

Planunterlage zum Planfeststellungs-
beschluss vom 30.01.2026
25.17.01.02-10/2020
Bezirksregierung Münster – Dezernat 25 –
Im Auftrag

The block contains a handwritten signature in black ink and an official circular seal of the Bezirksregierung Münster. The seal features a central emblem and the text 'BEZIRKSREGIERUNG MÜNSTER' around the perimeter.

Reaktivierung SPNV WLE-Strecke 9213 Sendenhorst- Münster

Fachbeitrag Klimaschutz

IMPRESSUM

Verfasser

ADRESSE FROELICH & SPORBECK GMBH & CO. KG
NIEDERLASSUNG DÜLMEN
KÖNIGSWALL 8
48249 DÜLMEN

KONTAKT T +49 (0)2594 991 401-0
DUELMEN@FSUMWELT.DE
FSUMWELT.DE

Projekt

PROJEKT-NR. NW-245008

STATUS FINALE VERSION

VERSION 02

DATUM 17. JULI 2025

Bearbeitung

PROJEKTLEITUNG FABIAN GERIGK

**FREIGEGEHEN
GESCHÄFTSFÜHRUNG** FABIAN GERIGK

INHALTSVERZEICHNIS

Impressum	2
Inhaltsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	4
Abkürzungsverzeichnis	5
1 Einleitung	6
2 Übersicht über das Vorhaben	7
3 Methodische Grundsätze	8
3.1 Ergänzende Hinweise zur Schieneninfrastruktur	9
4 Darstellung der THG-Emissionen des Vorhabens	11
4.1 Verkehrsbedingte THG-Emissionen	11
4.2 Lebenszyklusemissionen	11
4.2.1 Methodisches Vorgehen	11
4.2.2 Ergebnisse	12
4.3 Landnutzungsänderungen	13
4.3.1 Methodisches Vorgehen	13
4.3.2 Ergebnisse	15
5 Berücksichtigung § 11a des AEG	18
6 Fazit	19
7 Literaturverzeichnis	20

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Spezifische THG-Lebenszyklusemissionen bei Schienenverkehrswegen	12
Tabelle 2: Berechnung der Lebenszyklusemissionen nach PTV PLANUNG TRANSPORT VERKEHR AG ET AL. (2016)	12
Tabelle 3: Übersicht über die klimarelevanten bau- und anlagebedingt beeinträchtigten Biotopgruppen	16
Tabelle 4: Klimarelevante Kompensationsmaßnahmen bau- und anlagebedingter Flächeninanspruchnahme	16

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abs.	Absatz
AEG	Allgemeines Eisenbahngesetz
BKompV	Bundes-Kompensationsverordnung
BMDV	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
BNatSchG	Bundes-Naturschutzgesetz
BVerwG	Bundesverwaltungsgericht
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
e	Äquivalente
ETL	Energietransportleitung
GWP	Globales Treibhausgaspotenzial
HBEFA	Handbuch für Emissionsfaktoren für den Straßenverkehr
KSG	Bundes-Klimaschutzgesetz
KTFG	Klima- und Transformationsfondsgesetz
LBP	Landschaftspflegerischer Begleitplan
N ₂ O	Lachgas
NWL	Nahverkehr Westfalen-Lippe
OVG	Oberverwaltungsgericht
Pkw	Personenkraftwagen
S.	Satz
THG	Treibhausgasemissionen
UBA	Umweltbundesamt
WLE	Westfälische Landeseisenbahn

1 EINLEITUNG

Die Westfälische Landes-Eisenbahn (WLE) plant die Reaktivierung der Bahnstrecke zwischen Münster und Sendenhorst im Streckenabschnitt zwischen Bahn-km 14,37 und 35,53. Zusätzlich ist ein Neubau der Verkehrsstationen Sendenhorst, Albersloh, Wolbeck, Angelfmodde, Gremmendorf, Loddenheide und Halle Münsterland geplant.

Die Reaktivierung des SPNV auf der WLE ist für Münster und das Münsterland ein herausragendes Verkehrsprojekt und als vordringliches Reaktivierungsprojekt im aktuellen Nahverkehrsplan des Zweckverbandes Nahverkehr Westfalen-Lippe (NWL) enthalten. Auch im Nahverkehrsplan 2015 der Stadt Münster hat das Projekt eine zentrale Bedeutung. Die zügige Umsetzung der SPNV-Reaktivierung ist das erklärte verkehrspolitische Ziel der Stadt Münster, der Stadt Sendenhorst, des Kreises Warendorf und des Zweckverband NWL.

2 ÜBERSICHT ÜBER DAS VORHABEN

Im Zuge der Reaktivierung des SPNV wird die vollständige Erneuerung des eingleisigen Oberbaus erforderlich. Des Weiteren wird in diesem Rahmen eine Planumsschutzschicht vorgesehen. Diese gewährleistet eine Ableitung des anfallenden Oberflächenwassers der WLE-Strecke. Zur Umsetzung des geforderten Betriebsprogramms ist es notwendig drei der sieben neuen Verkehrsstationen als Bahnhof zu errichten. Hierfür sind neue Weichen sowie die Anlage eines zweiten Bahnhofsgleises notwendig. Zusätzlich muss ein zweigleisiger Abschnitt zwischen km 15,637 (BÜ L520 Elmster Berg/Nordtor, Sendenhorst) und km 17,364 (BÜ Gemeindeweg, Sendenhorst) angelegt werden. Dieser Abschnitt ist ca. 1.700 m lang.

Weiterhin bleiben Güterverkehrsanlagen, wie die Abstellgleise der Ast Albersloh bei km 22,425 durch einen Anschluss an die Weiche 8 im Streckengleis; wie die Gütergleise 137 und 138 als Abstellgleise und der gleis- und straßenseitige Anschluss des Lokschuppens im Güterbahnhof (Gbf) Münster-Ost, für die künftige Betriebsabwicklung erhalten.

Aufgrund der Erhöhung der Streckengeschwindigkeit wird eine Bündelung und technische Sicherung der bestehenden Bahnübergänge erforderlich. Die vorhandenen Brückenbauwerke und Durchlässe müssen im geringen Umfang an die geänderten Anforderungen angepasst werden. Die technische Ausrüstung, d. h. die Anlagen der Leit- und Sicherungstechnik sowie die Zugfunkanlagen der Strecke werden komplett auf den neuesten Stand der Technik gebracht.

