

# B 3 OU Elstorf mit Zubringer A 26

## FESTSTELLUNGSENTWURF

Deckblatt vom 26.02.2026

### Unterlage 19.7.1D Fachbeitrag Klimaschutz

11.11.2024

Im Auftrag der

Niedersächsischen Landesbehörde  
für Straßenbau und Verkehr  
Geschäftsbereich Lüneburg

Bearbeitung durch



**bosch & partner**

herne • münchen • hannover • berlin

[www.boschpartner.de](http://www.boschpartner.de)



---

<b>Inhaltsverzeichnis</b>		<b>Seite</b>
0.1	Anlagenverzeichnis .....	II
0.2	Tabellenverzeichnis .....	II
<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Treibhausgasemissionen des Verkehrs, Sektor Verkehr</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Landnutzungsänderung durch das Vorhaben, Sektor Landnutzung</b> .....	<b>5</b>
3.1	Boden .....	5
3.2	Vegetationskomplexe / Biotope .....	6
3.3	Aufbau und Optimierung von THG-Speichern und -senken (Kompensationsmaßnahmen) .....	9
3.4	Gesamteinschätzung zur landnutzungsbezogenen THG-Bilanz .....	14
<b>4</b>	<b>Lebenszyklusemissionen des Vorhabens, Sektor Industrie</b> .....	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>Gesamtbilanz der THG-Emissionen des Vorhabens</b> .....	<b>18</b>
<b>6</b>	<b>Literatur- und Quellenverzeichnis</b> .....	<b>20</b>

---

## **0.1 Anlagenverzeichnis**

---

Anlage 1: Abschätzung der Treibhausgasfreisetzungen

---

## **0.2 Tabellenverzeichnis** **Seite**

---

Tab. 2-1:	Verkehrsbedingte THG-Emissionen in t CO <sub>2</sub> -eq/a für den Prognose Nullfall und den Planfall (vgl. LOHMEYER 2024) .....	4
Tab. 3-1:	Übersicht über die Vegetationskomplexe im Eingriffsbereich .....	7
Tab. 3-2:	Ermittlung des gespeicherten Kohlenstoffs anhand der Werte der THG-Inventur 2017 (BWI) in Bezug auf die durch das Vorhaben verlorengehenden Waldtypen .....	8
Tab. 3-3:	Ermittlung des gespeicherten Kohlenstoffs anhand der Werte der THG-Inventur 2017 (BWI) in Bezug auf die im Vorhaben angesetzten Waldmaßnahmen.....	12
Tab. 3-4:	Gegenüberstellung klimarelevanter Vegetationskomplexe im Eingriffsbereich mit den Kompensationsmaßnahmen .....	14
Tab. 4-1:	Berechnung der Lebenszyklusemissionen des Vorhabens (gem. MOTTSCHELL & BERGMANN 2013) .....	17
Tab. 5-1:	Gesamtbilanz der vorhabenbedingten THG-Emissionen der OU Elstorf.....	18

## 1 Einleitung

Aus Art. 20a Grundgesetz und § 13 des Bundes-Klimaschutzgesetzes (KSG) folgt das Gebot, die Belange des Klimaschutzes im Rahmen fachplanerischer Abwägungsentscheidungen zu berücksichtigen.

Zweck des KSG ist es, zum Schutz vor den Auswirkungen des weltweiten Klimawandels die Erfüllung der nationalen Klimaschutzziele sowie die Einhaltung der europäischen Zielvorgaben unter Berücksichtigung der ökologischen, sozialen und ökonomischen Folgen zu gewährleisten (§ 1 Satz 1 und 2 KSG). Das KSG verpflichtet mit § 13 Abs. 1 alle Träger öffentlicher Aufgaben, den Klimaschutz bei allen relevanten Planungen und Entscheidungen angemessen zu berücksichtigen.

Der Geschäftsbereich Lüneburg der Niedersächsischen Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr (NLStBV) wurde als Vertreter des Landes Niedersachsen von der Bundesrepublik Deutschland mit der Planung der Ortsumfahrung (OU) Elstorf als 2. und 3. Bauabschnitt der B3n im Zuge der B3 westlich von Neu Wulmstorf bis südlich von Elstorf beauftragt. Die B3n besteht als Gesamtprojekt aus drei Bauabschnitten:

- Für den **Bauabschnitt 1 (BA 1)**, der das Teilstück zwischen der A26 (in ihrem zukünftigen Verlauf zwischen Buxtehude und Hamburg) und der B73 als OU Neu Wulmstorf umfasst, erging am 26.10.2006 der Planfeststellungsbeschluss. Die Verkehrsfreigabe erfolgte am 11.07.2011.
- Der **Bauabschnitt 2 (BA 2)** der B3n als nördlicher Planungsabschnitt der OU Elstorf wurde in der Vergangenheit als OU Ketzendorf vom Geschäftsbereich Stade als sogenannte Globalmaßnahme geplant. Hierzu wurden bereits Planungsleistungen auf der Stufe der Vorplanung vorgenommen.
- Im aktuellen Bundesverkehrswegeplan 2030, dem Bedarfsplan für die Bundesfernstraßen, wurde der **Bauabschnitt 3 (BA 3)** der B3n als südlicher Planungsabschnitt vom bisherigen „Weiteren Bedarf“ in den „Vordringlichen Bedarf“ eingestuft.

Für eine rechtssichere Variantenuntersuchung wurden in der Vorplanung die beiden o.g. Bauabschnitte 2 und 3 zusammengefasst. Die ermittelte Vorzugstrasse (Variante 1.3) wurde im Anschluss landesplanerisch festgestellt. Als Auflage aus dem Raumordnungsverfahren war die Leistungsfähigkeit des südlich anschließenden Knotenpunktes B3/K31/K52 zu untersuchen.

- Der verkehrsgerechte Umbau dieses Knotenpunktes wird als Folgemaßnahme **Knotenpunkt 4 (KP 4)** vollständig in die Gesamtplanung integriert.

---

Die Bezeichnung der Gesamtmaßnahme lautet „B3 OU Elstorf mit Zubringer A26“. Im Sinne einer besseren Lesbarkeit wird im Folgenden die Gesamtmaßnahme nur als „B3 OU Elstorf“ bezeichnet. Weitere Informationen zum Vorhaben sind dem Erläuterungsbericht (Unterlage 1) zu entnehmen.

Der vorliegende **Fachbeitrag (FB) Klimaschutz** stellt die umfassende Berücksichtigung des Klimaschutzes bzw. der Vermeidung und Verminderung von Treibhausgasemissionen (THG) im Planungsprozess der B 3 OU Elstorf dar.

## 2 Treibhausgasemissionen des Verkehrs, Sektor Verkehr

Die verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) betreffen die vorhabenbedingten Veränderungen der THG-Emissionen des fließenden Verkehrs. Die durch das Vorhaben entstehenden verkehrsbedingten Emissionen sind dem Sektor Verkehr nach Anlage 1 (zu § 5) Nr. 4 KSG zuzuordnen.

Zur Ermittlung der verkehrsbedingten THG-Emissionen wurde durch das Ingenieurbüro Lohmeyer ein Gutachten zur Abschätzung der Treibhausgasfreisetzungen erstellt (LOHMEYER 2024; siehe Anlage 1 zu vorliegendem FB Klimaschutz). In diesem wurden sowohl die betriebsbedingten Auspuffemissionen (Tank-to-Wheel; TTW)<sup>1</sup> als auch die betriebsbedingten Vorkettenemissionen (Well-to-Tank; WTT)<sup>2</sup> betrachtet. In der Analyse wurden neben dem THG CO<sub>2</sub> auch die klimarelevanten Gase Methan, Lachgas, Perfluorierte Kohlenwasserstoffe sowie Schwefelhexafluoride berücksichtigt. Diese wurden entsprechend ihres CO<sub>2</sub>-Erwärmungspotenzials gewichtet und gebündelt als Gesamt-THG-Emissionen in Form von CO<sub>2</sub>-Äquivalenten angegeben (ebd.).

