



Leitfaden Klimaschutz

Angaben zum Klimaschutz im Rahmen der Bau- rechtschaffung

mobil.hessen.de



Impressum

Leitfaden Klimaschutz

Angaben zum Klimaschutz im Rahmen der Baurechtsschaffung

3. Fassung: Mai 2025

Herausgeber:

Hessen Mobil
Straßen- und Verkehrsmanagement
Wilhelmstraße 10
65185 Wiesbaden

Tel.: 0611 366-0
Fax:0611 366-34 35
E-Mail: info@mobil.hessen.de

www.mobil.hessen.de

Text und Bearbeitung:

ass. iur. Bianca Braun
Dipl.-Geol. Winfried Pasligh
M. Sc. Landespflege Christina Henn
Dipl.-Geogr. Lars-Frederik Koch

verwendete Quellen:

- Hinweise zur Berücksichtigung der großräumigen Klimawirkungen in der Vorhabenzulassung (Bundesministerium für Digitales und Verkehr, Stand 16.12.2022)
- Arbeitshilfe zur Erstellung eines Fachbeitrags Klimaschutz für Straßenbauvorhaben in Mecklenburg-Vorpommern (Landesamt für Straßenbau und Verkehr Mecklenburg-Vorpommern, Entwurf 2022)
- Bundeskompensationsverordnung (BKompV)
- Richtlinien für die Umweltverträglichkeitsprüfung im Straßenbau (R UVP, Entwurf 2021)
- Eckpunktepapier Aktionsprogramm natürlicher Klimaschutz (BMUV 2022)
- Umweltbundesamt, 2022: www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/umweltbelastungen-der-landwirtschaft/lachgas-methan (zuletzt verwendet 09.01.2023)
- FGSV Arbeitspapier Klimaschutz Straße (2023)

Inhalt

1	Rechtliche Grundlagen	1
1.1	Allgemeines.....	1
1.2	UVP-Pflicht.....	2
2	Angaben in den Baurechtsverfahren	3
2.1	Zu ermittelnde Faktoren	3
2.2	Checkliste	3
2.3	Dokumentation zum Klimaschutz	4
2.4	Variantenbetrachtung	4
3	Verkehrsbedingte THG-Emissionen	5
3.1	Ermittlung der verkehrsbedingten THG-Emissionen	6
3.2	Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen.....	7
4	Landnutzungsbedingte THG-Emissionen	8
4.1	Eingriffsermittlung und Wirkfaktoren.....	8
4.1.1	Boden - Moore und moorähnliche Böden.....	9
4.1.2	Vegetation - Wälder und weitere Vegetationskomplexe	10
4.2	Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung sowie Berücksichtigung von Kompensationsmaßnahmen	12
4.2.1	Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen.....	12
4.2.2	Aufbau und Optimierung von Treibhausgasspeichern und – senken	12
4.3	Vergleichende Gegenüberstellung Eingriff/ Kompensation	16
5	THG Lebenszyklusemissionen	18
5.1	Ermittlung der THG Lebenszyklusemissionen	18
5.2	Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen	19
6	Gesamtbilanz	20

1 Rechtliche Grundlagen

1.1 Allgemeines

Regelungen zum Klimaschutz sind auf Bundesebene im Klimaschutzgesetz (KSG) enthalten. Ein entsprechendes hessisches Klimaschutzgesetz befindet sich gerade im Gesetzgebungsverfahren.

§ 13 Abs. 1 des Klimaschutzgesetzes schreibt vor, dass die Träger öffentlicher Aufgaben bei ihren Planungen und Entscheidungen den Zweck des Klimaschutzgesetzes und die zu seiner Erfüllung festgelegten Ziele zu berücksichtigen haben.

Zur Erreichung der im § 3 verankerten Klimaschutzziele hat gemäß § 4 Abs. 1 KSG auch der Verkehrssektor beizutragen. Daraus folgt, dass auch bei Straßenbauvorhaben die nationalen Klimaschutzziele verstärkt in den Blick zu nehmen sind. Die Grundlage bildet gemäß § 1 KSG die Verpflichtung nach dem Übereinkommen von Paris, wonach der Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur auf deutlich unter 2 Grad Celsius und möglichst auf 1,5 Grad Celsius gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen ist, um die Auswirkungen des weltweiten Klimawandels so gering wie möglich zu halten. Im Rahmen der Vorhabenzulassung ist dabei vornehmlich zu prüfen, ob die Entscheidung geeignet ist, den Ausstoß von Treibhausgasemissionen zu erhöhen oder zu verringern.

Nach § 2 Abs. 1 des Hessischen Naturschutzgesetzes (HeNatG) sollen zudem bei der Umsetzung von Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege sowie behördlichen Entscheidungen auch Klimaschutz und Klimaanpassung, auch unter Wahrung der Klimafunktion des Bodens, in besonderer Weise Berücksichtigung finden.

Gemäß Kyoto-Protokoll sind insgesamt sechs Treibhausgase von besonderer Bedeutung. Auf diese sechs Treibhausgase beziehen sich in der Regel auch die Minderungsstrategien der Bundesregierung und der Bundesländer. Es handelt sich um Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Lachgas (N₂O), Teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (H-FKW), Perfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW) sowie Schwefelhexafluorid (SF₆). Die Emissionen entsprechender Treibhausgase werden in der Regel summarisch in CO₂-Äquivalente (CO₂-eq) umgerechnet.

Aus derzeitiger Sicht können bei Straßenbauvorhaben relevante Treibhausgas (THG) -Emissionen aus dem Verkehr selbst (Verkehrsbedingte THG-Emissionen), der Veränderung der Landnutzung durch die Baumaßnahme (Landnutzungsbedingte THG-Emissionen) und aus der Errichtung sowie Unterhaltung der Straßeninfrastruktur entstehen (THG-Lebenszyklusemissionen). Diese sind im Rahmen der Planung zu ermitteln. Weiterhin sind Maßnahmen zur Minimierung von THG-Emissionen zu beschreiben, dabei ist auch darauf einzugehen, inwiefern Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen der naturschutzrechtlichen Eingriffsreglung als Treibhausgasspeicher und/oder -senken dienen können.

Die ermittelten projektbedingten Auswirkungen sind bei der Gesamtabwägung zu berücksichtigen. Dabei ist zu beachten, dass diese ein einzelner abwägungserheblicher Belang unter vielen sind, wobei sich das Gewicht in Zukunft zunehmend zugunsten des Klimaschutzes verschieben dürfte, je weitgehender das CO₂-Budget erschöpft ist.¹ Mit dem „CO₂-Budget“ sind in der klimawissenschaftlichen Diskussion die weiteren CO₂-Mengen bezeichnet, die global noch emittiert werden können, damit das im Pariser Klimaabkommen Ziel die Erderwärmung auf maximal 2°C und möglichst 1,5°C zu begrenzen, erreicht wird.

1.2 UVP-Pflicht

Der Aspekt des Klimawandels ist seit der Novelle des Gesetzes zur Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) vom 17.07.2017 (UVPMoG) zur Umsetzung der UVP-Änderungsrichtlinie 2014 ein fester Bestandteil der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP). Sowohl die Auswirkungen eines Projektes auf das Klima und den Klimawandel (d.h. die direkten und indirekten THG-Emissionen eines Projektes) als auch die Auswirkungen des Klimawandels auf das Projekt und seine Umsetzung (d. h. Aspekte der Anpassung an den Klimawandel) sollen frühzeitig im Rahmen eines UVP-Verfahrens thematisiert werden. Dies gilt aber nicht nur für den UVP-Bericht und die UVP selbst, sondern auch für die UVP-Vorprüfung, mit der über die UVP-Pflicht von Projekten entschieden wird.

