



Unterlage 19.6

**Berechnung der THG-Emissionen zum
sechsstreifigen Ausbau der A 565 mit Ersatzneubau
„Tausendfüßler“**

Brilon
Bondzio
Weiser 

Ingenieurgesellschaft
für Verkehrswesen mbH

Auftraggeber: Die Autobahn GmbH des Bundes
Niederlassung Rheinland
Außenstelle Euskirchen
Otto-Lilienthal-Straße 25a
53879 Euskirchen

Auftragnehmer: Brilon Bondzio Weiser
Ingenieurgesellschaft für Verkehrswesen mbH
Universitätsstraße 142

Tel.: 0234 / 97 66 000
Fax: 0234 / 97 66 0016
E-Mail: info@bbwgmbh.de

Bearbeitung: Dipl.-Ing. Alexander Sillus
Kristina Heuer, M. Sc.

Projektnummer: 3.1889

Datum: August 2023

	Seite
1 Ausgangssituation	2
2 Methodik	4
2.1 Allgemeines zur Treibhausgasberechnung.....	4
2.2 Bestimmung des Streckentyps.....	5
2.3 Bestimmung der Verkehrszustände	6
2.4 Bestimmung der stündlichen Verkehrsmengen.....	8
2.5 Bestimmung der THG-Emissionen mit dem Programm Visum.....	9
3 Berechnung der Treibhausgasemissionen	11
Literaturverzeichnis.....	12



1 Ausgangssituation

Das am 18.12.2019 in Kraft getretene und zuletzt am 18.08.2021 geänderte Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) soll die Erfüllung der nationalen Klimaschutzziele sowie der europäischen Zielvorgaben gewährleisten. Das wesentliche Ziel ist, die bundesweiten Treibhausgasemissionen schrittweise zu reduzieren. In Verbindung mit den Klimaschutzzielen ist bezüglich der Reduzierung von Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) in verschiedene Sektoren zu differenzieren. In der Regel sind bei Straßenaus- und -neubauvorhaben die Ziele aus den drei Sektoren „Industrie“, „Verkehr“ und „Landnutzung, Landnutzungsänderung“ berührt. Die in dieser Untersuchung zu betrachtenden Aspekte betreffen die Auswirkungen durch den fließenden motorisierten Verkehr.

Die Berechnungen erfolgen mithilfe des Programms Visum der PTV GmbH und dem dazugehörigen Zusatzmodul „HBEFA“. Die Emissionswerte können mit diesem Modul je Strecke oder netzweit ausgegeben werden. Die Emissionen werden als CO₂-Äquivalente (CO₂e, „Well-to-Wheel“) pro Jahr angegeben. Sie umfassen somit die Energiebereitstellung (Well-to-Tank) als auch die Verbrennung im Motor (Tank-to-Wheel).

Für die A 565 ist im Abschnitt zwischen der AS Bonn-Hardtberg und dem AK Bonn-Nord im Bundesverkehrswegeplan (BVWP) ein sechsstreifiger Ausbau vorgesehen. Dieser Ausbau ist in den vordringlichen Bedarf eingestuft.

Die Brilon Bondzio Weiser Ingenieurgesellschaft mbH wurde vom Landesbetrieb Straßenbau Nordrhein-Westfalen bereits im Jahr 2020 mit der verkehrlichen Untersuchung dieses Abschnitts der A 565 beauftragt (vgl. BBW, 2020). In diesem Zuge wurden die entsprechenden Umlegungen mithilfe des Verkehrsmodells, das im Rahmen der „Großräumigen Verkehrsuntersuchung im Raum Köln/Bonn inkl. A 553“ (vgl. BBW, 2021) aufgebaut wurde, berechnet. Es wurden im Rahmen dieser Untersuchung zwei Umlegungsfälle miteinander verglichen:

- Prognose-Bezugsfall Tausendfüßler 2030 ohne einen Ausbau der A565 zwischen der AS Bonn-Endenich und dem AK Bonn-Nord und
- Prognose-Planfall 2030 mit einem Ausbau des entsprechenden Abschnitts.

Zum Zeitpunkt der Untersuchung aus dem Jahr 2020 (vgl. BBW, 2020) lag noch keine Entscheidung darüber vor, welche Variante der Rheinspange zukünftig gebaut werden soll. In der „Großräumigen Verkehrsuntersuchung Raum Köln-Bonn inkl. A 553“ (vgl. BBW, 2021) wurden eine nördliche und eine südliche Variante untersucht, die auf ersten Planungen der KOCKS CONSULT GmbH basierten. Zur sicheren Seite wurde in der Untersuchung aus dem Jahr 2020 daher mit der südlichen Variante gerechnet, da für diese Variante die höheren Belastungen auf dem Tausendfüßler auftreten.