Für die Berechnung der THG-Emissionen im Straßenverkehr (TTW) wurde das „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs“ (HBEFA) in der aktuellen Version 4.2 (UBA 2022) verwendet. Dieses enthält neben Angaben zu den direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen auch Emissionsfaktoren für CO<sub>2</sub>-Äquivalente, welche die Treibhausgase Methan und Lachgas unter Berücksichtigung ihrer Wirkfaktoren umfassen. Die Bilanzierung der betriebsbedingten THG-Emissionen erfolgt daher auf Basis der CO<sub>2</sub>-Äquivalente (CO<sub>2</sub>-eq) (LOHMEYER 2024). Zusätzlich wurden für die Berechnung der betriebsbedingten Vorkettenemissionen (WTT), welche gem. der Methodik der VDI 3782 Blatt 7 durchgeführt wurde, die in HBEFA 4.2 enthaltenen Emissionsfaktoren für die Kraftstoffherstellung / -bereitstellung und Stromerzeugung / -bereitstellung verwendet.

Mithilfe der netzbezogenen Verkehrsdaten des vorhabenbezogenen Verkehrsgutachtens wurden anhand der genannten THG-Emissionsfaktoren die summarischen Emissionen für den Planfall und den Prognosenullfall (ohne bauliche Änderungen), jeweils zum Prognosezeitpunkt 2035, berechnet. In einem weiteren Schritt wurde die Differenz aus beiden Betrachtungsfällen gebildet, um den Netto-Effekt des Vorhabens darzustellen. Detaillierte Angaben zur Berechnung sind in LOHMEYER (2024) zu finden (siehe Anlage 1).

In Tab. 2-1 sind die ermittelten THG-Emissionen in Tonnen CO<sub>2</sub>-eq pro Jahr (t CO<sub>2</sub>-eq/a) für den Prognose-Bezugsfall und den Prognose-Planfall gegenübergestellt.

---

<sup>1</sup> „Tank-to-Wheel“ (TTW) bezeichnet die Treibhausgasemissionen, die direkt durch den Betrieb eines Fahrzeugs entstehen, also vom Verbrennen des Kraftstoffs im Motor bis zur Bewegung des Fahrzeugs. Es umfasst nur die Emissionen während der Nutzung und nicht die Emissionen aus der Kraftstoffherstellung oder -bereitstellung.

<sup>2</sup> „Well-to-Tank“ (WTT) bezeichnet die Treibhausgasemissionen, die bei der Förderung, Herstellung und Bereitstellung von Kraftstoffen oder Energie entstehen, bevor sie in ein Fahrzeug gelangen. Es umfasst den gesamten Prozess von der Energiequelle („Well“) bis zum Tank des Fahrzeugs, jedoch nicht die Emissionen während des Fahrzeugbetriebs.

**Tab. 2-1: Verkehrsbedingte THG-Emissionen in t CO<sub>2</sub>-eq/a für den Prognosenullfall und den Planfall (vgl. LOHMEYER 2024)**

THG-Emissionen	Prognosenullfall	Planfall	Differenz/ Netto-Bilanz
Direkte Emissionen „Tank-to-Wheel“	120.443 t CO <sub>2</sub> -eq/a	123.141 t CO <sub>2</sub> -eq/a	<b>+ 2.698</b> t CO <sub>2</sub> -eq/a
Indirekte Emissionen „Well-to-Tank“	36.798 t CO <sub>2</sub> -eq/a	37.666 t CO <sub>2</sub> -eq/a	<b>+ 868</b> t CO <sub>2</sub> -eq/a
Gesamte verkehrsbedingte Emissionen „Well-to-Wheel“	157.241 t CO <sub>2</sub> -eq/a	160.807 t CO <sub>2</sub> -eq/a	<b>+ 3.566</b> t CO <sub>2</sub> -eq/a

Insgesamt führt das Vorhaben im lokalen Straßennetz zu einem zusätzlichen Ausstoß von ca. **3.566 t/a** an verkehrsbedingten THG-Emissionen. Davon stellen mit ca. 76,6 % die direkten, also durch den Betrieb verursachten THG-Emissionen den größten Anteil an dem zusätzlichen Emissionsausstoß dar (LOHMEYER 2024).

### 3 Landnutzungsänderung durch das Vorhaben, Sektor Landnutzung

Der Teilaspekt Landnutzungsänderung bezieht sich auf die THG-Bilanz von Boden-Vegetationskomplexen. In der organischen Substanz im Boden und in der Vegetation (unterirdische und oberirdische Biomasse) ist CO<sub>2</sub> in Form von organisch gebundenem Kohlenstoff gespeichert (Speicherfunktion). Je nach Bodenform, Vegetationstyp und Nutzung werden aus dem Boden-Vegetation-System im Jahresverlauf entweder Treibhausgase emittiert (CO<sub>2</sub> Quelle) oder es wird CO<sub>2</sub> kontinuierlich eingelagert (Senkenfunktion) (FGSV 2023).

Anlage- und baubedingt hat ein Straßenvorhaben Auswirkungen auf die Nutzungen von Flächen und damit auf die Biotopstrukturen und die Böden. Durch das Vorhaben wird aktiv Einfluss auf die Funktionen von Böden und Vegetation als Treibhausgasspeicher und –senken genommen. Verluste von Biotopstrukturen und Böden im Bereich geplanter Bauwerke wirken sich i. d. R. negativ auf die Klimabilanz der Landnutzung aus. Gleichzeitig führen auch die landschaftspflegerischen Maßnahmen entlang der Trasse und externe Kompensationsmaßnahmen zu Veränderungen der Landnutzung, diese wirken sich jedoch i. d. R. positiv auf die Klimabilanz aus. Hinsichtlich der Klimaschutzziele sind anlagebedingte Veränderungen der THG-Bilanz dem Sektor „Landnutzung, Landnutzungsänderung“ (Sektor 7 gem. KSG) zuzuweisen.

Böden und Pflanzen können bedeutende Kohlenstoffspeicher sein. Vor allem organische Böden wie Moore haben je nach Nutzung und Wasserstand eine besondere Funktion als Kohlenstoffspeicher. Bei einem entsprechend hohem Grundwasserstand können auch mineralische Böden eine Relevanz für den Klimaschutz aufweisen, da durch intensivere Bodenbearbeitung und Entwässerungen Mineralisierungsprozesse und damit die Freisetzung von CO<sub>2</sub>-Emissionen gefördert werden. Bei organischen Böden sind die THG-Emissionen dabei jedoch deutlich höher, weswegen die mineralischen Böden lediglich eine untergeordnete Rolle spielen. Nutzungsextensivierungen und Wiedervernässungen können in beiden Fällen aktiv zur Verringerung von landnutzungsbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen und damit zum Klimaschutz beitragen, indem die Speicherung / Bindung von Kohlenstoff im Vergleich zu vorherigen Nutzungen erhöht wird.

#### 3.1 Boden

Eine besondere Klimarelevanz besitzen vor allem Eingriffe in Böden, die einen hohen Kohlenstoffanteil aufweisen und als Kohlenstoffspeicher dienen. Hierbei handelt es sich insbesondere um organische Böden. Diese sind in Niedersachsen als kohlenstoffreiche Böden (BHK50) durch das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie ausgewiesen (LBEG 2022). Der Datensatz ist auf Grundlage der Bodenkarte von Niedersachsen 1 : 50 000 (BK50) entstanden und zeigt die Böden mit torfhaltigen Horizonten bis in 2 m Tiefe. Bei den klimarelevanten kohlenstoffreichen Böden handelt es sich um Hoch- und Niedermoore, Moorgleye, flach und

mächtig überlagerte Torfe, Organomarsche mit Niedermoorauflage, Sanddeckkulturen und Moor-Treposele.

Je nach Beschaffenheit und Überdeckung (Torfmächtigkeit und Mächtigkeit des organischen Bodens), Nutzung und Wasserstand sowie weiterer (Standort)Faktoren können die Speicher- und Senkenfunktionen von Mooren und moorähnlichen Böden stark variieren. Während in intakten Mooren der gebundene Kohlenstoff weitgehend geschützt ist und bei wachsenden Mooren sogar jährlich zwischen 0,05 und 3 Tonnen Kohlenstoff pro Hektar neu gebunden werden können, entweichen bei der landwirtschaftlichen Nutzung von Moorböden im ungünstigsten Fall Größenordnungen von bis zu etwa 30 Tonnen CO<sub>2</sub>-eq pro Hektar und Jahr (GROTHE et al. 2017).