Einer UVP-Vorprüfung zur Feststellung der UVP-Pflicht unterliegen verschiedene Straßenbauvorhaben. Betroffen sind gemäß Nr. 14.6 der Anlage 1 zum UVPG Neu- oder Ausbauprojekte von Bundesstraßen, die aufgrund ihrer geringen Länge nicht über die Nrn. 14.3 bis 14.5 der Anlage 1 zum UVPG obligatorisch UVP-pflichtig sind, die Änderung von Bundesstraßen gemäß § 9 UVPG sowie diverse Landesstraßenbauvorhaben geringerer Größe.

Welche Faktoren in einer UVP-Vorprüfung zu berücksichtigen sind, ergibt sich aus den Anlagen 2 und 3 zum UVPG für Bundesstraßen. Während in Anlage 3 THG-Emissionen nicht explizit angesprochen werden, sind nach Anlage 2 (Angaben des Vorhabenträgers zur Vorbereitung der Vorprüfung) Ziffer 1.c) die möglichen erheblichen Auswirkungen des Vorhabens auf die betroffenen Schutzgüter infolge der erwarteten Emissionen zu beschreiben. Da es keine Schwellenwerte für THG-Emissionen gibt, ist hieraus abzuleiten, dass prognostizierte THG-Emissionen für sich nicht zu einer UVP-Pflichtigkeit führen können. Die THG-Emissionen sind vielmehr als ein Belang neben anderen in die Gesamtbeurteilung, ob erhebliche nachteilige Umweltauswirkungen ausgeschlossen werden können, einzustellen.

¹ BVerfG, Beschluss vom 24.03.2021, 1 BvR 2656/18, Rn. 185; N. Eisentraut, Recht u Politik 2021, 316 ff.

2 Angaben in den Baurechtsverfahren

2.1 Zu ermittelnde Faktoren

Die Ermittlung der THG-Emissionen für Straßenbauvorhaben erfolgt getrennt für die folgenden Teilbereiche:

- **Verkehrsbedingte THG-Emissionen** durch die Nutzung der Straßenverkehrsinfrastruktur nach Fertigstellung (Sektor Verkehr im Sinne des KSG)
- **Landnutzungsbedingte THG-Emissionen:** Inanspruchnahme und Gestaltung von Vegetationsflächen, die als Treibhausgasspeicher und -senken fungieren (Sektor Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft im Sinne des KSG).
- **THG-Lebenszyklusemissionen:** Bau, Erhaltung und Betrieb der Straßeninfrastruktur und seiner Bauwerke, Nebenbetriebe/-anlagen (Sektoren Industrie und Energiewirtschaft im Sinne des KSG)

Zentraler Baustein zur Berücksichtigung von Klimaschutzbelangen ist die projektspezifische Reduktion der direkten Treibhausgas (THG) -Emissionen und die Minimierung der Inanspruchnahme von THG-Speichern und -senken (Vermeidung und Minimierung).

Prüfebenen

Grundsätzlich soll das Themenfeld Klimaschutz auf zwei Prüfebenen für Planungs- und Zulassungsverfahren bearbeitet und dokumentiert werden:

1. Ausfüllen einer Checkliste zur Prüfung von Klimaschutzbelangen bei der Straßenplanung
2. Bei Bedarf: Erstellen einer gesonderten Dokumentation zu den vorhabenbedingten Klimaschutzbelangen

In einer ersten Prüfebene ist das Ausfüllen einer Checkliste vorgesehen, die als Anlage 1 dieser Arbeitshilfe beigefügt ist. Nur wenn sich aus dieser Checkliste ergibt, dass weitergehende Analysen und Bewertungen erforderlich sind, sind die Ergebnisse im Erläuterungsbericht darzustellen (vgl. Kapitel 2.3).

2.2 Checkliste

Die Checkliste in Anlage 1 bildet den ersten Schritt für die Analyse und Bewertung von Belangen des Klimaschutzes für die Planung und Zulassung von Straßenbauvorhaben in Hessen. Die Checkliste ist in jedem baurechtspflichtigen Verfahren (Planfeststellung + Plangenehmigung) gewissermaßen als Vorprüfung auszufüllen.

Die Checkliste bietet die Möglichkeit, für einfach gelagerte Fälle kurze textliche Erläuterungen zur Einschätzung verkehrlicher THG-Emissionen zu geben. Detailliertere Betrachtungen und die Quantifizierung von THG-Emissionen sollen im UVP-Bericht oder im Erläuterungsbericht (bei nicht UVP-pflichtigen Vorhaben) abgehandelt werden (s. u.).

2.3 Dokumentation zum Klimaschutz

Die Belange des Klimaschutzes sind bei planfeststellungspflichtigen Vorhaben entsprechend zu dokumentieren, sofern nach der Checkliste in Anlage 1 vertiefende Ausführungen erforderlich sind. Dies ist insbesondere der Fall, wenn eine Quantifizierung von THG-Emissionen notwendig ist. Umzusetzen ist dies je nach Planungsstufe folgendermaßen:

- Voruntersuchung: Im Rahmen der UVS² bei der Abhandlung der Auswirkungen des Vorhabens auf den Klimawandel beim Schutzgut Klima
- Vor- bzw. Feststellungsentwurf: Bei der Beschreibung der Angaben zu den Umweltauswirkungen sind zwei Fälle zu unterscheiden:

Bei Vorhaben nach UVPG alt (vor 16.05.2017) und Vorhaben ohne UVP-Pflicht sind die Beschreibungen zu Umweltauswirkungen auf das Klima im Erläuterungsbericht nach RE aufzunehmen.

Bei Vorhaben, die dem aktuellen UVPG unterliegen, sind entsprechende Ausführungen im UVP-Bericht im Zuge der Abarbeitung des Kapitels Klima/Luft einzufügen.

Die Ausführungen sollen die umfassende Berücksichtigung des Klimaschutzes bzw. der Vermeidung und Verminderung von THG-Emissionen im Planungsprozess widerspiegeln und die Entscheidung für das gewählte Vorgehen begründen und nachvollziehbar machen.

Die Berücksichtigung des Klimaschutzes ist nicht Gegenstand der Eingriffsregelung und somit nicht im LBP abzuarbeiten.

2.4 Variantenbetrachtung

Die zur Erreichung der Planungsziele in Betracht kommenden Varianten sind auf ihre Klimaverträglichkeit hin zu untersuchen. Hierzu sind die Vorzugsvariante und die weiteren auf der Ebene der Entwurfs- und Genehmigungsplanung noch vernünftigerweise in Betracht zu ziehenden Planungsvarianten hinsichtlich jeweils möglicher Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen zu vergleichen. Der Variantenvergleich sowie das Ergebnis dieses Variantenvergleichs sind in den Planungsunterlagen (UVP-Bericht bzw. Erläuterungsbericht) darzustellen. Eine detaillierte Betrachtung der Klimawirkungen nach den untenstehenden Methoden ist für einzelne Varianten nur dann vorzunehmen, wenn signifikante Unterschiede in Bezug auf die THG-Emissionen im Vergleich zur Vorzugsvariante zu erwarten sind. Anhaltspunkte hierfür können sich insbesondere aus der Streckenlänge, der Art und Anzahl der Ingenieurbauwerke (z. B. Tunnelführung oder Einschnitt), der Ausgestaltung von Knotenpunkten, zu überwindenden Höhenmetern sowie der Wertigkeit der in Anspruch zu nehmenden Böden oder Biotope

² Umweltverträglichkeitsstudien nach UVPG vor dem 16.05.2017 sind nicht anzupassen

der jeweiligen Varianten ergeben. Für die Vorzugsvariante erfolgt die Beschreibung nach den unten aufgeführten Methoden obligatorisch.