Mit dem Ziel einer Attraktivitätssteigerung des SPNV, sowie einer Verlagerung des Individualverkehrs auf die Schiene soll eine direkte Zugverbindung zwischen Sendenhorst und Münster geschaffen werden. Hierzu soll der Streckenabschnitt für den SPNV mit Entwurfsgeschwindigkeiten von 60 km/h, 80 km/h bzw. 100 km/h reaktiviert werden. Dies macht in Teilabschnitten der Strecke Linienverbesserungen erforderlich.

Zusammenfassung der durchzuführenden Kernmaßnahmen:

- Vollständige Erneuerung des Oberbaus
- Anpassung bzw. Erneuerung der Bauwerke
- Neubau von 4 Haltepunkten
- Neubau von 3 Bahnhöfen inkl. Neubau der Weichen
- Neubau eines zweigleisigen Abschnitts (ca. 1,7 km Länge)
- Erneuerung der Streckenentwässerung inkl. der Anlage von Bahnseitengräben, Bahnmulden, Sickerschlitzen und Tiefenentwässerungen
- Anpassung der Sicherung der offenbleibenden Bahnübergänge und der vorherigen Bahnübergänge, welche nach Auswertung des Bahnübergangskonzepts geschlossen werden. Hierbei wurde die Sicherstellung der Wegeverbindungen über bahnparallele Seitenwege berücksichtigt.

Die geplante Maßnahme befindet sich im Stadtgebiet Münster und im Kreis Warendorf auf dem Stadtgebiet von Sendenhorst. Der Bereich bei Eisenbahn-km 34,0+76,80 bis km 34,6+21,60 wird im Rahmen der Verbreiterung des Dortmund-Ems-Kanals angepasst. Hierfür wurde vom Wasser- und Schifffahrtsamt eine Planung erstellt, die bereits im Jahr 2008 planfestgestellt worden ist. Aus diesem Grund ist dieser Bereich nicht zu betrachten.

3 METHODISCHE GRUNDSÄTZE

Das Bundes-Klimaschutzgesetz soll die Erfüllung der nationalen Klimaschutzziele sowie der europäischen Zielvorgaben gewährleisten. Demnach wird eine schrittweise Reduzierung der bundesweiten Treibhausgas- bzw. THG-Emissionen gemäß § 3 KSG angestrebt.

Die Ziele des Gesetzes sind nach Maßgabe des § 13 Abs. 1 Satz 1 KSG auch bei der Zulassung einzelner Infrastrukturvorhaben zu berücksichtigen. Der § 13 KSG enthält dazu ein allgemeines Berücksichtigungsgebot, wonach die „Träger öffentlicher Aufgaben (...) bei Ihren Planungen und Entscheidungen den Zweck [des KSG] und die zu seiner Erfüllung festgelegten Ziele zu berücksichtigen“ haben (§ 13 Abs. 1 S. 1 KSG). Anzuwenden ist dieses Berücksichtigungsgebot auch im Rahmen des Fachplanungsrechts bei der Gesamtabwägung nach § 18 Abs. 1 Satz 2 des Allgemeinen Eisenbahngesetzes (AEG).

Die Klimaschutzziele des § 3 KSG gelten grundsätzlich sektorübergreifend und werden ergänzend gemäß § 5 KSG in Verbindung mit Anlage 1 KSG nach Sektoren differenziert. Für den Bereich der Landnutzung werden in § 3a zudem eigenständige Ziele definiert. Bei der geplanten Reaktivierung der Strecke Sendenhorst - Münster werden THG-Emissionsbeiträge aus den Sektoren „Verkehr“ (Transport), „Industrie“ (Bauwirtschaft), Energiewirtschaft und „Landnutzung, Landnutzungsänderung“ berührt. Verkehrsbedingte Emissionen werden dem Sektor „Verkehr“ zugeordnet. Emissionen, die aus dem Bau und Unterhaltung der Flughafeninfrastruktur resultieren, werden dem Sektor „Industrie“ zugeordnet. Die Inanspruchnahme und die Kompensation von Eingriffen in Boden-Vegetationskomplexe mit natürlicher THG-Speicher- und Senkenfunktion betreffen den Sektor Landnutzungsänderungen. Randlich wird zudem der Sektor Energiewirtschaft berührt, soweit Strom genutzt wird, der an anderer Stelle erzeugt wird. Das Berücksichtigungsgebot nach § 13 Abs. 1 Satz 1 KSG gilt sektorübergreifend. Eine strenge Zuordnung der verschiedenen Wirkungsbereiche des Vorhabens, die Einfluss auf die THG-Bilanz haben, zu den Sektoren des § 3 KSG ist nicht erforderlich. Entscheidend ist, dass alle THG-Emissionen erfasst werden, die

- einen direkten Zusammenhang zwischen dem Bau, der Unterhaltung und dem Betrieb der neu geschaffenen Infrastruktur der reaktivierten Strecke Sendenhorst - Münster und dem Emissionspfad aufweisen (Kausalitätsprinzip) und die
- durch die jeweilige Planentscheidung beeinflussbar sind (Prinzip der Entscheidungsrelevanz).

Unter Berücksichtigung dieser Prinzipien lassen sich die vorhabenbedingten THG-Emissionen nach den folgenden Wirkungskomplexen getrennt ermitteln und beschreiben:

- THG-Emissionen durch den Verkehr im Schienennetz,
- THG-Emissionen durch den Bau, die Unterhaltung und den Betrieb der neu geschaffenen Infrastruktur (baubedingte THG-Emissionen bzw. sog. Lebenszyklusemissionen),
- THG-Emissionen durch Landnutzungsänderungen, die mit den Baumaßnahmen verbunden sind (Eingriffsbereich- und Kompensationsmaßnahmen).

Was die Ebene landnutzungsbedingter Wirkungen auf die THG-Bilanz angeht, so sind zudem die Regelungen des Naturschutzes zu berücksichtigen. Die THG-Speicher- und Senkenfunktion (Klimaschutzfunktion) von Boden-Vegetationskomplexen fällt auch unter den naturschutzrechtlichen Begriff der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes im Sinne des § 1 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG sowie des § 14 Abs. 1 BNatSchG und ist somit Teil der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung. Im Gegensatz zur naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung ergibt sich aus § 13 Abs. 1 Satz 1 KSG keine Kompensationspflicht. Auch ist weder aus der Perspektive des

§ 13 Abs. 1 Satz 1 KSG erforderlich, dass ein einzelnes Vorhaben klimaneutral errichtet, unterhalten und betrieben wird.