Im Umfeld des Vorhabens befinden sich insbesondere im Bereich des Naturschutzgebiets „Moore bei Buxtehude“ (nordwestlich der geplanten OU Elstorf) großflächige kohlenstoffreiche Böden in Form von Niedermoorböden. Zudem liegt eine kleinere Fläche mit Niedermoorböden nordwestlich Elstorf. Durch das Vorhaben werden jedoch **keine** der benannten oder anderweitige kohlenstoffreiche Böden in Anspruch genommen. Eine weitere Betrachtung des Teilaspekts Boden kann daher entfallen.

### 3.2 Vegetationskomplexe / Biotope

Die Bewertung der Klimarelevanz von Vegetationskomplexen bzw. Biototypen wird i. d. R. anhand der jeweils gespeicherten Menge an Kohlenstoff in den entsprechenden Biotopen festgemacht. Theoretisch ließe sich anhand dieser eine quantitative Einschätzung der vorhabenbedingten Landnutzungsänderungen vornehmen. Ein grundlegendes Problem dabei ist jedoch, dass die tatsächliche THG-Speicherfunktion von Vegetationskomplexen an unterschiedlichen Standorten stark abhängig von den dort vorhandenen Standorteigenschaften, den Altersstrukturen der Biotope oder der Artzusammensetzung ist. Daher ist eine Anwendung von Durchschnittswerten aus der Literatur, sofern vorhanden, nicht immer zielführend oder praktikabel. Die Hinweise zur Berücksichtigung großräumiger Klimawirkung in der Vorhabenzulassung (BMDV 2022) sowie das Ad-hoc-Arbeitspapier zur Berücksichtigung von großräumigen Klimawirkungen bei Straßenbauvorhaben (FGSV 2023) empfehlen daher eine überwiegend qualitative bzw. sofern möglich eine halb quantitative / qualitative Vorgehensweise bei der Einstufung der Klimarelevanz von Biototypen.

Ausschlaggebendes Kriterium zur Bewertung der Klimarelevanz ist dabei die langfristige Kohlenstoffbindung in Form von oberirdischer Biomasse. Eine Klimaschutzfunktion in Form von CO<sub>2</sub>-Retention geht hierbei vorrangig von biomassereichen Biotopen wie Wäldern und Gehölzbeständen aus, die den Kohlenstoff längerfristig speichern können (WENZEL et al. 2022). Neben der oberirdischen Biomasse ist die unterirdische Biomasse sowie die zeitlich begrenzte Speicherung von Kohlenstoff in Streu- und Humusaufgaben bei der Bewertung der Klimawirksamkeit von Vegetationsbeständen zu berücksichtigen. Nachfolgend sind die bau- und anlagebedingt durch das Vorhaben betroffenen Vegetationskomplexe aufgeführt.

Tab. 3-1: Übersicht über die Vegetationskomplexe im Eingriffsbereich

Vegetationskomplex	Flächengröße [ha]
Wald	12,69
Gehölze	3,76
Grünland	11,58
Sonstige naturnahe Biotop (z.B. krautige Vegetation)	1,98
<b>Summe</b>	<b>30,1</b>

Insgesamt werden rd. 30,1 ha klimarelevanter Vegetationskomplexe bau- und anlagebedingt beansprucht. Besonders klimarelevant sind dabei natürliche und naturnahe Waldbestände sowie ausgewiesene Klimaschutzwälder, Immissionsschutzwälder und Bodenschutzwälder. Weiterhin sind auch andere Wälder, Alleen, Baumreihen, Gehölzbestände, extensive Feucht- und Nassgrünländer und sonstige, nutzungsfreie naturnahe Biotop besonders klimarelevant. Im Rahmen einer Berücksichtigung von Klimaschutzaspekten erscheint eine Betrachtung der Auswirkungen von Straßenbauvorhaben insbesondere auf Wälder als THG-Speicher und -senken besonders wichtig.

Wälder besitzen aufgrund ihrer Funktion als Kohlenstoffspeicher eine hohe Bedeutung für den Klimaschutz. Deutschlandweit speichern Waldflächen in der ober- und unterirdischen Biomasse schätzungsweise 4,63 Mrd. Tonnen CO<sub>2</sub> (RIEDEL et al. 2019). Der Schutz und Erhalt von Waldflächen ist daher für den Klimaschutz essentiell. Daher wird beim Vegetationskomplex Wald ein quantitativer Ansatz zur Berechnung der CO<sub>2</sub> Werte vorgenommen. Das Ausmaß der Kohlenstoffspeicherfunktion von Wäldern hängt jedoch stark von unterschiedlichen Standortfaktoren und der Waldzusammensetzung ab, so dass sich eine Quantifizierung der gespeicherten Menge an Kohlenstoff schwierig gestaltet. Weiterhin müsste für eine detaillierte Betrachtung der CO<sub>2</sub>-Bilanz auch die Verwendung des Holzes der aufgrund des Eingriffs verlorenen Waldflächen berücksichtigt werden. Eine Nutzung des Holzes als sogenannte „Produktspeicher“ in Form von langlebigen Holzprodukten würde das CO<sub>2</sub> bspw. weiterhin langfristig binden (UBA 2021). Da diese Aspekte im Rahmen der Vor- und Genehmigungsplanung jedoch nicht beeinflussbar sind, wird zur Vereinfachung der Verlust von Wald einer Freisetzung des von diesem gespeicherten Kohlenstoff gleichgestellt.

Mithilfe der in Tab. 3-2 dargestellten Summen der Eingriffsflächen lässt sich die bau- und anlagebedingte theoretische Freisetzung von Kohlenstoff näherungsweise quantifizieren. Für eine detaillierte Quantifizierung sind jedoch genaue Angaben des gespeicherten Kohlenstoffs je Wald- / Biotoptyp auf lokaler oder regionaler Ebene notwendig. Solche Daten sind bisher nur sehr lückenhaft vorhanden. Daher wird auf die Treibhausgasinventur von 2017 zur Bundeswaldinventur (BWI 2017) zurückgegriffen, um die Kohlenstoffmasse der Bäume bzw. Wälder auf der Eingriffs- und Kompensationsseite zu berechnen. Die in der THG-Inventur 2017 angegebenen Werte (C kg/ha) beziehen sich auf die lebende ober- und unterirdische Biomasse (Stamm, Äste und Wurzeln) und werden für verschiedene Baumaltersklassen ausgewiesen. Nicht berücksichtigt ist der Kohlenstoffanteil der toten Biomasse (Blätter, Nadeln, liegendes Totholz) sowie deren Umbau- und Abbauprodukte (insb. Humus). Die Berechnung der Menge

an CO<sub>2</sub> erfolgt über die Umrechnung des im Waldbestand gespeicherten Kohlenstoffs. Sie wird durch die sog. CO<sub>2</sub>-Speicherleistung, welche die Menge an CO<sub>2</sub>, die über den Betrachtungszeitraum durch die Bäume aus der Atmosphäre aufgenommen und als Kohlenstoff eingelagert wird, dargestellt. Die Summe der ermittelten Kohlenstoffwerte der Tabelle wird am Ende mit dem Faktor 3,67<sup>3</sup> multipliziert, um die Kohlenstoffmenge in Kohlendioxid umzurechnen.

