

Stadt Heilbronn – Amt für Straßenwesen

Straße: Nordumfahrung Frankenbach / Neckargartach und L1100 Neckartalstraße

Nordumfahrung Frankenbach / Neckargartach

und

L 1100 2-bahniger Ausbau
HN-Neckargartach – AS HN-Untereisesheim

Projekt - Nr.: 16.016

- Feststellungsentwurf - Deckblätter

Unterlage 17.2-a

Lufthygienische Untersuchung

Vorbemerkung zur Luftschadstofftechnischen Untersuchung:

Im Gutachten wird für die Verkehrszahlen der Prognosehorizont 2030 zugrunde gelegt. In der Plausibilitätsbetrachtung für den Prognosehorizont 2035 (Unterlage 22.5) wird nachgewiesen, dass sich gegenüber der Prognose 2030 für die Prognose 2035 geringere Werte ergeben.

Somit ist die Luftschadstofftechnische Untersuchung trotz ausgewiesenem Prognosehorizont 2030 aussagekräftig und geht von ungünstigeren Verkehrsmengen aus.

Im Gutachten wird für die Emissionsfaktoren der Prognosehorizont 2025 zugrunde gelegt. Da die Fahrzeugflotte im Jahr 2035 deutlich schadstofffreundlicher sein wird als im Jahr 2025 (Erhöhter Anteil Elektrofahrzeuge) liegt der gewählte Ansatz 2025 auf der „sicheren Seite“.

Die nachfolgende **Unterlage 17.2-a** ersetzt die ursprüngliche Unterlage 17.2 vollumfänglich.

~~05. April 2022~~ 09. September 2024

Lufthygienische Untersuchung
zum Bau der Verbindungsstraße „Nordumfahrung Frankenbach /
Neckargartach“ und dem „Ausbau der Neckartalstraße“.
- Deckblatt 17.2-a -

Auftraggeber: Amt für Straßenwesen
Stadt Heilbronn
74072 Heilbronn

Durchführung: Ingenieurbüro Rau
Bottwarbahnstraße 4
D-74081 Heilbronn

~~Heilbronn, 07. Juli 2020~~

Heilbronn, 29. April 2024

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	i
Tabellenverzeichnis	iii
Abbildungsverzeichnis	iii
1 Aufgabenstellung und Untersuchungsumfang	5
2 Planunterlagen	6
3 Vorgehensweise und Methodik	7
4 Untersuchungsgebiet und geplante Vorhaben.....	8
5 Emissionsbestimmung	10
5.1 Verkehrszahlen	10
5.2 Emissionen des Straßenverkehrs	11
5.2.1 Motorbedingte Emissionen.....	12
5.2.2 Abrieb und Aufwirbelung	13
5.3 Ergebnisse der Emissionsbestimmung Straßenverkehr.....	13
6 Festlegungen für die Strömungs- und Ausbreitungssimulation.....	16
6.1 Festlegung des Beurteilungsgebietes	16
6.1.1 Ausbau der Neckartalstraße.....	16
6.1.2 Nordumfahrung	16
6.2 Strömungssimulation	16
6.2.1 Geländeeinfluss	16
6.2.2 Gebäudeeinflüsse	16
6.3 Ausbreitungssimulation	17
6.3.1 Emissionsseitige Festlegungen.....	17
6.3.2 Meteorologie	17
6.3.3 Statistische Unsicherheit.....	18
7 Immissionsseitige Auswirkungen	19
7.1 Beurteilungsgrundlagen.....	19
7.2 Bestimmung der Gesamtbelastung.....	20
7.2.1 Hintergrundbelastung.....	20
7.2.2 Jahresmittelwerte	20
7.3 Ergebnisse der Immissionsberechnungen	20

7.3.1	Ausbau der Neckartalstraße.....	20
7.3.2	Nordumfahrung	21
7.4	Abschließende Bewertung.....	21
8	Literaturverzeichnis	30

Tabellenverzeichnis

Tab. 5-1:	Straßenabschnitte mit Kriterien-Zuordnung nach HBEFA Version 4.2.2 und den ermittelten Emissionen für den Prognosenullfall für den Ausbau der Neckartalstraße.....	14
Tab. 5-2:	Straßenabschnitte mit Kriterien-Zuordnung nach HBEFA Version 4.2.2 und den ermittelten Emissionen für den Prognoseplanfall für den Ausbau der Neckartalstraße.....	14
Tab. 5-3:	Straßenabschnitte mit Kriterien-Zuordnung nach HBEFA Version 4.2.2 und den ermittelten Emissionen für den Prognoseplanfall für die Nordumfahrung.	15
Tab. 7-1:	Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit [12].	19
Tab. 7-2:	Hintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet für das Jahr 2025	20

