

**NEUBAU DER BUNDESAUTOBAHN A66**

**FRANKFURT AM MAIN – HANAU EINSCHL. AUSBAU**

**DER A661 OSTUMGEHUNG FRANKFURT AM MAIN**

Emissionsermittlung Planfalluntersuchung Tunnel Riederwald und Endausbau der A 661 zwischen der A 661 AS Friedberger Landstraße und AS Frankfurt a.M. - Ost mit Direktrampe und Verflechtungsstreifen 2030 – Aktualisierung HBEFA 4.2

Karlsruhe, 06. Dezember 2022

**NEUBAU DER BUNDESAUTOBAHN A66**

**FRANKFURT AM MAIN – HANAU EINSCHL. AUSBAU**

**DER A661 OSTUMGEHUNG FRANKFURT AM MAIN**

Emissionsermittlung Planfalluntersuchung Tunnel Riederwald und Endausbau der A 661 zwischen der A 661 AS Friedberger Landstraße und AS Frankfurt a.M. - Ost mit Direktrampe und Verflechtungsstreifen 2030 – Aktualisierung HBEFA 4.2

**Auftraggeber:**

Hessen Mobil Straßen- und  
Verkehrsmanagement  
Wilhelmstraße 10  
65185 Wiesbaden

**Auftragnehmer:**

PTV  
Transport Consult GmbH  
Stumpfstr. 1  
76131 Karlsruhe

Karlsruhe, 07. Dezember 2022

## Dokumentinformationen

Kurztitel	A66 – HBEFA
Auftraggeber:	Hessen Mobil Straßen- und Verkehrsmanagement
Auftrags-Nr.:	C822028
Auftragnehmer:	PTV Transport Consult GmbH
Bearbeiter:	Alexandra Roos, Gunther Kesenheimer, Christoph Schulze
Erstellungsdatum:	28.11.2022 von PTV
zuletzt gespeichert:	08.12.2022 von PTV

## Inhalt

1	Emissionsermittlung Planfalluntersuchung Riederwald 2030 .....	5
2	Ergebnisinterpretation .....	10

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Anzahl Strecken je Qualitätsstufe	7
Tabelle 2:	Pkw-Fahrleistung je Qualitätsstufe	8
Tabelle 3:	Lkw-Fahrleistung je Qualitätsstufe	8
Tabelle 4:	Ergebnisse Berechnung HBEFA	9

## 1 Emissionsermittlung Planfalluntersuchung Riederwald 2030

Die PTV Transport Consult GmbH hat im Auftrag von Hessen Mobil die Verkehrsuntersuchung BAB A66 Teilabschnitt Tunnel Riederwald erstellt.<sup>1</sup> In der dortigen Planfallberechnung ist für die neue Anschlussstelle F-Borsigallee die Planung aus dem Planfeststellungsbeschluss 2007 enthalten. Im Zuge der weiteren Planung wurde jedoch eine modifizierte Lösung entwickelt, die insbesondere Änderungen im Bereich der Rampen aufweist. Für diese Variante sind die Emissionen nach dem neuesten Stand des Handbuchs der Emissionsfaktoren (HBEFA 4.2 mit Stand 2022) zu ermitteln.

Mit Hilfe der Verkehrsmodellierung werden Angebots- und Nachfrageseite zu einem Gesamtbild der Streckenbelastungen und damit der Verkehrsleistung zusammengeführt. Auf dieser Basis kann die Auswertung der Emissionen erfolgen.

Dabei kommt das Handbuch der Emissionsfaktoren (HBEFA 4.2 mit Stand 2022) des Umweltbundesamtes zum Einsatz. Die im Verkehrsmodell enthaltenen Fahrzeugbewegungen lassen sich mit den Faktoren des HBEFA für eine streckengenaue und somit auch gebietsscharfe Auswertung aller relevanter Kenngrößen (CO<sub>2</sub>, Energieverbrauch, weitere treibhauswirksame Gase) verwenden.

Zur Berechnung der Emissionen des Straßenverkehrs wird zunächst die Verkehrsnachfrage des Personen- und Güterverkehrs für Pkw und Lkw ermittelt und im Verkehrsmodell (VISUM) auf das Straßennetz umgelegt.

Auf Basis des in der Software hinterlegten Verfahrens des Handbuchs für Emissionsfaktoren (HBEFA) werden für jeden Streckenabschnitt die Emissionen ermittelt und gebietsweise zusammengefasst.

