen bieten günstige Bedingungen im Hinblick auf die Bevorratung von organischem Kohlenstoff im Boden. Gegenüber den beanspruchten Böden unter Ackernutzung kann hier von einer Zunahme des C_{org} -Vorrats ausgegangen werden. Die überschlägige Einschätzung führt jedoch zu dem Ergebnis, dass insgesamt der C_{org} -Vorrat im Boden erheblich abnimmt.

Bei Berücksichtigung der Kompensationsmaßnahmen außerhalb des Trassenbereichs kann auf die Aussagen unter 3.3.1 als CO_2 -Speicher verwiesen werden. Die dort aufgeführten Maßnahmen führen gleichfalls zu einer Erhöhung des C_{org} -Vorrats der Böden.

Eine Gesamteinschätzung der von der Maßnahme betroffenen Böden unter Einbeziehung der Maßnahmen mit Auswirkung auf deren C_{org} -Vorrat ist aufgrund der Datenlage lediglich unter Vorbehalt und ohne Benennung von Dimensionen möglich.

Insgesamt wird nach Herstellung der Antragstrasse und der Kompensationsmaßnahmen eher von einer Verringerung des C_{org} -Vorrats im Boden ausgegangen.

4 Variantenbetrachtung

Zur Beurteilung der näher untersuchten Varianten E*, F* (mit K18), G* und H* erfolgt eine Abschätzung der großräumigen Klimawirkung der jeweiligen Trasse in den 3 maßgeblichen Sektoren.

Der Tunnel bei Variante F* durchschneidet den neuen Steinbühltunnel der DB-Strecke Wendlingen – Ulm, so dass jene Variante in dieser Form technisch nicht mehr umsetzbar ist. Die in der Lage ähnlich trassierte Variante K18 widerspricht mit einer zu großen Längsneigung von 5%, einem zu kleinen Kurvenradius im Filstal und einer nicht-regelkonformen AS Mühlhausen den Vorgaben der RAA, so dass sie allein aus Sicherheitsgründen bereits ausscheidet.

Dennoch werden beide Varianten hier vergleichend mit betrachtet. Deshalb sind in den folgenden Tabellen die Ergebnisse für die Varianten F* und K18 ausgegraut.

4.1 THG-Lebenszyklusemissionen

Anhand der im Erläuterungsbericht beschriebenen Trassendaten der einzelnen Varianten (vgl. Unterlage 1f, Kap. 3.2) werden die Flächen und anschließend die anlagebedingten THG-Emissionen gemäß der unter 2.1 beschriebenen Methodik ermittelt. Dabei wird für jede Richtungsfahrbahn durchgängig – also auch in den Tunnelröhren – ein 3-streifiger Querschnitt mit Seitenstreifen unterstellt.

	Variante E*	Variante F*	Variante K18	Variante G*	Variante H*
Gesamtlänge [m]	9.937	13.172	12.822	11.234	10.942
Länge freie Strecke [m]	5.767	8.572	9.372	5.434	4.932
Länge Talbrücken [m]	1.270	950	1.750	1.000	1.110
Länge Tunnel [m]	2.900	3.650	1.700	4.800	4.900
Gesamtfläche [m ²]	342.635	453.366	451.556	379.507	368.944
Brückenfläche [m ²]	48.006	35.910	66.150	37.800	41.958
Tunnelfläche [m ²]	89.900	113.150	52.700	148.800	151.900
THG-Emissionen [t/a]	5.165	6.330	5.061	6.862	6.933

Tabelle 7: THG-Lebenszyklusemissionen der Varianten

Die Varianten K18 und E* weisen die geringsten anlagebedingten THG-Emissionen auf, wobei die Variante K18 aufwendige Stützkonstruktionen und eine technisch besondere (für Autobahnen nicht zulässige) Konstruktion der AS Mühlhausen erfordert, für die eigentlich ein Zuschlag

BAB A 8 Karlsruhe – München

Streckenabschnitt Mühlhausen – Hohenstadt

km 10+900 – km 18+478

UVP-Bericht – Anhang 1nf: großräumige Klimawirkung

- 5. Planänderung -

anzusetzen wäre; das BVWP-Methodenhandbuch nennt allerdings keine entsprechenden Ansätze.

Bei den übrigen Varianten F*, G* und H* entstehen wegen der größeren Streckenlänge bzw. Tunnellänge deutlich höhere THG-Lebenszyklusemissionen.