Abbildungsverzeichnis

Abb. 4-1:	Relief des Gebietes im potenziellen Einflussbereich der geplanten Vorhaben (Bildquelle: Kartengrundlage: TK10) [1].....	9
Abb. 5-1:	Bezeichnung der Streckenabschnitte verändert nach [3].	11
Abb. 6-1:	Synthetische Ausbreitungsklassenzeitreihe (SynRepAKTerm) im Bereich des Untersuchungsgebiets Heilbronn – Ausbau Neckartalstraße [11].....	17
Abb. 6-2:	Synthetische Ausbreitungsklassenzeitreihe (SynRepAKTerm) im Bereich des Untersuchungsgebiets Heilbronn – Nordumfahrung [11].	18
Abb. 7-1:	Ausbau Neckartalstraße: Prognose der NO ₂ -Jahresmittelwerte der Immissionsgesamtbelastung für den Prognosenullfall in 1,5 m Höhe über Geländenniveau.....	22
Abb. 7-2:	Ausbau Neckartalstraße: Prognose der PM ₁₀ -Jahresmittelwerte der Immissionsgesamtbelastung für den Prognosenullfall in 1,5 m Höhe über Geländenniveau.....	23
Abb. 7-3:	Ausbau Neckartalstraße: Prognose der PM _{2.5} -Jahresmittelwerte der Immissionsgesamtbelastung für den Prognosenullfall in 1,5 m Höhe über Geländenniveau.....	24
Abb. 7-4:	Ausbau Neckartalstraße: Prognose der NO ₂ -Jahresmittelwerte der Immissionsgesamtbelastung für den Prognoseplanfall in 1,5 m Höhe über Geländenniveau.....	25
Abb. 7-5:	Ausbau Neckartalstraße: Prognose der PM ₁₀ -Jahresmittelwerte der Immissionsgesamtbelastung für den Prognoseplanfall in 1,5 m Höhe über Geländenniveau.....	26

Abb. 7-6: Ausbau Neckartalstraße: Prognose der PM2.5-Jahresmittelwerte der Immissionsgesamtbelastung für den Prognoseplanfall in 1,5 m Höhe über Geländeniveau.....27

Abb. 7-7: Nordumfahrung: Prognose der NO₂ -Jahresmittelwerte der Immissionsgesamtbelastung für den Prognoseplanfall in 1,5 m Höhe über Geländeniveau.....28

Abb. 7-8: Nordumfahrung: Prognose der PM10 -Jahresmittelwerte der Immissionsgesamtbelastung für den Prognoseplanfall in 1,5 m Höhe über Geländeniveau.....28

Abb. 7-9: Nordumfahrung: Prognose der PM2.5 -Jahresmittelwerte der Immissionsgesamtbelastung für den Prognoseplanfall in 1,5 m Höhe über Geländeniveau.....29

1 Aufgabenstellung und Untersuchungsumfang

Zwischen dem Heilbronner Industrie- und Gewerbegebiet Neckarau und dem Gewerbegebiet Böllinger Höfe ist der Bau der Verbindungsstraße „Nordumfahrung Frankenbach / Neckargartach“ geplant. Die Nordumfahrung verbindet die Neckartalstraße im Osten mit der B39 westlich der Böllinger Höfe. Zudem erfolgt in diesem Bereich der Ausbau der stark befahrenen Neckartalstraße ab der Oberschleißheimer Straße Richtung Norden bis zum Knotenpunkt Wimpfener Straße / Neckartalstraße.

Für beide Bauvorhaben ist ein Luftschadstoffgutachten gefordert. Dieses wurde im Jahr 2018 beauftragt und am 07.07.2020 fertiggestellt und übergeben. Untersucht wurden die Luftschadstoffe NO₂, PM10 und PM2.5 auf Basis des Handbuches für Emissionsfaktoren, Version 3.3. Die Immissionsuntersuchungen wurden für den Prognose Nullfall und den Prognoseplanfall für den Ausbau der Neckartalstraße und für den Prognoseplanfall für den Bau der Nordumfahrung mit dem Ausbreitungsmodell AUSTAL Version 2.6.11 durchgeführt. Seit 2021 liegt das neue Handbuch für Emissionsfaktoren in der Version 4.2.2 vor, was eine Überarbeitung des Luftschadstoffgutachtens (Aktualisierung) notwendig macht. Ebenso aktualisiert wurde das Ausbreitungsmodell (aktuelle Version 3.2.1).

