

Straßenbauverwaltung: Freistaat Bayern; Staatliches Bauamt Passau  
Straße / Abschnitt / Station: St 2142\_540\_1,537 bis St 2142\_600\_0,321

St 2142  
Ortsumgehung Geiselhöring - Hirschling

PROJIS-Nr.: PA 630-07

# FESTSTELLUNGSENTWURF

## Fachbeitrag Klima

Aufgestellt:  
Deggendorf, den 16.06.2023  
Staatliches Bauamt



Kurt Stümpfl, Baudirektor



# Lohmeyer

Wasserstraße 223, 44799 Bochum  
Telefon: +49 (0) 234 / 516685 - 0  
Telefax: +49 (0) 234 / 516685 - 29  
E-Mail: info.bo@lohmeyer.de  
URL: www.lohmeyer.de

Leitung: Dr. rer. nat. Rowell Hagemann

**Zertifiziert nach ISO9001:2015**

Unser Zeichen  
30288-22-01-AS

Bochum, den  
22.05.2023

## **St 2142 Ortsumgehung Geiselhöring - Hirschling, THG-Bilanz – Stellungnahme**

In Niederbayern ist die Ortsumgehung Geiselhöring - Hirschling im Zuge der Staatsstraße St 2142 geplant. Das Plangebiet und seine Umgebung sind in **Abb. 1** dargestellt. Die Ortsumgehung in der Trassenvariante Haindling-Nord beginnt am bestehenden Kreisverkehr St 2142 / St 2111 südöstlich von Geiselhöring und führt zwischen Geiselhöring und Haindling Richtung Norden, bevor sie auf Höhe der Kläranlage östlich der Bahnlinie parallel zur bestehenden St 2142 verläuft, die Bahnlinie nördlich von Hirschling kreuzt und in einem Bogen im Norden von Perkam über einen Kreisverkehr an die bestehende St 2142 angeschlossen wird.

Für diese Planungen sind im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens Aussagen zu den Auswirkungen der Planung auf die Treibhausgas-(THG)-Freisetzungen und Aussagen über die Klimarelevanz im Hinblick auf die im neuen Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG, 2019) genannten nationalen Klimaschutzziele erforderlich. Die nationalen Klimaschutzziele des KSG umfassen Minderungsziele für Treibhausgase bezogen auf CO<sub>2</sub>-Äquivalente. Dabei sind gegenüber dem Jahr 1990 die THG-Emissionen bis zum Jahr 2030 um mindestens 65 % und bis zum Jahr 2040 um mindestens 88 % zu reduzieren. Weiter sind im KSG zur Erreichung der Klimaschutzziele verbindliche sektorenbezogene Jahresemissionsmengen für die Jahre 2020 bis 2030 u. a. für die Sektoren Verkehr und Industrie festgelegt. Für die Jahre 2031 bis 2040 sind derzeit noch keine sektorenbezogene Jahresemissionsmengen enthalten. Für diese Jahre beinhaltet das KSG sektorenübergreifende jährliche Minderungsziele bezogen auf das Jahr 1990.

In der vorliegenden Untersuchung werden die Auswirkungen der Planungen auf die Freisetzung von Treibhausgasen betrachtet; Grundlage für das Vorgehen bei der Treibhausgasbilanzierung stellt das „Methodenpapier zur Berücksichtigung des globalen Klimas bei der Straßenplanung in Bayern“ (StMB, 2022) dar. Das sind einerseits verkehrsbedingte THG-Emissionen, die von Kraftfahrzeugen (Kfz) durch die Verbrennung von Kraftstoffen während des Betriebs der geplanten Straße und den umliegenden bereits bestehenden Abschnitten des öffentlichen Straßennetzes unmittelbar im direkten Umfeld des Plangebiets freigesetzt werden („Tank-to-Wheel“); das sind

die verkehrsbedingten direkten THG-Emissionen, die nach KSG dem Sektor Verkehr zugeordnet sind. Andererseits sind das für den Sektor Industrie die sogenannten Lebenszyklusemissionen, die durch die Herstellung, den Bau und die Instandhaltung der Baumaßnahme freigesetzt werden. Zusätzlich dazu wird im Hinblick auf landnutzungsbedingte THG-Emissionen die vorhabenbedingte Flächeninanspruchnahme mit den Kompensationsflächen gegenübergestellt (Sektor Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft).

Das Allgemeine Rundschreiben Straßenbau (ARS) vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr „Hinweise zur Berücksichtigung der großräumigen Klimawirkungen in der Vorhabenzulassung“ (BMDV, 2023) sieht zusätzlich die Berücksichtigung von THG-Emissionen vor, die bei der Erzeugung von elektrischem Strom für Pkw mit Elektroantrieb entstehen, d. h. THG-Emissionen, die nicht zwingend direkt im Betrachtungsgebiet freigesetzt werden. Daher werden bei der Bilanzierung der THG-Emissionen des Straßenverkehrs zusätzlich die Beiträge der E-Mobilität betrachtet, die durch den fossilen Anteil der Stromerzeugung entstehen („Well-to-Tank“). Diese sind nach dem KSG dem Sektor Energiewirtschaft zugeordnet. In der vorliegenden Untersuchung werden die Beiträge der Elektro-Pkw vervollständigt um die elektrischen Beiträge der anderen Fahrzeugklassen wie leichte und schwere Nutzfahrzeuge, Busse, etc.

### **Verkehrsbedingte Treibhausgase (Sektor Verkehr und Sektor Energiewirtschaft)**

Die Ermittlung der verkehrsbedingten Emissionen an Treibhausgasen erfolgt entsprechend den Inhalten des KSG nach dem Quellprinzip mit Fokus auf den Sektor Verkehr; die Vorgehensweise entspricht den Inhalten und Anforderungen des „Methodenpapiers zur Berücksichtigung des globalen Klimas bei der Straßenplanung in Bayern“ (StMB, 2022). Damit bezieht sich die Bilanzierungsmethodik entsprechend den Kyoto-Konventionen auf diese Beiträge an Treibhausgasen, die unmittelbar während des Betriebs der Kfz lokal freigesetzt werden, das sind die sogenannten direkten Emissionen („Tank-to-Wheel“). Betrachtet werden die klimarelevanten Anteile der direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen, d. h. ohne den regenerativen Kraftstoffanteil, sowie die verkehrsbedingten Beiträge an Treibhausgasen wie Methan oder Lachgas in Form von CO<sub>2</sub>-Äquivalenten; Grundlage ist dabei die aktuelle Datenbank für Kfz-Emissionsfaktoren des Umweltbundesamtes HBEFA4.2 (UBA, 2022).

Entsprechend dem Allgemeinen Rundschreiben Straßenbau (ARS) vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr „Hinweise zur Berücksichtigung der großräumigen Klimawirkungen in der Vorhabenzulassung“ (BMDV, 2023) werden zudem die nach dem KSG dem Sektor Energiewirtschaft zugeordneten THG-Emissionen bestimmt, die während der Erzeugung des Stroms entstehen, der später für den Betrieb von Fahrzeugen benötigt wird. Diese Beiträge an Treibhausgasen werden nicht zwingend lokal im Untersuchungsgebiet freigesetzt und stellen damit sogenannte indirekte Emissionen dar („Well-to-Tank“). Grundlage zur Ermittlung der THG-Emissionen durch Energiebereitstellung für die E-Mobilität ist dabei ebenfalls die aktuelle Datenbank für Kfz-Emissionsfaktoren des Umweltbundesamtes HBEFA4.2 (UBA, 2022).

Die Bestimmung der verkehrsbedingten THG-Emissionen erfolgt für das in **Abb. 1** dargestellte Straßennetz, für das durch den Auftraggeber Verkehrsdaten zur Verfügung gestellt wurden

(Kurzak, 2021). Die Verkehrsdaten umfassen Angaben der durchschnittlichen werktäglichen Verkehrsaufkommen (DTV) mit LKW-Anteilen für den Bestand im Jahr 2016 (Analysefall) sowie entsprechende Angaben im Prognosejahr 2035 für den Prognose-Bezugsfall ohne bauliche Änderungen und den Planfall mit Umsetzung der Maßnahme (**Abb. 2** bis **Abb. 4**). Die Betrachtungen erfolgen für den mit dem Auftraggeber abgestimmten Bezugsraum. Zur Ermittlung der Auswirkungen der Planungen auf die verkehrsbedingten THG-Emissionen wird der Planfall mit dem Prognose-Bezugsfall verglichen. Zur Bewertung der Auswirkung der Planung im Hinblick auf die im KSG definierten Minderungsziele ist zudem die Betrachtung der heutigen Situation erforderlich. Hierfür werden die Verkehrsdaten des Analysefalls herangezogen.