Betrachtet werden alle relevanten Treibhausgase (THG). Neben Kohlenstoffdioxid (CO₂) ist dabei insbesondere noch Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) relevant. Um eine summarische Treibhausgaswirkung angeben zu können, ist das sog. Global Warming Potenzial (GWP) definiert worden. Das GWP ist ein Faktor für die Stärke des Treibhauseffektes des jeweiligen Gases im Verhältnis zum Treibhauseffekt von CO₂. Methan hat zum Beispiel ein GWP von 27, d.h. 1 Tonne Methan hat die gleiche Klimarelevanz wie 27 Tonnen CO₂. Lachgas hat ein GWP von 273. Um die Klimawirkung verschiedener Treibhausgase summarisch angeben zu können, wird die Einheit CO₂-Äquivalente (CO₂-e) verwendet.

Gefordert ist eine sachgerechte Berücksichtigung dieses Schutzgutes. Dabei ist die Bedeutung der Entscheidung für den Klimaschutz zu ermitteln und unter Klimaschutzgesichtspunkte zu berücksichtigen, soweit keinen entgegenstehenden, überwiegenden rechtlichen oder sachlichen Gründen vorliegen (BT-Drs. 19/14337, S. 36). Für die Bewertung des Ergebnisses im Rahmen der Abwägungsentscheidung gilt, dass § 13 Abs. 1 Satz 1 KSG eine Berücksichtigungspflicht, aber keine gesteigerte Beachtungspflicht formuliert und nicht im Sinne eines Optimierungsgebotes zu verstehen ist. Dem Klimaschutzgebot kommt also trotz seiner verfassungsrechtlichen Bedeutung kein Vorrang gegenüber anderen Belangen zu. Das Berücksichtigungsgebot erstreckt sich ausschließlich auf die Erhöhung bzw. Reduzierung von THG-Emissionen im Sinne der Klimaziele des § 3 KSG bzw. der Erreichung dieser Ziele. Nicht zu berücksichtigen ist, inwieweit eine Verstärkung oder Verringerung der Folgen des Klimawandels ausgelöst bzw. erreicht werden kann.

Die Untersuchung orientiert sich an den methodischen Empfehlungen der Hinweise zur Berücksichtigung großräumiger Klimawirkungen in der Vorhabenzulassung des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (BMDV 2022).

3.1 ERGÄNZENDE HINWEISE ZUR SCHIENENINFRASTRUKTUR

Die Eisenbahn ist anerkanntermaßen der klimafreundlichste motorisierte Verkehrsträger. Auch unter Einbeziehung der Infrastrukturbereitstellung liegt die Klimawirkung der Schienenverkehre deutlich unter der des Individual- oder Luftverkehrs sowie des Straßengüterverkehrs. Im Personenfernverkehr z. B. beträgt die Klimawirkung der Schiene weniger als ein Viertel im Vergleich zum Flugzeug und Pkw (UBA 2020, 123).

Die Bundesregierung legt gemäß § 9 Abs. 1 Satz 2 KSG in ihrem Klimaschutzprogramm fest, welche Maßnahmen sie zur Erreichung der oben genannten nationalen Klimaschutzziele in den einzelnen Sektoren sowie sektorübergreifend ergreifen wird. Das Klimaschutzprogramm für den Verkehrssektor beinhaltet hierfür als Maßnahmenbündel die THG-Minderung durch die Verlagerung von Verkehr auf den klimafreundlicheren Verkehrsträger Schiene, der zu diesem Zweck sowohl bezogen auf den Schienenpersonenverkehr als auch hinsichtlich des Schienengüterverkehrs deutlich zu stärken ist (vgl. S. 13 f. des Klimaschutzprogramms 2023 der Bundesregierung – nachfolgend nur „Klimaschutzprogramm 2023“ genannt).

Auf dieser Grundlage investieren Bund und die Deutsche Bahn erheblich in die Erneuerung und den Ausbau des Schienennetzes. Damit wird die Leistungsfähigkeit der Schieneninfrastruktur weiter erhöht. Durch die Einführung von digitaler Leit- und Sicherungstechnik auf zentrale Achsen und die Digitalisierung von Stellwerken wird die Kapazität deutlich gesteigert. Engpasskorridore im Schienennetz an neuralgischen Punkten werden ausgebaut und damit die infrastrukturelle Grundlage zur Realisierung des Deutschlandtaktes gelegt. Zudem soll das elektrifizierte Netz erweitert und verdichtet werden. Mit diesen Maßnahmen wird die Attraktivität des Schienenpersonenverkehrs für die NutzerInnen gesteigert (DEUTSCHER BUNDESTAG 2024, 146). Auch der Schienengüterverkehr wird von der Modernisierung und der Kapazitätsverbesserung auf dem Schienennetz deutlich profitieren. Gütertransport auf der Schiene wird dadurch schneller und attraktiver (DEUTSCHER BUNDESTAG 2024, 107).

Dass Maßnahmen zur Stärkung der Schiene ausdrücklich der Erreichung der Ziele des KSG dienen, belegt auch das Klima- und Transformationsgesetz (KTFG). Mit diesem Gesetz wurde das Sondervermögen „Klima- und Transformationsfonds“ errichtet. Gemäß § 2 KTFG ermöglicht das Sondervermögen zusätzliche Programmausgaben zur Förderung von Maßnahmen, die der Erreichung der Klimaschutzziele nach dem KSG dienen (vgl. § 2 Abs. 1 Satz 1 KSTG). Durch das Haushaltsfinanzierungsgesetz wurde in der Zweckbestimmung für das Sondervermögen ausdrücklich klargestellt, dass u.a. Maßnahmen zur Finanzierung der Schienenwege des Bundes förderfähig sind. Der Gesetzgeber hat in diesem Zusammenhang ausdrücklich festgehalten, dass die Maßnahmen in die Schienenwege der Eisenbahn zur CO₂-Neutralität beitragen und damit der Erreichung der Ziele des KSG dienen (vgl. BT-Drs. 20/9792, S. 21 in Verbindung mit BT-Drs. 20/8298, S. 23):

„Investitionen in die Schienenwege der Eisenbahnen des Bundes stellen einen Beitrag zur CO₂-Neutralität des Verkehrs dar und dienen der Erreichung der Ziele des Bundes-Klimaschutzgesetzes. Durch Maßnahmen zum Ausbau, zur Kapazitätserhöhung, zum Erhalt, zur Qualitätsverbesserung und zur Digitalisierung wird mehr Verkehr auf die Schiene verlagert. Der Transport von Gütern und die Beförderung von Personen auf der Schiene, anstatt der Straße, ist umweltfreundlich, klimaneutral und trägt zur CO₂-Reduktion und damit zur Klimaneutralität des Verkehrs insgesamt bei.“

Auch die KIS-2030¹-Studie zeigt, dass unter anderem mehr Schienenverkehr nötig wäre, um die Lücke zur Erreichung des Klimaschutzziels (vgl. § 3 Abs. 1 Nr. 1 KSG) bis 2030 zu schließen.²

Wie aufgezeigt, stellt die Verlagerung von Verkehren u.a. von der Straße auf die Schiene einen effizienten und nachhaltigen Beitrag zum Klimaschutz dar und wird nach dem geltenden Klimaschutzprogramm der Bundesregierung als eine Maßnahme zur Erreichung der Zwecke des KSG aufgeführt. Die Maßnahmen stehen daher per Definition im Einklang mit § 13 KSG.