Auf Grund dieser Änderungen wurde das IB Rau von der Stadt Heilbronn mit der Aktualisierung des Fachgutachtens „Lufthygiene“ beauftragt.

Das Gutachten gliedert sich wie folgt:

In **Kapitel 2** sind zunächst die zugrunde gelegten Planunterlagen für die Bauvorhaben aufgeführt. **Kapitel 3** beschreibt die allgemeine Vorgehensweise und Methodik. In **Kapitel 4** werden die Untersuchungsgebiete und die geplanten Vorhaben beschrieben. **Kapitel 5** umfasst die Emissionsbestimmung für den Straßenverkehr, basierend auf den zur Verfügung gestellten Verkehrsdaten. In **Kapitel 6** werden die Festlegungen für die Strömungs- und Ausbreitungssimulation, die Auswahl der Meteorologie und die allgemeine Vorgehensweise zur Bestimmung der Gesamtbelastung erläutert, bevor darauf aufbauend in **Kapitel 7** die immissionsseitigen Auswirkungen und die Ergebnisse der Immissionsprognose diskutiert und in Bezug zu den maßgeblichen Grenzwerten bewertet werden.

2 Planunterlagen

Das Gutachten basiert auf den folgenden Unterlagen zum Bauvorhaben, die weitestgehend durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurden:

- Pläne der Bauvorhaben zur Verfügung gestellt durch die Stadt Heilbronn:
 - *05_1_Übersichtslageplan.pdf*
 - *05_2_Übersichtslageplan.pdf*
- Pläne zum Bestand zur Verfügung gestellt vom Emch+Berger GmbH:
 - *Bestandslageplan_2500_Blatt 1.pdf*
 - *Bestandslageplan_2500_Blatt 2.pdf*
- Gebäudedaten zur Verfügung gestellt durch die Stadt Heilbronn, Vermessungs- und Katasteramt - Abteilung Geoinformation und Kartografie:
 - *LOD1_SHAPE_20180101.zip*
- Geländedaten zur Verfügung gestellt durch die Stadt Heilbronn:
 - *Befliegung DGM 2005*
- Von der Stadt Heilbronn zur Verwendung für die Immissionsprognose bereitgestellte Verkehrszahlen:¹
 - *VU_BöHö_HBS2015_2030.pdf*
 - *HN-BöHö02_Tagesverkehr_VU5.0_180418.pdf*
 - *DTV Kfz 2030.pdf*
 - *DTV SV 2030.pdf*
 - E-Mail vom 24.04.2018 von Herrn Braunstein SoundPLAN GmbH
Neue Prognoseverkehrsstärken Lärm.pdf

¹ Die prognostizierten Verkehrszahlen für das Jahr 2030 (Prognosejahr) haben sich nach Aussage der Stadt Heilbronn nicht verändert und wurden aus dem bisher vorliegenden Gutachten übernommen.

3 Vorgehensweise und Methodik

Um die lufthygienischen Auswirkungen der geplanten Vorhaben hinsichtlich der Immissionsbelastung durch den Straßenverkehr flächendeckend bestimmen zu können, sind die Zusatzbelastungen so genau wie möglich zu prognostizieren.

Zunächst erfolgt eine differenzierte Emissionsbestimmung für den Prognosenullfall und den Prognoseplanfall für die Neckartalstraße sowie für den Prognoseplanfall für die Nordumfahrung unter Berücksichtigung des jeweiligen Verkehrsaufkommens auf Basis der HBEFA 4.2.2 für die Luftschadstoffkomponenten NO_x, PM10 und PM2.5.

Auf Grund der topographischen Situation im näheren Untersuchungsbereich kommt das Ausbreitungsmodell AUSTAL (aktuelle Version 3.2.1) mit einem vorgeschalteten diagnostischen Windfeldmodell zum Einsatz. Mit diesem Modellpaket kann das Gelände im Umfeld der Umfahrung und der Neckartalstraße abgebildet werden.