Die Emissionsbestimmung erfolgt auf Grundlage der übergebenen Verkehrsdaten, der angesetzten Verkehrssituationen und der Emissionsfaktoren des HBEFA4.2 für die direkten Treibhausgasemissionen für die Bezugsjahre 2016 und 2035. Die entsprechenden Flottenzusammensetzungen mit den zugrundeliegenden Entwicklungen werden dem HBEFA entnommen. Bei der Emissionsbestimmungen wird die Längsneigung der Straßen berücksichtigt, die aus Höhenplänen, Lageplänen bzw. digitalen Geländedaten des Untersuchungsgebietes entnommen wird. Der Kaltstarteinfluss innerorts für Pkw bzw. leichte Nutzfahrzeuge wird entsprechend HBEFA angesetzt. Zur Berechnung der zeitlichen Verteilung der Emissionen werden zusätzlich zu den Verkehrsstärken und LKW-Anteilen die Verteilung des Verkehrs zwischen Werktagen, Samstagen und Sonntagen benötigt. Die in diesem Gutachten verwendeten Verteilungen beruhen auf Zähl-daten der B 8 bei Rain (BASt, 2021).

Die verwendeten Emissionsfaktoren des HBEFA4.2 beziehen sich zunächst auf die unmittelbare Freisetzung von CO<sub>2</sub> durch die Erzeugung der Antriebsenergie während des Betriebs der Kfz („Tank-to-Wheel“), d.h. durch die Verbrennung von Kraftstoff.

Das bei der Bereitstellung der Antriebsenergie, d. h. während der (fossilen) Stromerzeugung für Elektrofahrzeuge mittelbar freigesetzte THG-Aufkommen („Well-to-Tank“) ist in diesen Angaben nicht enthalten und wird gesondert ermittelt. Die dafür verwendeten Emissionsfaktoren werden ebenfalls auf Basis des HBEFA4.2 angesetzt. Die Emissionsfaktoren des HBEFA4.2 basieren dabei auf dem prognostizierten Strommix im Jahr 2035 in Form eines EU-Durchschnitts unter Annahme eines Anteils erneuerbarer Energien von 35 %; eine weitere Untergliederung zur Berücksichtigung spezifischer Ausprägungen der einzelnen Mitgliedsstaaten ist nicht enthalten. Da die erneuerbaren Energien im Strommix von Deutschland bereits 2022 einen Anteil von 46 % ausmachten (Bundesregierung, 2023), werden die indirekten THG-Emissionen zusätzlich auf Grundlage des aktuellen deutschen Strommix bestimmt; entsprechend dem aktuellen Erneuerbaren Energien Gesetz (EEG, 2023) ist bis zum Jahr 2030 eine weitere Steigerung des Erneuerbaren-Energie-Anteils auf mindestens 80 % angestrebt.



**Straßen**

- Bestand
- Planung



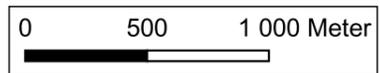
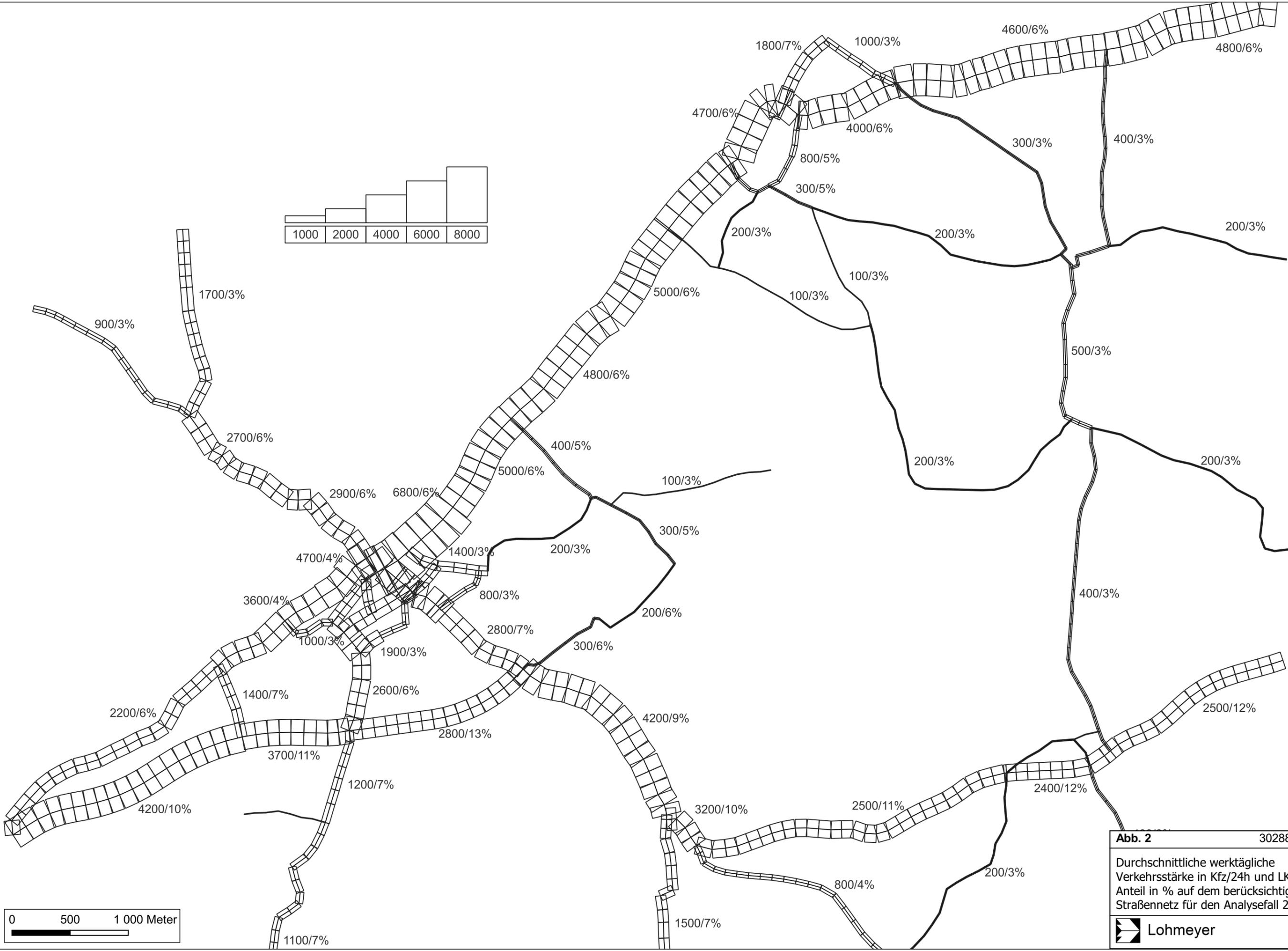
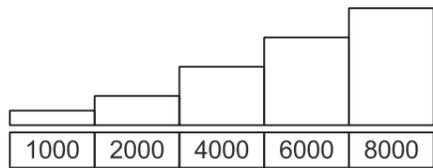
0 500 1 000 Meter