4.2 Verkehrsbedingte THG-Emissionen

Unter 2.2 wird die Methodik zur Ermittlung der CO₂-Emissionen des Verkehrs beschrieben und auf den Prognose-Nullfall angewendet.

Um die verkehrsbedingten THG-Emissionen der einzelnen Varianten zu erhalten, sind zunächst für jede Trasse die CO₂-Emissionen des Verkehrs im Prognose-Planfall zu bestimmen. Die Trassen werden dabei in dieselben Streckenabschnitte wie im Nullfall unterteilt.

Streckenabschnitt	DTV [Kfz/24h]				
		davon SV	davon LV	davon	
				Pkw	Lfw
TR Gruibingen – AS Mühlhausen	85.100	14.810	70.290	62.560	7.730
AS Mühlhausen – AS Hohenstadt (neuer Alaufstieg)	82.600	14.620	67.980	60.500	7.480
AS Hohenstadt – AS Merklingen	87.200	15.000	72.200	64.260	7.940

Tabelle 8: Verkehrsbelastung im Prognose-Planfall

Die einzelnen Streckenabschnitte werden durch die angenommene Fahrgeschwindigkeit und Längsneigung charakterisiert. Entsprechend ergeben sich die jeweiligen Emissionsfaktoren der einzelnen Fahrzeuggruppen. Da der neue Alaufstieg durch Tunnelbauwerke geprägt ist, wird die erwartete Fahrgeschwindigkeit im Abschnitt AS Mühlhausen – AS Hohenstadt mit 100 km/h angesetzt. Die Längsneigung wird für den neuen Alaufstieg bei allen Varianten einheitlich mit 4% angenommen, da das HBEFA Werte nur in 2%-Schritten angibt. In den angrenzenden Abschnitten bleiben die Längsneigungen unverändert, während sich durch den Ausbau der A 8 etwas höhere Fahrtgeschwindigkeiten einstellen werden.

BAB A 8 Karlsruhe – München**Streckenabschnitt Mühlhausen – Hohenstadt**

km 10+900 – km 18+478

UVP-Bericht – Anhang 1nf: großräumige Klimawirkung**- 5. Planänderung -**

Streckenabschnitt	V [km/h]	Längs neigung	Emissionsfaktor [kg CO ₂ /km]		
			SNF (SV)	Pkw	Lfw
TR Gruibingen – AS Mühlhausen	120	+/-2%	0,4851	0,1202	0,1995
AS Mühlhausen – AS Hohen- stadt (neuer Alaufstieg)	100	+/-4%	0,6987	0,1047	0,1631
AS Hohenstadt – AS Merklingen	130	+/-0%	0,4088	0,1323	0,2256

Tabelle 9: Emissionsfaktoren im Prognose-Planfall

Im Gegensatz zum Nullfall unterscheiden sich im Planfall bei den Varianten die Längen der einzelnen Streckenabschnitte. Da die Lage der AS Mühlhausen bei allen Varianten gleich ist, ist die Abschnittslänge von der TR Gruibingen einheitlich. Durch die unterschiedlichen Trassenverläufe variieren jedoch die Längen der beiden anderen Streckenabschnitte. Mit den zuvor ermittelten Emissionsfaktoren ergeben sich die jeweiligen CO₂-Emissionen des Verkehrs für die einzelnen Varianten im Planfall:

Abschnittslängen [km]	Variante E*	Variante F*	Variante K18	Variante G*	Variante H*
TR Gruibingen – AS Mühlhausen	3,682	3,682	3,682	3,682	3,682
AS Mühlhausen – AS Hohenstadt (neuer Al- aufstieg)	6,630	5,130	4,780	7,930	7,670
AS Hohenstadt – AS Merklingen	4,764	9,499	9,499	4,761	4,729
Emissionen [t/a]	Variante E*	Variante F*	Variante K18	Variante G*	Variante H*
TR Gruibingen – AS Mühlhausen	21.834	21.834	21.834	21.834	21.834
AS Mühlhausen – AS Hohenstadt (neuer Al- aufstieg)	43.001	33.272	31.002	51.432	49.746
AS Hohenstadt – AS Merklingen	28.561	56.947	56.947	28.543	28.351
Summe Emissionen [t/a]	93.395	112.053	109.783	101.809	99.931

Tabelle 10: CO₂-Emissionen des Verkehrs für die Varianten im Planfall (rundungsbedingte Abweichungen in den Summen möglich)