In der folgenden Abbildung ist eine Übersicht des klassifizierten Straßennetzes im Planungsraum dargestellt.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung sollen nun die Treibhausgas-Emissionen durch den Ausbau aus verkehrlicher Sicht berechnet werden.



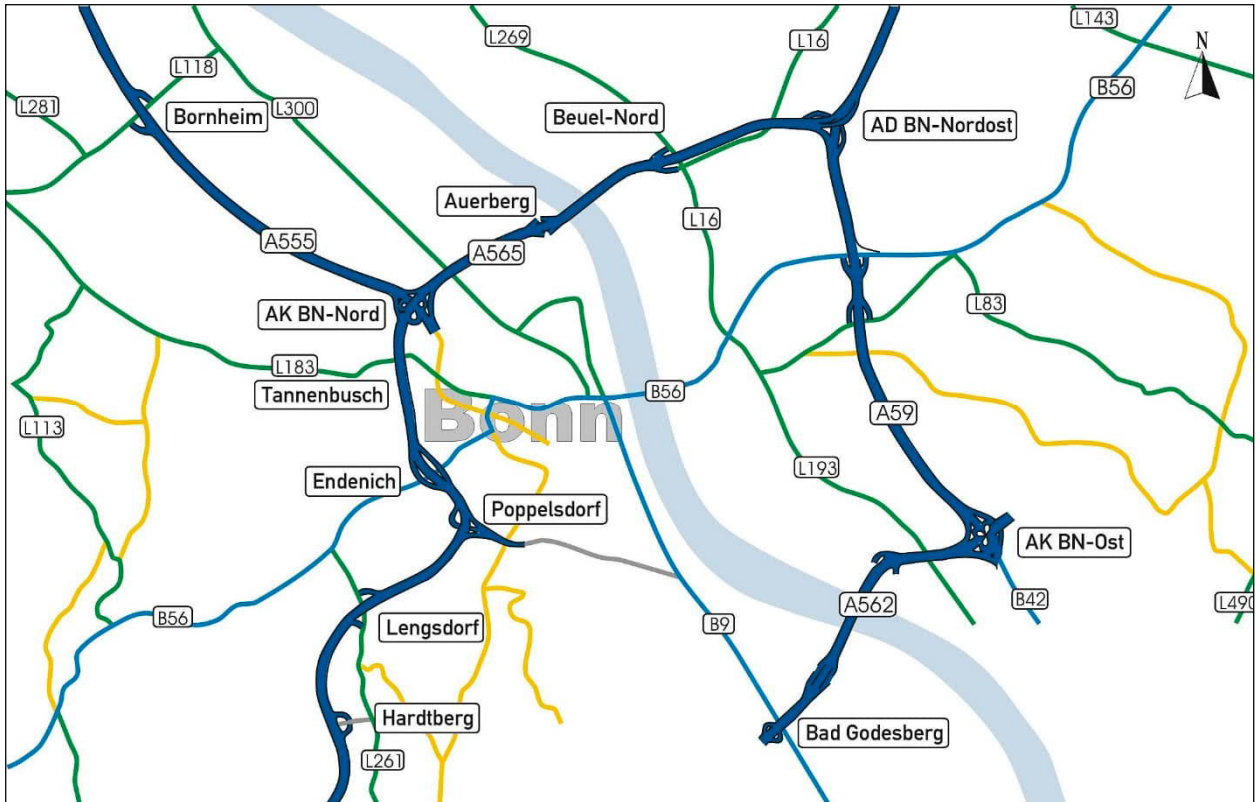


Abbildung 1: Übersicht über das klassifizierte Straßennetz im Planungsraum



2 Methodik

2.1 Allgemeines zur Treibhausgasberechnung

Die Berechnung der Treibhausgasemissionen erfolgt unter Zuhilfenahme der Emissionsfaktoren des Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA 4.2). Das Handbuch gibt für verschiedene Fahrzeugtypen (Pkw, leichte und schwere Nutzfahrzeuge, Linien- und Reisebusse sowie Motorräder) und Bezugsjahre (1990 - 2045) die spezifischen Emissionen je Fz*km in Abhängigkeit vom Gebiets- und Straßentyp sowie Verkehrszustand und Tempolimit an. Die folgende Abbildung zeigt die verfügbare Auswahl.

