

Straßenbauverwaltung: Die Autobahn GmbH des Bundes

Straße / Abschnittsnummer / Station: A 44, Abschnitt 900 / Bau-km 0+000 – 5+307

A 44, 6-streifiger Ausbau AK Kassel-West – AD Kassel-Süd

PROJIS-Nr.: 0617991200

# **FESTSTELLUNGSENTWURF**

**-UVP-Bericht-  
Anhang I: Klimaschutzbeitrag  
Unterlage 1.2.1**

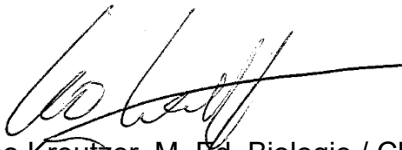
## Bearbeiter

Leo Kreutzer, M. Ed. Biologie/Chemie

Anna-Maria Huber, M. Sc. Biologie

Dr. Andrea Schleicher, Dipl.-Ing. Landschaftsplanung

Klaus Albrecht, Dipl.-Biologe



Leo Kreutzer, M. Ed. Biologie / Chemie  
Nürnberg, 04.10.2023

### **ANUVA Stadt- und Umweltplanung GmbH**

Nordostpark 89

90411 Nürnberg

Tel.: 0911 / 46 26 27-6

Fax: 0911 / 46 26 27-70

Internet: [www.anuva.de](http://www.anuva.de)



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Methodisches Vorgehen</b> .....	<b>8</b>
2.1	THG-Lebenszyklusemissionen .....	8
2.2	Verkehrsbedingte THG-Emissionen .....	10
2.3	Landnutzungsbedingte THG-Emissionen .....	11
<b>3</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	<b>13</b>
3.1	Varianten der Voruntersuchung.....	13
3.1.1	THG-Lebenszyklusemissionen.....	13
3.1.2	Verkehrsbedingte THG-Emissionen .....	13
3.1.3	Landnutzungsbedingte THG-Emissionen .....	14
3.1.4	Gesamtbilanz .....	15
3.2	Gewählte Lösung .....	16
3.2.1	THG-Lebenszyklusemissionen.....	16
3.2.2	Verkehrsbedingte THG-Emissionen .....	16
3.2.3	Landnutzungsbedingte THG-Emissionen .....	17
3.2.4	Gesamtbilanz .....	18
<b>4</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>20</b>

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Lebenszyklusemissionen von Bundesautobahnen .....	8
Tab. 2:	Überschlägige Streckenlängen Varianten 1 bis 3 .....	9
Tab. 3:	Flächengrößen für freie Strecke und Brückenabschnitte der gewählten Lösung.....	9
Tab. 4:	Lebenszyklusemissionen der Varianten 1 bis 3.....	13
Tab. 5:	Verkehrsbedingte THG-Emissionen in CO <sub>2</sub> - Äquivalenten pro Jahr .....	13
Tab. 6:	Überschlägige Bilanzierung der Emissionen aus dem Sektor Landnutzungsänderung für Varianten 1 bis 3 .....	14
Tab. 7:	Gesamtbilanzierung der überschlägigen Berechnungen klimaschutzrelevanter Emissionen auf Basis der Varianten 1 bis 3.....	15
Tab. 8:	THG-Lebenszyklusemissionen.....	16
Tab. 9:	Verkehrsbedingte THG-Emissionen .....	17
Tab. 10:	Landnutzungsbedingte THG-Emissionen .....	17
Tab. 11:	Gesamtbilanz vorhabenbedingter THG-Emissionen.....	19

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Flächen zur Bewertung des Sektors Lebenszyklusemissionen in der gewählten Lösung .....	10
---------	---	----

## Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
A	Autobahn
Abb.	Abbildung
AD	Autobahndreieck
AK	Autobahnkreuz
AS	Anschlussstelle
Bau-km	Baukilometer
BFD50	Bodenflächendaten 1:50.000 des HLNUG
BMDV	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
BVerwG	Bundesverwaltungsgericht
BVWP	Bundesverkehrswegeplan
BW	Bauwerk
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
CO <sub>2</sub> -eq	CO <sub>2</sub> -Äquivalente
DEGES	Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau (GmbH)
DTV <sub>w</sub>	durchschnittlicher täglicher Verkehr an Werktagen
et al.	et aliae (lat. = und andere)
etc.	et cetera (lat. = und so weiter)
FGSV	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
gem.	gemäß
ggü.	Gegenüber
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
h	Stunde
ha	Hektar
HLNUG	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
i.d.R.	in der Regel
Kap.	Kapitel
Kfz/d	Kraftfahrzeuge pro Tag
KSG	Bundes-Klimaschutzgesetz
lfd.	laufend
LNF	leichte Nutzfahrzeuge
LRT	Lebensraumtyp (FFH-Richtlinie)

---

LSV (Mecklenburg-Vorpommern)	Landesamt für Straßenbau und Verkehr (Mecklenburg-Vorpommern)
lt.	laut
m	Meter
m <sup>2</sup>	Quadratmeter
Nr.	Nummer
Pkw	Personenkraftwagen
PRINS	Projektinformationssystem
RQ	Regelquerschnitt
SNF	schwere Nutzfahrzeuge
SV > 3,5t/d	Schwerverkehr über 3,5 Tonnen pro Tag
t	Tonne
Tab.	Tabelle
THG	Treibhausgasemission
u. a.	unter anderem
UBA	Umweltbundesamt
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UVS	Umweltverträglichkeitsstudie
v. a.	vor allem
vgl.	vergleiche
VTU	Verkehrstechnische Untersuchung
z. B.	zum Beispiel

# 1 Einleitung

Die Bundesrepublik Deutschland -Bundesfernstraßenverwaltung-, vertreten durch die Autobahn GmbH, vertreten durch die DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH plant den Ausbau der bisher 4-streifigen A 44 zu einer 6-streifigen Autobahn zwischen dem AD Kassel-Süd und dem AK Kassel-West mit dem Ersatzneubau sowie der Südverlegung der bestehenden Bergshäuser Brücke und der Verlegung des AD Kassel-Süd. Im Erläuterungsbericht (Unterlage 1) sowie im UVP-Bericht (Unterlage 1.2) sind die Gründe für das Vorhaben weitergehend erläutert.