**Tab. 3-2: Ermittlung des gespeicherten Kohlenstoffs anhand der Werte der THG-Inventur 2017 (BWI) in Bezug auf die durch das Vorhaben verlorengehenden Waldtypen**

Waldbiotope <sup>1</sup>	Fläche [ha] <sup>1</sup>	Waldtyp gem. BWI <sup>2</sup>	Alter gem. BWI <sup>5</sup>	C gem. BWI <sup>6</sup> [kg/ha]	C Gesamt [kg]
Eichen- und Hainbuchenmischwald feuchter, mäßig basenreicher Standorte	0,057	Eiche (60) <sup>4</sup> / andere LB hoher Lebensdauer (40)	100-160 Jahre	144.772,8	8.252,05
Eichen- und Hainbuchenmischwald mittlerer, mäßig basenreicher Standorte	0,002	Eiche (50) / andere LB hoher Lebensdauer (50)	1-60 Jahre	71.651	143,30
Birken- und Kiefern-Sumpfwald	0,025	Andere LB niedriger Lebensdauer (90) / Eiche (10)	40-100 Jahre	76.272,13	1.906,80
Birken- und Zitterpappel-Pionierwald	1,932	andere LB niedriger Lebensdauer (60) / Kiefer (35) / andere LB hoher Lebensdauer (5)	1-100 Jahre	57.324,38	110.750,70
Ahorn- und Eschen-Pionierwald	0,241	andere LB hoher Lebensdauer	1-100 Jahre	120.751	29.100,99
Sonstiger Kiefern-Pionierwald	0,520	Kiefer (80) / andere LB niedriger Lebensdauer (20)	alle Baumaltersklassen	86371,8	44.913,34
Sonstiger Pionier- und Sukzessionswald	0,470	Alle LB (70) / Kiefer (30)	alle Baumaltersklassen	104.608,8	49.166,14
Weiden-Pionierwald	0,087	andere LB niedriger Lebensdauer	40-60 Jahre	66.777	5.809,60
Sonstiger bodensaurer Eichenmischwald	0,962	Eiche (45) / Kiefer (45) / alle LB (10)	40-160 Jahre	120.683,71	116.097,73
Eichenmischwald armer, trockener Sandböden	4,614	Eiche (45) / Kiefer (45) / andere LB niedriger Lebensdauer (10)	1-100 Jahre	80.174,57	369.925,47

<sup>3</sup> Der Faktor ergibt sich aus dem Massenverhältnis der molaren Masse von Kohlenstoff und Kohlendioxid.

Waldbiotope <sup>1</sup>	Fläche [ha] <sup>1</sup>	Waldtyp gem. BWI <sup>2</sup>	Alter gem. BWI <sup>5</sup>	C gem. BWI <sup>6</sup> [kg/ha]	C Gesamt [kg]
Eichenmischwald leh- miger, frischer Sandbö- den des Tieflands	1,404	Eiche (60) / andere LB niedriger Le- bensdauer (40)	40-100 Jahre	102.367,8	143.724,39
Waldrand mittlerer Standorte	0,240	Eiche (80) / alle LB (20)	40-100 Jahre	121.560	29.174,4
Waldrand magerer, ba- senarmer Standorte	0,252	Eiche	40-100 Jahre	123.244,33	31.057,57
Fichtenforst	0,745	Fichte	40-100 Jahre	136.631	101.790,09
Kiefernforst	1,142	Kiefer	40-100 Jahre	95.970	109.597,74
Summe C in kg					1.151.410,31
<b>Summe CO<sub>2</sub> in kg*</b>					<b>4.225.675,84</b>
Umrechnung mit dem Faktor 3,67					

\*: Umrechnung mit dem Faktor 3,67 (molare Masse)

<sup>1</sup>: Biototypen gem. Biotopkartierung, die anlage- und baubedingt verloren gehen

<sup>2</sup>: BWI 2017 Treibhausgasinventur Punkt 3.14: Kohlenstoffmasse [kg/ha] nach Baumartengruppe und Baumaltersklasse (rechnerischer Reinbestand), errechneter Durchschnittswert entsprechend der Altersangaben

<sup>3</sup>: LB = Laubbaum

<sup>4</sup>: Planerisch eingeschätzte Verteilung der Baumarten basierend auf Angaben der Biotopkartierung. (60 / 40) beschreibt bspw. eine Verteilung von 60% und 40%

<sup>5</sup>: Altersklassen nach BWI, Einteilung über die in der Biotopkartierung angegebenen Altersstrukturtypen nach Drachenfels (2021)

<sup>6</sup>: Rechnerischer Kohlenstoffbestand gemittelt aus den Altersklassen nach BWI entsprechend der Altersangaben in der Biotopkartierung sowie der planerisch eingeschätzten Verteilung der Baumarten

Aus der Quantifizierung des gespeicherten Kohlenstoffs anhand der Werte der THG-Inventur 2017 ergibt sich eine durch das Vorhaben theoretisch freigesetzte Menge von CO<sub>2</sub> in Höhe von rd. 4.226 t CO<sub>2</sub>.

### 3.3 Aufbau und Optimierung von THG-Speichern und -senken (Kompensationsmaßnahmen)

Im Zuge einer Straßenplanung sind in der Regel naturschutzfachliche Kompensationsmaßnahmen zu ergreifen, um den Eingriff in die verschiedenen Naturhaushaltsfunktionen sowie das Landschaftsbild möglichst vollständig auszugleichen oder zu ersetzen. Dabei ist davon auszugehen, dass die typischen Kompensationsmaßnahmen – Nutzungsextensivierungen, Neuanlage von naturnahen Biotopstrukturen, Gehölzpflanzungen usw. – auch aus der Sicht des Klimaschutzes als positive Maßnahmen zu bewerten sind.

Gemäß den Hinweisen zur Berücksichtigung großräumiger Klimawirkung in der Vorhabenzulassung (BMDV 2022) werden als Kompensationsmaßnahmen mit einer besonders guten Klimafunktionalität, d. h. einer hohen Wirksamkeit in Bezug auf die Speicher- und Senkenfunktion

für Treibhausgase, vorrangig Maßnahmen zur Renaturierung von Mooren, zur Neuaufforstung von Waldflächen mit standortgerechten Arten und zur Umwandlung von Acker in (extensives) Grünland empfohlen. Insbesondere Wiedervernässungsmaßnahmen bzw. Nutzungsexensivierungen im Bereich von Moorböden oder moorähnlichen Böden weisen ein großes Potenzial für den Klimaschutz auf.

Besonders hervorzuheben sind in Bezug auf den Klimaschutz die folgenden Maßnahmen aus dem Maßnahmenpaket des LBP (insg. 100,26 ha und 333 Bäume):

### Maßnahmen zur Entwicklung von Grünland

8.6 A <sub>CEF</sub>	Entwicklung von Extensivgrünland	0,982 ha
10.3 A <sub>CEF</sub>	Entwicklung von Extensivgrünland einschließlich Anlage von faunistischen Habitatstrukturen	0,511 ha
12.1 A <sub>CEF</sub>	Entwicklung von Extensivgrünland	6,070 ha
12.3 A <sub>CEF</sub>	Entwicklung von Feucht- und Nassgrünland	3,028 ha
13.3 A <sub>CEF</sub>	Entwicklung von Extensivgrünland	0,843 ha
14.1 A <sub>CEF</sub>	Entwicklung von Extensivgrünland	1,364 ha
15.3 A <sub>CEF</sub>	Entwicklung von Feucht- und Nassgrünland	0,412 ha
15.6 A <sub>CEF</sub>	Entwicklung von Extensivgrünland	1,132 ha
16.1 A <sub>CEF</sub>	Entwicklung von Extensivgrünland	1,568 ha
18.2 A <sub>CEF</sub>	Entwicklung von Extensivgrünland	8,452 ha
19.1 A <sub>CEF</sub>	Entwicklung von Extensivgrünland	9,677437 ha
20.1 A <sub>CEF</sub>	Entwicklung von Extensivgrünland mit Obstgehölzen	2,091 ha
20.2 A <sub>CEF</sub>	Entwicklung von Extensivgrünland	6,344 ha
<b>Summe</b>		<b>42, 474234 ha</b>