Die Emissionen sind abhängig von

- der Länge des Streckenabschnittes
- der Steigung
- der Verkehrsbelastung auf dem Streckenabschnitt (Pkw, Lkw)
- dem Streckentypen
- der zulässigen Höchstgeschwindigkeit
- der Auslastung und der daraus resultierenden Verkehrsqualität (Level Of Service LOS)
- der Verkehrszusammensetzung und
- dem durchschnittlichen spezifischen Flottenverbrauch für Pkw und Lkw auf dem jeweiligen Streckentyp und Verkehrszustand (LOS)

<sup>1</sup> PTV Transport Consult GmbH: Neubau der Bundesautobahn A66 Frankfurt am Main – Hanau; im Auftrag von Hessen Mobil Straßen- und Verkehrsmanagement; Karlsruhe, 26. Oktober 2017

Jedem VISUM-Streckentyp wird ein HBEFA-Streckentyp zugeordnet. Die Auslastung berechnet sich aus der Tagesbelastung und der Tageskapazität des Streckentyps und ergibt den Level of Service (LOS). HBEFA 4.2 unterscheidet die folgenden fünf Qualitätsstufen – die jeweiligen Auslastungsgrenzen sind im Vorfeld modellabhängig zu definieren:

- LOS 1 – frei fließender Verkehr
- LOS 2 – starker Verkehr
- LOS 3 – gebundener Verkehr
- LOS 4 – Stop&Go Verkehr
- LOS 5 – starker Stop&Go Verkehr

Als Flottenzusammensetzung wurden die Vorgaben aus HBEFA 4.2 für das Prognosejahr 2030 für Pkw und den Schwerverkehr übernommen.

Die Auswertung der HBEFA-Ergebnisse erfolgt gebietsbezogen als Aggregation der einzelnen HBEFA-Indikatoren auf allen Strecken in einem zuvor definierten Gebiet. Die Aggregation aller Emissionen in einem Gebiet nennt sich Territorialprinzip. Hier werden sämtliche emittierten Stoffe unabhängig von ihrem Verursacher summiert. Als weiteres Betrachtungsprinzip hat sich das Verursacherprinzip etabliert – bei diesem Verfahren werden die Emissionen von bestimmten Verkehrsteilnehmern genauer betrachtet (z.B. des Quell- und Zielverkehrs bestimmter Verkehrsbezirke).

Im vorliegenden Fall kam das Territorialprinzip für nachfolgend dargestelltes Betrachtungsgebiet zur Anwendung:

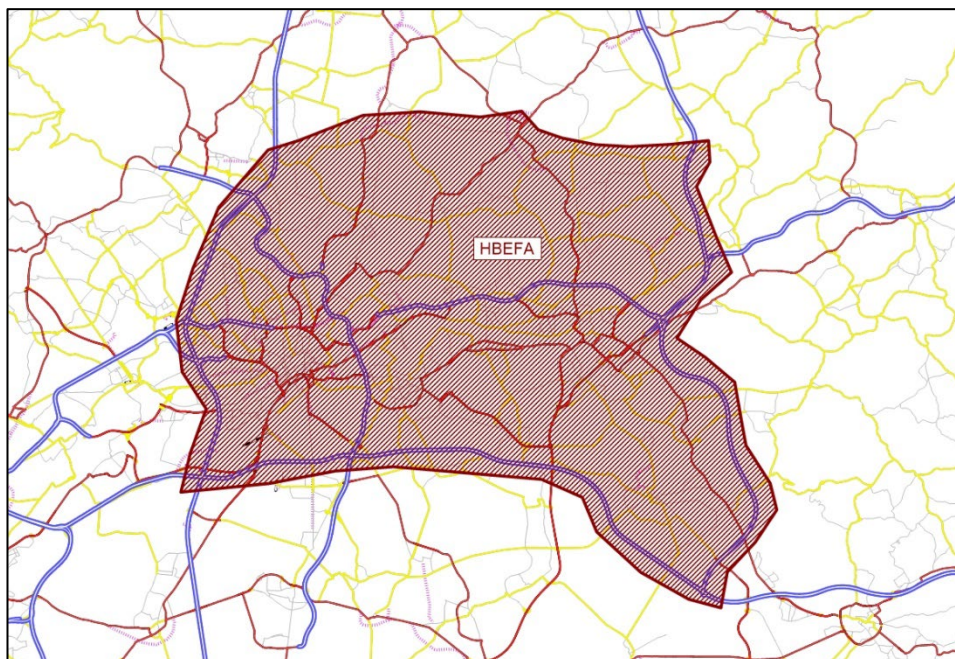


Abbildung 1: HBEFA-Gebiet VU Riederwald 2030

Zur Auswertung wurden folgende Indikatoren betrachtet – die Einzelergebnisse getrennt für Pkw und Lkw finden sich in der Ergebnisübersicht in Tabelle 4:

- Kraftstoffverbrauch (Gesamt, Diesel und Benzin)
- Kohlendioxid CO<sub>2</sub>
- Kohlenmonoxid CO
- Stickoxide NO<sub>x</sub>
- Partikel PM

Wie bereits aufgeführt sind alle Indikatoren je nach Berechnungsvorschrift laut HBEFA von verkehrlichen Kenngrößen abhängig. Dazu zählen insbesondere Reisegeschwindigkeiten, der Verkehrsfluss (Level Of Service) und die Fahrleistung je Verkehrssystem (z.B. gefahrene Lkw-Streckenkilometer im Betrachtungsgebiet).

Für den vorliegenden Anwendungsfall wird im Folgenden die Kenngröße Fahrleistung im gesamten und je Qualitätsstufe (LOS) für den Prognosenullfall P0 und den maßgeblichen Planfall betrachtet<sup>2</sup>. Neben den Absolutwerten sind auch die Differenzen zwischen Planfall und Prognosenullfall zur Deutung der Emissionsauswertung von wesentlicher Bedeutung.

Qualitätsstufe	Prognosenullfall (P0)		Planfall 1 (P1)	
	Anzahl Strecken	Anteil	Anzahl Strecken	Anteil
LOS 1 – frei fließender Verkehr	13.584	63,9%	13.504	63,9%
LOS 2 – starker Verkehr	3.387	15,9%	3.401	16,1%
LOS 3 – gebundener Verkehr	1.769	8,3%	1.756	8,3%
LOS 4 – stop & go	1.260	5,9%	1.318	6,2%
LOS 5 – heavy stop & go	1.263	5,9%	1.158	5,5%
Summe	21.263		21.137	

Tabelle 1: Anzahl Strecken je Qualitätsstufe

Es ist erkennbar, dass es zwischen Planfall 1 und dem Prognosenullfall eine leichte Verschiebung der Anteile der Streckenanzahl je Qualitätsstufe von Stufe 5 (heavy stop & go) zur besseren Stufe 4 gibt. Diese Betrachtung muss allerdings in Kombination mit der jeweiligen Fahrleistung (bestenfalls getrennt für Pkw- und Schwerverkehr) erfolgen, um valide Aussagen bezüglich der Emissionen treffen zu können, da die Fahrleistung eine wesentliche Eingangsgröße in die HBEFA-Berechnungen darstellt. Nachfolgend daher die jeweilige Fahrleistungsbetrachtung.

<sup>2</sup> Der Prognosenullfall stellt denjenigen Fall dar, der alle Infrastrukturmaßnahmen im Untersuchungsraum enthält mit Ausnahme der Planungsmaßnahme, im vorliegenden Fall die Verlängerung der A66 bis zur A661 („Riederwaldtunnel“). Der Planfall enthält dann die zu untersuchende Maßnahme, so dass die unmittelbare Wirkung dieser Maßnahme ermittelt werden kann.

Datenquelle: PTV Transport Consult GmbH: Neubau der Bundesautobahn A66 Frankfurt am Main – Hanau; im Auftrag von Hessen Mobil Straßen- und Verkehrsmanagement; Karlsruhe, 26. Oktober 2017

Qualitätsstufe	Prognosenullfall (P0)		Planfall 1 (P1)		Differenz P1 – P0 Fahrleistung [km]
	Fahrleistung [km]	Anteil	Fahrleistung [km]	Anteil [%]	
LOS 1	6.550.900	23,2%	6.387.100	22,2%	-163.800
LOS 2	4.834.000	17,1%	4.721.700	16,4%	-112.300
LOS 3	4.237.600	15,0%	4.818.500	16,7%	580.900
LOS 4	5.168.800	18,3%	5.951.100	20,7%	782.300
LOS 5	7.485.200	26,5%	6.931.900	24,1%	-553.300
Summe	28.276.500		28.810.300		533.800