Mit § 13 KSG hat der Gesetzgeber das Erfordernis eingeführt, im Rahmen der Abwägung die Auswirkungen der Planungsentscheidung auf den Klimaschutz zu berücksichtigen (BVerwG 9 A 7.21, Urteil vom 04.05.2022). Dabei ist laut vorgenanntem Urteil, RN 82 „mit einem – bezogen auf die konkrete Planungssituation – vertretbaren Aufwand zu ermitteln, welche CO<sub>2</sub>-relevanten Auswirkungen das Vorhaben hat und welche Folgen sich daraus für die Klimaziele des Bundes-Klimaschutzgesetzes ergeben“.

Unter Berücksichtigung der methodischen Hinweise zur Berücksichtigung der großräumigen Klimawirkungen in der Vorhabenzulassung (BMDV 2023; FGSV Arbeitsgruppe Straßenentwurf 2023; Hessen Mobil 2023) sind die Treibhausgas(THG)-Emissionen im Hinblick auf die drei Sektoren THG-Lebenszyklusemissionen, verkehrsbedingte THG-Emissionen und landnutzungsbedingte THG-Emissionen zu betrachten. Es erfolgt ein Vergleich des Prognose-Nullfalls (ohne Vorhaben) mit dem Planfall (bei Umsetzung des Vorhabens). Dabei sind auch die geprüften in Betracht kommenden Varianten in den Blick zu nehmen, eine vollständige Beschreibung der THG-Emissionen ist jedoch nur angezeigt, wenn sich signifikante Unterschiede im Hinblick auf die vorgenannten Faktoren abzeichnen. Im vorliegenden Fall zeichneten sich Unterschiede zwischen den geprüften Varianten v.a. im Hinblick auf die Landnutzungsänderung ab, so dass eine Betrachtung der oben genannten drei Faktoren auch für die Varianten erfolgte.



## 2 Methodisches Vorgehen

Die Abschätzung der eingangs (Kap. 1) genannten drei Sektoren der THG-Emissionen erfolgte v. a. nach den Hinweisen zur Berücksichtigung der großräumigen Klimawirkungen in der Vorhabenzulassung (BMDV 2023). Weitere methodische Hinweise wurden dem hessischen Leitfaden Klimaschutz (Hessen Mobil 2023) und der Ad-hoc Arbeitshilfe der FGSV (FGSV Arbeitsgruppe Straßenentwurf 2023) entnommen.

### 2.1 THG-Lebenszyklusemissionen

Unter den Begriff der THG-Lebenszyklusemissionen fallen alle THG-Emissionen, die mit dem Bau der Straße und aller benötigten Bauwerke (Brücken, Tunnel etc.), deren Erhaltung (Erneuerung und Instandhaltung) und dem Betrieb (z. B. Beleuchtung) verbunden sind. Sie werden in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro Jahr (CO<sub>2</sub>-eq/a) angegeben. Für die Abschätzung der THG-Lebenszyklusemissionen kann lt. BMDV (BMDV 2023) auf die Methode aus dem Bundesverkehrswegeplan (BVWP) zurückgegriffen werden, die auf eine Studie des Umweltbundesamtes (UBA) zurückgeht (MOTTSCHELL & BERGMANN 2013). Dieses Vorgehen wurde mit Urteil BVerwG 9 A 7.21 vom 04.05.2022 durch das Bundesverwaltungsgericht bestätigt.

In einem ersten Schritt wurde die Fläche aus der Straßenplanung ermittelt und im zweiten Schritt diese mit pauschalierten Angaben der THG-Emissionen im Lebenszyklus einer Bundesautobahn aus Tab. 1 multipliziert. Diesen pauschalierten Angaben liegt ein Mix von Beton, Asphalt, Schotter, Kies und Zement für Deckschichten, Trag- und Bindschichten und den Unterbau zugrunde. Der Energieaufwand für den Straßenbau und Baustellenbetrieb ist dabei eingerechnet. Für Abschnitte mit Brückenbauwerken wird ein Aufschlag berücksichtigt, ebenfalls pauschalierte Angaben über alle Bauweisen zugrunde liegen.

Tab. 1: Lebenszyklusemissionen von Bundesautobahnen

<b>Straßenkategorie</b>	<b>Spezifische THG-Emission in kg CO<sub>2</sub>-eq je m<sup>2</sup> Straßenoberfläche und Jahr</b>
Bundesautobahn ohne Kunstbauwerke	6,2
Aufschlag für Brückenabschnitte	12,6 (gesamt für Brückenabschnitte: 18,8)

Für die vergleichende Ermittlung der THG-Lebenszyklusemissionen der drei Varianten, die auf Ebene der vorausgelaufenen Linienbestimmung betrachtet worden sind, wurde die Straßenfläche aus den Angaben zu Streckenlänge und zur Breite der Straße (Regelquerschnitt RQ36) in der Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) zur Linienbestimmung (Unterlage 19.4.2) abgeleitet (Länge mal durchschnittliche Breite). Die Gesamtlänge der Bauwerke (Brücken, Durchlässe) für jede Variante konnte ebenfalls der UVS (Unterlage 19.4.2) entnommen werden:

Tab. 2: Überschlägige Streckenlängen Varianten 1 bis 3

	Variante 1	Variante 2	Variante 3
	Länge in Metern (gem. UVS)		
Gesamtlänge	5.250	5.060	5.260
Gesamtlänge der Brückenabschnitte	1.112,58	1.340,58	1.550,58
Gesamtlänge ohne Brückenabschnitte	4.137,42	3.719,42	3.709,42
Künftige Fahrbahnbreite (RQ36)	(2 x 14,5 =) 29		
<b>Gesamtfläche freie Strecke ohne Brückenabschnitte (m<sup>2</sup>)</b>	<b>119.985,18</b>	<b>107.863,18</b>	<b>107.573,18</b>
<b>Gesamtfläche der Brückenabschnitte (m<sup>2</sup>)</b>	<b>32.264,82</b>	<b>38.876,82</b>	<b>44.966,82</b>

m<sup>2</sup> Quadratmeter  
RQ Regelquerschnitt

Für die gewählte Lösung konnte dagegen auf die detaillierte und konkrete Straßenplanung des Vorhabens und die sich daraus ergebende Straßenfläche (vgl. Unterlage 1) zurückgegriffen werden. Hierbei wurden auch diejenigen untergeordneten Straßen mit in die Bilanz aufgenommen, die im Zuge des Bauvorhabens verlegt werden müssen und die in Abb. 6 dargestellt sind. Die ermittelten Flächengrößen können Tab. 3 und Abb. 1 entnommen werden.

Tab. 3: Flächengrößen für freie Strecke und Brückenabschnitte der gewählten Lösung

Fläche in Quadratmetern (m <sup>2</sup> )	
<b>Gesamtfläche freie Strecke ohne Brückenabschnitte</b>	171.345
<b>Gesamtfläche der Brückenabschnitte</b>	44.455

m<sup>2</sup> Quadratmeter

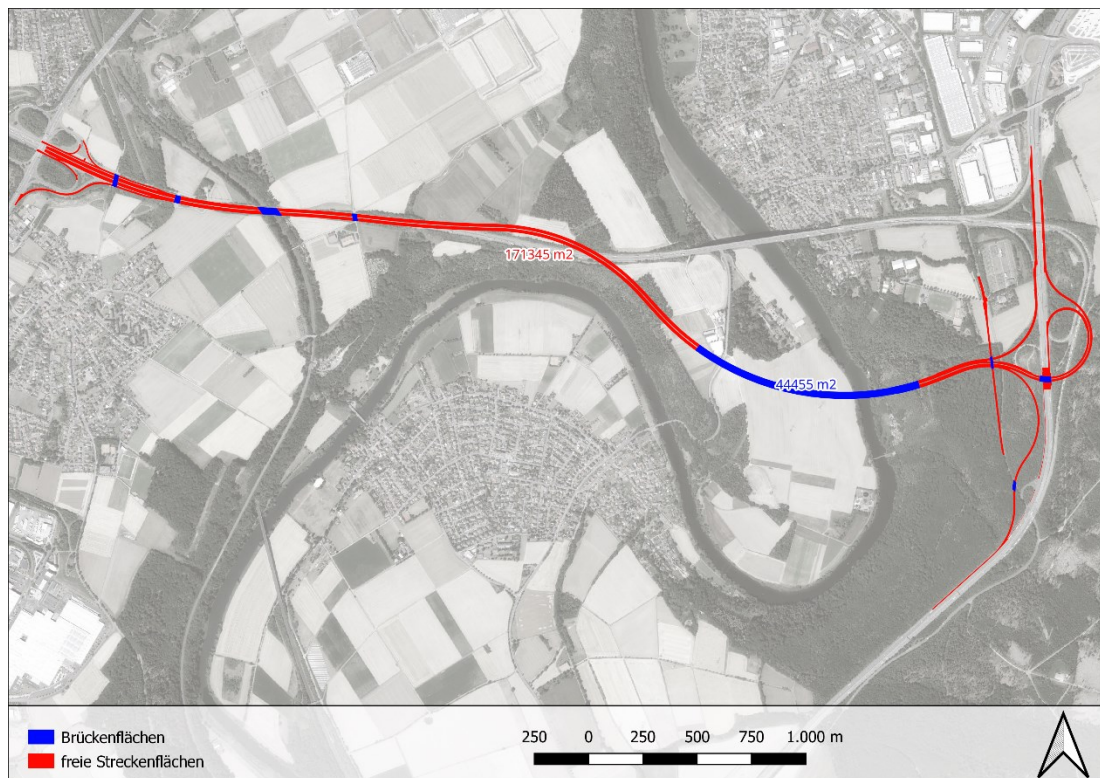


Abb. 1: Flächen zur Bewertung des Sektors Lebenszyklusemissionen in der gewählten Lösung

Luftbild: Geobasisdaten der Hess. Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation  
Bild Flug Juli 2020

Die ermittelten Flächen wurden ebenfalls mit den pauschalisierten Werten für die spezifische THG-Emissionen und Lebensdauer verrechnet, so dass Ergebnisse ermittelt worden sind, die mit denen der für die Linienfindung errechneten Werte (vgl. Kap. 3.1.1) vergleichbar sind.

## 2.2 Verkehrsbedingte THG-Emissionen

*„Verkehrsbedingte THG-Emissionen resultieren aus der Energiegewinnung (insbesondere Verbrennung von Kraftstoffen) für die Fortbewegung von Fahrzeugen. 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 CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro Jahr (CO<sub>2</sub>-eq/a) angegeben“ (BMDV 2023, Kap. 2.b), S. 7).*

Auch in diesem Fall könnte laut Urteil vom 04.05.2022 (BVerwG 9 A 7.21, RN 90ff) auf die Zahlen des Bundesverkehrswegeplans zurückgegriffen werden (s. a. BDMV 2023), jedoch liegt für das hier betrachtete Vorhaben eine Verkehrsuntersuchung vor, auf deren Basis die verkehrsbedingten THG-Emissionen für das Vorhaben und für die betrachtenden Varianten berechnet wurden.