Im Zuge der Ausführungsplanung sowie für die Realisierung der Baumaßnahmen sind grundsätzliche folgende Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen für den Bereich verkehrliche Emissionen vorgesehen:

- Maßnahmen zur Minimierung der Staubbelastung und Straßenverschmutzung im Zuge der Erdmassenbewegung und -transporte (Vermeidung von Erdarbeiten bei ungeeigneter, feuchter Witterung, regelmäßige Straßenreinigung, Staubschutz),
- Verwendung von dem Stand der Technik entsprechenden, emissionsarmen Baumaschinen und -fahrzeugen.

¹ Klimaschutzinstrumente-Szenario 2030 (KIS-2030) zur Erreichung der Klimaschutzziele 2030, Herausgeber: UBA, Oktober 2022. Im Rahmen des Projekts „THG-Projektionen: Politikszenerarien für den Klimaschutz X“ wurde das Klimaschutzinstrumente-Szenario 2030 (KIS-2030) erarbeitet, dessen Instrumente eine Erreichung des Treibhausgas-minderungsziel von 65 % im Jahr 2030 ermöglichen soll. Die KIS-2030 Studie wurde durch ein Konsortium deutscher Forschungsinstitute aus Öko-Institut, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI) und dem Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien (IREES) im Auftrag des Umweltbundesamtes durchgeführt.

² Vgl. die Pressemitteilung des UBA Nr. 28/2023 vom 22.08.2023 „Zusätzliche Maßnahmen zum Erreichen der Klimaziele notwendig“.

4 DARSTELLUNG DER THG-EMISSIONEN DES VORHABENS

4.1 VERKEHRSBEDINGTE THG-EMISSIONEN

Die Anforderungen an die Ermittlung und Bewertung der klimarelevanten Auswirkungen eines Vorhabens dürfen nicht überspannt werden. Es darf vor allem kein unzumutbarer Aufwand abverlangt werden. § 13 Abs. 1 KSG verlangt daher lediglich Ermittlungen, die mit einem – bezogen auf die konkrete Planungssituation – vertretbaren Aufwand möglich sind. Mit der Realisierung von Eisenbahnvorhaben ist in unterschiedlichem Umfang eine Verlagerungswirkung von Verkehr von der Straße auf die Schiene verbunden. Da die Schiene – wie vorstehend dargestellt – klimaverträglicher ist als die Straße, sind mit der Verlagerungswirkung und damit mit dem Vorhaben gesamt betrachtet auch Einsparungen an Treibhausgasen verbunden. Die verkehrlichen Verlagerungswirkungen eines Eisenbahnvorhabens lassen sich aber nur anhand eines aufwendigen Verkehrsgutachtens ermitteln. Dass jedoch gerade die Erstellung einer neuen Verkehrsprognose allein zur Beurteilung der Klimaauswirkungen als unverhältnismäßig anzusehen ist, hat auch das BVerwG in seinem Urteil v. 04.05.2022 (Az. 7 A 9.21) bestätigt. Aufgrund dieses Umstandes und im Hinblick darauf, dass das Vorhaben nach den vorstehenden Darstellungen von den Maßnahmen umfasst ist, die im Klimaschutzprogramm 2030 gerade zur Erreichung der Klimaschutzziele des KSG für den Verkehrsbereich aufgeführt sind, ist eine weitergehende Ermittlung aufgrund unverhältnismäßigen Aufwands nicht erforderlich.

Die Rechtsprechung hat mittlerweile auch bestätigt, dass für Vorhaben, die nach der Klimaschutzstrategie des Bundes der Erreichung der Ziele des KSG dienen, keine (weitergehende) Berechnung von THG-Emissionen notwendig ist (vgl. OVG Hamburg, Beschluss v. 30.04.2024 – Az. 1 Es 4/24 zu einem Eisenbahnvorhaben; BVerwG, Urteil v. 10.11.2022 – Az. 4 A 17.20, Rn. 24 – Bestätigung der Abarbeitung von § 13 KSG im Planergänzungsbeschluss v. 10.10.2022 der Bezirksregierung Münster (380-kV-Höchstspannungsleitung) sowie VGH Baden-Württemberg, Urteil v. 04.05.2023 – Az. 5 S 1941/22 (S-Bahn-Vorhaben) in Verbindung mit dem Planfeststellungsbeschluss v. 30.06.2022 – Az. 24.3826.1, S. 27 f ff.). Auch für eine Energietransportleitung (ETL) hat das BVerwG bestätigt, dass eine detaillierte Ermittlung/Berechnung von THG-Emissionen im Rahmen von § 13 KSG nicht erforderlich war (vgl. BVerwG, Beschluss v. 22.06.2023 – 7 VR 3.23 in Verbindung mit dem Planfeststellungsbeschluss v. 22.03.2023 – ETL 180 Brunsbüttel – Hetlingen).

Den vorhabenbedingt zu erwartenden Wirkungen auf das Globalklima ist zugrunde zu legen, dass mit dem Streckenausbau eine Ergänzung des bestehenden deutschlandweiten Bahnstreckennetzes stattfindet. Zum einen ist somit eine Kapazitätserweiterung zum Transport von Personen und Gütern auf der Schiene möglich. Zum anderen wird durch die Kapazitätserhöhung eine Verstetigung des Bahnverkehrsflusses erreicht. Beide Punkte sind im Hinblick auf das Globalklima positive Umweltauswirkungen, da so insgesamt zu einer Verringerung des CO₂-Ausstoßes im Verkehrssektor beigetragen wird.