### Maßnahmen zur Neuanlage von Alleen und andere Gehölzpflanzungen

3.1 G	Anlage von Gehölzbeständen aus Straucharten	3,653 ha
3.2 G	Anlage von Gehölzbeständen aus Strauch- und Baumarten	3,142 ha
3.3 G	Anlage von Baumreihen und Einzelbäumen	475 Stk.
4.1 A	Anlage von Gehölzbeständen aus Straucharten	0,955 ha
4.2 A	Anlage von Gehölzbeständen aus Strauch- und Baumarten	3,232 ha
4.3 A	Anlage von Baumreihen und Einzelbäumen	454 151 Stk.
6.1 V <sub>CEF</sub>	Anlage von Gehölzbeständen aus Straucharten	0,082 ha
6.2 V <sub>CEF</sub>	Anlage von Gehölzbeständen aus Strauch- und Baumarten	0,123 ha
7.1 V <sub>CEF</sub>	Anlage von Gehölzbeständen aus Straucharten	0,015 ha
7.2 V <sub>CEF</sub>	Anlage von Gehölzbeständen aus Strauch- und Baumarten	0,127 ha
7.3 V <sub>CEF</sub>	Anlage von Baumreihen und Einzelbaumpflanzungen	15 Stk.
8.1 V <sub>CEF</sub>	Anlage von Gehölzbeständen aus Straucharten	0,045 ha
8.2 V <sub>CEF</sub>	Anlage von Gehölzbeständen aus Strauch- und Baumarten	0,284 ha
8.3 V <sub>CEF</sub>	Anlage von Baumreihen und Einzelbaumpflanzungen	9 Stk.
9.3 V <sub>CEF</sub>	Anlage von Gehölzbeständen aus Strauch- und Baumarten	0,078 ha
11.2 A <sub>CEF</sub>	Anlage von Gehölzbeständen aus Straucharten	0,335 ha
13.2 A <sub>CEF</sub>	Anlage von Gehölzbeständen aus Strauch- und Baumarten (Gewässerrandstreifen)	0,164 ha
14.3 A <sub>CEF</sub>	Anlage von Gehölzbeständen aus Strauch- und Baumarten	0,214 ha

15.5 A <sub>CEF</sub>	Anlage von Gehölzbeständen aus Strauch- und Baumarten	0,021 ha
18.3 A <sub>CEF</sub>	Anlage und Entwicklung von Gehölzbeständen aus Straucharten	0,251 ha
19.2 A <sub>CEF</sub>	Anlage von Gehölzbeständen aus Strauch- und Baumarten	1,265 ha
20.1 A <sub>CEF</sub>	Entwicklung von Extensivgrünland mit Obstgehölzen	108 Stk.
20.5 A <sub>CEF</sub>	Anlage und Entwicklung von Gehölzbeständen aus Strauch- und Baumarten	1,496 ha
<b>Summe</b>		<b>15,482 ha</b> <b>32833 Stück</b>

### Maßnahmen zur Entwicklung von Gras- und (Hoch-)Staudenfluren, Blühstreifen u.ä.

4.4 A	Anlage und Entwicklung von halbruderalen Gras- und Staudenfluren	9,262 ha
6.4 V <sub>CEF</sub>	Anlage und Entwicklung von Blühstreifen und Sukzessionsflächen	0,242 ha
7.4 V <sub>CEF</sub>	Anlage und Entwicklung von Blühstreifen und Sukzessionsflächen	0,432 ha
8.4 V <sub>CEF</sub>	Anlage und Entwicklung von Blühstreifen und Sukzessionsflächen	0,706 ha
9.1 V <sub>CEF</sub>	Anlage und Entwicklung von Blühstreifen und Sukzessionsflächen	0,581 ha
11.1 A <sub>CEF</sub>	Anlage und Entwicklung von halbruderalen Gras- und Staudenfluren	1,633 ha
12.2 A <sub>CEF</sub>	Anlage und Entwicklung von Gewässerrandstreifen	0,187 ha
13.1 A <sub>CEF</sub>	Anlage und Entwicklung von Gewässerrandstreifen mit Grabentaschen	0,226 ha
15.2 A <sub>CEF</sub>	Anlage und Entwicklung von Gewässerrandstreifen mit Grabentaschen	0,790 ha
<b>Summe</b>		<b>14,059 ha</b>

### Maßnahmen zur Optimierung und Neuaufforstung von Waldflächen

4.5 A	Anlage/ Optimierung von Waldrändern <sup>1</sup>	0,539 ha
4.6 A	Entwicklung stabiler Waldbestände in windwurfgefährdeten Waldbereichen <sup>1</sup>	3,111 ha
6.3 A	Entwicklung stabiler Waldbestände in windwurfgefährdeten Waldbereichen <sup>1</sup>	1,148 ha
10.1 A	Entwicklung stabiler Waldbestände in windwurfgefährdeten Waldbereichen <sup>1</sup>	2,508 ha
10.2 A <sub>CEF</sub>	Anlage/ Optimierung von Waldrändern einschließlich Anlage von faunistischen Habitatstrukturen <sup>1</sup>	0,219 ha
16.2 A	Entwicklung stabiler Waldbestände in windwurfgefährdeten Waldbereichen <sup>1</sup>	0,124 ha
16.5 A	Aufforstung von naturnahen Laubwaldbeständen	0,050 ha
20.3 A <sub>CEF</sub>	Entwicklung von naturnahen Mischwaldbeständen ( <b>Waldumbau Waldumwandlung</b> ) <sup>1</sup>	0,364 ha
20.6 A <sub>CEF</sub>	Aufforstung von naturnahen Laubwaldbeständen	2,252 ha
21.1 A <sub>CEF</sub>	Entwicklung von naturnahen Eichenmischwaldbeständen ( <b>Waldumbau Waldumwandlung</b> ) <sup>1</sup>	4,410 ha
21.2 A <sub>CEF</sub>	Entwicklung von naturnahen Buchenmischwaldbeständen ( <b>Waldumbau Waldumwandlung</b> ) <sup>1</sup>	3,073 ha
24.1 A	Aufforstung von naturnahen Laubwaldbeständen	5,003 ha
24.2 A	Aufforstung von naturnahen Laubwaldbeständen	5,441 ha
<b>Summe</b>		<b>28,242 ha</b>

<sup>1</sup>: Maßnahmen, die nur zur Optimierung bestehender Waldflächen dienen, wurden nur mit einem Faktor von 0,5 bilanziert

In Bezug auf die o.g. Waldmaßnahmen wird in Anlehnung an Tab. 3-2 eine Quantifizierung der Waldmaßnahmen in Bezug auf die THG-Speicherfunktion vorgenommen. Eine Restriktion

stellt allerdings die Zuordnung der Waldbiotope bzw. der Kompensationsmaßnahmen zu den Baumartengruppen der Treibhausgasinventur dar. Hierfür müssen bestimmte Annahmen und Zuordnungen getroffen werden, welche die Genauigkeit der Berechnung beeinträchtigen. So wird bspw. in vielen Maßnahmenblättern nur eine Auswahl an potenziellen Baumarten festgelegt. Diese können über die Klasse „andere Laubbäume niedriger bzw. hoher Lebensdauer“ der THG-Inventur 2017 abgedeckt werden. Ebenso muss das Verhältnis der Baumartenzusammensetzung einiger Waldbiotope geschätzt werden.

Die Speicherleistung von Wäldern steigt mit zunehmendem Alter des Waldes bzw. der Bäume. Daher werden für die Kompensationsmaßnahmen zwei Berechnungen der Speicherleistung durchgeführt. Zunächst für die Altersklasse 1-20 Jahre, um die CO<sub>2</sub>-Bilanz der Kompensation mehr oder weniger unmittelbar nach Umsetzung der Maßnahmen abzubilden. Weiterhin wird die Speicherleistung der Kompensationsmaßnahmen für einen Zeitraum von 21-40 Jahren berechnet, um darzustellen, inwieweit die Maßnahmen geeignet sind, die Freisetzung von THG in einem angemessenen Zeitraum auszugleichen. Maßnahmen, die lediglich zur Optimierung bestehender Waldflächen dienen, wie bspw. Waldumbau oder Anlage von Waldrändern, werden nur mit einem Faktor von 0,5 bilanziert. Die Berechnungen erfolgen analog zur Tab. 3-2.