Die hierfür verwendeten Emissionsfaktoren stammen aus der aktuellen Ausgabe des Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (H BEFA 4.2, NOTTER ET AL.

2022), als Bezugsjahr des Flottenausstoßes dient der Prognosehorizont 2035 der VTU. Bei der Auswahl der Emissionsfaktoren wird jeder im Verkehrsmodell verwalteten Strecke ein Emissionstyp nach dem H BEFA zugewiesen. Maßgeblichen Einfluss auf die Auswahl des Emissionstyps haben die Streckenattribute:

- zulässige Höchstgeschwindigkeit
- Straßenkategorie
- Steigung.

Nach den Streckenattributen wird der auf den Strecken herrschende Verkehrszustand ermittelt, die Kategorien sind nach H BEFA „flüssig“, „dicht“, „gesättigt“, „stop+go“ und „stop+go2“. Die Bestimmung des Verkehrszustandes auf denjenigen Strecken, für die keine Tagesganglinien vorliegen, erfolgt mit Hilfe der im Verkehrsmodell verwalteten Zeitbereiche Vormittag, Nachmittag, Nacht und Gesamttag. Den fünf Kategorien nach H BEFA werden somit Streckenauslastungen zugewiesen, die im Verkehrsmodell für jeden der Zeitbereiche berechnet werden können. Für die nicht modellierten Zeitbereiche von 10:00 bis 15:00 Uhr (mittags) und 19:00 bis 22:00 Uhr (abends) wird basierend auf den Auslastungen der vorhergehenden und nachfolgenden Zeitbereiche und für die jeweilige Straßenkategorie typischen Tagesganglinien eine Abschätzung des Verkehrszustandes getroffen.

Zur Berechnung der THG-Emissionen in CO<sub>2</sub>-eq/a wird auf jeder Strecke die Verkehrsbelastung in den drei Kategorien Pkw, leichte Nutzfahrzeuge (LNF) und schwere Nutzfahrzeuge (SNF) mit ihrem jeweiligen Emissionsfaktor und der zugehörigen Streckenlänge multipliziert. Die Differenz zwischen der Gesamtverkehrsmenge und der Summe der modellierten Zeitbereiche wird auf die nicht modellierten Zeitbereiche mittags und abends entsprechend der gewählten Tagesganglinien verteilt.

Der Untersuchungsraum der Verkehrsuntersuchung (Unterlage 22) ergibt sich aus mindestens allen Strecken und Knotenpunkten des Straßennetzes, die in Folge des Planfalls im Vergleich zum Prognose-Nullfall eine Belastungsänderung von mehr als 5 %, jedoch mindestens um 100 Kfz/24 Stunden aufweisen (u. a. BMDV 2023). Das untersuchte Straßennetz wurde dabei so gewählt, dass diese voraus definierten Mindestkriterien bei allen zu betrachtenden Planfällen (Varianten) erfüllt sind, um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten.

### 2.3 Landnutzungsbedingte THG-Emissionen

Straßenbauvorhaben wirken sich durch Überbauung und bauzeitliche Flächeninanspruchnahmen auf die Landnutzung aus und damit auf Biotope und Böden. Für die Bewertung der THG-Emissionen ist daher auch die Änderung der Landnutzung einzubeziehen. *„Im Hinblick auf das globale Klima sind sowohl die langfristig gebundenen Kohlenstoffvorräte in organischen Böden (Moore und Anmoore) als auch die in der lebenden Biomasse der Biotope (ober- und unterirdisch) gebundenen Kohlenstoffvorräte zu berücksichtigen“* (BMDV 2023). Besonders wertvoll für den Klimaschutz sind daher Böden und Biotope, die als CO<sub>2</sub>-Senken oder CO<sub>2</sub>-Speicher wirken.

Besonders klimaschutzrelevante Böden sind alle Moorböden (alle Bodentypen der Abteilung Moore) und „moorähnliche Böden“ (Moorgley, Anmoorgley, Hochmoorstagnogley, Niedermoorstagnogley, Anmoorstagnogley, Anmoorpseudogley, Humusgley)

(FGSV Arbeitsgruppe Straßenentwurf 2023). Die Beanspruchung dieser Böden wurde als Teil der landnutzungsbedingten THG-Emissionen unter der Kategorie „Böden besonderer Funktionsausprägung“ für das Vorhaben geprüft. Als Datenquellen wurden der Thünen-Atlas (Thünen-Institut 2023) und die Bodenflächendaten 1:50.000 (BFD50) des HLNUG<sup>1</sup> genutzt. Für jede Bodeneinheit gemäß BFD50 im Wirkungsbereich des Vorhabens wurde bewertet, ob eine Bodeneinheit einen oder mehrere der klimaschutzrelevanten Bodentypen repräsentiert. Diese Datenauswertung ergab keine Hinweise auf eine mögliche Betroffenheit besonders klimaschutzrelevanter Böden. Daher wurde auf eine weitere Betrachtung des Klimaschutzaspektes im Zusammenhang mit vorhabenbedingten Auswirkungen auf Böden verzichtet (Hessen Mobil 2023).