Hinsichtlich der **verkehrsbedingten THG-Emissionen** (siehe Kap. 3) können beim Variantenvergleich die Länge der Strecke, die Stärke der Längsneigung sowie der Beitrag zur Stauvermeidung und zu einem besseren Verkehrsfluss durch planfreie Strecken und Verzicht auf Lichtsignalanlagen berücksichtigt werden.

In Bezug auf die **landnutzungsbedingten THG-Emissionen** (siehe Kap. 4) ist darzustellen, inwiefern durch die Trassenwahl oder die Lage von Bauwerken die Inanspruchnahme von Böden oder Biotopen mit Funktionen als Treibhausgasspeicher oder Treibhausgassenke (bspw. Moore und Wälder) vermieden werden kann. Ergänzend ist auch auf die Darstellungen der Konfliktbewertung und Maßnahmenplanung im Landschaftspflegerischen Begleitplan (LBP) Bezug zu nehmen.

Hinsichtlich der **THG-Lebenszyklusemissionen** (siehe Kap. 5) können beim Variantenvergleich die Streckenlänge sowie die Art und Anzahl der Bauwerke berücksichtigt werden. So kann die Entscheidung zwischen einem Tunnel oder Einschnitt relevante Auswirkungen auf die THG-Bilanz haben. Der Einsatz CO₂-freundlicher Bauweisen bzw. Baustoffe erlangt demgegenüber erst in der anschließenden Ausführungsplanung Bedeutung. Im Rahmen der Ausschreibung der Bauleistungen sowie der Baustellenablaufplanung sind weitere Maßnahmen zur Minderung der THG-Emissionen zu prüfen. In der Entwurfs- und Genehmigungsplanung können hierzu noch keine konkreten Festlegungen getroffen werden. Ein Hinweis auf entsprechende Vorgaben bzw. Regelungen in den Vergabeunterlagen kann jedoch zweckmäßig sein. Die Festlegungen der äußeren Maße des Straßenkörpers, Regelquerschnitte, Knotenpunkte u. Ä. sind durch maßgebliche Normen und Richtlinien bestimmt. Insofern kommen Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen nicht in Betracht.

3 Verkehrsbedingte THG-Emissionen

Verkehrsbedingte THG-Emissionen umfassen alle durch den Straßenverkehr auf dem geplanten Vorhaben emittierten Treibhausgase. Betrachtet wird die durch die Planung ausgelöste Veränderung der THG-Emissionen, die mit der verkehrlichen Nutzung des Projektes voraussichtlich verbunden ist (Differenz zwischen Prognose-Nullfall und dem Planfall (mit Belastungen und Entlastungen)). Sie wird in CO₂-Äquivalenten pro Jahr (CO₂-eq/a) angegeben. Bei Vorhaben, die zu keiner Veränderung der Verkehrsbelastung oder des Verkehrsablaufs führen (z. B. Ersatzneubau einer Brücke in gleicher Lage, Errichtung einer Lärmschutzwand), wird keine Veränderung der verkehrsbedingten THG-Emissionen ausgelöst. Auf die Ermittlung der verkehrsbedingten THG-Emissionen kann in diesem Fall verzichtet werden.

3.1 Ermittlung der verkehrsbedingten THG-Emissionen

Grundlage für die Ermittlung der verkehrsbedingten THG-Emissionen für Planungsprojekte von Hessen Mobil ist die projektbezogen erstellte Verkehrsuntersuchung. Die Verkehrsuntersuchung ermittelt mittels eines Verkehrsmodells die durch die Maßnahme ausgelösten verkehrlichen Wirkungen im Vergleich des Prognose-Nullfalles (derzeitiges Prognosejahr: 2035) und eines/mehrerer Planfalles/Planfälle. Die bei Hessen Mobil verwendeten Verkehrsmodelle Verkehrsdatenbasis Rhein-Main (VDRM) und Hessenmodell wurden so aufbereitet, dass hiermit die verkehrsbedingten THG-Emissionen nach HBEFA 4.2 direkt aus den Ergebnissen der Verkehrsmodellierung heraus berechnet werden können. Die Ermittlung der verkehrsbedingten THG-Emissionen erfolgt daher standardmäßig zusammen mit der Verkehrsuntersuchung und ist in den Leistungsbeschreibungen der durch das Fachdezernat MR 2.2 beauftragten Verkehrsuntersuchungen enthalten. Die Ergebnisse werden in der Regel in einem gesonderten Erläuterungsbericht zur Verkehrsuntersuchung dokumentiert. Das Fachdezernat MR 2.2 unterstützt bei der Erstellung des entsprechenden Kapitels im Fachbeitrag Klimaschutz.

Eine Berechnung vorhabenbedingter verkehrlicher THG-Emissionen kann grundsätzlich unterbleiben, wenn keine Verkehrsuntersuchung erforderlich ist, da in diesem Fall der verkehrliche THG-Effekt in nur geringem Umfang zu erwarten ist (vgl. AP Klimaschutz Straße, Ausgabe 2023, dort Kap. 3.4.1) In diesem Fall genügt eine kurze verbalargumentative Begründung.

3.2 Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen

Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen können im Rahmen der verkehrsbedingten THG-Emissionen wie folgt aussehen:

Tabelle 1 Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen bei verkehrsbedingten THG-Emissionen (vgl. Hinweise zur Berücksichtigung der großräumigen Klimawirkungen in der Vorhabenzulassung, Anlage 2)

Verbesserungen durch die Planung (variantenunabhängig)
<ul style="list-style-type: none">○ Vermeidung von Verkehr○ Verflüssigung des Verkehrs○ Vermeidung überlastungsbedingter Verkehrsstaus und der damit einhergehenden Brems- und Beschleunigungseffekte
Vergleich der Ausführungsvarianten
<ul style="list-style-type: none">○ Länge der Strecke○ Starke Längsneigungen vermeiden○ Möglichst planfreie Streckenabschnitte ohne Lichtsignalanlagen○ Verzicht auf Knotenpunkte○ Möglichst geradlinige Trassenführung
Beeinflussung des Verkehrsgeschehens
<ul style="list-style-type: none">○ Geschwindigkeitsbeschränkungen○ Verflüssigung des Verkehrs durch Nutzung Intelligenter Verkehrssysteme
Zusätzlich (Hinweis auf Klimaschutz- und Sofortprogramme auf Grundlage des KSG)
<ul style="list-style-type: none">○ Einrichtung von Stromladestationen○ Stärkung des Radverkehrs bei Aufnahme eines Fahrstreifens für den Radverkehr

4 Landnutzungsbedingte THG-Emissionen

Für die Ermittlung und Darstellung der THG-Emissionen ist auch die Landnutzung einzubeziehen. Landnutzungsbedingte THG-Emissionen entstehen durch die bau- und anlagebedingte Inanspruchnahme von Flächen mit klimarelevanter Bedeutung. Dies sind insbesondere der Boden und die Vegetation.