Die für die Bewertung maßgeblichen verkehrsbedingten THG-Emissionen ergeben sich letztlich aus der Differenz der THG- bzw. CO₂-Emissionen zwischen Prognose-Planfall und Prognose-Nullfall:

THG-Emissionen [t/a]	Variante E*	Variante F*	Variante K18	Variante G*	Variante H*
Prognose-Planfall	93.395	112.053	109.783	101.809	99.931
Prognose-Nullfall	102.864	102.864	102.864	102.864	102.864
Differenz (= verkehrsbedingte THG-Emissionen)	-9.469	9.189	6.919	-1.056	-2.934

Tabelle 11: verkehrsbedingte THG-Emissionen der Varianten (rundungsbedingte Abweichungen in den Differenzen möglich)

Negative Werte bedeuten, dass nach Inbetriebnahme der neuen Autobahntrasse der dort fahrende Verkehr weniger THG-Emissionen ausstößt, als wenn keine Erweiterung der Autobahn erfolgt (sog. „Nullvariante“).

Die hier ermittelte Reduktion der verkehrsbedingten THG-Emissionen durch die Antragstrasse von rund **9.500 t CO₂-eq/a** stimmen mit dem unter 3.2 angegebenen Wert von ca. 9.600 t CO₂-eq/a nahezu überein.

Variante E* erzielt also eine deutliche Reduktion der verkehrsbedingten THG-Emissionen, während der Verkehr bei den bestandsnahen Varianten F* und K18 zu einer deutlichen Zunahme des CO₂-Ausstoßes führt. Die Varianten G* und H* können die verkehrsbedingten THG-Emissionen ebenfalls verringern, jedoch nicht in so starkem Umfang wie die Variante E*.

Bei **Summation der anlage- und verkehrsbedingten THG-Emissionen** weist ausschließlich die Variante E* einen positiven Saldo auf, d.h. die anlagebedingten Emissionen können durch die Reduktion der verkehrsbedingten Emissionen kompensiert werden:

THG-Emissionen [t/a]	Variante E*	Variante F*	Variante K18	Variante G*	Variante H*
anlagebedingt	5.165	6.330	5.061	6.862	6.933
verkehrsbedingt	-9.469	9.189	7.091	-1.056	-2.934
Summe	-4.304	15.518	12.152	5.806	3.999

Tabelle 12: Summe der anlage- und verkehrsbedingten THG-Emissionen der Varianten (rundungsbedingte Abweichungen in den Summen möglich)

Das heißt, dass nur mit der Realisierung des neuen Alaufstiegs in der beantragten Form THG-Emissionen eingespart werden können. Selbst ein Beibehalten des Status quo verursacht mehr THG-Emission als der Bau und die anschließende Nutzung der E*-Trasse.

Alle anderen Varianten verursachen anlage- und verkehrsbedingt eine Zunahme der THG-Emissionen. Während die bestandsnahen Varianten F* und K18 deutliche Zunahmen der THG-Emissionen von ca. 15.500 bzw. 12.200 t CO₂-eq/a erzeugen, fällt die Zunahme bei den langen Tunnelvarianten G* und H* mit ca. 5.800 bzw. 4.000 deutlich niedriger aus.

4.3 Landnutzungsbedingte THG-Emissionen

Hinsichtlich der landnutzungsbedingten THG-Emissionen enthält die folgende Tabelle eine Übersicht, in welchem Umfang Böden mit einem entsprechenden C_{org} -Gehalt für die einzelnen Trassenvarianten in Anspruch genommen werden bzw. durch die Trassenführung auf Talbrücken oder in Tunnelbauwerken geschont werden können:

	Wertigkeit	Variante E*	Variante F*	Variante K18	Variante G*	Variante H*
beanspruchte Flächen freie Strecke	sehr gering/ gering	77%	98%	90%	40%	45%
	mittel	22%	-	8%	30%	35%
	hoch	3%	2%	2%	30%	20%
geschonte Flächen unter Talbrücken	sehr gering/ gering	44%	53%	53%	55%	45%
	mittel		47%	47%	45%	55%
	hoch	46%				
geschonte Flächen über Tunnel	sehr gering/ gering	-	40%	-	40%	40%
	mittel	10%		100%		
	hoch	90%	60%		60%	60%

Tabelle 13: Anteile und Wertigkeit der beanspruchten bzw. geschonten Böden hinsichtlich der CO₂-Speicherfunktion

Bei Realisierung der Variante E*, der kürzesten Neubaustrecke des Albaufstiegs, werden überwiegend sehr gering und geringwertige Böden für die Neubaustrecke in Anspruch genommen; nur im Ausbaubereich bestehender Streckenabschnitte werden Böden mit mittlerer Wertigkeit beansprucht. Durch die beiden Talbrücken (Fils- und Gosbachtal) bzw. Tunnel (Himmelsschleife und Drackenstein) kann im Übrigen die Inanspruchnahme mittel- bis hochwertiger Grünland- und Waldflächen weitestgehend vermieden werden.