Für die Darstellung der THG-Emissionen durch die Beanspruchung von Biotopen wurde die Betroffenheit von Wäldern, Gehölzen, extensiv bewirtschaftetem Feucht- und Nassgrünland sowie von allen sonstigen natürlichen oder naturnahen Biotopen, die keiner dauerhaften Nutzung unterliegen, wie z. B. von Röhrichten, ermittelt (FGSV Arbeitsgruppe Straßenentwurf 2023). Die notwendigen Informationen wurden der Biotopkartierung zum Landschaftspflegerischen Begleitplan (Unterlage 19.1) entnommen.

Den Verlusten klimaschutzrelevanter Biotope werden die Kompensationsmaßnahmen mit Klimaschutzwirkung gegenübergestellt. Dazu zählen die Entwicklung von Waldflächen (v. a. naturnahe Waldentwicklung oder Aufforstung), die Pflanzung von Gehölzen oder die Entwicklung von Dauergrünland, insbesondere von extensiv genutztem Grünland sowie die Anlage sonstiger naturnaher Biotope.

---

<sup>1</sup> <https://www.hlnug.de/themen/geografische-informationssysteme/geodienste/boden/>; letzter Abruf am 03.02.2022

## 3 Ergebnisse

### 3.1 Varianten der Voruntersuchung

#### 3.1.1 THG-Lebenszyklusemissionen

Die THG-Lebenszyklusemissionen stellen sich für die drei Varianten, die im Zuge der Vorplanung betrachtet worden sind, wie folgt dar:

Tab. 4: Lebenszyklusemissionen der Varianten 1 bis 3

Lebenszyklusemissionen		Variante 1	Variante 2	Variante 3
<b>Freie Strecke ohne Brückenbauwerke</b>				
kg CO <sub>2</sub> -eq/a		743.908	668.752	666.954
<b>Brückenabschnitte</b>				
kg CO <sub>2</sub> -eq/a		606.574	730.880	845.376
Gesamtsumme	kg CO <sub>2</sub> -eq/a	1.350.482	1.399.632	1.512.330

kg CO<sub>2</sub>-eq/a Kilogramm CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Jahr

Gegenüber der rechnerisch günstigsten Variante 1 weisen im Sektor THG-Lebenszyklusemissionen Variante 2 einen um 3,64 % und Variante 3 einen um 11,98 % höheren Wert für die Gesamtsumme an CO<sub>2</sub>-Äquivalenten auf. Das ist vor allem auf das gegenüber Variante 1 jeweils deutlich längere Brückenbauwerk der geplanten Talbrücke Bergshausen zurückzuführen.

#### 3.1.2 Verkehrsbedingte THG-Emissionen

Die Ergebnisse der Emissionsberechnung sind als Differenz vom Prognose-Planfall 2035 zum Prognose-Nullfall 2035 in Tab. 5 dargestellt.

Tab. 5: Verkehrsbedingte THG-Emissionen in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro Jahr

THG-Emissionen		Prognose-Nullfall	Variante 1	Variante 2	Variante 3
		Veränderung gegenüber Prognose-Nullfall			
Pkw	kg CO <sub>2</sub> -eq/a	85.000.000	+ 300.000	- 200.000	+ 400.000
LNF		16.500.000	+ 100.000	+ 100.000	+ 300.000
SNF		105.800.000	- 1.100.000	- 300.000	+ 2.500.000
Veränderung gegenüber PNF	kg CO <sub>2</sub> -eq/a	<b>+/- 0</b>	<b>- 700.000</b>	<b>- 400.000</b>	<b>+ 3.200.000</b>
Summe	kg CO <sub>2</sub> -eq/a	207.300.000	206.600.000	206.200.000	209.400.000
Veränderung gegenüber PNF	%	0	- 0,3	- 0,2	+ 1,6

PNF Prognose-Nullfall  
kg CO<sub>2</sub>-eq/a Kilogramm CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Jahr  
Pkw Personenkraftwagen  
LNF leichte Nutzfahrzeuge  
SNF schwere Nutzfahrzeuge

Im Prognose-Nullfall 2035 ergeben sich im Untersuchungsraum jährlich Emissionen von 207.300.000 kg CO<sub>2</sub>-eq.

Die Veränderungen in den unterschiedlichen Varianten belaufen sich auf maximal + 3.200.000 kg (+ 1,6 %) in Variante 3. Für die Varianten 1 und 2 ergeben sich geringfügige Abnahmen der THG-Emissionen um bis zu – 700.000 kg (- 0,3 %) jährlich, da durch den Ausbau der A 44 eine Verbesserung des Verkehrszustandes erreicht wird, die insbesondere in der Kategorie der schweren Nutzfahrzeuge (SNF) zu einer Reduktion der THG-Emissionen führt.

Bei Variante 3 kommt es ebenfalls zu den genannten Verbesserungen des Verkehrsflusses. Sie weist durch die nach Süden verlagerte Trassenführung jedoch eine größere Streckenlänge in einem steilen Abschnitt auf, sodass die Emissionseinsparungen durch die erhöhte Fahrleistung aller Fahrzeugkategorien überkompensiert werden und es in Summe zu Emissionszunahmen durch diese Variante kommt.

Die Unterschiede in der Trassierung der Rampen am AD Kassel Süd haben aufgrund der schwachen Rampenbelastungen einen geringen Einfluss auf die THG-Emissionen.