Abb. 1 30288-22-01

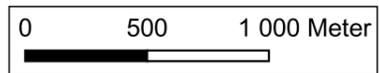
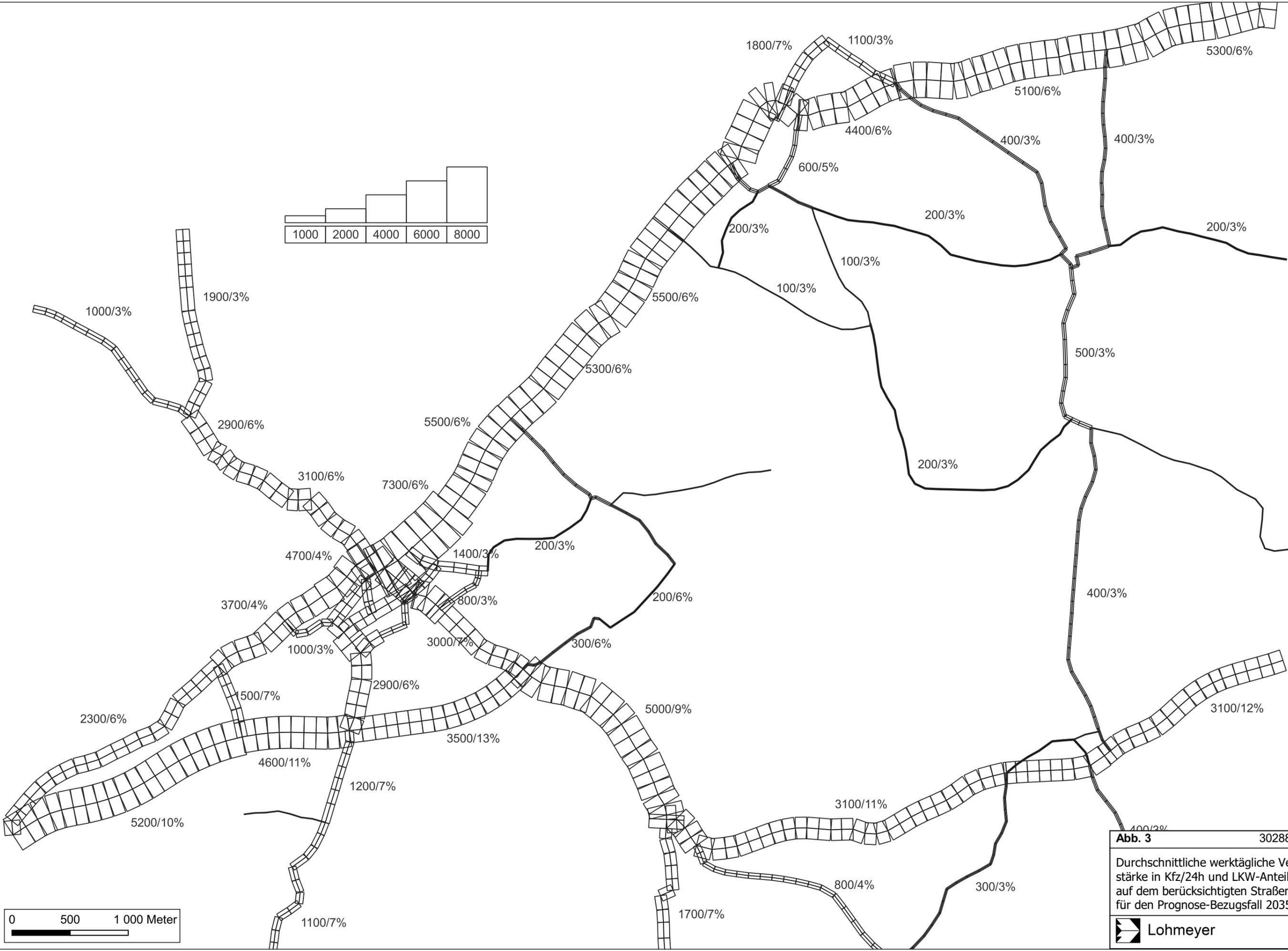
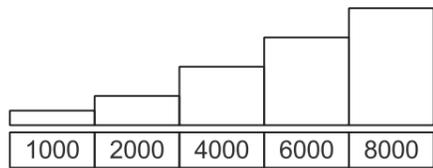
Lageplan des Untersuchungsgebietes



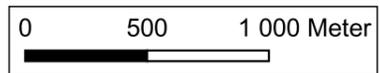
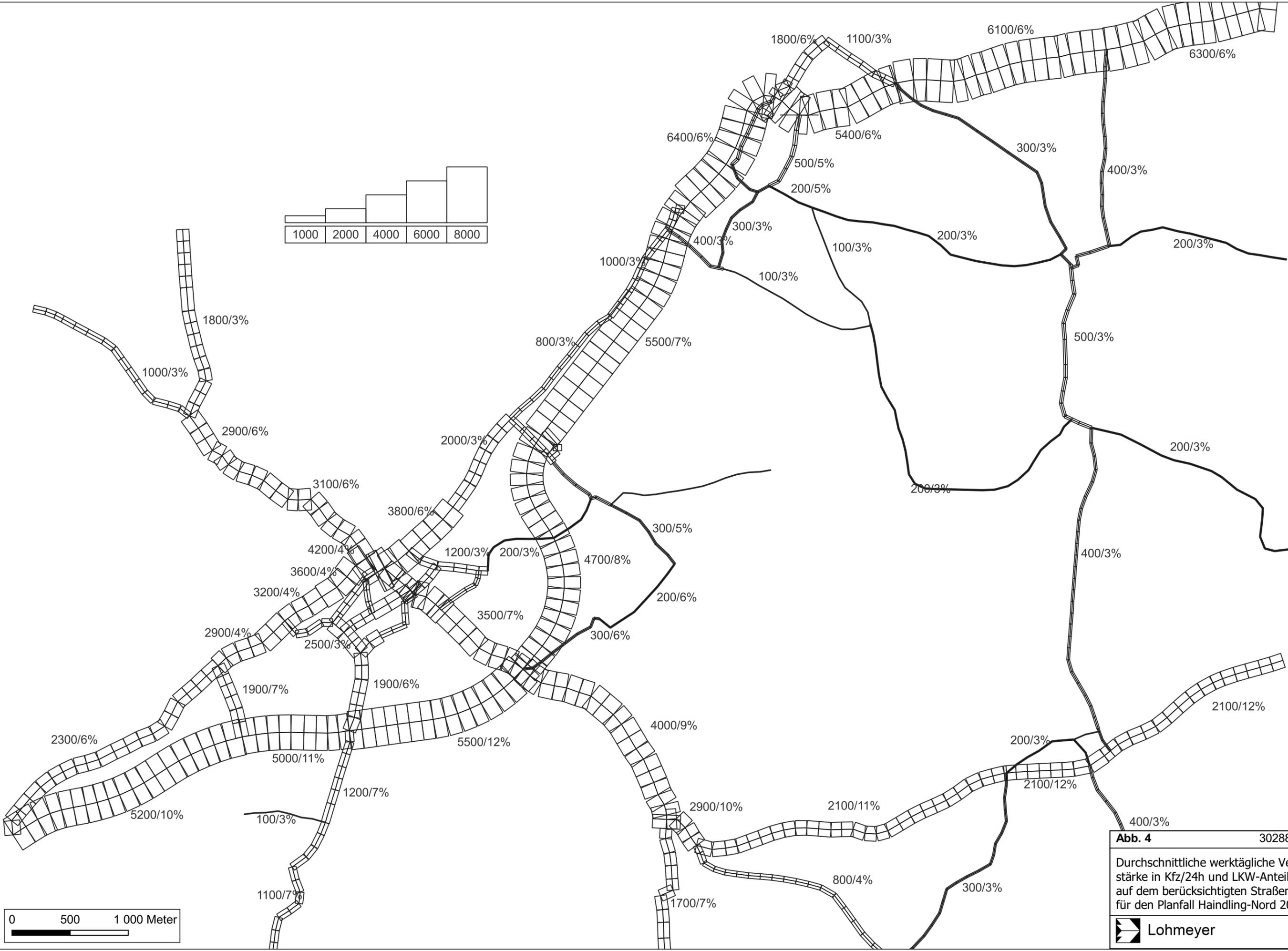
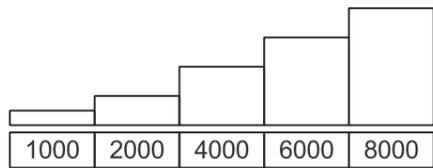
Lohmeyer



**Abb. 2** 30288-22-01  
Durchschnittliche werktägliche Verkehrsstärke in Kfz/24h und LKW-Anteil in % auf dem berücksichtigten Straßennetz für den Analysefall 2016  
 Lohmeyer



**Abb. 3** 30288-22-01  
Durchschnittliche werktägliche Verkehrsstärke in Kfz/24h und LKW-Anteil in % auf dem berücksichtigten Straßennetz für den Prognose-Bezugsfall 2035  
 Lohmeyer



**Abb. 4** 30288-22-01  
Durchschnittliche werktägliche Verkehrsstärke in Kfz/24h und LKW-Anteil in % auf dem berücksichtigten Straßennetz für den Planfall Hainding-Nord 2035



Lohmeyer

Im Bezugsjahr 2016 sind sowohl für die Pkw-Fahrten als auch für andere Fahrzeuggruppen nach HBEFA keine relevanten Anteile der Elektrofahrzeuge enthalten (< 0.1 %). Für das Bezugsjahr 2035 erfolgen knapp 33 % der Pkw-Fahrten mit Elektrofahrzeugen; für leichte Nutzfahrzeuge wie Lieferwagen sind die Anteile mit ca. 20 % genannt; für schwere Nutzfahrzeuge wie Lkw sind geringe Anteile bis knapp 2 % im HBEFA genannt; diese Angaben umfassen auch Hybridfahrzeuge.