Gebiet	Strassentyp	Verkehrszustand	Tempo-Limit [km/h]															
			30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	>130				
laendlich gepraegt	Autobahn	5 VZustaende																
	Semi-Autobahn	5 VZustaende																
	Fern-, Bundesstrasse	5 VZustaende																
	Hauptverkehrsstrasse	5 VZustaende																
	Hauptverkehrsstrasse, kurvig	5 VZustaende																
	Sammelstrasse	5 VZustaende																
	Sammelstrasse, kurvig	5 VZustaende																
	Erschliessungsstrasse	5 VZustaende																
Agglo- meration	Autobahn	5 VZustaende																
	Stadt-Autobahn	5 VZustaende																
	Fern-, Bundesstrasse	5 VZustaende																
	Staedt. Magistrale / Ringstr.	5 VZustaende																
	Hauptverkehrsstrasse	5 VZustaende																
	Sammelstrasse	5 VZustaende																
	Erschliessungsstrasse	5 VZustaende																

Zugeordneter Flottenmix-Typ:

- = Autobahn
- = Land
- = Agglo.

Abbildung 2: Verkehrssituationen und Straßentypen nach HBEFA 4.2.2 [Quelle: HBEFA]

Die Verkehrszustände teilen sich in die fünf Klassen

- flüßig,
- dicht,
- gesättigt,
- Stop + Go und
- Stop + Go II

ein. Die Beschreibung der Verkehrszustände findet sich in der folgenden Tabelle.



Tabelle 1: Beschreibung der Verkehrszustände gemäß HBEFA 4.2 (vgl. INFRAS)

Verkehrszustand	Beschreibung
flüssig	Frei und stetig fließender Verkehr, Konstante, eher hohe Geschwindigkeit, Geschwindigkeitsbandbreiten: 90 bis >130 km/h auf Autobahnen, 45-60 km/h auf Straßen mit Tempolimit von 50 km/h. Verkehrsqualität A-B gemäß HCM (Highway Capacity Manual).
dicht	Flüssiger Verkehrsfluss bei starkem Verkehrsvolumen, vergleichsweise konstante Geschwindigkeit, Geschwindigkeitsbandbreiten: 70-90 km/h auf Autobahnen, 30-45 km/h auf Straßen mit Tempolimit 50 km/h. Verkehrsqualitätsstufen C-D gemäß HCM (Highway Capacity Manual).
gesättigt	Unstetiger Verkehrsfluss mit starken Geschwindigkeitsschwankungen bei gesättigtem / gebundenem Verkehrsfluss, erzwungene Zwischenstopps möglich, Geschwindigkeitsbandbreiten: 30-70 km/h auf Autobahnen, 15-30 km/h auf Straßen mit Tempolimit 50 km/h. Verkehrsqualitätsstufe E gemäß HCM (Highway Capacity Manual).
Stop+go	Stop+Go, starke Stauerscheinungen bis Verkehrszusammenbruch, Geschwindigkeitsschwankungen bei allgemein tiefer Geschwindigkeit. Geschwindigkeitsbandbreiten: 5-30 km/h auf Autobahnen, 5-15 km/h auf Straßen mit Tempolimit 50 km/h.
Stop+go II	Stauerscheinungen bis Verkehrszusammenbruch, Geschwindigkeiten <10 km/h

Für die Berechnung der jährlichen Menge an Treibhausgasemissionen eines Streckennetzes muss folgendes bekannt sein:

- der Streckentyp jedes Elements des betrachteten Streckennetzes
- der Verkehrszustand jedes Elements des betrachteten Streckennetzes zu jeder Stunde des betrachteten Jahres
- die zugehörige Verkehrsmenge je Fahrzeugtyp, die jedes Element des betrachteten Streckennetzes zu jeder Stunde des betrachteten Jahres befährt.

Im Folgenden soll das Verfahren dargestellt werden, mit dem diese Daten gewonnen werden können.

2.2 Bestimmung des Streckentyps

Für die Einteilung des Streckennetzes in Streckentypen wird auf die Bundesverkehrswegeplanung (BVWP) zurückgegriffen. Das Methodenhandbuch zur BVWP beschreibt eine Methode mit deren Hilfe es möglich ist, alle Straßen anhand von 10 Kenngrößen in Streckentypen einzuteilen. Die folgende Abbildung aus dem Methodenhandbuch zur BVWP (vgl. BMVI, 2016) verdeutlicht das Vorgehen.