4.1 Eingriffsermittlung und Wirkfaktoren

Straßenbauvorhaben nehmen Vegetationsflächen und Bodenflächen in Anspruch, die als Treibhausgassenken fungieren. Böden bzw. Standorte mit einer hohen Klimaschutzfunktion aufgrund ihrer Fähigkeit, Treibhausgase zu binden und zu speichern, sind insbesondere alte Wälder, sonstige Gehölzstrukturen, extensive Grünlandflächen sowie Moorflächen und sonstige hydromorphe Böden (siehe z. B. NLWKN 2017). Böden bzw. vegetationsbestandene Flächen nehmen im globalen Kohlenstoffkreislauf eine Schlüsselrolle ein und sind somit ein zentraler Bestandteil des globalen Klimaschutzes. Böden fixieren durch Humus- und Torfbildung über den Eintrag pflanzlicher Biomasse über lange Zeiträume atmosphärisches Kohlenstoffdioxid. Für die Eingriffsermittlung ist verbal-argumentativ darzustellen, welche klimarelevanten Ökosysteme in Anspruch genommen und welche Vermeidungs- oder Minderungsmaßnahmen vorgesehen werden. Alle erforderlichen Angaben können aus den im Zusammenhang mit dem LBP gemachten Untersuchungen, insbesondere der Eingriffsregelung, entnommen werden. Es sind somit **keine zusätzlichen Erhebungen** erforderlich.

Im Rahmen der Eingriffsermittlung ist zu berücksichtigen, dass neben Versiegelung und Verdichtung bei Mooren oder anmoorigen Böden auch die Entwässerung einen klimarelevanten Wirkfaktor darstellt, welcher dazu führen kann, aus einer THG-Senke einen THG-Emittenten zu erzeugen.

Tabelle 2 Klimarelevante Wirkfaktoren und Auswirkungen (nach R UVP Arbeitshilfe 11.5, Entwurf 2021 – verändert)

RELEVANTE WIRKFAKTOREN VON STRAßENBAUVORHABEN UND BEISPIELHAFTHE MÖGLICHKEITEN ZUR BESCHREIBUNG DER AUSWIRKUNGEN									
Wirkfaktor	Relevanz			Wirkpfad / Wirkreichweite	Auswirkung auf das Schutzgut /	mögliche qualitative Beschreibung		mögliche quantitative Beschreibung	
	baubedingt	anlagenbedingt	betriebsbedingt			Linienbestimmung	Planfeststellung	Linienbestimmung	Planfeststellung
Flächeninanspruchnahme (Versiegelung und sonstige Flächeninanspruchnahme)	X	X		Unmittelbar anlagenbedingt beanspruchte Flächen (Fahrbahn, Straßenkörper, Nebenanlagen, Böschungen, Entwässerungsanlagen usw.) und baubedingt beanspruchte Flächen (Baustraßen, BE-Flächen)	Bauzeitlicher (temporärer) oder dauerhafter Verlust von Vegetationsstrukturen mit Bedeutung für den klimatischen oder lufthygienischen Ausgleich oder mit Bedeutung für die Speicherung von Treibhausgasen	Qualitative Beschreibung der Auswirkungen. Art und Dauer der Veränderungen (dauerhaft, temporär)	Qualitative Beschreibung der Auswirkungen. Art und Dauer der Veränderungen (dauerhaft, temporär)	Abschätzung der betroffenen Flächen anhand pauschaler Wirkzonen, Annahmen in ha	Quantifizierung der betroffenen Fläche in ha,
Bodenverdichtung, Bodenumlagerung, Abschieben von Bodenschichten	X			Befahren mit Baumaschinen, Lagerung von Massen	Beeinträchtigung von Klimaschutzfunktionen durch Verdichtung und Umlagerung und damit Abbau/Aufbau der organischen Substanz	Qualitative Beschreibung der Auswirkungen. Art und Dauer der Veränderungen	Qualitative Beschreibung der Auswirkungen. Art und Dauer der Veränderungen	Abschätzung der betroffenen Flächen anhand pauschaler Wirkzonen, Annahmen in ha	Quantifizierung der betroffenen Fläche in ha.
Eingriffe in Grundwasser / Bodenwasserhaushalt	X	X		Veränderung des Bodenwassergehaltes	Veränderung der Klimaschutzfunktion durch Abbau/Aufbau der organischen Substanz	Beschreibung (Art) der Beeinträchtigung	Art, Intensität, Zeitpunkt, und Dauer der Beeinträchtigung	Angaben zum Absenkungstrichter (Fläche, Tiefe) i. d. R. nur überschlägig möglich	Quantifizierung der betroffenen Fläche in ha,

4.1.1 Boden - Moore und moorähnliche Böden

Böden sind die größten landgebundenen Kohlenstoffspeicher und übernehmen eine wichtige Funktion bei Freisetzung und Einbindung klimarelevanter Gase wie Kohlendioxid und Methan. Der Schutz der Böden und eine bodenschonende Bewirtschaftung sind erforderlich, um Treibhausgasemissionen zu vermeiden und den Gehalt an organischem Kohlenstoff in Form von Humus in den Böden zu stabilisieren bzw. zu erhöhen.

Eine besondere Rolle kommt somit humusreichen Böden wie Moorböden und anmoorigen Böden zu. 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. Zur Ermittlung, ob klimarelevante Moorböden betroffen sind, können folgende Quellen herangezogen werden:

- Karte der organischen Böden des von-Thünen-Instituts:
https://atlas.thuenen.de/layers/geonode_data:geonode:ti_kulisse_kat_final_v10
- Karte „Verbreitung der organischen Böden in Deutschland
als Bilddatei: https://greifswaldmoor.de/files/dokumente/GMC%20Schriften/DEU_org-Bod_A4_GMC_2021.jpg;
als Shape-Datei: https://greifswaldmoor.de/files/dokumente/GMCSchriften/DEU_org-Bod_GMC_202105/DEU_orgBod_GMC_update202105.zip)
- Bodenviewer Hessen (<https://bodenviewer.hessen.de>; Bodenflächenkataster)

- Ergebnisse der Bodenkartierung (soweit vorliegend).
- Jacobs u. A., (2018) Landwirtschaftlich genutzte Böden in Deutschland – Ergebnisse der Bodenzustandserhebungen - Thünen-Institut, Thünen Report 64; Wellbrock u. A., (2016)
https://www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-report/Thuenen_Report_64.pdf

Hilfsweise kann zur Identifikation klimarelevanter Moorböden auf die Handreichung zum Vollzug der Bundeskompensationsverordnung (BKompV) zurückgegriffen werden. Dort werden die nachfolgenden besonders hochwertigen Funktionsausprägungen beschrieben (nach der Systematik der BKompV die drei höchsten Wertstufen). Diese qualitative Unterteilung wird auch im Rahmen dieser Arbeitshilfe zur Anwendung empfohlen, wenn eine detailliertere Eingriffsbeschreibung oder weitergehende Differenzierungen, z. B. im Rahmen einer Variantenentscheidung, erforderlich sind und verschiedene Ausprägungen durch das Vorhaben betroffen sein können:

- **hervorragend:** Moorböden und moorähnliche Böden mit hervorragendem C_{org} -Vorrat bzw. hoher Torfmächtigkeit (> 70 cm) unabhängig von der Nutzung oder weitgehend intakte Moore unabhängig von der Torfmächtigkeit,
- **sehr hoch:** Moorböden und moorähnliche Böden mit sehr hohem C_{org} -Vorrat bzw. mittlerer Torfmächtigkeit (30 cm bis 70 cm) unabhängig von der Nutzung oder leicht degradierte Moore mit dauerhafter moortypischer Vegetationsbedeckung und höchstens extensiver Nutzung unabhängig von der Torfmächtigkeit und
- **hoch:** Moorböden und moorähnliche Böden mit hohem C_{org} -Vorrat bzw. geringer Mächtigkeit des Torfes bzw. organischen Bodens (< 30 cm) unabhängig von der Nutzung.