**Tab. 3-3: Ermittlung des gespeicherten Kohlenstoffs anhand der Werte der THG-Inventur 2017 (BWI) in Bezug auf die im Vorhaben angesetzten Waldmaßnahmen**

Maßnahme des LBP		Fläche [ha]	Waldtyp gem. BWI <sup>2</sup>	Alter gem. BWI <sup>1</sup>	C gem. BWI <sup>1</sup> [kg/ha]	C Gesamt [kg]
4.5 A	Anlage/ Optimierung von Waldrändern	0,539	andere LB niedriger Lebensdauer (60) / andere LB hoher Lebensdauer (40)	1-20 Jahre	13.777,80	7.426,24
				21-40 Jahre	56.255,6	30.321,78
4.6 A	Entwicklung stabiler Waldbestände in windwurfgefährdeten Waldbereichen	3,111	andere LB niedriger Lebensdauer (60) / andere LB hoher Lebensdauer (40)	1-20 Jahre	13.777,80	42.862,74
				21-40 Jahre	56.255,6	175.011,17
6.3 A	Entwicklung stabiler Waldbestände in windwurfgefährdeten Waldbereichen	1,148	andere LB niedriger Lebensdauer (60) / andere LB hoher Lebensdauer (40)	1-20 Jahre	13.777,80	15.816,92
				21-40 Jahre	56.255,6	64.581,43
10.1 A	Entwicklung stabiler Waldbestände in windwurfgefährdeten Waldbereichen	2,508	andere LB niedriger Lebensdauer (60) / andere LB hoher Lebensdauer (40)	1-20 Jahre	13.777,80	34.554,73
				21-40 Jahre	56.255,6	141.089,05
10.2 A <sub>CEF</sub>	Anlage/ Optimierung von Waldrändern einschließlich Anlage von faunistischen Habitatstrukturen	0,219	andere LB niedriger Lebensdauer (60) / andere LB hoher Lebensdauer (40)	1-20 Jahre	13.777,80	3.017,34
				21-40 Jahre	56.255,6	12.319,98

Maßnahme des LBP		Fläche [ha]	Waldtyp gem. BWI <sup>2</sup>	Alter gem. BWI <sup>1</sup>	C gem. BWI <sup>1</sup> [kg/ha]	C Gesamt [kg]
16.2 A	Entwicklung stabiler Waldbestände in windwurfgefährde- ten Waldbereichen	0,124	andere LB niedri- ger Lebensdauer (60) / andere LB hoher Lebens- dauer (40)	1-20 Jahre	13.777,80	1.701,56
				21-40 Jahre	56.255,6	6.947,57
16.5 A	Aufforstung von na- turnahen Laubwald- beständen	0,05	andere LB niedri- ger Lebensdauer (60) / Kiefer (40)	1-20 Jahre	13.358,6	667,93
				21-40 Jahre	57.426	2.871,3
20.3 A <sub>CEF</sub>	Entwicklung von na- turnahen Misch- waldbeständen (Waldumbau Wald- umwandlung)	0,182	Eiche (60) / alle LB (40)	1-20 Jahre	15.103,8	2.748,89
				21-40 Jahre	64.799,6	11.793,53
20.6 A <sub>CEF</sub>	Aufforstung von na- turnahen Laubwald- beständen	2,252	Eiche (60) / alle LB (40)	1-20 Jahre	15.103,8	34.013,76
				21-40 Jahre	64.799,6	145.928,70
21.1 A <sub>CEF</sub>	Entwicklung von na- turnahen Eichen- mischwaldbestän- den (Waldumbau- Waldumwandlung)	4,410	Eiche (60) / alle LB (40)	1-20 Jahre	15.103,8	66.607,76
				21-40 Jahre	64.799,6	285.766,24
21.2 A <sub>CEF</sub>	Entwicklung von na- turnahen Buchen- mischwaldbestän- den (Waldumbau- Waldumwandlung)	3,073	Buche (60) / alle LB (40)	1-20 Jahre	18.240	56.051,52
				21-40 Jahre	61.677,8	189.535,88
24.1 A	Aufforstung von na- turnahen Laubwald- beständen	5,003	Eiche (60) / an- dere LB hoher Lebensdauer (30) / andere LB niedriger LB (10)	1-20 Jahre	15.191,1	76001,07
				21-40 Jahre	67.125,1	335.826,88
24.2 A	Aufforstung von na- turnahen Laubwald- beständen	5,441	Eiche (70) / an- dere LB hoher Lebensdauer (30)	1-20 Jahre	15.507,1	84.374,13
				21-40 Jahre	69.326,5	377.205,49
Summe C in kg nach 1-20 Jahren						425.844,59
Summe C in kg nach 21-40 Jahren						1.779.199,00
<b>Summe CO<sub>2</sub> in kg nach 1-20 Jahren*</b>						<b>1.562.849,65</b>
<b>Summe CO<sub>2</sub> in kg nach 21-40 Jahren*</b>						<b>6.529.660,33</b>

\*: Umrechnung mit dem Faktor 3,67 (molare Masse)

<sup>1</sup>: BWI 2017 Treibhausgasinventur Punkt 3.14: Kohlenstoffmasse [kg/ha] nach Baumartengruppe und Baumaltersklasse (rechnerischer Reinbestand)

<sup>2</sup>: In den Klammern wird die planerisch eingeschätzte Verteilung der Baumarten angegeben. (40 / 60) beschreibt somit eine Verteilung von 40% und 60%

Aus der Quantifizierung des gespeicherten Kohlenstoffs anhand der Werte der THG-Inventur 2017 ergibt sich ein Ausgleich durch die Kompensationsmaßnahmen in den ersten 1-20 Jahren von rd. 1.563 t CO<sub>2</sub>. Im Zeitraum von 21-40 Jahren ergibt sich rechnerisch eine Einlagerung von rd. 6.530 t CO<sub>2</sub>.

### 3.4 Gesamteinschätzung zur landnutzungsbezogenen THG-Bilanz

Der Teilaspekt Landnutzungsänderung bezieht sich auf die THG-Bilanz von Boden-Vegetationskomplexen. Insgesamt werden bau- und anlagebedingt 30,1 ha klimarelevante Vegetationskomplexe durch das Vorhaben beansprucht.

Dem o.g. Flächeneingriff stehen insg. 99,286 ha Kompensationsmaßnahmenfläche (zzgl. 337 Bäume) mit Bezug zum Klimaschutz gegenüber. Die Gegenüberstellung der klimarelevanten Vegetationskomplexe im Eingriffsbereich mit den Kompensationsmaßnahmen in der folgenden Tabelle zeigt, dass durch Kompensationsmaßnahmen die vorhabenbedingt verloren gehenden Funktionen der Biotopstrukturen wiederhergestellt werden.

**Tab. 3-4: Gegenüberstellung klimarelevanter Vegetationskomplexe im Eingriffsbereich mit den Kompensationsmaßnahmen**

Vegetationskomplex	Eingriff [ha]	Kompensation [ha]
	Flächengröße	Flächengröße
Wald	12,69	28,242
Gehölze	3,76	15,482 ha, 333 Stück
Grünland	11,58	42,474
Sonstige (naturnahe) Biotope	1,98	14,059
<b>Summe</b>	<b>30,1</b>	<b>100,26</b>

Durch die Kompensationsmaßnahmen werden die vorhabenbedingt verloren gehenden Funktionen der Biotopstrukturen wiederhergestellt. Die betreffenden Flächen erhöhen somit ihre positive Bedeutung für das Klima, da durch die Bindung in neuer oberirdischer und unterirdischer Biomasse langfristig Kohlenstoff gespeichert werden kann.

In Bezug auf die Vegetation werden insbesondere die Vegetationskomplexe Grünland und die sonstigen (naturnahen) Biotope (Ruderalfluren o. ä.) in relativ kurzer Zeit ihre Entwicklungsziele erreichen und so das durch den Eingriff freigesetzte CO<sub>2</sub> binden. Insgesamt wird mehr Fläche hergestellt als durch den Eingriff verloren geht. Bei den Gehölzflächen ist anzunehmen, dass die Entwicklung zum Zielbiotop länger dauert. Durch den erhöhten Flächenanteil ist dennoch davon auszugehen, dass sich die CO<sub>2</sub> Bilanz zeitnah positiv aufsummiert.