Für die Berechnung der direkten Emissionen, die lokal auf dem Straßennetz durch Verbrennungsmotoren freigesetzt werden („Tank-to-Wheel“), zeigt **Tab. 1** die berücksichtigten Verkehrssituationen und die entsprechenden Emissionsfaktoren für den klimarelevanten Anteil der CO<sub>2</sub>-Äquivalente für das Bezugsjahr 2016 und das Prognosejahr 2035, klassifiziert wie im HBEFA für Längsneigungsklassen in 2 %-Stufen für Steigungs- und Gefällestrecken sowie Gegenverkehrsstrecken mit Steigung.

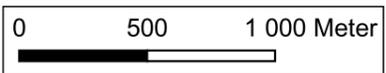
Dabei werden folgende Verkehrssituationen herangezogen:

- AO-HVS100: Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 100 km/h
- AO-HVS80: Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 80 km/h
- AO-HVS80d: Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 80 km/h, dichter Verkehr
- AO-HVS70: Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h
- AO-HVS70d: Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h, dichter Verkehr
- AO-HVS70g: Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h, gesättigter Verkehr
- AO-Sam80: Außerörtliche Sammelstraße, Tempolimit 80 km/h
- AO-Sam80d: Außerörtliche Sammelstraße, Tempolimit 80 km/h, dichter Verkehr
- AO-Sam70: Außerörtliche Sammelstraße, Tempolimit 70 km/h
- AO-Sam70d: Außerörtliche Sammelstraße, Tempolimit 70 km/h, dichter Verkehr
- AO-Sam70g: Außerörtliche Sammelstraße, Tempolimit 70 km/h, gesättigter Verkehr
- IO-HVS60d: Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 60 km/h, dichter Verkehr
- IO-HVS50d: Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
- IO-HVS50g: Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, gesättigter Verkehr
- IO-Sam50d: Innerörtliche Sammelstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
- IO-Sam50g: Innerörtliche Sammelstraße, Tempolimit 50 km/h, gesättigter Verkehr

Die angesetzten Verkehrssituationen sind in **Abb. 5** exemplarisch für den Planfall dargestellt.

Verkehrssituationen

- AO-HVS100
- AO-HVS80
- AO-HVS80d
- AO-HVS70
- AO-HVS70d
- AO-HVS70g
- AO-Sam80
- AO-Sam80d
- AO-Sam70
- AO-Sam70d
- AO-Sam70g
- IO-HVS60d
- IO-HVS50d
- IO-HVS50g
- IO-Sam50d
- IO-Sam50g

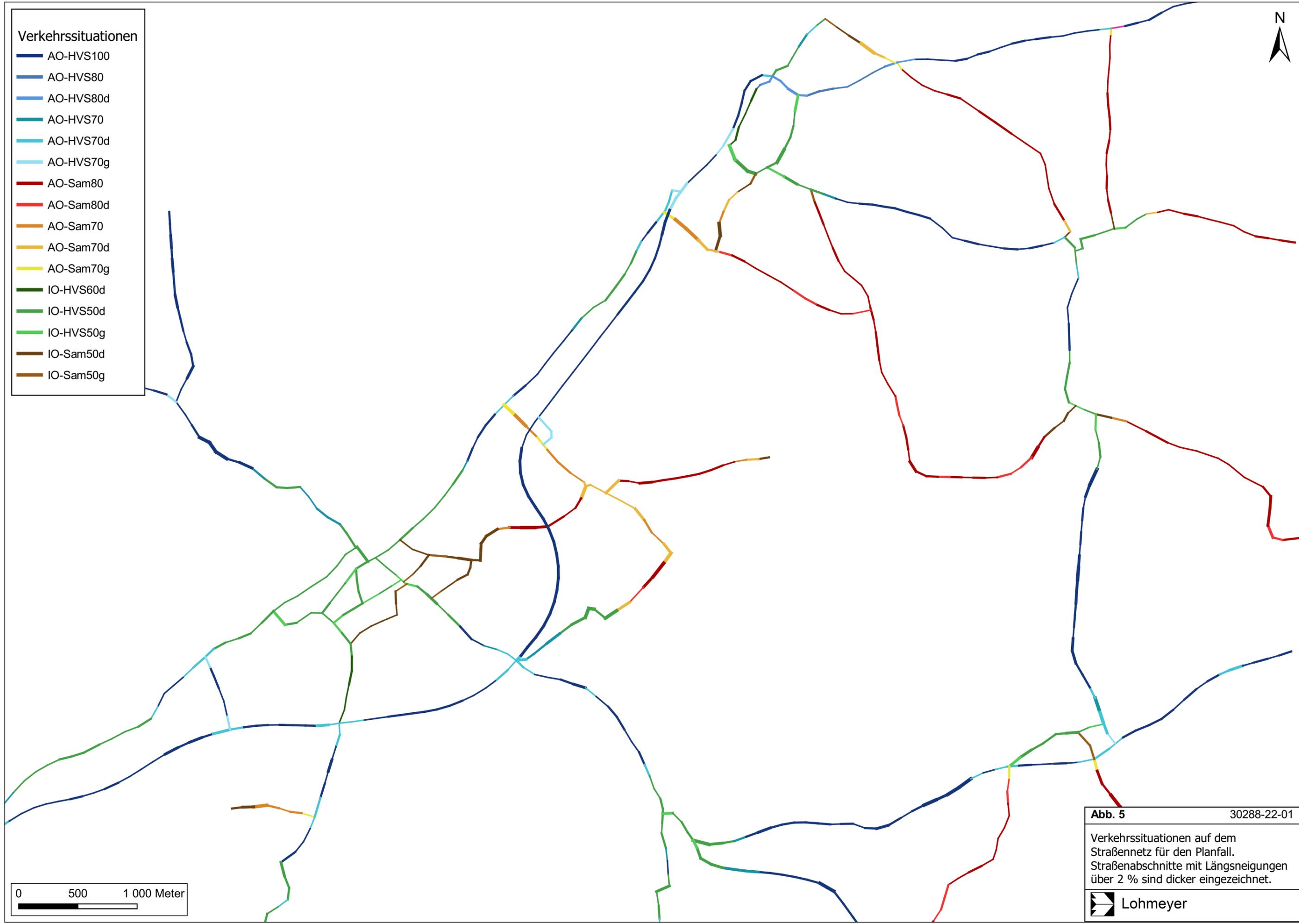


**Abb. 5** 30288-22-01

Verkehrssituationen auf dem Straßennetz für den Planfall.  
Straßenabschnitte mit Längsneigungen über 2 % sind dicker eingezeichnet.



Lohmeyer



Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz in g/km			
Verkehrssituation	Neigung in %	2016		2035	
		LV	SV	LV	SV
AO-HVS100	±0 %	155.0	633.2	101.8	440.2
AO-HVS100	±2 %	156.4	710.9	102.3	508.5
AO-HVS100	±4 %	163.1	940.1	107.8	696.1
AO-HVS100	±6 %	178.8	1 234.3	114.9	926.1
AO-HVS70	±0 %	131.2	598.6	87.4	426.5
AO-HVS70	±2 %	133.6	684.5	88.5	496.6
AO-HVS70	±4 %	140.7	926.2	93.3	694.8
AO-HVS70	±6 %	158.2	1 219.1	104.4	924.8
AO-HVS70d	±0 %	153.9	640.6	100.8	458.1
AO-HVS70d	±2 %	155.6	724.6	101.0	526.8
AO-HVS70d	±4 %	161.9	950.1	104.6	710.4
AO-HVS70d	±6 %	177.0	1 232.4	121.3	933.1
AO-HVS70g	±0 %	190.4	1 176.8	123.5	880.1
AO-HVS70g	±2 %	193.5	1 202.9	123.9	899.5
AO-HVS70g	±4 %	201.1	1 292.8	128.3	973.0
AO-HVS80	±0 %	139.3	598.5	92.5	421.5
AO-HVS80	±2 %	140.9	684.2	93.2	493.9
AO-HVS80d	±0 %	138.0	585.8	91.4	413.5
AO-HVS80d	±2 %	139.0	678.3	91.2	490.2
AO-HVS80d	±4 %	144.3	926.6	99.4	694.3
AO-Sam70	±0 %	136.7	594.8	90.5	423.6
AO-Sam70	±2 %	138.6	689.6	91.2	501.9
AO-Sam70	±4 %	146.6	932.5	98.3	699.4
AO-Sam70	±6 %	163.8	1 225.4	108.0	929.0
AO-Sam70d	±0 %	147.4	684.3	97.1	488.9
AO-Sam70d	±2 %	149.4	767.7	97.5	558.5
AO-Sam70d	±4 %	157.4	979.9	101.4	733.4
AO-Sam70d	±6 %	172.2	1 249.2	117.1	946.6
AO-Sam70g	±0 %	207.2	1 205.6	131.9	896.1
AO-Sam70g	±2 %	207.8	1 242.2	132.3	924.7
AO-Sam70g	±4 %	212.8	1 331.7	136.9	999.4
AO-Sam70g	±6 %	214.4	1 447.7	143.2	1 120.3
AO-Sam80	±0 %	139.8	597.4	93.1	420.3
AO-Sam80	±2 %	142.3	695.5	93.8	503.2
AO-Sam80	±4 %	150.3	936.4	101.3	699.6
AO-Sam80	±6 %	167.4	1 228.9	110.0	928.1
AO-Sam80d	±0 %	156.9	641.9	102.4	459.7
AO-Sam80d	±2 %	160.0	723.3	103.0	527.2
AO-Sam80d	±4 %	168.5	956.4	117.1	718.8
AO-Sam80d	±6 %	182.6	1 239.0	121.4	941.1
IO-HVS50d	±0 %	167.9	582.3	109.2	402.8
IO-HVS50d	±2 %	169.4	655.4	108.5	461.8
IO-HVS50d	±4 %	174.0	854.7	111.1	623.3
IO-HVS50d	±6 %	188.6	1 106.7	124.8	822.3