Sind durch das Vorhaben keine der aufgeführten Bodenformen betroffen und liegen keine anderweitigen Informationen zu besonders klimarelevanten Bodenstrukturen vor, kann eine Betrachtung des Klimaschutzaspektes im Zusammenhang mit vorhabenbedingten Auswirkungen auf Böden entbehrlich sein.

Das für den Bodenschutz zuständige Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) bietet für einige Regionen eine Fachbewertung für die Klimaschutzfunktion der Böden an, die für die Betrachtung der Klimaauswirkungen eines Straßenbauvorhabens genutzt werden kann. Die vorhandenen Informationen sind projektspezifisch beim HLNUG abzufragen.

4.1.2 Vegetation - Wälder und weitere Vegetationskomplexe

Gesunde Wälder können große Mengen an CO_2 einbinden. In der „Arbeitshilfe zum Vollzug der Bundeskompensationsverordnung“ (BKompV, BfN & BMU 2021) wird jedoch von einer Berücksichtigung der Biomasse, d. h. von Wäldern und anderen gehölzgeprägten Biotopen im

Kontext der Funktion als Treibhausgasspeicher oder -senke im Rahmen der BKompV explizit abgesehen. Hintergrund ist, dass die Daten zu den Vorräten und zu den Zuwächsen an organischem Kohlenstoff in der Biomasse der Wälder (und weiterer Vegetationskomplexe) an unterschiedlichen Standorten stark variieren können (Standorteigenschaften, Baumarten, Altersklassen/ Wuchsklassen etc.), so dass vorliegende Durchschnittswerte, beispielsweise der Treibhausgasinventur 2017, nicht ohne Weiteres auf bestimmte Wälder oder Waldstandorte heruntergebrochen werden können (vgl. BfN & BMU 2021). Auch in der hessischen KV werden keine Angaben hierzu getroffen.

Auch extensiv genutztem Grünland kommt eine erhöhte CO₂-Speicherfunktion zu. Dies ist auf den erhöhten Humusgehalt dieser Böden zurückzuführen. Eine extensive Nutzung mit organischem Dünger fördert den Humusaufbau. Bei extensiv bewirtschafteten Grünlandböden liegt der Humusgehalt zwischen 4 - 15% und damit höher als bei Waldböden. Bei Ackerböden beträgt dieser lediglich 1 – 4%. Auf umgewidmeten Mooren und extensiv bewirtschafteten Grünlandböden wird diese Funktion aufgrund der mineralischen Düngung gestört. Der im Humus gebundene hohe Kohlenstoffgehalt führt in Verbindung mit hohen mineralischen Stickstoffgaben zu einem besonders hohen Ausstoß an Treibhausgasen. Neben Kohlendioxid (CO₂) ist dies auch Lachgas (N₂O) (Umweltbundesamt, 2022).

Im Rahmen der Untersuchung der Klimaauswirkungen eines Vorhabens beschränkt sich die Berücksichtigung der Auswirkungen auf die Angabe der Flächengröße und qualitative (verbalargumentative) Erläuterungen zu Waldflächen, Gehölzkomplexen und Extensivgrünland. Über die bisherige Betrachtung des Natur- und Schutzgutes Klima in Umweltverträglichkeitsstudien und landschaftspflegerischen Begleitplänen werden bereits Wert- und Funktionselemente besonderer Bedeutung erfasst und im Planungsprozess berücksichtigt. Dazu zählen regelmäßig ausgewiesene Klimaschutzwälder, Immissionsschutzwälder, Bodenschutzwälder und weitere. Über die Biotoptypenbewertung lassen sich zudem Rückschlüsse auf Alter, Artenzusammensetzung und Bewirtschaftungsintensität der Wälder erfassen und qualitative Aussagen über die Freisetzung von im Holz gebundenem Kohlenstoff ableiten. Wälder, sonstige Gehölzkomplexe und Einzelbäume fließen in die Betrachtung ein, sofern deren Gesamtgröße mindestens 500 m² erreicht. Einbezogen werden die Nutzungstypen nach KV aus der Gruppe 02 (Gebüsche, Hecken, Gehölzsäume)³ sowie der Gruppe 04 (Einzelbäume⁴ und Baumgruppen, Feldgehölze). Eine Berechnung zur Bilanzierung erfolgt nicht. Die Bewertung erfolgt verbalargumentativ.

³ Nutzungstypen 02.700 B (durch Verbuschung, degenerierte Sonderstandorte), 02.900 Sonstige und 02.910 B Hohlwege können im Einzelfall unberücksichtigt bleiben

⁴ Bei Einzelbäumen ist mit einer durchschnittlichen Flächengröße von 25 m² je Baum zu rechnen. Begründete Abweichungen hiervon sind zu dokumentieren.

Zusammenfassend und abschließend sind folgende klimarelevante Vegetationskomplexe/ Biotoptypen zu erfassen:

- Wald
- Gehölzkomplexe
- Extensivgrünland

4.2 Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung sowie Berücksichtigung von Kompensationsmaßnahmen

4.2.1 Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen

Die in der organischen Substanz des Bodens gespeicherten Treibhausgase werden freigesetzt, wenn der durch eine Straßenplanung überplante Boden entnommen und nicht wieder fachgerecht eingebaut, sondern entsorgt wird. Das gilt insbesondere für alle organischen Böden (Moore, Anmoore), aber auch für bestimmte Mineralböden (Terrestrische Feuchtgebiete, extensiv bewirtschaftete Grünlandböden). Daher ist es sinnvoll, kohlenstoffreiche Böden, d. h. Böden mit einer hohen Klimaschutzfunktion sowie alte Wälder möglichst zu schonen und nicht zu überplanen.

Die R UVP listen folgende Maßnahmen zur Vermeidung klimaschädlicher Wirkungen von Straßenbauprojekten auf:

Tabelle 3 Maßnahmen zur Vermeidung (aus: R UVP Arbeitshilfe 11.5, Entwurf 2021)

Maßnahme
Allgemeine Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen für das Schutzgut Boden
Wiedereinbau von organischen Bodenhorizonten zur Erhaltung der Klimaschutzfunktion in geeigneten Bereichen
Vermeidung der Inanspruchnahme von Klima- oder Immissionsschutzwald gemäß § 12 BWaldG i.V.m. Landesrecht
Vermeiden der Inanspruchnahme von Waldflächen, insbesondere von in forstlichen Rahmenplänen ausgewiesenen Wäldern mit besonderer Funktion für den Klima- oder Immissionsschutz gemäß § 8 BWaldG
Vermeiden der Inanspruchnahme sonstiger klimatisch bedeutsamer Flächen

4.2.2 Aufbau und Optimierung von Treibhausgasspeichern und – senken

Eine Kompensationspflicht für durch das Vorhaben verursachte THG Emissionen existiert bislang nicht. Für eine sachgerechte und praktikable Ermittlung und Bewertung der klimarelevanten Auswirkungen von Landnutzungsänderungen und der Beeinträchtigung von Klimasenken gibt es zurzeit keine wissenschaftlichen oder rechtlichen Vorgaben, Leitfäden oder sonstige Handreichungen (vgl. BVerwG, Urteil vom 04.05.2022, 9 A 7.21, Rn. 102). Im Rahmen der Planfeststellung erfolgt deshalb keine quantitative Bilanzierung der Kohlenstoffvorräte.

Aus der Perspektive des Klimaschutzes und des § 13 KSG wird jedoch empfohlen, die natur-schutzfachlichen Maßnahmen im Hinblick auf ihre Klimafunktionalität zu optimieren.