Die THG-Emissionen durch die Bauarbeiten bzw. den Baustellenverkehr sind als zwingend notwendige Voraussetzung zur Realisierung des im Interesse des Klimaschutzes stehenden Vorhabens nicht vermeidbar. Selbst unter Einbeziehung der Emissionen der Infrastrukturbereitstellung ist der Schienengüter- und Schienenpersonenverkehr der mit Abstand klimafreundlichste motorisierte Verkehrsträger. Vor diesem Hintergrund stellt die Verkehrsverlagerung auf die Schiene auch unter Berücksichtigung der Emissionen der Infrastrukturbereitstellung einen Beitrag zur THG-Minderung und damit zur Erreichung der Klimaschutzziele dar.

4.2 LEBENSZYKLUSEMISSIONEN

4.2.1 METHODISCHES VORGEHEN

Das BVWP-Methodenhandbuch (PTV PLANUNG TRANSPORT VERKEHR AG ET AL. 2016, 220) enthält eine Methodik zur Berechnung von THG-Lebenszyklusemissionen für Schienenwegeprojekte.

Unter Lebenszyklusemissionen von THG der Infrastruktur werden alle THG-Emissionen verstanden, die mit den Erstinvestitionen, den Reinvestitionen, der Streckenunterhaltung und dem Betrieb des zu bewertenden Verkehrsprojekts, in diesem Fall der Reaktivierung der Strecke Sendenhorst-Münster, verbunden sind.

Die hierfür erforderlichen Bewertungsfaktoren wurden aus einer entsprechenden Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA) (PTV PLANUNG TRANSPORT VERKEHR AG ET AL. 2016) abgeleitet. In der nachfolgenden Tabelle (vgl. Tabelle 1) sind die spezifischen THG-Emissionen für die Schienenverkehrswege differenziert nach relevanten Streckenkategorien bzw. Projekttypen zusammengestellt.

Tabelle 1: Spezifische THG-Lebenszyklusemissionen bei Schienenverkehrswegen

Streckenkategorie	Spezifische THG-Emissionen [t CO ₂ -e/km Einzelgleis und Jahr]
Ausbaustrecke (zusätzliches Gleis)	23
Geschwindigkeitserhöhung bei vorhandenen Gleisen	4

Die im Rahmen der BVWP-Methodik angegebenen spezifischen Emissionsfaktoren der CO₂-Äquivalente berücksichtigen Erfahrungswerte für erforderliche Materialmengen und Materialtransporte. Damit sind auch Emissionen in den Berechnungen berücksichtigt, welche bei der Gewinnung der Rohstoffe sowie deren Transport und deren Verarbeitung zu den Grundmaterialien (wie z. B. Beton, Stahl, Kupfer) entstehen. Des Weiteren enthalten die CO₂-Äquivalente die THG-Emissionen, welche durch den Transport der Materialien zum Bauort und durch den Verbrauch von Energie auf den Baustellen entstehen.

4.2.2 ERGEBNISSE

Die Berechnung der Lebenszyklusemissionen aller Vorhabensbestandteile ist in Tabelle 2 dargestellt. Nach der überschlägigen Berechnung auf Grundlage der Emissionsfaktoren im Methodenhandbuch des BVWP betragen die Lebenszyklusemissionen für die Realisierung, den Betrieb und die Unterhaltung des Vorhabens in Gestalt des Planfalls 184,004 t CO₂-e/a. Bezogen auf einen Zeitraum von 60 Jahren werden für den Planfall 11.040,24 t CO₂-e emittiert.

Tabelle 2: Berechnung der Lebenszyklusemissionen nach PTV PLANUNG TRANSPORT VERKEHR AG ET AL. (2016)

Ausbaustrecke, zusätzliches Gleis (23 t CO₂-e/km Einzelgleis und Jahr)		
Gleislänge	km	4,320
THG-Emissionen/Jahr	t CO ₂ -e	99,360
THG-Emissionen absolut*	t CO ₂ -e	5.961,600
Geschwindigkeitserhöhung bei vorhandenen Gleisen (4 t CO₂-e/km Einzelgleis und Jahr)		
Gleislänge	km	21,161
THG-Emissionen/Jahr	t CO ₂ -e	84,644

THG-Emissionen absolut*	t CO ₂ -e	5.078,64
Summe		
THG-Emissionen/Jahr	t CO ₂ -e	184,004
THG-Emissionen absolut*	t CO ₂ -e	11.040,24

* Absolutwert bezogen auf eine Lebensdauer von 60 Jahren, in Anlehnung an MOTTSCHALL & BERGMANN (2013).

4.3 LANDNUTZUNGSÄNDERUNGEN

4.3.1 METHODISCHES VORGEHEN

Durch Infrastrukturbauvorhaben werden Böden und Vegetationsflächen in Anspruch genommen bzw. durch landschaftspflegerische Maßnahmen beeinflusst. Dadurch wird auch aktiv Einfluss auf die Funktion von Böden sowie Vegetation als Treibhausgasspeicher und -senke (Klimaschutzfunktion) genommen. Durch Humus- und Torfbildung fixieren Böden über den Eintrag pflanzlicher Biomasse über lange Zeiträume Kohlenstoffdioxid (CO₂). In Pflanzenbeständen, insbesondere in Wäldern und Gehölzbeständen wird CO₂ zudem längerfristig in der lebenden Biomasse gespeichert. Die THG-Speicherfunktion beschreibt die im Boden oder in der Vegetation bereits gespeicherte Kohlenstoffmenge, während die THG-Senkenfunktion das jährlich stattfindende Entziehen von CO₂ aus der Atmosphäre im Zuge des Pflanzenwachstums beschreibt.

Die Klimaschutzfunktion von Böden und Vegetationsstrukturen sind auch Teil der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes im Sinne des § 1 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG sowie des § 14 Abs. 1 BNatSchG und damit Gegenstand der Naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung. Dementsprechend ist für die Klimaschutzfunktion von Böden und Vegetation eine möglichst neutrale Bilanz anzustreben. Klimaschutzfunktionale Änderungen von Böden und Vegetation sind gleichzeitig Betrachtungsgegenstand des KSG. Aus den Vorgaben des KSG erfolgt jedoch keine Verpflichtung für eine vollständige Kompensation der Klimaeffekte von vorhabenbedingten Landnutzungsveränderungen.