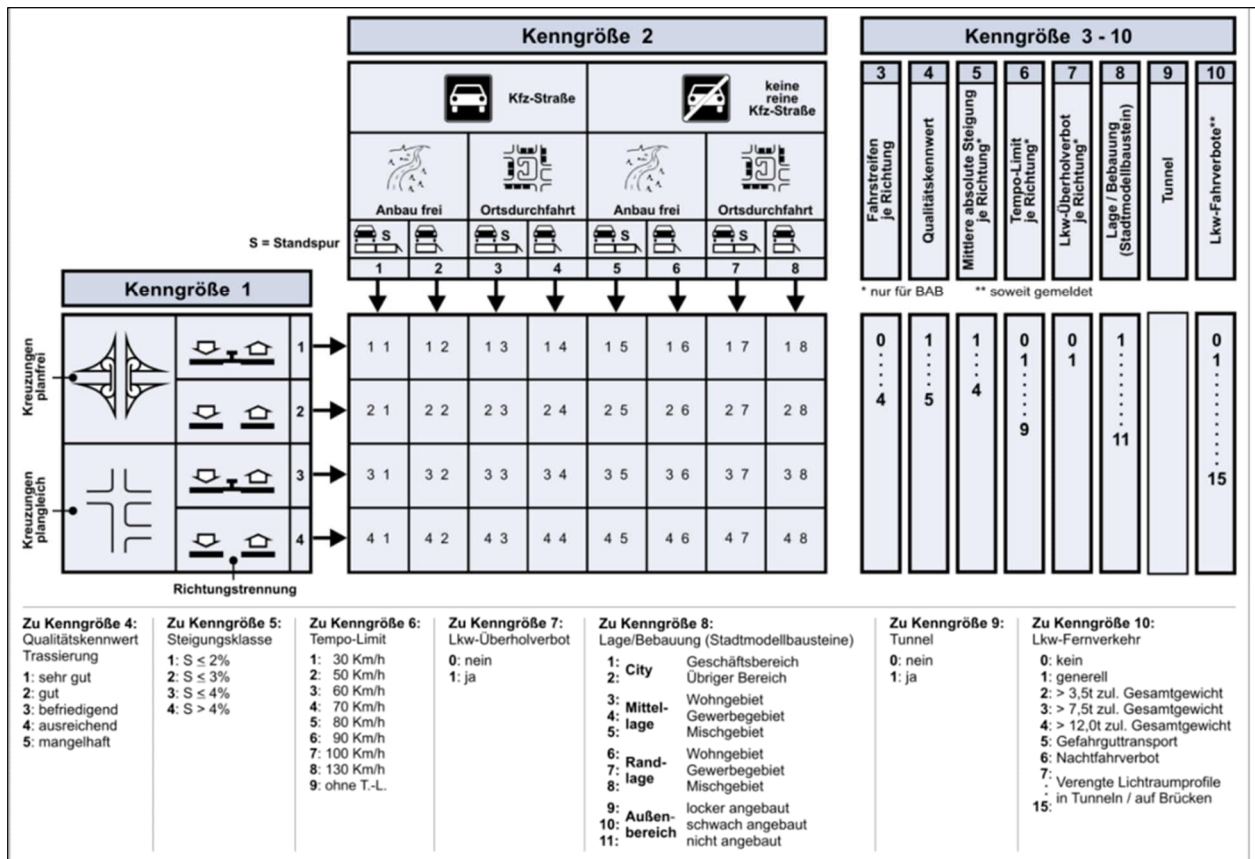


Abbildung 3: Streckentypen nach BVWP [Quelle: Methodenhandbuch BVWP]

Die BVWP verknüpft die Streckentypen darüber hinaus mit HBEFA-Typen, so dass mit der Einteilung in die BVWP-Streckentypen eine eindeutige Zuordnung zu den HBEFA-Streckentypen möglich ist.

2.3 Bestimmung der Verkehrszustände

Für die freie Strecke stellt die BVWP für jeden in Punkt 2.2 beschriebenen Streckentyp eine Geschwindigkeitsfunktion zur Verfügung. Damit kann für jede Stunde des Jahres die erreichbare Geschwindigkeit bestimmt werden. Die entsprechenden Geschwindigkeitsfunktionen für den Pkw-Verkehr sind in der folgenden Abbildung dargestellt.