Die durch den Verkehr verursachten Zusatzbelastungen werden mit realistischen Werten für die Hintergrundbelastung zur Gesamtbelastung überlagert. Für die Bestimmung der statistischen Kennwerte (Jahresmittelwerte, Kurzzeitwerte) werden meteorologische Daten eingesetzt, die für das Untersuchungsgebiet repräsentativ sind. Die statistischen Kennwerte der Immissionsgesamtbelastung werden für die untersuchten Szenarien (Prognosenullfall, Prognoseplanfall) mit den maßgeblichen Grenzwerten der 39. BImSchV verglichen. Untersucht werden die Luftschadstoffe NO₂, PM10 und PM2.5. Die Immissionsuntersuchungen werden für den Prognosenullfall und den Prognoseplanfall für den Ausbau der Neckartalstraße und für den Prognoseplanfall für den Bau der Nordumfahrung durchgeführt.

4 Untersuchungsgebiet und geplante Vorhaben

Im Rahmen dieses Gutachtens soll der Ausbau der Neckartalstraße und der Bau der Verbindungsstraße „Nordumfahrung Frankenbach / Neckargartach“ hinsichtlich ihrer immissionsseitigen Auswirkungen bewertet werden.

Die Plangebiete befinden sich im Norden Heilbronn. Im Bereich des dort von Süd nach Nord verlaufenden Neckars befinden sich die fruchtbaren Talflächen des „Heilbronner Beckens“. Weiter Richtung Westen schließt sich das hügelige Gelände des „Gartacher Feldes“ an. Das Wächtelstal/Gewann Wächtelsäcker gehört zu den weitläufigen Landwirtschaftsflächen auf den nach Norden abfallenden Anhöhen zwischen Frankenbach im Süden und dem Böllinger Bachtal im Norden (Abb. 4-1). Im Nordwesten des Gebietsbereiches liegt auf einer Kuppe das Gewerbegebiet Böllinger Höfe. Östlich des Gebietsbereiches liegt das Industrie-/Gewerbegebiet Neckarau in der Neckartalsole.

Die Neckartalstraße (roter Rahmen in Abb. 4-1) ist eine Hauptverkehrsachse und Umgehungsstrecke für die Innenstadt von Heilbronn. Sie verläuft von Obereisesheim im Norden kommend bis hin zur Einmündung in die B39 in Sontheim im Süden im Bereich des Neckartals westlich des Neckars. Der Ausbau der L1100 beginnt nördlich der Neckargartacher Brücke und endet am Knotenpunkt Wimpfener Straße / Neckartalstraße. In diesem Bereich verläuft die Trasse in unbebautem oder gewerblich geprägtem Gebiet. Nur im Bereich des Baubeginns im Süden befindet sich westlich der Trasse Wohnbebauung.

Neben dem Ausbau der Neckartalstraße ist zwischen dem Heilbronner Industrie-/Gewerbegebiet Neckarau und dem Gewerbegebiet Böllinger Höfe der Bau der Verbindungsstraße „Nordumfahrung Frankenbach / Neckargartach“ (blauer Rahmen in Abb. 4-1) geplant. Die Nordumfahrung verbindet die Neckartalstraße im Osten mit der B39 westlich der Böllinger Höfe. Die geplante Trasse befindet sich in einem vornehmlich industriell und gewerblich geprägten Raum. Die nächstgelegene Wohnbebauung ist im Süden, unweit des geplanten Abzweiges der Nordumfahrung von der B39 gelegen. Die geplante Nordumfahrung quert das Wächtelestal an dessen oberen Talende.