Für die Bilanzierung der THG-Emissionen ist insbesondere der Eingriff in Moorböden und moorähnliche Böden relevant, da diese Böden die größte Speicherfunktion für organischen Kohlenstoff besitzen. Zudem fungieren diese Böden zum Teil – bei noch oder wieder intaktem Wasserhaushalt – als jährliche Kohlenstoffsенке. Neben echten Moorböden können auch anmoorige Böden mit humusreicher Ausprägung eine tragende Rolle als natürlicher THG-Speicher spielen, da diese Bodentypen aufgrund ihrer Lagerungsdichte ebenfalls hohe bis sehr hohe Kohlenstoffgehalte aufweisen können. Insgesamt ergibt sich nach TIEMEYER ET AL. (2017) folgende Liste betrachtungsrelevanter Bodentypen:

Moorböden:

- Hochmoor, Niedermoor, Sandmisch- und Sanddeckkulturen

Moorähnliche Böden:

- Moorgley, Anmoorgley
- Hochmoor-, Niedermoor- und Anmoorstagnogleye und Anmoorpseudogleye.

Die Speicher- und Senkenfunktion von Mooren und moorähnlichen Böden ist insgesamt hoch, kann allerdings je nach Torfbeschaffenheit und -mächtigkeit³ bzw. Beschaffenheit und Mächtigkeit des organischen Bodenhorizontes und Lagerungsdichten, nach Nutzung und Wasserstand sowie weiterer (Standort-)Faktoren stark variieren. Während der gebundene Kohlenstoff in intakten Mooren weitestgehend geschützt ist und bei wachsenden Mooren zukünftig auch noch weiter anwachsen kann, werden infolge von Entwässerungsmaßnahmen und landwirtschaftlicher Nutzung von Hoch- und Niedermoorflächen und sonstigen organischen Böden kontinuierlich größere Mengen an gebundenem Kohlenstoff in Form von THG-Emissionen abgebaut bzw. freigesetzt.⁴

Neben den beschriebenen Böden speichern Vegetationskomplexe bzw. Biototypen Kohlenstoff in Form von Biomasse, die mit Hilfe der Photosynthese aus Wasser und CO₂ aus der Atmosphäre aufgebaut wird. Zur Bewertung der Klimarelevanz von Vegetationskomplexen stellt die langfristige Kohlenstoffbindung durch lebende Biomasse das ausschlaggebende Kriterium dar. Eine besondere Bedeutung haben hierbei Wälder und Gehölzbiotope, da sie in größerem Umfang und längerfristig Biomasse aufbauen und je nach Nutzung nachhaltig speichern. Des Weiteren ist die unterirdische Biomasse sowie die Speicherung in Streu- und Humusaufgaben bei der Bewertung der Klimawirksamkeit von Vegetationsbeständen zu beachten. Mit absteigender Bedeutung weisen folgende Vegetationskomplexe eine Klimarelevanz auf:

- Wald, insbesondere naturnahe und standorttypische Waldbestände,
- Gehölzbiotope und Einzelbäume,
- extensive bzw. Nass- und Feuchtgrünländer sowie
- sonstige naturnahe Biotope (bspw. Ruderalflächen).

Auch hier gilt aber, dass die tatsächliche Speicher- und Senkenfunktion für Treibhausgase bei Vegetationskomplexen an unterschiedlichen Standorten stark von den dort vorhandenen Standorteigenschaften, der Struktur des jeweiligen Vegetationsbestandes und der Artzusammensetzung abhängig ist. Folglich ist eine Anwendung von Durchschnittswerten aus der Fachliteratur, sofern vorhanden, mit Unsicherheiten behaftet.

Die Arbeitshilfe des BMDV (2022) und der FGSV (2023) empfehlen einen qualitativen bzw. halb-qualitativen Ansatz zur Bilanzierung der Klimarelevanz von Biototypen und Böden mit der Bilanziergröße Fläche.

Der gutachterlichen Einschätzung der Eingriffe des Vorhabens in klimarelevante Böden und Vegetationskomplexe kann die positive Wirkung der Kompensationsmaßnahmen in Bezug auf die THG-Speicher- und Senkenfunktion von Böden und Vegetationskomplexen gegenübergestellt werden. Insgesamt ist mit Hilfe der naturschutzfachlichen Kompensationsmaßnahmen eine möglichst ausgeglichene Eingriffs-Kompensations-Bilanz zu erreichen.

Anknüpfend an die Vorschläge der BKompV werden als Kompensationsmaßnahmen mit einer besonders guten Klimafunktionalität, d. h. einer hohen Wirksamkeit in Bezug auf die Speicher- und Senkenfunktion für Treibhausgase, folgende Maßnahmen vorrangig empfohlen:

- Renaturierung von Mooren, Moorböden, u.a. durch Wiedervernässung (u. a.: Schließen von Drainagen, Aufstau in Gräben, Versickern und Einstau von Sumpfungswasser)
- Neuaufforstung von Waldflächen mit standortgerechten Arten

³ Nach der Bodenzustandserhebung liegen die mittleren Torfmächtigkeiten in Deutschland bei 1,70 m für Niedermoorböden bzw. 1,55 m bei Hochmoorböden. Größte Mächtigkeiten liegen bei ca. 6 m bzw. 4 m (JACOBS ET AL. 2018, 217).

⁴ Gemäß dem Massenanteil von Kohlenstoff im CO₂-Molekül entstehen aus einer Tonne Kohlenstoff bei der Mineralisierung von organischer Substanz etwa 3,67 Tonnen CO₂.

- Neuanlage von Alleen und andere Gehölzpflanzungen.

Insbesondere Wiedervernässungsmaßnahmen bzw. Nutzungsextensivierungen im Bereich von Moorböden oder moorähnlichen Böden haben ein großes Potenzial für den Klimaschutz, da mit solchen Maßnahmen, zusätzlich zum Aufbau von THG-Senken, der Abbau organischer Substanz auf diesen Flächen wirksam gebremst bzw. gestoppt werden kann.

4.3.2 ERGEBNISSE

Um den Eingriff des Planfalls im klimaschutzrelevante Biotopkomplexe und Böden zu ermitteln und die Kompensationsleistung in Form von Maßnahmen zu beschreiben, wird als Grundlage der LBP herangezogen.

Im Untersuchungsraum ist grundsätzlich von verschiedenen Vorbelastungen auszugehen. Dies betrifft vor allem den bestehenden Gleiskörper inklusive Nebenanlagen, Flächen mit Bodenauf- und abtrag (z.B. Bahnböschungen) und sonstige stark anthropogene Bodenveränderungen.

Die wesentlichen, nicht lokalisierbaren bzw. nicht quantifizierbaren Vorbelastungen sind im Bereich der landwirtschaftlichen Flächen die Bodenverdichtung, die Entwässerung von Böden mit natürlicherweise hohem Grundwasserstand sowie Schad- und Nährstoffeinträge. Generell ist darüber hinaus von flächenhafter, nicht quantifizierbarer Vorbelastung durch Schad- bzw. Nährstoffeintrag aus der Luft auszugehen.