### 3.1.3 Landnutzungsbedingte THG-Emissionen

Tab. 6: Überschlägige Bilanzierung der Emissionen aus dem Sektor Landnutzungsänderung für Varianten 1 bis 3

Landnutzungsänderung		Variante 1	Variante 2	Variante 3
<b>Biotope</b>				
Wald	ha	0,33	10,39	10,39
davon ausgewiesene Klimaschutz-, Immissionsschutz- und Bodenschutzwälder sowie natürliche und naturnahe Waldbestände <sup>1</sup>	ha	–	davon 5,99	davon 4,55
Gehölze	ha	4,15	3,37	3,34
Alleen, Baumreihen etc.	ha	0,15	0,72	0,94
Extensiv genutztes Grünland	ha	-	-	-
Sonstige naturnahe Biotope <sup>2</sup>	ha	0,20	0,77	0,54
<b>Gesamtsumme Biotope</b>	ha	<b>4,83</b>	<b>15,25</b>	<b>15,21</b>

ha Hektar

Klimaschutzrelevante Biotop- und Nutzungstypen: Waldflächen und wasserbeeinflusste Biotop- und Nutzungstypen (hier: Gewässer, nasse Gebüsche, Röhrichte, Nassstaudenfluren, Feuchtwiesen)

<sup>1</sup> Naturwaldentwicklungsflächen sowie Wälder mit LRT-Status nach FFH-Richtlinie

<sup>2</sup> Biotope mit LRT-Status nach FFH-Richtlinie abgesehen von Wald, Gehölzen und Grünland

Variante 1 beschreibt den Bestandsausbau mit standortgleichem Ersatzneubau der Brücke. Hierbei können lediglich kleinräumig klimaschutzrelevante Biotope entlang der bestehenden A 44 betroffen sein, weswegen die Beanspruchungen der Biotope bei dieser Variante deutlich geringer ausfallen. Varianten 2 und 3 queren im Söhrberg einen bislang weitgehend unbeanspruchten Waldbereich. Auch im Bereich der jeweils neu gestalteten Straßenführungen am AD Kassel-Süd ist mit Waldverlusten zu rechnen.

Insgesamt fallen die klimarelevanten Eingriffswirkungen im Bereich der landnutzungsbedingten THG-Emissionen für die Variante 1 am geringsten aus und für die Varianten 2 und 3 am höchsten.

### 3.1.4 Gesamtbilanz

Tab. 7 zeigt eine Zusammenschau der Ergebnisse aus den vorausgehenden Kapiteln 3.1.1 bis 3.1.3.

Tab. 7: Gesamtbilanzierung der überschlägigen Berechnungen klimaschutzrelevanter Emissionen auf Basis der Varianten 1 bis 3

Gesamtbilanz der vorhabenbedingten THG-Emissionen		Variante 1	Variante 2	Variante 3
<b>THG-Lebenszyklusemissionen</b>				
Freie Strecke + Brückenabschnitte	kg CO <sub>2</sub> -eq/a	1.350.482	1.399.632	1.512.330
<b>Verkehrsbedingte THG-Emissionen</b>				
Veränderung zum Prognose-Nullfall	kg CO <sub>2</sub> -eq/a	- 700.000 -0,3%	- 400.000 -0,2%	+ 3.200.000 +1,6%
<b>Landnutzungsbedingte THG-Emissionen</b>				
Inanspruchnahme von klimaschutzrelevanten Biotopen	ha	4,83	15,25	15,21

kg CO<sub>2</sub>-eq/a Kilogramm CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Jahr  
ha Hektar

Variante 1 hat den geringsten Einfluss hinsichtlich der Treibhausgasemissionen. Der Unterschied der weiterverfolgten Variante 3 zu Variante 1 ist bei den Lebenszyklusemissionen mit rund +11,98% gering, während er bei den verkehrsbedingten Änderungen der THG-Emissionen zwar deutlicher ist, jedoch bleibt bei allen Varianten die Zunahme im Vergleich zum Prognose-Nullfall, also der theoretischen Beibehaltung des Status Quo bis zum Jahr 2035, mit maximal +1,6% bei Variante 3 sehr gering. Bei den landnutzungsbedingten THG-Emissionen sind die Unterschiede am deutlichsten, hier schneiden Varianten 2 und 3 vor allem aufgrund der größeren Beanspruchung von Waldflächen am schlechtesten ab. Wie in Kap. 3.2.4 gezeigt wird, können diesen Verlusten jedoch auch umfangreiche Kompensationsmaßnahmen entgegengestellt werden.

Bei der Weiterentwicklung der Variante 3 wurden der THG-Emissionen soweit möglich reduziert. Mit der gewählten Bauweise der Autobahnbrücke (Stabbogenbrücke aus Stahl mit einer Fahrbahnplatte aus Stahlbeton) wurde eine Bauweise gewählt, die im Vergleich zu anderen üblichen Bauweisen (z. B. Spannbeton-Hohlkastenbrücken) vergleichsweise materialsparend und dadurch weniger energieintensiv in der Herstellung ist.



## 3.2 Gewählte Lösung

### 3.2.1 THG-Lebenszyklusemissionen

Tab. 8 gibt einen Überblick über die geplanten Flächengrößen der freien Streckenabschnitte sowie der Brückenabschnitte und die daraus ermittelten spezifischen THG-Emissionen.

Tab. 8: THG-Lebenszyklusemissionen

Lebenszyklusemissionen		Gewählte Lösung
<b>Freie Strecke ohne Brückenbauwerke</b>		
	kg CO <sub>2</sub> -eq/a	1.062.339
<b>Brückenabschnitte</b>		
	kg CO <sub>2</sub> -eq/a	835.754
Gesamtsumme	kg CO <sub>2</sub> -eq/a	<b>1.898.093</b>

kg CO<sub>2</sub>-eq/a Kilogramm CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Jahr

Die Bautätigkeiten zum Abbruch der vorhandenen Bausubstanz und zur Herstellung des neuen Bauwerks sind zwangsläufig energieintensiv. Ferner können die verwendeten Baumaterialien nach dem Ende der Lebensdauer weitgehend recycelt werden, was sich günstig in der Energiebilanz darstellt. Ebenso kann die vorhandene Bausubstanz nach deren Rückbau weitgehend einer hochwertigen Rohstoffrückgewinnung zugeführt werden. Im Hinblick auf die lange theoretische Nutzungsdauer der Brücke (gemäß der Verordnung „ABBV“ je nach Bauteil von bis zu 110 Jahre) verteilt sich der Energieeinsatz für die Herstellung des Bauwerks auf einen sehr langen Zeitraum.