In Bezug auf Wald wurde ein quantitativer Ansatz gewählt, um abzubilden, ob die Maßnahmenflächen ausreichen. In Tab. 3-2 wurde aus der Quantifizierung des gespeicherten Kohlenstoffs anhand der Werte der THG-Inventur 2017 eine durch das Vorhaben theoretisch freigesetzte Menge von CO<sub>2</sub> in Höhe von rd. 4.226 t CO<sub>2</sub> ermittelt. Demgegenüber steht zunächst der unmittelbare Ausgleich durch die Kompensationsmaßnahmen in den ersten 1-20 Jahren

---

von ca. 1.563 t CO<sub>2</sub> und in den weiteren 21-40 Jahren von 6.530 t CO<sub>2</sub>. Insgesamt kommt die angesetzte THG-Berechnung somit zu dem Ergebnis, dass die Beeinträchtigungen ausgeglichen werden können.

## 4 Lebenszyklusemissionen des Vorhabens, Sektor Industrie

Baubedingte THG-Emissionen entstehen im Zuge der Umsetzung des Vorhabens für den Zeitraum der Herstellung sowie für die Unterhaltung der Straße. Klimaschädliche Emissionen, die bei der Verbrennung von Brennstoffen in der Bauwirtschaft entstehen, sind dem Sektor „Industrie“ nach Anlage 1 (zu § 5) Nr. 2 KSG zuzuordnen. Grundlage für ihre Berechnung ist der im Methodenhandbuch zum Bundesverkehrswegeplan 2030 beschriebene Berechnungsansatz für Lebenszyklusemissionen von Treibhausgasen (BMVI 2016).

Die THG-Lebenszyklusemissionen beinhalten die THG-Emissionen, die für den Unterbau und Oberbau der Straßen und anderer asphaltierter Flächen, Tunnel, Brücken, Straßenausstattung und -beleuchtung, Gebäude (Tankstellen, Rast- und Autohöfe, Terminals, Bahnhöfe etc.), Signal- und Kommunikationstechnik, Unterhaltung etc. über eine Dauer von 60 Jahren entstehen.

Die Berechnung der THG-Emissionen erfolgte dabei auf Basis der im Durchschnitt in Deutschland für den Straßenbau eingesetzten Materialmengen. Hierbei werden auch die Emissionen berücksichtigt, die bei der Gewinnung der Rohstoffe (z. B. Zement, Kies, Sand), sowie deren Transport und deren Verarbeitung zu den Grundmaterialien (wie z. B. Beton, Stahl, Kupfer) entstehen. Ebenfalls betrachtet werden Emissionen, die durch den Transport zum Bauort und den Maschineneinsatz auf der Baustelle entstehen. Nicht betrachtet sind Sonderfälle, wie etwa der Abriss von Gebäuden im Zuge der Errichtung eines Straßenbauvorhabens oder der Effekt aus baubedingtem Umleitungsverkehr.

In Tab. 4-1 wird anhand dieser Emissionsfaktoren die Berechnung der Lebenszyklusemissionen dargestellt. Dazu wird gem. BMDV (2022) und FGSV (2023) auf die Emissionsfaktoren zurückgegriffen, die im Methodenhandbuch des BVWP auf der Grundlage der Berechnungen nach MOTTSCHELL & BERGMANN (2013) angeboten werden. Dabei wird unterschieden zwischen der freien Strecke, Brücken- und Tunnelabschnitten, da letztere in ihrer Unterhaltung im Allgemeinen deutlich aufwändiger sind und sich somit auch ein höherer CO<sub>2</sub>-eq-Wert ergibt. Für die Berechnung der Fläche der freien Strecke wurden die Länge des Vorhabens sowie die Fahrbahnbreite herangezogen. Entsprechend der Einordnung des Vorhabens als Bundesstraße wird ein Wert von 4,6 kg CO<sub>2</sub>-eq / m<sup>2</sup> und Jahr angesetzt. Lärmschutzwände, Rinnen, Mulden o. ä. sind nicht in die Berechnung miteingeflossen. Größere Brückenbauwerke, hier die Grünunterführung BW 2.02, werden separat, mit einem Wert von 12,6 kg CO<sub>2</sub>-eq / m<sup>2</sup>, berücksichtigt. Andere Bauwerke wie bspw. kleinere Überführungen oder Durchlässe wurden über die freie Strecke abgebildet. Unterführungen wurden aufgrund ihrer kurzen Streckenlänge ebenfalls nicht zu den Tunnelabschnitten, sondern zur freien Strecke gezählt.

**Tab. 4-1: Berechnung der Lebenszyklusemissionen des Vorhabens (gem. MOTTSCHALL & BERGMANN 2013)**

<b>Freie Strecke ohne Kunstbauwerke (4,6 kg CO<sub>2</sub>-eq je m<sup>2</sup> und Jahr)</b>		
Länge	m	6.665,00
Fahrbahnbreite (Regelfall)	m	12,00
Gesamtfläche	m <sup>2</sup>	79.980
THG-Emissionen	kg CO <sub>2</sub> -eq/a	367.908,00
	kg CO <sub>2</sub> -eq*	22.074.480,00
<b>Brückenabschnitte (12,6 kg CO<sub>2</sub>-eq je m<sup>2</sup> und Jahr)</b>		
Lichte Weite	m	85,00
Fahrbahnbreite	m	16,10
Gesamtfläche	m <sup>2</sup>	1.368,50
THG-Emissionen	kg CO <sub>2</sub> -eq/a	17.243,10
	kg CO <sub>2</sub> -eq*	1.034.586
<b>Summe für das Gesamtvorhaben</b>		
THG-Emissionen	kg CO <sub>2</sub> -eq/a	<b>385.151,10</b>
	kg CO <sub>2</sub> -eq*	<b>23.109.066,00</b>

\*Absolutwert bezogen auf eine Lebensdauer von in der Regel 60 Jahren

Nach der überschlägigen Berechnung auf Grundlage der Emissionsfaktoren im Methodenhandbuch des BVWP betragen die Lebenszyklusemissionen des Vorhabens, bezogen auf einen Zeitraum von 60 Jahren, ca. 23.109 t CO<sub>2</sub>- Äquivalente.

## 5 Gesamtbilanz der THG-Emissionen des Vorhabens

Im Ergebnis der vorstehenden Bearbeitungs- und Prüfschritte können Aussagen zur Gesamtbilanz der Klimaschutzwirkung des Vorhabens getroffen werden, die sich aus den jeweils vorliegenden Teilergebnissen ergeben. Diese Teilergebnisse und Beiträge zum Klimaschutz werden in Tab. 5-1 zusammenfassend dargestellt.

**Tab. 5-1: Gesamtbilanz der vorhabenbedingten THG-Emissionen der OU Elstorf**

<b>Gesamtbilanz der vorhabenbedingten THG-Emissionen</b>		
<b>THG-Emissionen des Verkehrs</b>		
THG-Emissionen des Verkehrs (bezogen auf den Prognoseplanfall)	160.807.000	kg CO <sub>2</sub> -eq/a
	9.648.420.000	kg CO <sub>2</sub> -eq*
vorhabenbedingte THG-Emissionen des Verkehrs (bezogen auf den induzierten Verkehr)	6,75 km	3.566.000
		213.960.000
<b>Landnutzungsänderungen durch das Vorhaben</b>		
<b>THG-Emissionen durch den Verlust von THG-Speichern- und Senken</b>		
Unvermeidbare anlagebedingte Inanspruchnahme von klimaschutzrelevanten Funktionsausprägungen von Böden	-	ha
	<i>Summe aller anlagebedingt beanspruchten Böden mit Klimarelevanz</i>	
Unvermeidbare Inanspruchnahme von klimaschutzrelevanten Funktionsausprägungen von Vegetationskomplexen/Biotopen	-	ha
	<i>Summe Böden mit besonderer Funktionsfähigkeit für den Klimaschutz</i>	
	rd. 30,1	ha
<i>Summe klimarelevanter Vegetationskomplexe</i>		
<b>THG-Reduktion durch die Anlage von THG-Speichern- und Senken</b>		
Umfang der Kompensationsmaßnahmen mit relevanter Klimaschutzwirkung	rd. 100,26	ha
<b>Gesamteinschätzung zur THG-Bilanz des Vorhabens durch Landnutzungsänderungen</b>		
<p>In Bezug auf die Vegetationskomplexe kann aktuell von einer flächenmäßig positiven Bilanz ausgegangen werden. Insbesondere bei den schnell aufwachsenden Vegetationskomplexen, wie Grünland, Staudenfluren o.ä., ist von einer kurzfristigen Kompensation der landnutzungsbedingten Freisetzung von THG auszugehen. Hinsichtlich der Vegetationskomplexe Gehölze und Wälder hingegen ist kurzfristig zunächst eine negative THG-Bilanz anzunehmen. Anhand der quantifizierten THG-Bilanzen von Waldeingriffen und Kompensationsmaßnahmen ist jedoch voraussichtlich mittelfristig (21-40 Jahren) eine (Über-)Kompensation der landnutzungsbedingten THG-Emissionen zu erwarten.</p> <p>Insgesamt wird die Landnutzungsänderung unter den vorher geschilderten Gesichtspunkten als neutral bis positiv eingestuft.</p>		
<b>Lebenszyklusemissionen des Vorhabens</b>		
THG-Emissionen (Bauwerk, Betrieb und Unterhaltung)	385.151,10	kg CO <sub>2</sub> -eq/a
	23.109.066,00	kg CO <sub>2</sub> -eq*