Funktionstyp	Geschwindigkeit
1	$v = 208,5 - 105 \times \cosh\left(\frac{\text{Steigung} + 1,0}{10}\right) \times e^{(\text{Kurvigkeit})^{-2}} + 15,0 \times (1 - e^{(1,05)^{-2} \times \text{Verkehrsmenge}})$
2	$v = 138,5 - 8 \times e^{\text{Steigung} \times 0,235} \times e^{(\text{Kurvigkeit})^{-2}} - e^{(1,38)^{-2} \times \text{Verkehrsmenge}}$
3	$v = 143,0 - 8 \times e^{\text{Steigung} \times 0,235} \times e^{(\text{Kurvigkeit})^{-2}} - 0,5 \times e^{(0,90)^{-2} \times \text{Verkehrsmenge}}$
4	$v = 145,0 - 8 \times e^{\text{Steigung} \times 0,235} \times e^{(\text{Kurvigkeit})^{-2}} - 0,5 \times e^{(0,69)^{-2} \times \text{Verkehrsmenge}}$
5	$v = 208,5 - 105 \times \cosh\left(\frac{\text{Steigung} + 1,0}{10}\right) \times e^{(\text{Kurvigkeit})^{-2}} + 15,0 \times (1 - e^{(1,05)^{-2} \times \text{Verkehrsmenge}})$
6	$v = 198,0 - 105 \times \cosh\left(\frac{\text{Steigung} + 1,0}{10}\right) \times e^{(\text{Kurvigkeit})^{-2}} + 33,0 \times (1 - e^{(0,70)^{-2} \times \text{Verkehrsmenge}})$
7	$v = 148,0 - 8 \times e^{\text{Steigung} \times 0,235} \times e^{(\text{Kurvigkeit})^{-2}} - 35,0 \times e^{(3,45)^{-4} \times \text{Verkehrsmenge}}$
8	$v = 155,0 - 8 \times e^{\text{Steigung} \times 0,235} \times e^{(\text{Kurvigkeit})^{-2}} - 35,0 \times e^{(2,31)^{-4} \times \text{Verkehrsmenge}}$
9	$v = 51,0 - e^{(4,04)^{-2} \times \text{Verkehrsmenge}}$
10	$v = 41,0 - e^{(2,29)^{-2} \times \text{Verkehrsmenge}}$
11	$v = 61,0 - e^{(1,24)^{-2} \times \text{Verkehrsmenge}}$
12	$v = 61,0 - e^{(8,44)^{-4} \times \text{Verkehrsmenge}}$
13	$v = 61,0 - e^{(7,07)^{-4} \times \text{Verkehrsmenge}}$
14	$v = 36,0 - e^{(4,58)^{-2} \times \text{Verkehrsmenge}}$
15	$v = 31,0 - e^{(4,58)^{-2} \times \text{Verkehrsmenge}}$
16	$v = 26,0 - e^{(4,58)^{-2} \times \text{Verkehrsmenge}}$
17	$v = 51,0 - e^{(1,79)^{-2} \times \text{Verkehrsmenge}}$
18	$v = 51,0 - e^{(1,14)^{-2} \times \text{Verkehrsmenge}}$
19	$v = 51,0 - e^{(9,12)^{-4} \times \text{Verkehrsmenge}}$

Abbildung 4: Geschwindigkeitsfunktionen für den Pkw-Verkehr [Quelle: Methodenhandbuch BVWP]

In die Geschwindigkeitsfunktionen fließen unter anderem die Parameter Längsneigung und Kurvigkeit ein. Im Rahmen dieser Untersuchung können jedoch keine Längsneigungen und auch keine Kurvigkeit der Strecken berücksichtigt werden, da diese im vorliegenden Verkehrsmodell nicht hinterlegt sind und für den ursprünglichen Zweck des Verkehrsmodells auch nicht erforderlich waren. Aufgrund der Lage des Untersuchungsgebiets dieses Projektes in der Kölner Bucht sind keine bedeutenden Steigungen zu erwarten, sodass die Längsneigungen daher als vernachlässigbar eingestuft werden.

Mithilfe der berechneten Geschwindigkeit anhand der in Abbildung 4 dargestellten Geschwindigkeitsfunktionen können die Verkehrszustände gemäß HBEFA (vgl. Tabelle 1) ermittelt werden.

Die Geschwindigkeitsgrenzen zwischen den Verkehrszuständen wurden für die unterschiedlichen Streckentypen anhand der im HBEFA hinterlegten mittleren Geschwindigkeiten der jeweils zugrundeliegenden Fahrzyklen bestimmt. Als Grenzen zwischen den Verkehrszuständen wurden die Mittelwerte der beiden angrenzenden Verkehrszustände berechnet. Dieses Verfahren wurde in Anlehnung an die Veröffentlichung „Flüssiger Verkehr für Klimaschutz und Luftreinhaltung“ des Umweltbundesamtes (UBA) (vgl. UBA, 2023) gewählt.

Maßgebend ist die für die Einstufung des Verkehrszustandes die Geschwindigkeitsfunktion der Fahrzeuggruppe des Pkws.



2.4 Bestimmung der stündlichen Verkehrsmengen

Aus der Verkehrsuntersuchung zum sechsstreifigen Ausbau der A 565 mit Ersatzneubau „Tausendfüßler“ (vgl. BBW, 2020) liegen durchschnittliche Verkehrsbelastungen eines Jahres in Form von DTV, DTV_w oder DTV_{w5} Werten für den Prognose-Bezugsfall Tausendfüßler 2030 und den Prognose-Planfall 2030 vor. Zudem liegt eine Unterscheidung zwischen dem Pkw- oder Leichtverkehr und dem Schwerverkehr vor.