Betrieb und Unterhaltung des Bauwerks ist – wie in im Status Quo – mit Energie- und Materialkosten und damit mit der Emission von Treibhausgasen verbunden. Im Ergebnis sind die oben aufgeführten Lebenszyklusemissionen zu erwarten.

### 3.2.2 Verkehrsbedingte THG-Emissionen

Der Ausbau der A 44 zwischen dem AK Kassel-West und dem AD Kassel-Süd führt zu einer Verbesserung des Verkehrsflusses. Damit werden zwar verkehrsbedingte THG-Emissionen eingespart, durch die Verschwenkung nach Süden erhöht sich jedoch die Streckenlänge um ca. 400 m in einem teilweise steilen Streckenabschnitt. Dies erhöht den Kraftstoffverbrauch und somit die verkehrsbedingten THG-Emissionen. Im Ergebnis überwiegt diese Zunahme die Einsparungen durch die Verbesserung des Verkehrszustandes und es verbleibt eine geringe Zunahme von +1,7% der jährlichen verkehrsbedingten THG-Emissionen im Vergleich zum Prognose-Nullfall (vgl. Tab. 9).

Tab. 9: Verkehrsbedingte THG-Emissionen

THG-Emissionen		Prognose-Nullfall	Gewählte Lösung
			Veränderung gegenüber Prognose-Nullfall
Pkw	kg CO <sub>2</sub> -eq/a	85.000.000	+ 500.000
LNF		16.500.000	+ 400.000
SNF		105.800.000	+ 2.800.000
Veränderung gegenüber PNF	kg CO <sub>2</sub> -eq/a	<b>+/- 0</b>	<b>+ 3.700.000</b>
Summe	kg CO <sub>2</sub> -eq/a	207.300.000	211.000.000
Veränderung gegenüber PNF	%	0	+ 1,7

PNF Prognose-Nullfall  
 kg CO<sub>2</sub>-eq/a Kilogramm CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Jahr  
 Pkw Personenkraftwagen  
 LNF leichte Nutzfahrzeuge  
 SNF schwere Nutzfahrzeuge

### 3.2.3 Landnutzungsbedingte THG-Emissionen

Tab. 10: Landnutzungsbedingte THG-Emissionen

Landnutzungsänderung		Eingriff (bauzeitliche und anlagebedingte Flächeninanspruchnahme)	Landschaftsplanerische Kompensation (Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen)
<b>Biotope</b>			
Wald	ha	16,74 (zzgl. 5,99 ha bauzeitlich <sup>2</sup> )	39,05 (Entwicklung naturnaher Wälder im Rahmen der Maßnahmen 8E, 10E, 11E, 7.7E <sub>FCS</sub> , 12.1E <sub>CEF</sub> , 12.2E <sub>CEF</sub> , 5.1A <sub>CEF</sub> , 5.2A <sub>CEF</sub> und 5.3A <sub>CEF</sub> )
davon naturnahe Waldbestände: Naturwaldentwicklungsflächen sowie Wälder mit LRT-Status nach FFH-Richtlinie	ha	6,82 (zzgl. 3,04 ha bauzeitlich <sup>2</sup> )	--
davon Waldumbau	ha	--	16,20 Maßnahmen 5.1A <sub>CEF</sub> , 5.2A <sub>CEF</sub> und 5.3A <sub>CEF</sub>
davon Waldneuentwicklung	ha	--	22,85 Maßnahmen 8E, 10E, 11E, 7.7E <sub>FCS</sub> , 12.1E <sub>CEF</sub> und 12.2E <sub>CEF</sub>
Gehölze	ha	8,27 (zzgl. 5,28 ha bauzeitlich <sup>2</sup> )	13,09 (Maßnahmen 15.4G, 15.3G, 16.1G, 7.8A <sub>FCS</sub> )
Alleen, Baumreihen etc.	ha	2,30 (zzgl. 1,99 ha bauzeitlich <sup>2</sup> )	--
Extensiv genutztes Grünland	ha	0,08 (zzgl. 0,05 ha bauzeitlich <sup>2</sup> )	0,71 (Maßnahmen 12.1A <sub>CEF</sub> , 12.2A <sub>CEF</sub> , 10E, 11E)

Landnutzungsänderung		Eingriff (bauzeitliche und anlagebedingte Flächeninanspruchnahme)	Landschaftsplanerische Kompensation (Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen)
Sonstige naturnahe Biotop <sup>1</sup>	ha	0,32 (zzgl. 0,33 ha bauzeitlich <sup>2</sup> )	–
<b>Gesamtsumme Biotop</b>	ha	<b>27,71</b> (zzgl. 13,64 ha bauzeitliche Beanspruchung <sup>2</sup> )	<b>53,56</b>

Klimaschutzrelevante Biotop- und Nutzungstypen:

<sup>1</sup> Biotop mit LRT-Status nach FFH-Richtlinie abgesehen von Wald, Gehölzen und Grünland

<sup>2</sup> Bauzeitlich in Anspruch genommene Böden und Biotop werden nach Abschluss der Bauarbeiten fachgerecht rekultiviert.

Der Verlust klimaschutzrelevanter Biotop liegt bei insgesamt 27,71 ha durch die Straßenanlage und bei weiteren 13,64 ha Verlust im Baufeld. Eine besonders hohe Bedeutung als Treibhausgasspeicher kommen dabei den naturnahen Wäldern (insgesamt 9,86 ha, vgl. Tab. 11) und dem extensiv genutzten Grünland zu (0,13 ha, vgl. Tab. 11).