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz in g/km			
Verkehrssituation	Neigung in %	2016		2035	
		LV	SV	LV	SV
IO-HVS50g	±0 %	226.5	1 159.4	144.3	840.9
IO-HVS50g	±2 %	230.2	1 187.0	146.0	864.2
IO-HVS50g	±4 %	237.2	1 272.1	149.2	934.0
IO-HVS50g	±6 %	250.4	1 410.4	157.2	1 041.2
IO-HVS60d	±0 %	163.3	578.3	106.4	403.3
IO-HVS60d	±2 %	164.8	649.9	106.0	461.5
IO-Sam50d	±0 %	172.7	751.8	112.9	541.4
IO-Sam50d	±2 %	175.7	805.4	113.4	584.0
IO-Sam50d	±4 %	184.1	955.7	122.4	703.6
IO-Sam50d	±6 %	198.0	1 166.1	127.8	868.2
IO-Sam50g	±0 %	231.1	1 183.6	146.5	855.6
IO-Sam50g	±2 %	234.2	1 209.8	148.0	877.4

**Tab. 1:** THG-Emissionsfaktoren in g/km je Kfz für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für die Bezugsjahre 2016 und 2035

Im Vergleich zu den Emissionsfaktoren 2016 sind für das Bezugsjahr 2035 aufgrund der Flotten- und Motorenentwicklung für den Leichtverkehr (LV) zwischen ca. 30 % und ca. 37 % geringere THG-Freisetzungen genannt; im Mittel sind die THG-Freisetzungen im Jahr 2035 ca. 35 % geringer. Für den Schwerverkehr (SV) sind die THG-Freisetzungen zwischen ca. 24 % und bis ca. 31 % und im Mittel ca. 27 % geringer.

In **Tab. 2** sind exemplarisch die Verkehrskennwerte und die daraus abgeleiteten direkten THG-Emissionen für einen Abschnitt der bestehenden St 2142 sowie für einen Abschnitt der geplanten Ortsumgehung St 2142 als Trasse Haindling-Nord aufgezeigt. Am betrachteten Abschnitt sind im Prognose-Bezugsfall im Bezugsjahr 2035 trotz einer ca. 10-prozentigen Zunahme der Verkehrsbelastung die THG-Emissionen durch die Flottenentwicklung ca. 27 % geringer als im Analysefall 2016. Im Planfall 2035 ist am betrachteten Abschnitt aufgrund der Entlastung durch die Ortsumgehung das Verkehrsaufkommen um ca. 85 % geringer als im Prognose-Bezugsfall und es lassen sich um vergleichbare Verringerungen der THG-Emissionen ermitteln.

	DTVw in Kfz/24h	LKW- Anteil in %	Verkehrs- situation	Mittlere THG- Emissionsdichte in mg/(m*s)
<b>Analysefall 2016</b>				
St 2142	4 800	6	AO-HVS100	9.24
<b>Prognose-Bezugsfall 2035</b>				
St 2142	5 300	6	AO-HVS100	6.78
<b>Planfall 2035</b>				
St 2142	800	3	AO-HVS100	0.95
St 2142, Trasse Haindling-Nord	5 500	7	AO-HVS100	7.20

**Tab. 2:** Verkehrsdaten und berechnete Emissionen für einen exemplarischen Querschnitt der bestehenden St 2142 und der Trasse Haindling-Nord

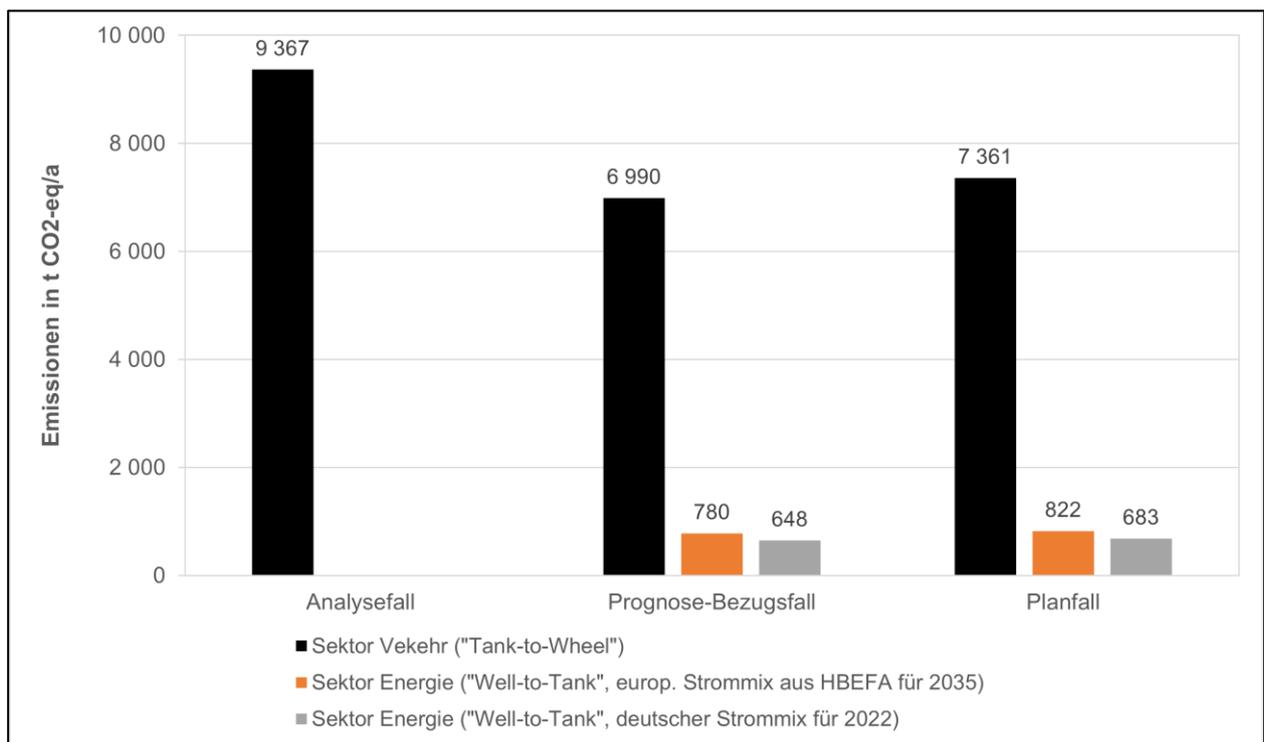
### **THG-Gesamtemissionen des lokalen Straßennetzausschnittes (Sektor Verkehr und Sektor Energiewirtschaft)**

Für die Untersuchungsfälle werden zunächst die direkten Treibhausgasgesamtemissionen ermittelt, die auf dem jeweiligen Straßennetz im Jahresverlauf durchschnittlich freigesetzt werden („Tank-to-Wheel“). Ergänzend zu den verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen werden auf Basis der durchschnittlichen Verkehrsaufkommen und der Streckenlänge die jährlichen Kfz-Fahrleistungen in Kilometern berechnet. Für den Vergleich der Entwicklung der THG-Emissionen auf dem betrachteten lokalen Straßennetz wird die Minderung zwischen dem Analysejahr 2016 und dem Prognose-Bezugsfall 2035 sowie dem Planfall 2035 aufgezeigt und den Anforderungen des KSG für relative Minderungen zwischen 2016 und 2035 gegenübergestellt. Die Ergebnisse sind in **Tab. 3** zusammengefasst und in **Abb. 6** (schwarze Balken) aufgezeigt.