Durch den überwiegenden bestandsnahen Streckenausbau kann bei Variante F* die Inanspruchnahme klimarelevanter Böden erheblich reduziert werden. Durch ein Brückenbauwerk im Filtstal vom/zum Tunnel Himmelsschleife wird die Inanspruchnahme mittel- bis hochwertiger klimarelevanter Böden in weiten Teilen vermieden. Letzteres trifft für die K18-Variante allerdings nicht zu, da durch den verkürzten Tunnel Himmelsschleife gegenüber Variante F* hochwertige klimarelevante Waldflächen im Gewann Drachenloch und Esel in Anspruch genommen werden.

Bei Realisierung der Variante G*, welche den längsten Einzeltunnel umfasst, werden auf der Albhochfläche im Bereich der Neubaustrecke (auf knapp der Hälfte der freien Strecke) mittel-

und hochwertige klimarelevante Grünland- und Waldflächen beansprucht. Durch ein Brückenbauwerk zur Querung des Gostals im Bereich des Impferlochs und die gegenüber Variante G* verlängerte Tunnelführung der Variante H* auf der Albhochfläche kann dieser Anteil etwas reduziert werden. In der Gesamtschau übersteigen diese Flächen allerdings die mittel- und hochwertigen klimarelevanten Flächenanteile der Variante E*.

4.4 Variantenbewertung

Aus den Ermittlungen für die einzelnen Sektoren ergeben sich für die Varianten unterschiedliche Rangfolgen. Aufgrund der abschätzenden Ermittlung der anlage- und verkehrsbedingten THG-Emissionen werden Werte mit relativ geringem Unterschied zusammengefasst und gleichrangig bewertet.

Bei den landnutzungsbedingten THG-Emissionen richtet sich die Rangfolge im Wesentlichen nach der Inanspruchnahme von Flächen mit hoher Wertigkeit hinsichtlich der Funktion als THG-Speicher bzw. -Senke.

	Variante E*	Variante F* ¹⁾	Variante K18 ²⁾	Variante G*	Variante H*
anlagebedingt	1	2	1	3	3
verkehrsbedingt	1	5	4	2	3
landnutzungsbedingt	2	1	5	4	3
gesamt	1	2	4	3	3

¹⁾ Variante technisch nicht mehr umsetzbar durch Überschneidung mit DB-Neubaustrecke Wendlingen–Ulm (siehe Erläuterungsbericht, Kap. 3.2.3)

²⁾ Trassierung erfüllt Mindestanforderungen nach RAA nicht und ist folglich auszuschließen

Tabelle 14: Rangfolge der Varianten hinsichtlich der Bewertung der einzelnen Sektoren (nach KSG) und insgesamt

In der Gesamtbetrachtung schneidet die E*-Trasse mit deutlichem Abstand als klimafreundlichste Lösung ab. Dies beruht auf der Reduktion der verkehrsbedingten THG-Emissionen und den geringen anlagebedingten THG-Emissionen. Die langen Tunnellösungen G* und H* hingegen weisen neben hohen THG-Lebenszyklusemissionen auch Nachteile bei den landnutzungsbedingten THG-Emissionen durch die Inanspruchnahme von Flächen mit hoher Wertigkeit auf. Die bestandsnahe Varianten F* – die allerdings aus technischen Gründen ausscheidet – schont zwar Biototypen, die als CO₂-Speicher oder -Senke dienen, führt aber aufgrund der deutlich längeren Strecke zu deutlich höheren THG-Emissionen im Verkehrssektor. Die Variante K18, die zwar geringe anlagebedingte THG-Emissionen aufweist, aber aufgrund erheblicher Defizite in der Trassierung und Verkehrssicherheit ausscheidet, führt ebenso zu höheren

BAB A 8 Karlsruhe – München

Streckenabschnitt Mühlhausen – Hohenstadt

km 10+900 – km 18+478

UVP-Bericht – Anhang 1nf: großräumige Klimawirkung

- 5. Planänderung -

verkehrsbedingten THG-Emissionen und beansprucht zudem hochwertige, klimarelevante Waldbestände.