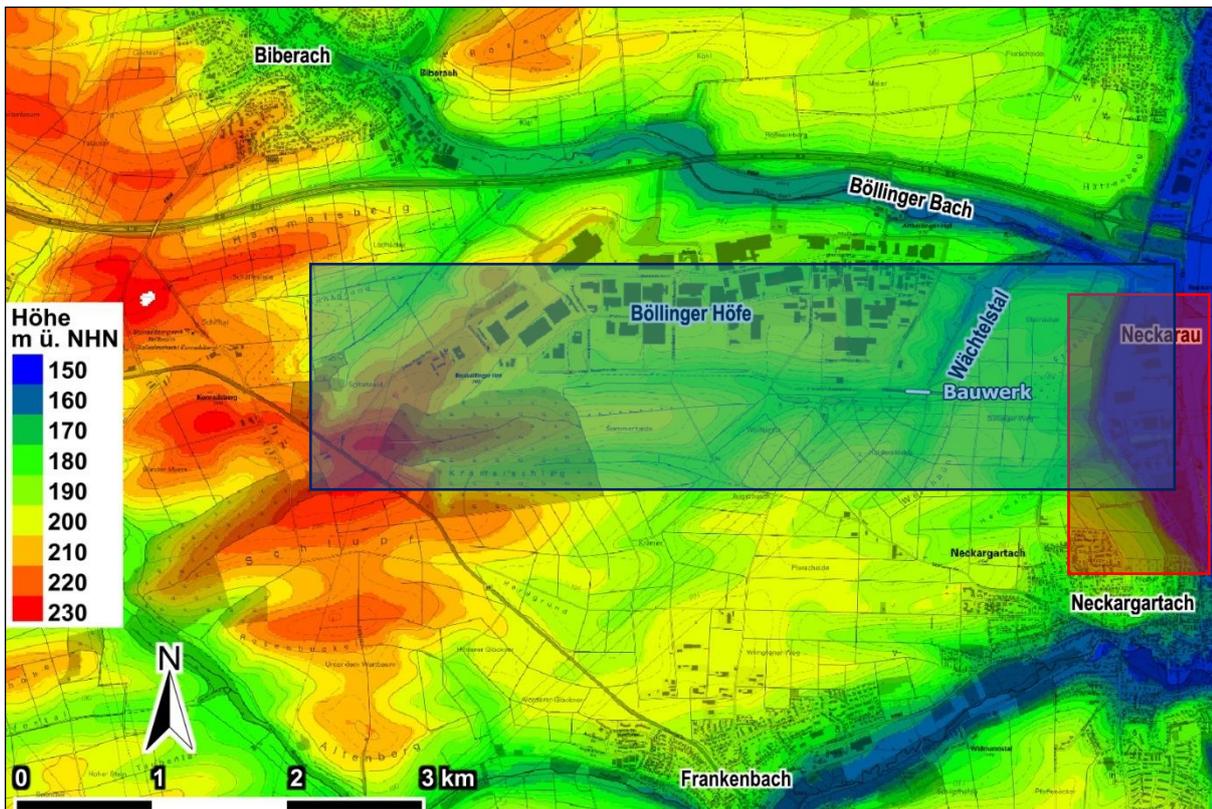


Abb. 4-1: Relief des Gebietes im potenziellen Einflussbereich der geplanten Vorhaben (Bildquelle: Kartengrundlage: TK10) [1].

5 Emissionsbestimmung

Basis für die Bestimmung der Immissionsbelastung ist eine möglichst genaue Ermittlung der maßgeblichen Emissionsbelastungen. In diesem Kapitel werden die für die Emissionsbestimmung benötigten Eingangsdaten und das Vorgehen ausführlich beschrieben.

Folgende Szenarien wurden untersucht:

- Ausbau der Neckartalstraße
 - Prognosenullfall (ohne Ausbau) mit für das Jahr 2030 prognostizierten Verkehrszahlen und den Emissionsfaktoren für das Bezugsjahr 2025;
 - Prognoseplanfall (mit Ausbau) mit für das Jahr 2030 prognostizierten Verkehrszahlen und den Emissionsfaktoren für das Bezugsjahr 2025.
- Nordumfahrung
 - Prognoseplanfall (Realisierung der Nordumfahrung) mit für das Jahr 2030 prognostizierten Verkehrszahlen und den Emissionsfaktoren für das Bezugsjahr 2025.

5.1 Verkehrszahlen

Wesentliche Eingangsdaten für die Ermittlung der Emissionen aus dem Straßenverkehr stellen die Verkehrszahlen dar. Die Verkehrszahlen wurden für den Prognoseplanfall aus den Angaben der Verkehrsbelastungen, die durch die Stadt Heilbronn zur Verfügung gestellt wurden [2], [3], abgeleitet. Sie lagen als DTV-Werte (Kfz/24h) mit prozentualer Angabe des Anteils sNfz > 3,5 t zul. Gesamtgewicht vor.

Die verwendeten Querschnittsbezeichnungen wurden in Anlehnung an die Vorgaben der SoundPLAN GmbH [3] festgelegt und sind in Abb. 5-1 dargestellt.