Gegenüber dem Bestand im Bezugsjahr 2016 sind im Bezugsjahr 2035 Zunahmen der Fahrleistung um ca. 12 % abgeleitet, die sich unter Berücksichtigung der Planungen auf insgesamt knapp 17 % erhöhen. Trotz dieser Verkehrszunahmen sind die THG-Emissionen im Prognose-Bezugsfall 2035 ca. 25 % geringer als im Analysefall 2016. Im Planfall 2035 sind aufgrund weiterer Verkehrszunahmen etwas geringere Abnahmen der THG-Emissionen um ca. 21 % gegenüber dem Analysefall 2016 im betrachteten Straßennetz ermittelt. Gegenüber dem Prognose-Bezugsfall ist im Planfall die Fahrleistung im betrachteten Straßennetz planungsbedingt um ca. 4 % erhöht. Die relative Zunahme der THG-Emissionen ist im Vergleich zur planungsbedingten Zunahme der Fahrleistung im betrachteten Straßennetz etwas intensiver und beträgt ca. 5 %.

	THG-Emission in t CO <sub>2</sub> - eq/a	Änderung in %		Fahrleistung in Mio. km/a	Änderung in %	
		zu A0	zu P0		zu A0	zu P0
<b>Analysefall 2016 (A0)</b>	9 367.0	-	-	52.5	-	-
<b>Prognose-Bezugsfall 2035 (P0)</b>	6 989.6	- 25.4 %	-	58.7	+ 11.8 %	-
<b>Planfall 2035 (PL)</b>	7 361.3	- 21.4 %	+ 5.3 %	61.2	+ 16.6 %	+ 4.3 %

**Tab. 3:** THG-Gesamtemission und Fahrleistung auf dem betrachteten Straßennetz für die betrachteten Untersuchungsfälle



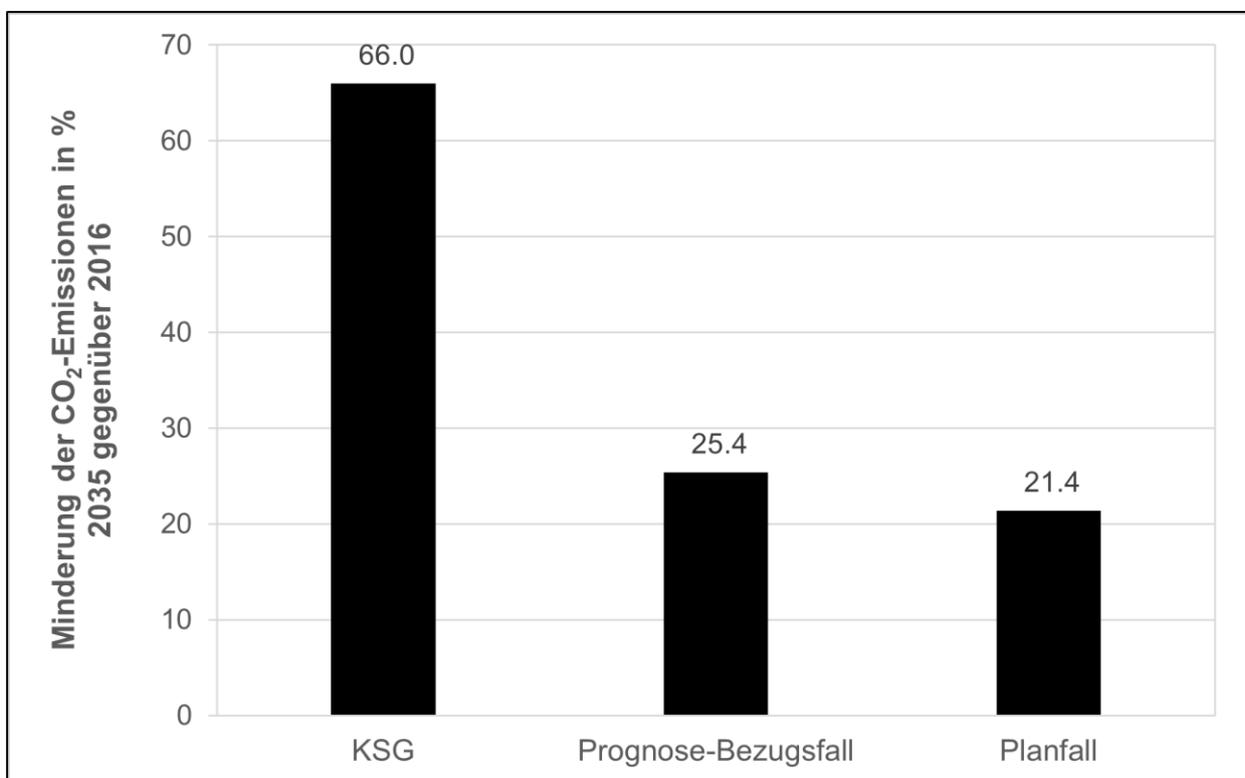
**Abb. 6:** Verkehrsbedingte Emissionen in t CO<sub>2</sub>-eq/a für die Untersuchungsfälle

Für die Einordnung der planungsbedingten Auswirkungen auf die Treibhausgasemissionen des lokalen Straßennetzabschnitts wird die Änderung zwischen dem Analysejahr 2016 und dem Prognose-Bezugsfall 2035 sowie dem Planfall 2035 den Anforderungen des KSG für relative Minderungen zwischen 2016 und 2035 gegenübergestellt.

Im Hinblick auf die im neuen Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG, 2019) genannten nationalen Klimaschutzziele ist für den Sektor Verkehr gegenüber dem Jahr 2020 eine verbindliche Minderung an Treibhausgasemissionen um ca. 43 % im Jahr 2030 festgelegt. Für das Jahr 2016 werden im KSG keine Jahresemissionsmengen an CO<sub>2</sub>-Äquivalent genannt. Das UBA veröffentlicht jährlich die „Vorjahresschätzung der deutschen Treibhausgas-Emissionen“ (UBA, 2023), in der für das Jahr 2016 für den Sektor Verkehr ein Wert von 164,6 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent genannt werden. Für das Jahr 2035 sind im KSG keine sektorenbezogene Minderungsziele enthalten. Sektorenübergreifend ist für das Jahr 2035 eine weitere Reduktion der Treibhausgase gegenüber 2030

um ca. 34 % festgelegt, bezogen auf das Jahr 2016 und übertragen auf den Sektor Verkehr entspricht das einer Minderung der Treibhausgasemissionen um ca. 66 %.

Die relativen prozentualen Minderungen der direkten Treibhausgasemissionen im betrachteten Straßennetz sind in **Abb. 7** den aus den Angaben des KSG abgeleiteten Minderungszielen für den Sektor Verkehr gegenübergestellt. Dabei wird deutlich, dass das abgeleitete Minderungsziel 2035 im Untersuchungsgebiet bereits ohne Berücksichtigung der Planung im Prognose-Bezugsfall deutlich nicht erreicht wird. Die für den lokalen Straßennetzausschnitt errechnete Minderung im Bezugsjahr 2035 gegenüber dem Analysefall 2016 erreicht lediglich die Anforderungen des KSG für das Jahr 2025. Für eine mögliche Erreichung des Minderungsziels wäre beispielsweise eine Erhöhung des Anteils der Elektro-PKW im Jahr 2035 von 33 % auf ca. 90 % erforderlich, d. h. eine rasche und sehr deutliche Umstellung der Kfz-Flottenzusammensetzung im Hinblick auf Pkw.



**Abb. 7:** Nach KSG im Jahr 2035 erforderliche Minderung der Treibhausgasemissionen gegenüber 2016 und für das Untersuchungsgebiet berechnete Minderungen der THG-Emissionen im Jahr 2035 gegenüber 2016

Zusätzlich werden für den Prognose-Bezugsfall und den Planfall die THG-Gesamtemissionen im Sektor Energiewirtschaft ermittelt, die durch die benötigte Antriebsenergie der auf dem betrachteten Straßennetz fahrenden Elektrofahrzeuge im Jahresverlauf durchschnittlich entstehen („Well-to-Tank“). Die Berechnung erfolgt zum einen auf Basis des Strommix im EU-Durchschnitt aus dem HBEFA4.2 unter Annahme eines Anteils erneuerbarer Energien von 35 % im Jahr 2035. Da die erneuerbaren Energien im Strommix von Deutschland bereits 2022 einen Anteil von 46 % ausmachten (Bundesregierung, 2023), werden die THG-Emissionen zum anderen auf Grundlage des aktuellen deutschen Strommix bestimmt. Die Ergebnisse sind in **Tab. 4** zusammengefasst

und ebenfalls in **Abb. 6** berücksichtigt (orangefarbene und graue Balken). Aufgrund der kaum erfassbaren Anteile von Elektrofahrzeugen an der Gesamtflotte im Jahr 2016 wird im Analysejahr auf eine Berechnung der THG-Gesamtemissionen im Sektor Energiewirtschaft verzichtet.