5 Maßnahmen zur Reduktion der THG-Emissionen

Die „Hinweise zur Berücksichtigung der großräumigen Klimawirkungen in der Vorhabenzulassung“ nennt in Anlage 2 mögliche Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung von THG-Emissionen. Dabei werden wieder die drei relevanten Sektoren unterschieden:

- Gemäß dem Variantenvergleich stellt die Antragstrasse bei den **THG-Lebenszyklus-emissionen** die günstigste Lösung dar. Darüber hinaus ist bei den Tunnelbauwerken der Einsatz möglichst CO₂-freundlicher Baustoffe und Bauweisen vorgesehen.
- Da das Vorhaben den Lückenschluss in der durchgängigen, mindestens 6-streifigen Erweiterung der A 8 im Netzabschnitt Stuttgart – Ulm darstellt, zählt die Vermeidung überlastungsbedingter Verkehrsstaus zu einem der wesentlichen Planungszielen. Darüber hinaus berücksichtigt die Antragstrasse folgende Aspekte hinsichtlich der Streckengestaltung im **Sektor Verkehr**:
 - Länge der Strecke
 - Vermeidung starker Längsneigungen
 - möglichst geradlinige Streckenführung

Aufgrund der entstehenden Tunnelkette ist eine Streckenbeeinflussungsanlage vorgesehen, die zur Verflüssigung des Verkehrs beiträgt. Außerdem sorgt das Vorhaben indirekt für eine Stärkung des Radverkehrs, da die bisherige Abstiegstrasse am Drackensteiner Hang künftig als Radwegverbindung genutzt werden kann.

- Hinsichtlich der **landnutzungsbedingten THG-Emissionen** wird die Inanspruchnahme von Wäldern und Gehölzen als Treibhausgassenke oder -speicher durch die Trassenführung minimiert. Unvermeidliche Rodungen werden durch Ersatzaufforstungen ausgeglichen. Durch die Extensivierung von Landnutzungen, teils verbunden mit Entsiegelungen, kann bezogen auf das CO₂-Speichervermögen der Vegetation eine Aufwertung erreicht werden, welche das Defizit des Bodens minimiert bzw. ausgleicht.

6 Zusammenfassung

Um feststellen zu können, inwieweit ein Straßenbauvorhaben den Zielen und dem Zweck des KSG entspricht, sind die zu erwartenden und dem Vorhaben zuzurechnenden THG-Emissionen abzuschätzen. Die Ermittlung erfolgt getrennt für die Sektoren

- Industrie (THG-Lebenszyklusemissionen bzw. anlagebedingte THG-Emissionen),
- Verkehr (verkehrsbedingte THG-Emissionen) und
- Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (landnutzungsbedingte THG-Emissionen).

Es erfolgt jeweils ein Vergleich des Prognose-Nullfalls (ohne Vorhaben) mit dem Planfall (bei Umsetzung des Vorhabens).

Die E*-Trasse, Grundlage der Antragstrasse, verursacht anlagebedingte THG-Emissionen von ca. 5.200 t CO²-eq/a – neben der Variante K18 der niedrigste Werte im Variantenvergleich. Aufgrund der Streckenverkürzung reduzieren sich die verkehrsbedingten THG-Emissionen vom Prognose-Nullfall zum -Planfall um ca. 9.500 t CO²-eq/a. Nur die Varianten G* und H* weisen ebenfalls eine Reduktion auf, die allerdings deutlich geringer als bei Variante E* ausfällt. Die Varianten F* und K18 – die allerdings aus technischen Gründen ausscheiden – sind hingegen mit deutlichen Zunahmen der verkehrsbedingten THG-Emissionen verbunden.

Insgesamt stellt die Variante E*, auf der die Antragstrasse basiert, die klimafreundlichste Lösung dar. Sie erzeugt nicht nur einen positiven Saldo bei Summation der anlage- und verkehrsbedingten THG-Emissionen – führt also insgesamt zu einer Reduktion der THG-Emissionen –, sondern beansprucht auch nur in geringem Umfang Böden mit hoher CO₂-Speicherfunktion. Durch die Extensivierung von Landnutzungen in Verbindung mit Ersatzaufforstungen bzw. Entsiegelungen wird das CO₂-Speichervermögen der Vegetation insgesamt erhöht.