Zum einen sollte das Kompensationskonzept gemäß LBP-Leitfaden Aussagen zur Klimafunktionalität der geplanten Maßnahmen enthalten. Zum anderen sollten die konkret vorgesehenen Maßnahmen mit positiven Wirkungen auf die Bindung von Treibhausgasen anhand ihrer Flächengrößen dargestellt und eine verbal-argumentative Bilanzierung der Eingriffe in klimarelevante Biotoptypen und der Kompensationsmaßnahmen mit Klimafunktion vorgenommen werden.

Es ist davon auszugehen, dass die typischen Kompensationsmaßnahmen – Nutzungsextensivierungen, Neuanlage von naturnahen Biotopstrukturen, Gehölzpflanzungen usw. – auch aus der Sicht des Klimaschutzes positive Maßnahmen darstellen. Durch die Kompensationsmaßnahmen werden in der Regel Nutzungstypen geschaffen, die gegenüber der Vornutzung dazu beitragen, dass die organische Substanz im Boden erhalten oder sogar weiter aufgebaut wird. Zudem führen Gehölzpflanzungen wie etwa die Neuanlage von Alleen oder Ersatzaufforstungen dazu, dass kontinuierlich Kohlenstoff in der Biomasse gespeichert wird, der je nach Nutzung des reifen Baumbestandes auch dauerhaft gebunden bleiben kann.

Umgekehrt werden Böden bei unangepasster Bewirtschaftung und hohen Düngemittelinträgen bzw. Wälder, wenn sie gerodet werden, zu Quellen für Treibhausgase. Neben CO₂ sind hier CH₄ (Methan) und vor allem N₂O (Lachgas) zu nennen.

Eingriffe in Wälder sind immer flächengleich aufzuforsten oder durch eine entsprechende Walderhaltungsabgabe vollständig zu kompensieren. Da die Walderhaltungsabgabe nach der Walderhaltungsabgabenverordnung vollständig der Wiederaufforstung (ggf. an anderer Stelle) zugutekommen muss, ist ein Ausgleich bei Waldeingriffen immer gegeben.

Sonstige Landnutzungsänderungen unterliegen hingegen der Eingriffsregelung und ausweislich des genannten Urteils des BVerwG ist keine funktionale Kompensation bezüglich der Auswirkungen auf das globale Klima erforderlich.

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:

- a) Fachgerechte Renaturierung von Mooren, Moorböden, u.a. durch Wiedervernässung (z. B.: Schließen von Drainagen, Aufstau in Gräben, Versickern und Einstau von Sumpfungswasser)
- b) Aufforstungen, Baum- und Gehölzpflanzungen

a) Renaturierung von Mooren / Wiedervernässungsmaßnahmen / Nutzungsextensivierungen

Nach den Bewertungen in der BKompV fällt Moorböden sowie moorähnlichen Böden eine besondere Rolle hinsichtlich ihrer Klimawirksamkeit zu.

Insbesondere **Wiedervernässungsmaßnahmen bzw. Nutzungsextensivierungen im Bereich von Moorböden** oder moorähnlichen Böden besitzen ein großes Potenzial für den Klimaschutz, da mit solchen Maßnahmen, zusätzlich zum Aufbau von THG-Senken, der Abbau organischer Substanz wirksam gebremst bzw. gestoppt werden kann. Solche Wiedervernässungs- und Extensivierungsmaßnahmen haben zugleich auch einen hohen ökologischen Wert für die anderen Naturhaushaltsfunktionen, den Artenschutz und die Biodiversität. Neben dem Schutz intakter Moore lassen sich zwei Maßnahmentypen als zentrale Handlungsfelder für die Emissionsreduktion von Moorböden empfehlen:

- Extensivierung und umweltverträgliche Nutzung (vormals ackerbaulich oder als Grünland genutzte Böden) als nasses „Pflegegrünland“ oder Paludikultur⁵ mit Wasserstandsanhhebung z. B. durch Anstau von Gräben und
- Restaurierung degradierter Moore durch vollständige Wiedervernässung und ggf. ergänzendes Vegetationsmanagement.

Entscheidend für den Kohlenstoffabbau im Boden und daraus resultierende THG-Emissionen ist der Wasserstand im Moor- und Bodenkörper. Die geringste Klimabelastung wird bei einem mittleren jährlichen Wasserstand von 10 bis 0 cm unter Flur erreicht. Bei einem Überstau von 10 cm im Sommer ergibt sich demgegenüber eine negative Klimawirkung durch den Ausstoß von Methan“ (Bonn et al. 2015, S. 129). Daher ist das richtige Einstellen des Bodenwasserstandes eine ganz wesentliche Voraussetzung für die positiven Effekte von Naturschutzmaßnahmen in Bezug auf den Klimaschutz.

b) Aufforstung/Gehölzpflanzungen

Eine weitere Maßnahme betrifft die **Neuaufforstung von Waldflächen mit standortgerechten Arten bzw. sonstige Gehölzpflanzungen**. Im Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung Deutschland für den Klimaschutzplan 2050 wird unter anderem auf die positive THG-Wirkung durch die Anpflanzung von Hecken, Knicks und Alleen hingewiesen, die mit gängigen landschaftspflegerischen Maßnahmen (z. B. Anlage faunistischer Leitstrukturen, Baumreihen und Feldgehölze) vergleichbar sind. Dabei sind bevorzugt heimische Arten in typischer Zusammensetzung der potenziellen natürlichen Vegetation bzw. der natürlichen Waldgesellschaften zu wählen. Weiter können besonders klima- und standortangepasste, zuwachsstarke

⁵ Landwirtschaftliche Nutzung von nassen oder wiedervernässten Moorböden. Ein wichtiges Ziel der Paludikultur ist der Erhalt oder die Neubildung von Torf. Traditionelles Beispiel: Anbau von Röhrichten für Dachreet.

Arten geeignet sein, die Funktion als Treibhausgassenke zu stärken (z. B. Kurzumtriebsplantagen auf Ackerflächen). Auch die Entwicklung von Waldbeständen durch natürliche Sukzession kann als Kompensationsmaßnahme in diesem Kontext in Betracht kommen.

Die forstrechtlichen Anforderungen führen in der Regel dazu, dass zumindest flächengleich zu den eingriffsbedingten Verlusten neue Gehölzflächen angelegt werden. Dies führt auch aus der Sicht der THG-Bilanz näherungsweise zu einem Ausgleich.

Die BKomV weist den nachfolgenden Maßnahmentypen eine besondere Klimaschutzfunktion zu:

Tabelle 4 Geeignete Kompensationsmaßnahmen für die Klimaschutzfunktion (aus: Anl. 6 BKompV, Bewirtschaftungs- und Pflegemaßnahmen)