Diese Verluste werden durch die vorgesehenen landschaftspflegerischen Maßnahmen 5.1A<sub>CEF</sub>, 5.2A<sub>CEF</sub>, 5.3A<sub>CEF</sub>, 7.7E<sub>FCS</sub>, 7.8A<sub>FCS</sub>, 8E, 10E, 11E, 12.1A<sub>CEF</sub> und 12.2A<sub>CEF</sub>, 15.3G, 15.4G und 16.1G auch in Bezug auf den Klimaschutz kompensiert. Dadurch werden insgesamt 53,56 ha klimaschutzrelevante Biotop neu begründet.

Wälder haben zwar sehr lange Wiederherstellungszeiten, jedoch bilden schon jüngere, heranwachsende Wälder neue Biomasse und binden somit erhebliche Mengen an CO<sub>2</sub>. Dem Verlust von insgesamt 22,73 ha Wald steht die Neuentwicklung von Wald auf 22,85 ha gegenüber. Weitere 16,20 ha vorhandene Wälder werden naturnah weiterentwickelt, allerdings mit eher geringem Gewinn an THG-Speicherfunktion. Ergänzend werden, u.a. auf den zukünftigen Straßennebenflächen, im Zuge vorgesehener artenschutzrechtlicher Maßnahmen und weiterer Gestaltungsmaßnahmen Gehölze im Umfang von 13,09 ha neu angelegt. Auch diese können die CO<sub>2</sub>-Bindungsfunktion der vorhabenbedingt zu beseitigenden Gehölzbestände mittelfristig wieder gleichwertig übernehmen. Der Verlust klimaschutzrelevanten Grünlands werden durch die Rekultivierung auf 2,91 ha und durch die Entwicklung von extensivem Grünland auf 0,71 ha im Rahmen der landschaftspflegerischen Maßnahmen kompensiert.

Insgesamt stehen den Verlusten klimaschutzrelevanter Biotop landschaftsplanerische Kompensationsmaßnahmen im Umfang von 53,56 ha gegenüber (vgl. Unterlagen 9.2 und 9.3). Damit kann festgehalten werden, dass das Vorhaben für den Teilaspekt THG-Emissionen durch Landnutzungsänderung kompensiert wird.

### 3.2.4 Gesamtbilanz

Tab. 11 zeigt eine Zusammenschau der Ergebnisse aus den vorausgehenden Kapiteln 3.2.1 bis 3.2.3. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die verkehrsbedingten Emissionen gegenüber der Situation ohne Realisierung der Planung im Prognosejahr 2035

(Prognose-Nullfall) nur einen geringen Zuwachs aufweisen und die landnutzungsbedingten THG-Emissionen durch landschaftspflegerische Maßnahmen kompensiert werden.

Tab. 11: Gesamtbilanz vorhabenbedingter THG-Emissionen

<b>Gesamtbilanz der vorhabenbedingten THG-Emissionen für die Planfeststellungsvariante</b>			
<b>THG-Lebenszyklusemissionen</b>			
Lebenszyklusemissionen	kg CO <sub>2</sub> -eq/a	<b>1.898.093</b>	
<b>Verkehrsbedingte THG-Emissionen</b>			
Verkehrsemissionen (vorhabenbedingte Zusatzbelastung gegenüber Prognose-Nullfall)	kg CO <sub>2</sub> -eq/a	+3.700.000 (+ 1,7% gegenüber Prognose-Nullfall)	
<b>Landnutzungsbedingte THG-Emissionen</b>			
		<b>Eingriff (bauzeitliche und anlagebedingte Flächeninanspruchnahme)</b>	<b>Kompensation (Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen)</b>
Inanspruchnahme von Biotopen / Vegetationskomplexen	ha	27,71 (zzgl. 13,64 ha bauzeitliche Beanspruchung)	53,56

kg CO<sub>2</sub>-eq/a Kilogramm CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Jahr  
PNF Prognose-Nullfall  
ha Hektar

## 4 Literaturverzeichnis

- BMDV (2023): *Hinweise zur Berücksichtigung der großräumigen Klimawirkungen in der Vorhabenzulassung* (Bundesministerium für Digitales und Verkehr - ARS Nr. 03/2023, Ed.). Bonn.
- FGSV Arbeitsgruppe Straßenentwurf (2023): *Ad-hoc-Arbeitspapier der FGSV zur Berücksichtigung von großräumigen Klimawirkungen bei Straßenbauvorhaben* (No. FGSV 2299). Köln: FGSV Verlag.
- Hessen Mobil (2023): *Leitfaden Klimaschutz - Angaben zum Klimaschutz im Rahmen der Baurechtschaffung*. Wiesbaden.
- Mottschall, M.; Bergmann, T. (2013): *Treibhausgas-Emissionen durch Infrastruktur und Fahrzeuge des Straßen-, Schienen- und Luftverkehrs sowie der Binnenschifffahrt in Deutschland* (Umweltbundesamt, Ed.) *Texte* (Vol. 96). <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/treibhausgas-emissionen-durch-infrastruktur>
- Notter, B.; Cox, B.; Hausberger, S.; Matzer, C.; Weller, K.; Dippold, M.; et al. (2022): *Handbuch für Emissionsfaktoren (HBEFA) 4.2 Documentation of updates*. [https://www.hbefa.net/d/documents/HBEFA42\\_Update\\_Documentation.pdf](https://www.hbefa.net/d/documents/HBEFA42_Update_Documentation.pdf)
- Thünen-Institut, J. H. von (2023): *Aktualisierte Kulisse organischer Böden in Deutschland*. <https://atlas.thuenen.de/maps/243>