Gegenüber dem Bestand im Prognose-Bezugsfall ist unter Berücksichtigung der Planung aufgrund des etwas höheren Verkehrsaufkommens eine relative Zunahme der indirekten verkehrsbedingten THG-Emissionen um knapp 5 % abgeleitet bzw. eine Zunahme der Emissionen im Sektor Energiewirtschaft von knapp 42 t ermittelt. Gegenüber den unmittelbar lokal im Untersuchungsgebiet freigesetzten Treibhausgasen durch den Betrieb von konventionellen Kfz sind die durch die Stromerzeugung für den späteren Betrieb von Elektro-Kfz bedingten THG-Emissionen deutlich geringer, wie in **Abb. 6** dargestellt.

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG, 2023) sieht vor, dass der Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostrom in Deutschland bis zum Jahr 2030 auf mindestens 80 % gesteigert werden soll. Bei Umsetzung dieser Ziele ließen sich die durch die Produktion der Antriebsenergie für Elektrofahrzeuge freigesetzten THG-Emissionen weiter deutlich reduzieren.

	europäischer Strommix 2035		deutscher Strommix 2022	
	THG-Emission in t CO <sub>2</sub> -eq/a	Änderung	THG-Emission in t CO <sub>2</sub> -eq/a	Änderung
<b>Prognose-Bezugsfall (2035)</b>	780.1	-	648.1	-
<b>Planfall (2035)</b>	821.9	+ 5.4 %	682.8	+ 5.4 %

**Tab. 4:** THG-Gesamtemissionen auf dem betrachteten Straßennetz im Sektor Energiewirtschaft für die betrachteten Untersuchungsfälle und verschiedene Strommixe

### Baubetrieb-bedingte Treibhausgasemissionen (Sektor Industrie)

Die Treibhausgasemissionen, die durch die Herstellung, den Bau und die Instandhaltung des Planvorhabens freigesetzt werden, sind die sogenannten Lebenszyklusemissionen. Diese werden entsprechend dem im „Methodenpapier zur Berücksichtigung des globalen Klimas bei der Straßenplanung in Bayern“ (StMB, 2022) genannten Vorgehen ermittelt.

Die jährlichen Emissionen werden auf Basis der im Methodenpapier (StMB, 2022) genannten Durchschnittswerte der spezifischen Treibhausgasemissionen pro m<sup>2</sup> versiegelter Fläche berechnet. Für Bundes- oder Staatsstraßen beträgt dieser spezifische Emissionsfaktor 4.6 kg CO<sub>2</sub>-eq/(m<sup>2</sup>\*a). Aufgrund des höheren Materialbedarfs und Bauaufwands erfolgt für Flächen mit Brücken- und Tunnelabschnitten ein zusätzlicher Aufschlag bei der Berechnung der Lebenszyklusemissionen. Der spezifische Emissionsfaktor beträgt für Brückenabschnitte 12.6 kg CO<sub>2</sub>-eq/(m<sup>2</sup>\*a) und für Tunnelabschnitte 27.1 kg CO<sub>2</sub>-eq/(m<sup>2</sup>\*a). Vergleichbare Angaben sind in ARS Nr. 03/2023 genannt.

Die Angaben zur im Rahmen des Planvorhabens versiegelten Flächengrößen der Verkehrsanlage und der Brücke wurden vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt. Die Gesamtfläche der Verkehrsanlage beträgt ca. 114 009 m<sup>2</sup>, davon entfallen ca. 5 035 m<sup>2</sup> auf Brückenabschnitte. Tunnelabschnitte sind nicht vorgesehen.

Auf dieser Grundlage ergeben sich die in **Tab. 5** aufgeführten Lebenszyklusemissionen für Umsetzung und Instandhaltung des Planvorhabens. Die Verkehrsanlage führt zu Lebenszyklusemissionen von ca. 524 t CO<sub>2</sub>-eq/a. Für die Brückenabschnitte erfolgt ein Aufschlag von ca. 63 t CO<sub>2</sub>-eq/a, sodass sich die Lebenszyklusemissionen insgesamt auf jährlich ca. 588 t CO<sub>2</sub>-eq/a belaufen.

Straßenkategorie	Gesamtfläche [m <sup>2</sup> ]	Spezif. THG-Emissionen [kg/(m <sup>2</sup> *a)]	kg CO <sub>2</sub> -eq/a
Staatsstraße St 2142 (inkl. Brücken- und Tunnelabschnitten)	114 009	4.6	524 441
Aufschlag Brückenabschnitte	5 035	12.6	63 444
Aufschlag Tunnelabschnitte	0	27.1	0
<b>Gesamtsumme kg CO<sub>2</sub>-eq/a</b>	–	–	587 885

**Tab. 5:** Bilanzierung der Lebenszyklusemissionen für die Umsetzung und Instandhaltung des Planvorhabens nach StMB-Methodenpapier (2022).

## Treibhausgasemissionen durch Landnutzungsänderung

Ein Planvorhaben führt anlagebedingt zu Landnutzungsänderungen, wodurch sich dauerhafte Auswirkungen auf Biotopstrukturen und Böden ergeben. Verluste von Biotopstrukturen und Böden im Bereich des Planvorhabens wirken sich in der Regel negativ auf die Klimabilanz aus, da mit ihnen wichtige Kohlenstoffspeicher entfallen. Landschaftspflegerische Begleitmaßnahmen zur Kompensation des Eingriffs können sich hingegen positiv auf die Klimabilanz auswirken, insbesondere wenn sie die Entwicklung von Böden oder Vegetationskomplexen/Biotopen mit klimarelevanter Funktionsausprägung fördern. Das Ausmaß der klimarelevanten Landnutzungsänderungen werden entsprechend dem im „Methodenpapier zur Berücksichtigung des globalen Klimas bei der Straßenplanung in Bayern“ (StMB, 2022) genannten Vorgehen ermittelt; vergleichbare Vorgehensweisen sind im ARS Nr. 03/2023 genannt.

Im Gegensatz zu den Sektoren Industrie und Verkehr gibt es zurzeit für die Ermittlung der durch die Landnutzungsänderung bedingten Emissionen keine ausreichend belastbaren Berechnungsgrundlagen. Um wenigstens eine Tendenz der planungsbedingten Auswirkungen zu erhalten, werden entsprechend dem Methodenpapier (StMB, 2022) die Flächen mit klimarelevantem bau- und anlagebedingtem Eingriff den Flächen mit Kompensationsmaßnahmen mit Klimaschutzwirkung gegenübergestellt (vgl. **Tab. 6**). Eine Einstufung der Wertigkeit im Hinblick auf den Klimaschutz ist entsprechend dem Methodenpapier (StMB, 2022) nicht vorgesehen.

Die Flächenangaben der planungsbedingten Eingriffe und Kompensationsmaßnahmen wurden aus der durch das Landschaftsbüro Pirkl-Riedel-Theurer (2023) zur Verfügung gestellten Zusammenstellung der Landnutzungsänderungen entnommen.

Als klimarelevante Böden sind nach dem Methodenpapier (StMB, 2022) Moorböden und anmoorige Böden sowie feuchte bis nasse Mineralböden wie Gleye oder Pseudogleye einzustufen. Wenzel et al. (2022) weisen Niedermooren und Hochmooren mit einer naturnahen Nutzung eine sehr hohe Bedeutung für den Klimaschutz zu, Tiefumbruchböden, dem Pseudogley, dem Gley und dem Podsol bei Waldnutzung eine hohe Bedeutung und bei Nutzung als Dauergrünland oder Dauerbrache eine mittlere Bedeutung. Auch Auenböden und Marschen haben bei Nutzung als Dauergrünland oder Dauerbrache eine mittlere Bedeutung für den Klimaschutz. Sonstigen Mineralböden mit Nutzung als Grünland mit einer Dauer von weniger als fünf Jahren oder Acker werden von Wenzel et al. (2022) keine Bedeutung für den Klimaschutz zugesprochen.

Im Hinblick auf Böden mit besonderer Funktionsausprägung sind im Rahmen des Planvorhabens Aueböden von Versiegelung oder Überbauung betroffen. Durch die Kompensationsmaßnahmen werden zum Ausgleich Böden mit besonderer Funktionsausprägung geschaffen (vgl. **Tab. 6**).