Tabelle 2: Pkw-Fahrleistung je Qualitätsstufe

Die Gesamtfahrleistung zwischen Planfall 1 und dem Prognosenullfall nimmt im Pkw-Verkehr zu. Es ist eine Abnahme der Fahrleistung auf Strecken der Qualitätsstufe mit den größten Beeinträchtigungen (LOS 5) zu erkennen. Allerdings ist auch erkennbar, dass die LOS-Stufen 1 und 2 abnehmen, während die Stufen 3 und 4 eine Zunahme erfahren.

Qualitätsstufe	Prognosenullfall (P0)		Planfall 1 (P1)		Differenz P1 – P0 Fahrleistung [km]
	Fahrleistung [km]	Anteil	Fahrleistung [km]	Anteil	
LOS 1	176.700	6,6%	166.100	6,2%	-10.600
LOS 2	215.800	8,1%	216.100	8,0%	300
LOS 3	385.800	14,5%	426.700	15,8%	40.900
LOS 4	726.400	27,3%	869.700	32,2%	143.300
LOS 5	1.159.800	43,5%	1.020.700	37,8%	-139.100
Summe	2.664.500		2.699.300		34.800

Tabelle 3: Lkw-Fahrleistung je Qualitätsstufe

Wie beim Pkw erhöht sich auf für den Lkw die Gesamtfahrleistung zwischen Planfall 1 und dem Prognosenullfall. Die Entwicklung der Verkehrsqualität ist beim Lkw ähnlich zu bewerten wie die des Pkw-Verkehrs. Auch wenn in den Qualitätsstufen 2, 3 und 4 eine Zunahme der Fahrleistung zu beobachten ist, so fällt diese anteilig in Stufe 4 am stärksten aus. Der Anteil der Fahrleistung auf Streckenabschnitten mit LOS 5 (heavy stop & go) nimmt besonders deutlich ab.

Nachfolgend sind die Ergebnisse der HBEFA-Berechnung aufgeführt. Deutlich erkennbar ist eine Zunahme der meisten Indikatoren, welche auf den Gesamtanstieg der Fahrleistung im Auswertungsgebiet zurückzuführen ist.



	<b>P0 t/Jahr</b>	<b>P1neu t/Jahr</b>	<b>P1neu - P0 t/Jahr %</b>	
Kraftstoffverbrauch Gesamt	980.060,1	985.388,8	5.328,7	0,5%
Kraftstoffverbrauch Gesamt Lkw	338.690,8	340.371,5	1.680,8	0,5%
Kraftstoffverbrauch Gesamt Pkw	641.369,4	645.017,2	3.647,9	0,6%
Kraftstoffverbrauch Benzin Lkw	528,7	530,9	2,2	0,4%
Kraftstoffverbrauch Benzin Pkw	326.061,9	327.091,8	1.029,9	0,3%
Kraftstoffverbrauch Diesel Lkw	332.805,8	334.434,3	1.628,5	0,5%
Kraftstoffverbrauch Diesel Pkw	286.738,7	288.841,2	2.102,5	0,7%
CO2 (Kohlendioxid) Gesamt	2.786.891,1	2.802.033,2	15.142,0	0,5%
CO2 (Kohlendioxid) Lkw	964.174,4	968.899,0	4.724,6	0,5%
CO2 (Kohlendioxid) Pkw	1.822.716,7	1.833.134,1	10.417,5	0,6%
CO (Kohlenmonoxid) Gesamt	3.816,0	3.825,9	9,8	0,3%
CO (Kohlenmonoxid) Lkw	299,9	295,3	-4,6	-1,5%
CO (Kohlenmonoxid) Pkw	3.516,1	3.530,6	14,5	0,4%
NOx (Stickoxide) Gesamt	2.400,6	2.392,8	-7,8	-0,3%
NOx (Stickoxide) Lkw	1.122,8	1.101,0	-21,8	-1,9%
NOx (Stickoxide) Pkw	1.277,8	1.291,9	14,0	1,1%
PM (Partikel) Gesamt	29,6	29,3	-0,2	-0,8%
PM (Partikel) Lkw	12,1	11,9	-0,2	-1,6%
PM (Partikel) Pkw	17,5	17,4	0,0	-0,2%

Tabelle 4: Ergebnisse Berechnung HBEFA

## 2 Ergebnisinterpretation

### Kraftstoffverbrauch

Der Kraftstoffverbrauch nimmt im Betrachtungsraum zwischen Planfall 1 und Prognosenußfall um 0,5% zu.