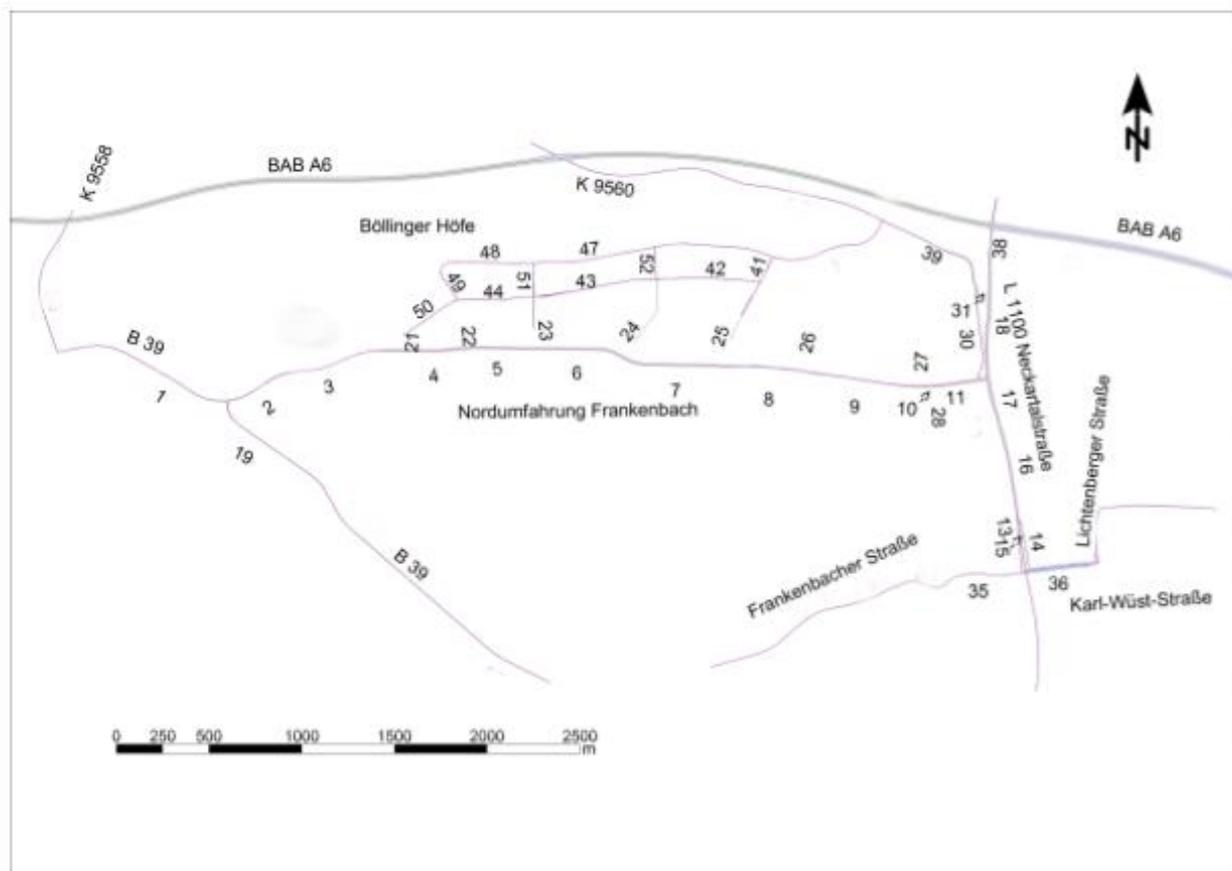


Abb. 5-1: Bezeichnung der Streckenabschnitte verändert nach [3].

Die für das Jahr 2030 ermittelten Verkehrszahlen wurden für das hier zu betrachtende Bezugsjahr 2025 angesetzt und sind in Tab. 5-1 bis Tab. 5-3 für den Prognoseplanfall für die Nordumfahrung sowie für den Prognosenullfall und den Prognoseplanfall für den Ausbau der Neckartalstraße dargestellt.

Der Anteil der leichten Nutzfahrzeuge wurde aus der Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung RLuS 3 mit 7 % am DTV<3,5t abgeleitet [4].

5.2 Emissionen des Straßenverkehrs

Grundlage der Emissionsberechnung ist das „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.2.2 (HBEFA) [5]. Die dort bereitgestellten Emissionsfaktoren geben an, welche Schadstoffmengen pro Fahrzeug und zurückgelegter Wegstrecke freigesetzt werden. Im vorliegenden Fall werden die Emissionsfaktoren für NO_x, PM10 und PM2.5 für die Fahrzeugkategorien Pkw, INfz, und sNfz herangezogen. Bei der Emissionsbestimmung werden zusätzlich die Vorgaben der VDI-Richtlinie 3782, Blatt 7 (Kfz-Emissionsbestimmung) berücksichtigt [6].