Im Hinblick auf die Klimarelevanz besonders hochwertige Vegetationskomplexe und Biotope stellen entsprechend dem Methodenpapier (StMB, 2022) ausgewiesene Klimaschutzwälder, Immissionsschutzwälder, Bodenschutzwälder sowie natürliche und naturnahe Biotope, die dauerhaft keiner Nutzung unterliegen, sowie extensiv bewirtschaftete Feucht- und Nassgrünländer dar.

Insbesondere bei Waldstandorten bedingt auch die bauzeitliche Inanspruchnahme einen erheblichen Verlust der Klimaschutzfunktion, da auch mit einer artgleichen Wiederherstellung nach der Bauzeit nicht sofort wieder dieselbe Funktionsfähigkeit im Hinblick auf die Kohlenstoffspeicherung erreicht wird. Berücksichtigt werden im vorliegenden Fall daher Flächen mit der Minderung oder dem Verlust der Biotopfunktion durch Versiegelung, Überbauung oder bauzeitliche Inanspruchnahme der in **Tab. 6** aufgeführten Biotope.

<b>Landnutzung</b>	<b>Eingriff</b> (bau-/anlage- bedingte Flächen- inanspruchnahme) <b>[m<sup>2</sup>]</b>	<b>Kompensation</b> (Ausgleichsmaß- nahmen inkl. Gestaltungs- maßnahmen) <b>[m<sup>2</sup>]</b>
<b>Böden</b> mit besonderer Funktionsausprägung (hier Aueböden)	22 000	24 100
<b>Wald</b>	2 400	4 800
<i>davon ausgewiesene Klimaschutzwälder, Immissionsschutzwälder sowie natürliche und naturnahe Waldbestände</i>	–	–
<i>davon Waldumbau</i>	–	–
<i>davon Neuaufforstung</i>	–	4 800
<b>Gehölze (inkl. Baumreihen)</b>	3 700	40 300
<b>Grünland</b>	11 900	180 900
<i>davon extensiv genutztes Grünland</i>	11 300	180 900
<b>sonstige naturnahe Biotope</b>	13 400	1 900
<b>Gesamtsumme</b>		
Böden	22 000	24 100
Biotope	31 400	252 000

**Tab. 6:** Bilanzierung der Landnutzungsänderungen durch das Planvorhaben nach StMB, 2022

Zur Kompensation der Eingriffe in klimarelevante Biotope können u.a. die fachgerechte Wiedervernässung von Moorstandorten, die Extensivierung von landwirtschaftlichen Flächen und insbesondere nassen Grünlandstandorten, Neuaufforstung, Gehölzpflanzungen oder Waldumbau dienen. Auf der Seite der Kompensationsmaßnahmen werden in **Tab. 6** neben der Neuaufforstung von Wald und anderen Ausgleichsmaßnahmen auch die Gestaltungsmaßnahmen auf den Straßenböschungen und -begleitflächen mit Grünland und Einzelbäumen als klimarelevant bilanziert.

Die durch das Planvorhaben bedingten Eingriffe im Hinblick auf die Landnutzung werden durch die vorgesehenen Kompensationsmaßnahmen entsprechend die Bilanzierungsmethodik nach StMB (2022) zum Teil deutlich ausgeglichen.

### Gesamtbilanz der vorhabenbedingten Treibhausgasemissionen

**Tab. 7** fasst die Gesamtbilanz der vorhabenbedingten Treibhausgasemissionen zusammen. Von den in CO<sub>2</sub>-eq/a bilanzierbaren vorhabenbedingten Treibhausgasemissionen entfällt der überwiegende Teil mit einem Anteil von ca. 59 % auf die Lebenszyklusemissionen im Sektor Industrie sowie mit einem Anteil von ca. 37 % auf die vorhabenbedingte Zusatzbelastung im Sektor Verkehr. Die vorhabenbedingte Zunahme der Elektrofahrzeugemissionen im Sektor Energiewirtschaft macht mit ca. 4 % einen vergleichsweise geringen Anteil an den bilanzierbaren vorhabenbedingten Treibhausgasemissionen aus. Insgesamt ergeben sich für die drei Sektoren planungsbedingte Zunahmen Treibhausgasemissionen von ca. 1 001.4 t CO<sub>2</sub>-eq/a.

<b>Gesamtbilanz der vorhabenbedingten THG-Emissionen</b>			
<b>Sektor Industrie</b>			
Lebenszyklusemissionen		587.9 t CO <sub>2</sub> -eq/a	
<b>Sektor Verkehr</b>			
Verkehrsemissionen (vorhabenbedingte Zusatzbelastung)		371.7 t CO <sub>2</sub> -eq/a	
<b>Sektor Energiewirtschaft</b>			
Elektrofahrzeugemissionen (vorhabenbedingte Zusatzbelastung)		41.8 t CO <sub>2</sub> -eq/a	
<b>Sektor Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft</b>			
Inanspruchnahme von Böden mit klimaschutzrelevanten Funktionen	22 000 m <sup>2</sup>	Kompensationsmaßnahmen mit relevanter Klimaschutzwirkung für Böden	24 100 m <sup>2</sup>
Inanspruchnahme von klimaschutzrelevanten Biotopen / Vegetationskomplexen	31 400 m <sup>2</sup>	Kompensationsmaßnahmen mit relevanter Klimaschutzwirkung für Biotope / Vegetationskomplexe	252 000 m <sup>2</sup>

**Tab. 7:** Gesamtbilanz der vorhabenbedingten Treibhausgasemissionen, verändert und ergänzt nach StMB, 2022

Die geplante Ortsumfahrung von Geiselhöring im Zuge der St 2142 ist mit zusätzlichen Treibhausgasfreisetzungen pro Jahr verbunden. Ein Hauptanteil, der direkt im Umfeld der Planung entsteht, wird dabei durch den Straßenverkehr sowie den Bau und die Instandhaltung der Ortsumfahrung verursacht. Demgegenüber ist die Planung mit einer verkehrlichen Entlastungswirkung der derzeitigen Ortsdurchfahrt in Geiselhöring verbunden und führt damit zu Verringerungen von Schadstofffreisetzungen durch den Straßenverkehr im unmittelbaren Siedlungsbereich. Die

durch das Planvorhaben bedingten Landnutzungseingriffe werden durch Kompensationsmaßnahmen ausgeglichen.

Bochum, den 22.05.2023

## Quellen

- BASSt (2021): Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2017. Jahresauswertung der automatischen Dauerzählstellen. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik, Bergisch-Gladbach, 2021.
- BMDV (2023): Allgemeines Rundschreiben Straßenbau (ARS) Nr. 03/2023 „Hinweise zur Berücksichtigung der großräumigen Klimawirkungen in der Vorhabenzulassung“. Hrsg.: Bundesministerium für Digitales und Verkehr, Bonn, Januar 2023.
- Bundesregierung (2023): Fragen und Antworten zur Energiewende. Anteil der Erneuerbaren Energien steigt weiter. [www.bundesregierung.de](http://www.bundesregierung.de).
- EEG (2023): Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), das zuletzt durch Artikel 6 des Gesetzes vom 4. Januar 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 6) geändert worden ist.
- KSG (2019): Bundes-Klimaschutzgesetz vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2513), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. August 2021 (BGBl. I S. 3905) geändert worden ist, in Kraft getreten am 18. Dezember 2019
- Kurzak, H. (2021): Verkehrsuntersuchung St 2142, Umfahrung Geiselhöring 2019/2021. Aktualisierung der Verkehrsuntersuchung von 2008. München, März 2021.
- Landschaftsbüro Pirkl-Riedel-Theurer (2023): St 2142, Verlegung bei Geiselhöring und Perkam – Feststellungsentwurf. Flächenermittlung für den Fachbeitrag „Globales Klima“, Sektor Landnutzungsänderung.
- StMB (Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr) (2022): Methodenpapier zur Berücksichtigung des globalen Klimas bei der Straßenplanung in Bayern. Erstellt durch Kortemeier Brokmann Landschaftsarchitekten GmbH, Herford, November 2022.
- UBA (2022): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Version 4.2 / Februar 2022. Hrsg.: Umweltbundesamt, Berlin. [www.hbefa.net](http://www.hbefa.net).
- Wenzel, T.; Thiele, J.; Badelt, O.; Makala, M.; Makala, C.; von Haaren, C. (2022): Erfassen und Bewerten der Klimaschutzfunktion: Treibhausgasspeicher und Erzeugung erneuerbarer Energien in der Landschaft. In: Albert, C.; Galler, C.; von Haaren, C. (Hg.): Landschaftsplanung. 2. überarb. und erw. Auflage, Januar 2022.