Insgesamt befinden sich gemäß dem Kataster der Stadt Münster 26 Altlastenverdachtsflächen ganz oder teilweise im nördlichen Untersuchungsraum. Diese zählen ebenfalls zu den bestehenden Vorbelastungen. Gemäß dem Kataster des Kreises Warendorf sind vier Bodenbelastungsflächen im südlichen Untersuchungsraum zu verzeichnen. Die Bereiche befinden sich zwischen Albersloh und Sendenhorst. Zwei weitere Altlastenflächen liegen in Sendenhorst, in unmittelbarer Trassennähe und zählen zu den bestehenden Vorbelastungen im Untersuchungsraum.

Die Karten des Thünen-Instituts zu organischen Böden weist keine klimarelevanten Böden im Untersuchungsraum auf.

Im Zuge der Ausführungsplanung sowie für die Realisierung der Baumaßnahmen sind grundsätzlich folgende Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen zum Schutz des Bodens mit all seinen Funktionen vorgesehen:

- Oberbodensicherung auf bauzeitlich oder dauerhaft beanspruchten Flächen und ordnungsgemäße Zwischenlagerung bzw. Wiederverwendung des Oberbodens gemäß DIN 18915,
- Ordnungsgemäße Behandlung und Wiederverwendung von Erdaushub gemäß den im Bundesland Nordrhein-Westfalen gültigen Gesetzen, Verordnungen und Regelungen und unter Beobachtung einschlägiger Maßnahmen hinsichtlich möglicher Schadstoffbelastungen und Altlasten (für die Vorhabenflächen werden rechtzeitig vor Ausführung ergänzende Untersuchungen durchgeführt und für die Ausführung entsprechende Auflagen zum Umgang mit den anfallenden Massen festgelegt, so dass schädliche Umweltauswirkungen in jedem Fall vermieden werden können).
- Vermeidung des Eintrags von Schmier- und Betriebsstoffen aus Maschinen und Baufahrzeugen in Böden und Grundwasser u.a. durch regelmäßige Wartung und Anwendung von Schutzmaßnahmen,
- Ordnungsgemäße Lagerung, Verwendung und Entsorgung von boden- und wassergefährdenden Stoffen, die auf der Baustelle zum Einsatz kommen,
- Für die Überwachung des fachgerechten und angemessenen Umgangs mit den Altlastenstandorten im Nahbereich der Strecke ist im Rahmen des Ausbaus eine bodenkundliche sowie baugrundgutachterliche Überwachung einzusetzen.

Erhebliche nachteilige Beeinträchtigungen der Klimaschutzfunktionen können sich aber auch durch den Verlust oder die Umnutzung von Vegetationsbeständen ergeben. Klimarelevante Biotopstrukturen werden bau- und anlagebedingt in einem Umfang von knapp 6 ha durch Flächeninanspruchnahme beeinträchtigt (vgl. Tabelle 3).

Tabelle 3: Übersicht über die klimarelevanten bau- und anlagebedingt beeinträchtigten Biotopgruppen

Biotopgruppen	Bau- und anlagebedingter Verlust von Flächeninanspruchnahme (m²)
Wald	19.828
Gehölze	28.352
Baumreihe	4.725
Baumgruppe	1.972
Einzelbäume	4.726
Klimarelevante Inanspruchnahme gesamt	59.558 m² = 5,956 ha

Diese Eingriffswirkungen stehen den Kompensationsmaßnahmen gegenüber. Die nachfolgende Tabelle 4 gibt einen Überblick über die klimarelevanten Kompensationsmaßnahmen. Sie haben einen Gesamtumfang von knapp 7,5 ha. Eine detaillierte Beschreibung der Maßnahmen erfolgt im LBP.

Tabelle 4: Klimarelevante Kompensationsmaßnahmen bau- und anlagebedingter Flächeninanspruchnahme

Biotopgruppen	Rekultivierung von bau- und anlagebedingter Flächeninanspruchnahme (m²)
Wald	63.515
Gehölze	7.282
Baumreihe	516
Baumgruppe	0
Einzelbäume	3.663
Klimarelevante Inanspruchnahme gesamt	74.976 m² = 7,498 ha

Es werden 1,542 ha mehr an Fläche kompensiert als bau- und anlagebedingt in Anspruch genommen werden.

Im Zuge der Ausführungsplanung sowie für die Realisierung der Baumaßnahmen sind zusätzlich folgende Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen zum Schutz der Vegetation vorgesehen:

- Bzgl. der Rodungs- und Rückschnittzeitpunkte von Gehölzen sind die gesetzlichen Vorgaben in Hinblick auf Vegetationsruhe und Brutvogelschutz zu berücksichtigen,
- Berücksichtigung von DIN 18920 (Vegetationstechnik im Landschaftsbau, Schutz von Bäumen, Pflanzenbeständen und Vegetationsflächen bei Baumaßnahmen) und R SBB (Richtlinie zum Schutz von Bäumen und

Vegetationsbeständen bei Baumaßnahmen) bei Schutz und Sicherung von zu erhaltenen Gehölz- und Vegetationsbeständen im Baumbereich,

- Für die umweltfachliche Begleitung der Bauarbeiten und die Überwachung der fachgerechten und angemessenen Umsetzung bei Schutzvorgaben ist eine Ökologische Baubegleitung seitens des Vorhabenträgers einzusetzen.

5 BERÜCKSICHTIGUNG § 11A DES AEG

Der Normzweck des § 11a AEG besteht darin, bei Bau- oder Änderungsmaßnahmen an Eisenbahnanlagen zu prüfen, ob diese Anlagen für die Erzeugung erneuerbarer Energien genutzt werden können, sofern dadurch die Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs nicht beeinträchtigt wird.

Diese Vorschrift ist eine „Soll“-Regelung, die ausschließlich auf die parallele Nutzung von Eisenbahnanlagen für die Energieerzeugung ausgerichtet ist – nicht auf die Reaktivierung des Bahnbetriebs selbst.

Im betrachteten Streckenverlauf wurde die Flächenverfügbarkeiten detailliert überprüft. Zu ca. 90 % liegt die Bahnanlage auf sehr schmalen Flurstücken, die neben der für den Bahnverkehr erforderlichen Infrastruktur (Gleise, Entwässerung, Technische Ausrüstung etc.) keine weitere Nutzung zulassen. Die angrenzenden Flurstücke sind in der Regel in Fremdbesitz.