Gesamtergebnis der Klimaschutzbetrachtung des Gesamtvorhabens		
Summe der quantifizierbaren THG-Emissionen (Verkehr und Lebenszyklus)	3.951.151,10	kg CO <sub>2</sub> -eq/a
Bewertung der THG-relevanten Landnutzungsänderung**	neutral / positiv	

\*) Absolutwert bezogen auf eine Lebensdauer von in der Regel 60 Jahren

\*\*\*) insgesamt eher negativ/neutral oder positiv

Das Vorhaben führt hinsichtlich der verkehrsbedingten Emissionen voraussichtlich zu Mehrmissionen in Höhe von 3.566.000 kg CO<sub>2</sub>-eq / Jahr gegenüber dem Prognosenußfall. Perspektivisch ist, vor dem Hintergrund der zu erwartenden Steigerung alternativer Antriebsformen (Elektromobilität, Wasserstoffantriebe) am Flottenmix und der europarechtlich verankerten Zulassungsbeschränkungen für PKW mit Verbrennungsmotoren ab 2035, davon auszugehen, dass sich diese Mehrmissionen reduzieren.

Die landnutzungsbedingten THG-Emissionen werden durch die Kompensationsmaßnahmen mindestens ausgeglichen. Aufgrund des größeren Flächenumfangs der Kompensationsmaßnahmen ist voraussichtlich sogar von einem positiven Effekt, also einer höheren CO<sub>2</sub>-Speicherung, durch die neu herzustellenden Biotope auszugehen. Dieser kann je nach Biotoptyp entweder relativ kurzfristig (bspw. Grünlandbiotop) oder erst mittel- bis langfristig (insb. bei Wald- und Gehölzbiotop) eintreten. Es sind daher insgesamt neutrale bis positive Effekte zu erwarten. Für die Lebenszyklusemissionen wurde anhand des Methodenansatzes des BVWP jährliche THG-Emissionen von rd. 385.151 kg CO<sub>2</sub>-eq errechnet bzw. bezogen auf eine Lebensdauer von 60 Jahren 23.109.066 kg CO<sub>2</sub>-eq.

Zur Einordnung der ermittelten THG-Emissionen werden die Zahlen in Relation zu den in Anlage 2a KSG enthaltenen jährlichen Emissionsmengen für die verschiedenen Sektoren gesetzt, die sich aus § 5 KSG ergeben. Diese sind einzeln zwar nicht mehr rechtlich bindend für die jeweiligen Sektoren, stellen jedoch einen Richtwert dar, um die aggregierten Emissionsziele aller Sektoren einhalten zu können.

Das KSG sieht für den Verkehrssektor im Jahr 2030 eine Jahresemissionsmenge von 85 Mio. t CO<sub>2</sub>-eq / Jahr vor. Die durch das Vorhaben entstehende Menge von rd. 3.566 t CO<sub>2</sub>-eq / Jahr entsprechen einem Anteil von 0,0042 % an dieser zulässigen Jahresemissionsmenge für das Jahr 2030.

Für den Sektor Industrie sind für das Jahr 2030 118 Mio. t CO<sub>2</sub>-eq als jährliche Emissionshöchstmenge festgesetzt. Die rechnerisch ermittelten Lebenszyklusemissionen des Vorhabens von ca. 385,15 t CO<sub>2</sub>-eq / Jahr, die dem Sektor Industrie zuzuordnen sind, entsprechen etwa 0,0003 % dieses Minderungsziels.

Insgesamt ist, insbesondere aufgrund der Lebenszyklusemissionen, von einer eher negativen THG-Bilanz des Vorhabens auszugehen. Mit Blick auf die landnutzungsbedingten Emissionen ist die Bilanz im Allgemeinen eher neutral bis positiv zu betrachten.

## 6 Literatur- und Quellenverzeichnis

- BMDV - Bundesministerium für Digitales und Verkehr (Hrsg.) (2022): Hinweise zur Berücksichtigung der großräumigen Klimawirkungen in der Vorhabenzulassung. Stand 16.12.2022.
- BMVI (Hrsg.) (2016): Methodenhandbuch zum Bundesverkehrswegeplan 2030.
- BWI 2017 - Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei: Treibhausgasinventar (2017). Aufgerufen in 09-2024: <https://bwi.info/start.aspx>
- Drachenfels, O. v. (2021): Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen.
- FGSV – Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (Hrsg.) (2023): Ad-hoc-Arbeitspapier zur Berücksichtigung von großräumigen Klimawirkungen bei Straßenbauvorhaben. Stand Dezember 2023.
- Grothe, M., M. Kasper & F. Rück (2017): Klimaschutzfunktion von Böden und Bodennutzungen als Beitrag zur Landschaftsrahmenplanung. In: Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 2017(3/17): 85-116.
- LBEG - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (2022): Kohlenstoffreiche Böden mit Bedeutung für den Klimaschutz in Niedersachsen 1 : 50 0000. Datensatz BHK50. Bezug über den NIBIS Kartenserver. Publikationsdatum: 01.09.2022. Revisionsdatum: -. Bearbeitungsstatus: (onGoing)
- Lohmeyer GmbH 2024: Neubau der B 3, OU Elstorf mit Zubringer A 26, Abschätzung der Treibhausgasfreisetzung.
- Mottschall, M., Bergmann, T. (2013): Treibhausgas-Emissionen durch Infrastruktur und Fahrzeuge des Straßen-, Schienen- und Luftverkehrs sowie der Binnenschifffahrt in Deutschland, Arbeitspaket 4 des Projektes „Weiterentwicklung des Analyseinstrumentes Renewbility“, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 3. korrigierte Fassung Januar 2015, ISSN 1862-4804
- Riedel T, Stürmer W, Hennig P, Dunger K, Bolte A (2019): Wälder in Deutschland sind eine wichtige Kohlenstoffsenke. AFZ/Der Wald 14/2019, S. 14–18.
- UBA/ Umweltbundesamt (2021): Treibhausgas-Emissionen in Deutschland. Aufgerufen in 10-2022: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland#nationale-und-europaische-klimaziele>
- UBA (2022): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Version 4.2 / Februar 2022. Hrsg.: Umweltbundesamt, Berlin. [www.hbefa.net](http://www.hbefa.net).
- Wenzel, T., Thiele, J., Badelt, O., Makala, M., Makala, C. & Haaren, v., C. (2022): Erfassen und Bewerten der Klimaschutzfunktion - Treibhausgasspeicher und Erzeugung erneuerbarer Energien in der Landschaft. S. 272-291. In: Albert, C., Galler, C. & Haaren, v., C. (Hrsg.) (2022): Landschaftsplanung - 2. vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. UTB-Band-Nr. 8253. Eugen Ulmer Verlag. Stuttgart, 2022.