Maßnahmentyp Zielbiototypen (keine abschließende Aufzählung)	Anforderungen an die Ausführung der Maßnahmen		Eignung als Ausgleich oder Ersatz für folgende Funktionen										
			Biotope, Tiere, Pflanzen		Boden		Wasser		Klima/Luft		Landschaftsbild		
	Mindestanforderungen	Weitergehende Anforderungen, die im Einzelfall festgesetzt werden können	Vielfalt von Tier- und Pflanzenarten	Vielfalt von Biototypen	Vielfalt von Bodentypen und Bodenformen	Natürliche Bodenfunktionen	Oberflächengewässer	Grundwasser	Hochwasserschutz- und Retentionfunktion	Klimatische und lufthygienische Ausgleichsfunktionen	Klimaschutzfunktion durch Treibhausgasspeicher/-senken	Vielfalt von Landschaften als natürliches und kulturelles Erbe	Funktionen im Bereich Erleben und Wahrnehmen von Landschaft
Niedermoore (ohne Sümpfe) 35.01	<ul style="list-style-type: none"> Wiedervermässung Wasserstandsanhhebung Entbuschen/Entkusseln Keine Düngung Vegetations-(narben-) und bodenschonende Emtetechnik 		X	X	X	X	(X)	X	X		X	X	X
Feucht- und Nassgrünland z. B. 35.02 (extensiv bewirtschaftet)	<ul style="list-style-type: none"> Wasserstandsregulierung Wiedervermässung Keine Bodenbearbeitung, kein Pflegeumbruch, keine Neuanfaat/Narbenverbesserung Keine PSM, keine Düngung Reduzierte (1-2schürige) Mahd i. d. R. nach der Brutzeit mit Abfuhr des Mahdgutes (mind. bis zum Erreichen des Zielzustandes) oder 		X	X	X	X	(X)	X	X		X	X	X
Maßnahmen im Wald													
Naturschutzkonform bewirtschaftete/gepflegte Wälder Laubwälder ohne Auenwälder: 43.01 bis 43.03, 43.06 bis 43.08	<ul style="list-style-type: none"> Aufforstung mit Baumarten der natürlichen Waldgesellschaft oder natürliche Sukzession unter Berücksichtigung von Aspekten des Klimawandels bei der Baumartenauswahl 	<ul style="list-style-type: none"> Einbringen seltener/gefährdeter Baumarten Rückbau oder Verschluss von Entwässerungseinrichtungen Maßnahmen gegen die Ausbreitung nichtheimischer Arten auf der Fläche 	X	X	X	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	X	X	X
Naturschutzkonform bewirtschaftete/gepflegte Auenwälder 43.04 bis 43.05	<ul style="list-style-type: none"> Wiederherstellung der für den jeweiligen Auwaldtyp charakteristischen regelmäßigen Überflutung z. B. durch Deichrückverlegung und Renaturierung von Fließgewässern Auengewässerstrukturen anlegen, erhalten, entwickeln 	<ul style="list-style-type: none"> Einbringen seltener/gefährdeter Baumarten Rückbau oder Verschluss von Entwässerungseinrichtungen Maßnahmen gegen die Ausbreitung nichtheimischer Arten auf der Fläche 	X	X	X	X	X	X	X	(X)	X	X	X

4.3 Vergleichende Gegenüberstellung Eingriff/ Kompensation

Sowohl aus der Perspektive der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung als auch aus der Perspektive des KSG sollte sich die Ableitung des Umfangs der funktionspezifischen Maßnahmen im Schwerpunkt auf die Landnutzungsänderungen des Eingriffs beziehen.

Nachfolgende Tabelle 5 fasst die **maßgeblichen Angaben für die Eingriffs-/Ausgleichsbilanzierung** zusammen:

Tabelle 5 Berücksichtigung der THG-Effekte durch vorhabenbedingte Landnutzungsänderungen

Voruntersuchung / UVS

Zulassung / Planfeststellung

Eingriffe in besonders hochwertige Funktionsausprägungen von Böden

Identifikation und Beschreibung der vorhandenen Moore und moorähnlichen Böden

s. Kap. 4.1.1, ggf. weitere Differenzierung nach BfN & BMU 2021

- **hervorragend**
- **sehr hoch**
- **hoch**

Sind durch das Vorhaben keine der aufgeführten Bodenformen betroffen und liegen keine anderweitigen Informationen zu besonders klimarelevanten Bodenstrukturen vor, kann eine Betrachtung des Klimaschutzaspektes im Zusammenhang mit vorhabenbedingten Auswirkungen auf Böden entbehrlich sein.

Vermeidungsmaßnahmen und Konfliktanalyse

1. weitestgehende Vermeidung einer Inanspruchnahme
2. Berücksichtigung der variantenspezifischen Betroffenheiten im Rahmen der gesamtplanerischen Abwägung zur Ermittlung einer Vorzugsvariante

1. weitestgehende Vermeidung einer Inanspruchnahme
 - Reduzierung der Inanspruchnahme
 - Prüfung, ob der organische Bodenkörper verdichtet und überbaut werden kann
 - Prüfung, ob der Wiedereinbau des Bodens an andere Stelle möglich ist
2. Ermitteln der unvermeidbaren Inanspruchnahme in ha oder m² und entsprechende Konfliktbeschreibung und -kennzeichnung

Eingriffe in besonders hochwertige Funktionsausprägungen von Vegetationskomplexen/ Biotopen

Identifikation und Beschreibung der vorhandenen besonders klimarelevanten Biotope

Dies sind mit abnehmender Relevanz insbesondere folgende:

ausgewiesene Klimaschutzwälder, Immissionsschutzwälder, Bodenschutzwälder sowie natürliche und naturnahe Waldbestände, sonstige Gehölzkomplexe und Extensivgrünland

Vermeidungsmaßnahmen und Konfliktanalyse

1. weitestgehende Vermeidung einer Inanspruchnahme
2. Ermitteln der variantenspezifischen Betroffenheiten in ha oder m²
3. Berücksichtigung der variantenspezifischen Betroffenheiten im Rahmen der gesamtplanerischen Abwägung zur Ermittlung einer Vorzugsvariante

1. weitestgehende Vermeidung einer Inanspruchnahme
 - Reduzierung der Inanspruchnahme
 - Vegetationsschutz
 - nachhaltige Nutzung des Holzes (z. B. belassen als Totholz in angrenzenden Maßnahmenflächen)
2. Ermitteln der unvermeidbaren Inanspruchnahme in ha oder m² und entsprechende Konfliktbeschreibung und -kennzeichnung

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

Darstellung der naturschutzfachlich erforderlichen Kompensationsmaßnahmen mit relevanter Klimaschutzwirkung anhand eines (variantenspezifischen) Grobkonzeptes.

Berücksichtigung des variantenspezifischen Klimaschutzbeitrages der Kompensationsmaßnahmen im Rahmen der gesamtplanerischen Abwägung zur Ermittlung einer Vorzugsvariante.

Optimierung der naturschutzfachlich erforderlichen Kompensationsmaßnahmen im Hinblick auf ihre Klimaschutzwirkung, soweit die funktionalen Erfordernisse dies ermöglichen.

Darstellung der konkret geplanten Kompensationsmaßnahmen mit relevanter Klimaschutzwirkung anhand des Maßnahmenkonzeptes (Unterlage 9).

Vergleichende Gegenüberstellung von Eingriff und Kompensation

Gutachterliche Bewertung der Auswirkungen des Vorhabens auf die THG-Bilanz unter Berücksichtigung der quantitativ und / oder qualitativ ermittelten Effekte der Landnutzungsänderungen

(Eingriff / Kompensation).

Abschließende Einschätzung, ob das Vorhaben anhand der betroffenen Flächengrößen eine annähernd ausgeglichene, negative oder ggf. positive THG-Bilanz für den Teilaspekt Landnutzungsänderung vorzuweisen hat.

5 THG Lebenszyklusemissionen

5.1 Ermittlung der THG Lebenszyklusemissionen

Lebenszyklus-Emissionen sind alle THG-Emissionen, die mit den Erstinvestitionen („Bau“), Reinvestitionen der Streckenunterhaltung („Erhaltung“) und dem Betrieb der zu bewertenden Infrastrukturmaßnahme verbunden sind. Ihre Berechnung erfolgte durch das Fachdezernat Bautechnik und Geotechnik bei Hessen Mobil (PB2) auf Grundlage einer Studie, die durchschnittliche projektbezogene THG-Emissionen aus dem Bau, der Unterhaltung und dem Betrieb der Bundesfernstraßen in **CO₂-Äquivalenten pro Quadratmeter und Jahr** (CO₂-e/m²) abschätzt.