Aus diesen Angaben können die stündlichen Verkehrsmengen mit Hilfe einer Jahresganglinie der Verkehrsbelastungen bestimmt werden. Die Ermittlung der einzelnen Stundenwerte im Jahresverlauf wurde anhand gebräuchlicher Ganglinien vorgenommen.



2.5 Bestimmung der THG-Emissionen mit dem Programm Visum

Das Programm Visum der PTV AG bietet mithilfe des Zusatzmoduls „HBEFA“ die Möglichkeit Emissionsberechnungen nach HBEFA durchzuführen. Unter anderem können CO₂-Äquivalente (Well-to-Wheel) ausgegeben werden.

Bei der Emissionsberechnung wird das gesamte im Verkehrsmodell hinterlegte Streckennetz berücksichtigt. Das Netz des Verkehrsmodells ist begrenzt durch die A 1 im Norden, die A 61 im Westen, die A 3 im Osten sowie die Landesgrenze Nordrhein-Westfalen / Rheinland-Pfalz im Süden. Ein Ausschnitt dieses Netzes ist in Abbildung 5 dargestellt.

Im Allgemeinen Rundschreiben Straßenbau Nr. 03/2023 (vgl. ARS, 2023) ist als Vereinfachung angegeben, dass nur Strecken berücksichtigt werden müssen, bei denen sich die Verkehrsbelastungen merklich unterscheiden. Als Eingrenzung werden Strecken genannt, bei denen zwischen Prognose-Planfall und Prognose-Nullfall im DTV_{W5} eine größere Abweichung als 5 %, mindestens jedoch von 100 Fahrzeugen / 24h besteht.

Auf diese Vereinfachung wird bei dem vorliegenden Gutachten verzichtet, da für das gesamte hinterlegte Streckennetz des Verkehrsmodells Verkehrsbelastungen vorliegen. Das vollständige Netz des Verkehrsmodells, in dem sich Veränderungen einstellen, wird somit der THG-Berechnung zu Grunde gelegt. Durch diese Vorgehensweise kann sichergestellt werden, dass eine Über- oder Unterschätzung der Emissionen vermieden wird.

Staubedingte THG-Emissionen an Autobahnkreuzen und -dreiecken werden nicht separat betrachtet, da diese im vorliegenden Verkehrsmodell nicht vereinfacht als Knotenpunkt dargestellt sind, sondern bereits das differenzierte Rampensystem der Kreuze bzw. Dreiecke hinterlegt ist. Eine Betrachtung in separaten Knotenmodellen ist daher nicht erforderlich.

Als Verkehrszusammensetzung wurde eine HBEFA-basierte Verkehrszusammensetzung für das entsprechende Prognosejahr als Eingangswert für die Berechnung der THG-Emissionen eingestellt. Es wurde eine einheitliche Zusammensetzung für alle Streckentypen unterstellt, da sonst Verlagerungen z. B. vom untergeordneten Netz ins Autobahnnetz nur aufgrund einer anderen anzusetzenden Verkehrszusammensetzung zu veränderten Emissionen führen würde. Somit würden Effekte, die sich durch eine veränderte Fahrleistung oder einen anderen Verkehrszustand ergeben, ggf. verfälscht.

Als Eingangswerte für die Berechnung wurden die stündlichen Verkehrsstärken verwendet, die in Kapitel 2.4 berechnet und bereits entsprechenden Verkehrszuständen zugeordnet wurden. Diese wurden auf Grundlage der Umlegungsberechnungen der Umlegungsfälle hergeleitet, die mithilfe des Verkehrsmodells durchgeführt wurden.

Im Rahmen der Verkehrsprognose 2030 wurde durch die Durchführung einer erneuten Verkehrserzeugungsrechnung auch induzierter Verkehr berücksichtigt, der z. B. durch Verbesserungen in der Verkehrsinfrastruktur entsteht. Es handelt sich hierbei um Verkehr, der aufgrund veränderter Widerstände im Straßennetz eine veränderte Zielwahl aufweist. Im Methodenhandbuch zum Bundesverkehrswegeplan (vgl. BMVI, 2016) wird dieser Verkehr als primär induzierter Verkehr bezeichnet.

Als sekundär induzierter Verkehr wird zusätzlicher Verkehr bezeichnet, der entsteht, wenn die Verbesserungen der Verkehrsinfrastruktur zu einer zusätzlichen Ansiedlung von Einwohnern und / oder Beschäftigten im Einzugsbereich der betreffenden Maßnahmen führen. Da es sich hier um langfristige Entwicklungen handelt, ist dieser Verkehr in der vorliegenden Verkehrsuntersuchung nicht berücksichtigt.