Diese Zunahme der Kraftstoffverbräuche ist auf die Fahrleistungszunahme zurückzuführen und ergibt sich zum einen auf induzierten Verkehr im Korridor der A66 und zum anderen auf längere Wege im Pkw- und Lkw-Verkehr infolge des Neubaus des Riederwaldtunnels.

### CO<sub>2</sub> (Kohlendioxid)

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen nehmen im Betrachtungsraum insgesamt ebenfalls im gleichen Umfang zu. Die Ergebnisse sind identisch mit den Entwicklungen des Kraftstoffverbrauchs. Die Begründung hierfür liegt darin, dass die CO<sub>2</sub>-Emissionen direkt an den Kraftstoffverbrauch gekoppelt sind bzw. daraus berechnet werden.

### CO (Kohlenmonoxid)

Kohlenmonoxid nimmt im Betrachtungsraum in Planfall 1 gegenüber dem Prognosenußfall um fast 0,3% ab. Dabei nimmt der Anteil beim LKW mit 1,5% ab.

Zurückzuführen sind diese Effekte auf die Verringerung der Anteile an Fahrsituationen mit niedrigen Geschwindigkeiten (Stau, stop-and-go). Bei höheren Geschwindigkeiten nimmt sowohl bei Diesel als auch bei Benzin die CO-Belastung ab.

### NO<sub>x</sub> (Stickoxide)

Stickoxide nehmen im Betrachtungsraum in Planfall 1 gegenüber dem Prognosenußfall um 0,3% ab. Höher ist dabei die Abnahme beim LKW, während der Ausstoß im Pkw-Verkehr um 1,1% abnimmt.

### PM (Partikel)

Die Partikel-Belastung im Betrachtungsraum nimmt in Planfall 1 gegenüber dem Prognosenußfall um 0,8% ab. Auch hier ist beim LKW-Verkehrs eine höhere Abnahme zu verzeichnen.

Der Grund für den Rückgang ist im Zusammenhang von Geschwindigkeit und Emissionen zu sehen. Bei niedrigen Geschwindigkeiten ist der Ausstoß an Partikeln höher als bei einem mittleren Geschwindigkeitsniveau.

### Vergleich mit Emissionsermittlung 2018

Die PTV Transport Consult GmbH hat im Zuge der o.g. Verkehrsuntersuchung eine Emissionsermittlung analog der vorliegenden Ausarbeitung erstellt.<sup>3</sup> Grundlage für die Emissionsermittlung war damals das Handbuch der Emissionsfaktoren (HBEFA 3.3 mit Stand 2017).

Obwohl für die Aktualisierung die gleichen Fahrleistungen im Prognosenußfall und im modifizierten Planfall zugrunde gelegt wurden (Änderungen bewegen sich im Bereich der vorgenommenen Rundungen), weichen die Ergebnisse erkennbar voneinander ab. Dies ist auf die veränderte Methodik im aktuellen HBEFA 4.2 zurückzuführen. Statt vier LOS-Klassen im HBEFA 3.3 gibt es im HBEFA 4.2 fünf LOS-Klassen mit einer zusätzlichen Klasse für stark gestauten Verkehr. In der Berechnung zeigt sich eine deutliche Abnahme der Strecken, die in die LOS 1-Klasse fallen (frei fließender Verkehr) sowie ein Anteil an Strecken in der LOS 5-Klasse, der ungefähr gleich groß ist wie der der LOS 4-Klasse. D.h. der Anteil der Strecken mit Beeinträchtigung nimmt in der HBEFA-Methodik zu. Dieser Effekt hat Auswirkungen auf die Emissionsberechnungen und erklärt die in der Neuberechnung auftretenden höheren Absolutwerte der Emissionen.

---

<sup>3</sup> PTV Transport Consult GmbH: Neubau der Bundesautobahn A66 Frankfurt am Main – Hanau – Emissionsermittlung; im Auftrag von Hessen Mobil Straßen- und Verkehrsmanagement; Karlsruhe, 25. Januar 2018