Die Stellen, an denen sich die Fläche im Besitz der Westfälischen Landes-Eisenbahn entlang der Strecke aufweitert, werden bereits für Bahnhofsinfrastruktur, wie zum Beispiel Laderampen, Ladestraßen und Ladeflächen verwendet. Diese werden zudem regelmäßig für Instandhaltungsmaßnahmen benötigt.

Fazit der Prüfung ist, dass entlang der zu reaktivierenden Eisenbahntrasse keine geeigneten, bahneigenen oder für bahnbezogene Zwecke dauerhaft zur Verfügung stehenden Flächen vorhanden sind, auf denen bauliche Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien (wie Photovoltaik- oder Windkraftanlagen) errichtet werden können. Außerdem sind entlang der Strecke die für den Betrieb und die Infrastruktur erforderlichen Sicherheitsabstände so bemessen, dass eine Errichtung derartiger Anlagen aus Gründen des Bahnbetriebs sowie der betrieblichen Verkehrssicherheit grundsätzlich ausgeschlossen ist.

Die im Zusammenhang mit der Maßnahme untersuchten Grundstücke sind somit entweder:

- Unmittelbar für Zug und Infrastruktur (Gleise, Bahndämme, Sicherungstechnik) notwendig,
- Für Instandhaltungsarbeiten zwingend vorzuhalten,
- So zugeschnitten bzw. eingegrenzt, dass sie für weitere bauliche Nutzungen in Richtung erneuerbarer Energien nicht geeignet sind,
- Oder stehen aus eigentums- und planungsrechtlichen Gründen nicht als Zubauf Flächen zur Verfügung.

Als Energieeffizienz-Maßnahme wird im späteren Betrieb der Antrieb von Diesel auf einen batteriebetriebenen Elektroantrieb umgestellt.

6 FAZIT

Mit dem Projekt ist insgesamt kein zusätzlicher Ausstoß von THG-Emissionen verbunden. Verkehrlich ist von einem positiven Einfluss auf das Globalklima auszugehen, da durch die Reaktivierung der Strecke der Verkehr von der Straße auf die Schiene verlagert wird. Durch die Lebenszyklusemissionen entstehen zusätzliche THG-Emissionen im Wert von 184,004 t CO₂-e pro Jahr, dies entspricht einem absoluten Wert von 11.040,24 t CO₂-e bezogen auf eine Lebensdauer von 60 Jahren. Bei den Landnutzungsänderungen kann davon ausgegangen werden, dass in Verbindung mit den Kompensationsmaßnahmen keine zusätzlichen THG-Emissionen entstehen. Im Gegenteil, es werden 1,542 ha mehr an Fläche kompensiert als bau- und anlagebedingt in Anspruch genommen werden.

Die Westfälische Landeseisenbahn (WLE) als Vorhabenträgerin kommt ihren gesetzlichen Verpflichtungen entsprechend § 13 KSG nach, durch planerische Maßnahmen der Folgen der THG-Emissionen entgegenzuwirken (gesetzliches Berücksichtigungsgebot). Es erfolgt durch die WLE einer Berücksichtigung der Vorgaben der im Fachbeitrag genannten Gesetze im Zuge der späteren Bauausführung. Zudem werden THG-Emissionen auch bei zukünftigen Unterhaltungs- und Instandhaltungsmaßnahmen berücksichtigt.

7 LITERATURVERZEICHNIS

- BMDV - BUNDESMINISTERIUM FÜR DIGITALES UND VERKEHR (2022): Hinweise zur Berücksichtigung der großräumigen Klimawirkungen in der Vorhabenzulassung. Veröffentlicht per Allgemeinem Rundschreiben Straßenbau Nr. 03/2023 vom 25.01.2023.
- BOSCH & PARTNER GMBH (2022): Arbeitshilfe zur Erstellung eines Fachbeitrags Klimaschutz für Straßenbauvorhaben in Mecklenburg-Vorpommern. Ad-hoc Arbeitshilfe Klimaschutz
- DEUTSCHER BUNDESTAG (2024): Klimaschutzbericht 2023. Unterrichtung durch die Bundesregierung
- FGSV - FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESSEN (2023): Ad-hoc-Arbeitspapier zur Berücksichtigung von großräumigen Klimawirkungen bei Straßenbauvorhaben. Stand Dezember 2023
- JACOBS, A.; FLESSA, H.; DON, A.; HEIDKAMP, A.; PRIETZ, R.; DECHOW, R.; GENSIOR, A.; POEPLAU, C.; RIGGERS, C.; SCHNEIDER, F.; TIEMEYER, B.; VOS, C.; WITTNEBEL, M.; MÜLLER, T.; SÄURICH, A.; FAHRION-NITSCHKE, A.; GEBBERT, S.; JACONI, A.; KOLATA, H.; LAGGNER, A.; ET AL. (2018): Landwirtschaftlich genutzte Böden in Deutschland - Ergebnisse der Bodenzustandserhebung. Thünen Report 64. Braunschweig
- MOTTSCALL, M. & BERGMANN, T. (2013): Treibhausgas-Emissionen durch Infrastruktur und Fahrzeuge des Straßen-, Schienen- und Luftverkehrs sowie der Binnenschifffahrt in Deutschland. Arbeitspaket 4 des Projektes „Weiterentwicklung des Analyseinstrumentes Renewability“
- PTV PLANUNG TRANSPORT VERKEHR AG; PTV TRANSPORT CONSULT GMBH; TCI RÖHLING – TRANSPORT CONSULTING INTERNATIONAL (2016): Methodenhandbuch zum Bundesverkehrswegeplan 2030.
- TIEMEYER, B.; BECHTOLD, M.; BELTING, S.; FREIBAUER, A.; FÖRSTER, C.; SCHUBERT, E.; DETTMANN, U.; FRANK, S.; FUCHS, D.; GELBRECHT, J.; JEUTHER, B.; LAGGNER, A.; ROSINSKI, E.; LEIBER-SAUHEITL, K.; SACHTELEBEN, J.; ZAK, D.; DRÖSLER, M. (2017): Moorschutz in Deutschland. Optimierung des Moormanagements in Hinblick auf den Schutz der Biodiversität und der Ökosystemleistungen ; Bewertungsinstrumente und Erhebung von Indikatoren. Bonn - Bad Godesberg
- UBA - UMWELTBUNDESAMT (2020): Ökologische Bewertung von Verkehrsarten. Abschlussbericht