Die Berechnungen zeigen, dass durch den Ausbau des Tausendfüßlers kein zusätzlicher induzierter Verkehr zu erwarten ist.

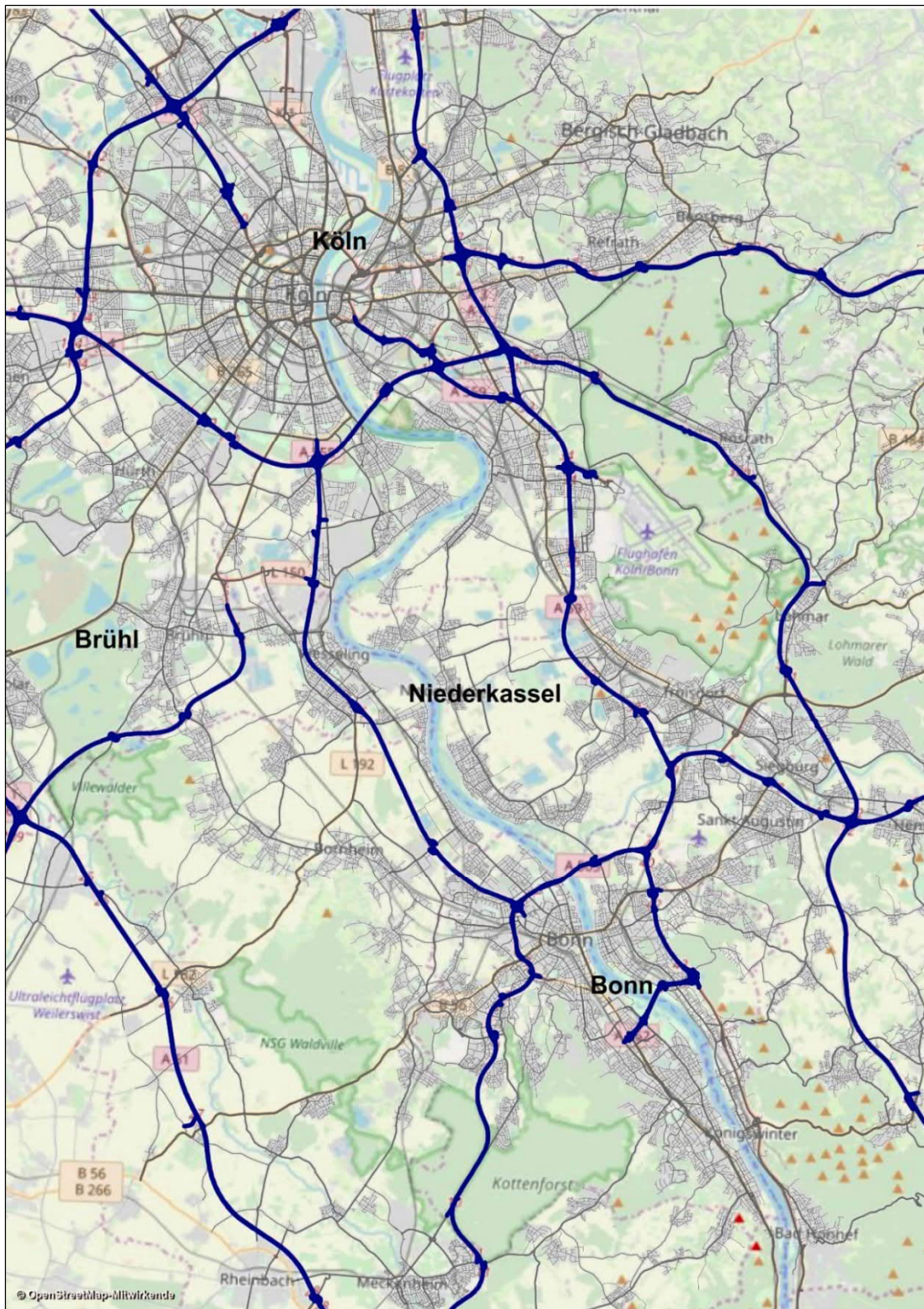


Abbildung 5: Netzausschnitt des Verkehrsmodells (Kartengrundlage: OpenStreetMaps-Mitwirkende, Open Database License)



3 Berechnung der Treibhausgasemissionen

Die Berechnungen der Treibhausgasemissionen sind mit den Emissionsfaktoren des HBEFA (vgl. INFRAS) und dem Programm Visum der PTV AG für das Prognosejahr 2030 erfolgt. Die Angaben der THG-Emissionen erfolgen in CO₂-Äquivalenten pro Jahr (CO₂e p.a.) als Well-to-Wheel-Angaben. Sie umfassen somit die Energiebereitstellung (Well-to-Tank) als auch die Verbrennung im Motor (Tank-to-Wheel).