In einem **ersten Schritt** wird zur Berechnung der THG-Emissionen für Bau und Erhaltung die neu versiegelte Fläche aus Länge und Querschnitt ermittelt. Der Straßenbetrieb wird durch einen pauschalierten Aufschlag berücksichtigt. Dabei gehen die mit Ersatzinvestitionen, Streckenunterhaltung und dem Betrieb der zu bewertenden Verkehrsprojekte verbundenen THG-Emissionen ein. Die Fläche der neuen Straße wird sodann in Abhängigkeit von der Belastungsklasse mit den in Tab. 6 aufgeführten CO₂-Äquivalenten multipliziert. Die Bauweise mit Asphaltdecke ist die Standardbauweise in Hessen. Da es sich bei den Ausgangswerten für die Berechnung um Mittelwerte des Straßennetzes handelt, können die Werte auch bei anderen Bauweisen der RStO, z. B. bei Betondecke und Pflasterdecke zur Anwendung kommen.

Tabelle 6 Berechnungswerte Belastungsklassen

Belastungsklasse RStO 12	Dicke Asphaltsschichten Tafel 1, Zeile 1 in cm	kg CO ₂ -e/m ² Straßenoberfläche und Jahr
Bk100	34	6,2
Bk32	30	5,5
Bk10	26	4,7
Bk3,2 **	22	4,0
Bk1,8 **	20	3,6
Bk1,0 **	18	3,3
Bk0,3 **	14	2,6
Bk0,3* (0,1)	10	1,8

*Alternativ: unter Beachtung von Abschnitt 3.3.3 der RStO 12 auch Asphalttragdeckschicht anwendbar.

** Sollte eine Belastungsklasse unter BK 10 gewählt werden, ist für **Bundesstraßen** mind. der Wert 4,6 kg CO₂-e/m² Straßenoberfläche und Jahr anzusetzen.

Sind Brückenabschnitte und/oder Tunnelabschnitte vorhanden, so werden in einem **zweiten Schritt** nachfolgende Aufschläge hinzuaddiert:

- Aufschlag für Brückenabschnitte 12,6 kg CO₂-e/m² Straßenoberfläche und Jahr⁶
- Aufschlag für Tunnelabschnitte 27,1 kg CO₂-e/m² Straßenoberfläche und Jahr⁶

Weitere Objekte ohne ausgewiesene Belastungsklasse:

Für Radwege ist der Wert für Bk 0,1 anzusetzen. Andere Wegearten (z. B. Wirtschaftswege) orientieren sich an den o. g. Bk bzw. Dicke der Asphaltsschichten.

Betonbauwerke wie Stützwände oder Lärmschutzwände werden über deren Fundamentbreite und den o. g. Aufschlag für Brückenabschnitte berechnet.

5.2 Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen

Tabelle 7 Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen bei THG-Lebenszyklusemissionen (vgl. Hinweise zur Berücksichtigung der großräumigen Klimawirkungen in der Vorhabenzulassung, Anlage 2)

Umfang des Bauvorhabens
Alternativenprüfung hinsichtlich <ul style="list-style-type: none"> ○ Streckenlänge des Straßenkörpers und ○ des Zubehörs
Umfang der Ingenieurbauwerke
Alternativenprüfung hinsichtlich der <ul style="list-style-type: none"> ○ Tunnel: ist das Tunnelbauwerk aus anderen rechtlichen Gründen (Lärmschutz, Beeinträchtigung von Schutzgebieten) oder der Topographie erforderlich ○ Brückenbauwerke ○ Entwässerungsanlagen: ist eine naturnahe Gestaltung möglich u. Ä. ○ sowie der Nebenanlagen
Einsatz CO₂-intensiver Baustoffe und Bauweisen*
<ul style="list-style-type: none"> ○ Zusätzliche Hinweise: Einsatz möglichst CO₂-freundlicher Baustoffe und Bauweisen
*Festlegung auf Ebene der Planfeststellung noch nicht möglich

Abgrenzung zur Ausführungsplanung/Vergabe:

Der o. g. Ermittlung werden pauschalisierte Angaben aus einem aktuellen Baustoffmix zugrunde gelegt. Eine projektspezifische Betrachtung sowie Details der Bauausführung (Einsatz von Baustoffen) erfolgen erst im Rahmen der Ausführungsplanung / Vergabe (LPH 5 Ausführungsplanung und LPH 6 Vorbereitung der Vergabe). Hierbei ergeben sich ggf. weitere Möglichkeiten zur Minimierung der THG-Emissionen, diese sind jedoch nicht Bestandteil der Planfeststellung.

⁶ Als zusätzliche Angabe ist die auf das Jahr bezogene CO₂-Menge auf die Gesamtlebensdauer des Vorhabens hochzurechnen. Als Lebensdauer können die in der Studie des UBA (2013) „Treibhausgas-Emissionen durch Infrastruktur und Fahrzeuge des Straßen-, Schienen- und Luftverkehrs sowie der Binnenschifffahrt in Deutschland“ für den Bereich Straße angenommenen Werte (https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/texte_96_2013_treibhausgasemissionen_durch_infrastruktur_und_fahrzeuge_2015_01_07.pdf); Kap. 10 Basisbetrachtung) herangezogen werden.

6 Gesamtbilanz

Die erhobenen Daten aus den drei klimarelevanten Bereichen sind in einer Gesamtbilanz zusammenzufassen.

Gesamtbilanz der vorhabenbedingten THG-Emissionen

THG-Emissionen des Verkehrs

Summe der verkehrsbedingten THG-Emissionen im Prognose-Planfall	kg CO ₂ -eq/a
Summe der verkehrsbedingten THG-Emissionen im Prognose-Nullfall	kg CO ₂ -eq/a
Differenz Prognose-Planfall zu Prognose-Nullfall	kg CO₂-eq/a

Landnutzungsänderungen durch das Vorhaben

THG-Emissionen durch den Verlust von THG-Speichern- und Senken

- Unvermeidbare Inanspruchnahme von Böden (Gesamtverlust)	m ² / ha
- Unvermeidbare Inanspruchnahme von klimaschutzrelevanten Funktionsausprägungen von Böden	m² / ha
- Unvermeidbare Inanspruchnahme von Vegetationskomplexen / Biotopen (Gesamtverlust)	m ² / ha
- Unvermeidbare Inanspruchnahme von klimaschutzrelevanten Funktionsausprägungen von Vegetationskomplexen / Biotopen:	
- Wald	m² / ha
- Sonstige Gehölzkomplexe	m² / ha
- Extensivgrünland	m² / ha

THG-Reduktion durch die Anlage von THG-Speichern- und Senken

- Gesamtumfang der naturschutzfachlichen Kompensation	m ² / ha
- Umfang der Kompensationsmaßnahmen mit relevanter Klimaschutzwirkung	
- Wald	m² / ha
- Sonstige Gehölzkomplexe	m² / ha
- Extensivgrünland	m² / ha

Gutachterliche Gesamteinschätzung zur THG-Bilanz des Vorhabens durch Landnutzungsänderungen

Lebenszyklusemissionen des Vorhabens

THG-Emissionen (Bauwerk, Betrieb und Unterhaltung)	kg CO₂-eq/a
--	-------------------------------

Gesamtergebnis der Klimaschutzbetrachtung des Gesamtvorhabens

Summe der quantifizierbaren THG-Emissionen (Verkehr und Lebenszyklus)	kg CO₂-eq/a
---	-------------------------------