Die folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse im Überblick:

Tabelle 2: Ergebnis der Treibhausgasberechnung

Kennwert	Prognose- Bezugsfall Tausendfüßler 2030	Prognose-Planfall 2030	Differenz
THG-Emissionen in t CO ₂ e p.a. (WTW)	4,874 Mio.	4,875 Mio.	+0,001 Mio.
<i>Fahrleistung in Fzg*km p.a.</i>	<i>20.540 Mio.</i>	<i>20.541 Mio.</i>	<i>+1 Mio.</i>
<i>Fahrleistung Autobahn in Fzg*km p.a.</i>	<i>14.946 Mio.</i>	<i>14.964 Mio.</i>	<i>+18 Mio</i>
<i>Fahrleistung restl. Netz in Fzg*km p.a.</i>	<i>5.594 Mio.</i>	<i>5.577 Mio.</i>	<i>-17 Mio.</i>

Die Berechnungen zeigen, dass sich die Fahrleistung zwischen Prognose-Bezugsfall Tausendfüßler 2030 und Prognose-Planfall 2030 mit 1 Mio. Fzg*km etwas ansteigt, da durch den Ausbau mehr Wege auf die Autobahn verlagert werden. Diese sind zwar in der Fahrzeit schneller, dafür jedoch länger. Daher steigt auch die Fahrleistung im Autobahnnetz an und nimmt im restlichen untergeordneten Netz ab.

Bezüglich der Treibhausgasbelastung zeigt sich insgesamt eine leichte Zunahme um ca. 1.000 t CO₂e (WTW) pro Jahr. Bei einer durchschnittlichen Fahrleistung von 14.700 km/a eines Pkws (vgl. MiD 2017), einem Kraftstoffverbrauch von 7 l/100km (Diesel) bzw. 7,8 l/100km (Benzin) (vgl. UBA, 2023b) und einem Emissionsfaktor von 2.775 g/l CO₂ (Diesel) und 2.625 g/l (Benzin) (vgl. BMVI, 2016) entspricht der berechnete Zuwachs einem Jahresausstoß an CO₂-Emissionen von 333 Pkw.

Bei der Einordnung der errechneten ca. 1000 t CO₂e (WTW) pro Jahr ist zu bedenken, dass es sich hierbei bezogen auf die gesamten THG-Emissionen im Modellbereich um weniger als 0,3 Promille Abweichung handelt. Die zu erwartende Abweichung eines Verkehrsmodells, das eine sehr große Übereinstimmung mit realen Werten zeigt (d. h. SQV > 0,9 nach Friedrich et. al., 2019), liegt im mittleren einstelligen Prozentbereich, also mehr als um den Faktor 100 höher. Das bedeutet, dass die errechnete Zunahme als nicht statistisch signifikant einzustufen ist. In anderen Worten ergibt die Berechnung, dass bezüglich der Treibhausgasemissionen verschwindend geringe Veränderungen zu erwarten sind.

Bochum, August 2023

Brilon Bondzio Weiser - Ingenieurgesellschaft für Verkehrswesen mbH
Universitätsstraße 142
44799 Bochum



Literaturverzeichnis

BMDV Bundesministerium für Digitales und Verkehr (Hrsg.) (2023):

Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 03/2023

BMVI Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.) (2016):

Methodenhandbuch zum Bundesverkehrswegeplan 2030.

BMVI Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.) (2019):

Mobilität in Deutschland (MiD) 2017. Bonn, 2019.

Brilon Bondzio Weiser Ingenieurgesellschaft für Verkehrswesen:

Großräumige Verkehrsuntersuchung Raum Köln Bonn inkl. A553. Bochum, 2021

Brilon Bondzio Weiser Ingenieurgesellschaft für Verkehrswesen:

Verkehrsuntersuchung zum sechsstreifigen Ausbau der A565 mit Ersatzneubau „Tausendfüßler“.
Bochum, 2020

FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2015) (Hrsg.):

Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS) 2015, Fassung 2015. Köln

Friedrich, M.; Pestel, E., Schiller, C., Simon R. (2019) (Hrsg.):

Scalable GEH: A Quality Measure for Comparing Observed and Modeled Single Values in a Travel Demand Model Validation. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board.

INFRAS Forschung und Beratung

Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs 4.2

Umweltbundesamt (UBA) (2023) (Hrsg.):

Flüssiger Verkehr für Klimaschutz und Luftreinhaltung. Dessau-Roßlau, 2023.

Umweltbundesamt (UBA) (2023b) (Hrsg.):

<https://www.umweltbundesamt.de/bild/durchschnittlicher-kraftstoffverbrauch-von-pkw>.

Letzter Aufruf: 10.07.2023