Die Emissionsfaktoren für NO_x sind ausschließlich „motorbedingt“; die Emissionsfaktoren für PM10 und PM2.5 setzen sich aus „motorbedingten“ und „nicht motorbedingten“ (Reifenabrieb, Staubaufwirbelung etc.) Emissionsfaktoren zusammen. Die motorbedingten Emissionsfaktoren sind von mehreren Parametern abhängig, die im Folgenden beschrieben werden.

5.2.1 Motorbedingte Emissionen

Die im HBEFA bereitgestellten Emissionsfaktoren hängen unter anderem von der Fahrzeugkategorie (Pkw, INfz, SV usw.), den so genannten Verkehrssituationen, der Längsneigung der Straße und der sich fortlaufend ändernden Zusammensetzung der Fahrzeugflotte (Fahrleistungsanteile der Fahrzeuge einer bestimmten Gewichts- bzw. Hubraumklasse mit der entsprechenden Abgasreinigungstechnik, z.B. EURO 2, 3 usw.) und damit vom Jahr, für welches der Emissionsfaktor bestimmt wird, ab.

Zur Ermittlung der Emissionsfaktoren muss im ersten Schritt eine zutreffende Verkehrssituation festgelegt werden. Diese wird im HBEFA 4.2.2 aus der Kombination der folgenden Kriterien bestimmt:

- Gebiet (Agglomerationsraum, ländlich geprägter Raum),
- Straßentyp (Hauptverkehrsstraße, Erschließungsstraße, Autobahn usw.),
- Längsneigung der Straße,
- Tempolimit und
- Level of Service (LOS).

Die Einstufung der betrachteten Straßen hinsichtlich Gebiet, Straßentyp und Tempolimit kann Tab. 5-3 entnommen werden. Die Längsneigung von Straßen im Untersuchungsgebiet wurde aus den Plänen abgeleitet.

Der **Level of Service (LOS)** stellt eine Art Verkehrsqualitätsparameter dar, der in vier Stufen eingeteilt ist:

- LOS 1 (flüssig),
- LOS 2 (dicht),
- LOS 3 (gesättigt),
- LOS 4 (stop & go)
- LOS 5 (stop & go2).

Die einzelnen Stufen des LOS sind verbal im HBEFA beschrieben. Sie unterscheiden sich bzgl. der Definition etwas von den Qualitätsstufen des Handbuchs für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS). Der LOS ändert sich im Tagesverlauf in Abhängigkeit der zeitabhängigen Belastung und der Kapazität der Straße (Auslastungsgrad [7]). Zusätzlich ändert sich der Auslastungsgrad mit der Anzahl der Fahrspuren. Bei geringem Verkehrsaufkommen, bspw. in den Nachtstunden kann häufig von der Qualitätsstufe „flüssig“ (LOS 1) ausgegangen werden. Mit zunehmendem Verkehr nimmt der Auslastungsgrad zu. Die Qualität verschlechtert sich dann zunehmend in Richtung LOS 5.

Unter Berücksichtigung von Erfahrungswerten, der Definition der LOS nach HBEFA, des Verkehrstagesganges und des Auslastungsgrades wurden die tageszeitlich variierenden LOS-Stufen festgelegt [8], [7].

Die Zusammensetzung des Verkehrs ändert sich von Jahr zu Jahr, ältere Fahrzeuge verschwinden aus der Flotte und werden durch neuere Fahrzeuge mit besserem Emissionsverhalten ersetzt. Das heißt, je früher das Prognosejahr für die Emissionsbestimmung gewählt wird, desto konservativer sind die Ergebnisse. Als Bezugsjahr für die Emissionsbestimmung hier wurde das Jahr 2025 festgelegt. Es repräsentiert eine prognostizierte Zusammensetzung der Fahrzeugflotte in 2025 mit den entsprechenden Emissionen.

5.2.2 Abrieb und Aufwirbelung

Neben den Partikeln im Abgas müssen auch nicht motorbedingte Partikelemissionen berücksichtigt werden. Sie entstehen durch Straßen- und Bremsbelagsabrieb und Aufwirbelung von Partikeln von der Straße. Diese Emissionen sind im HBEFA enthalten und wurden entsprechen der ausgewählten Verkehrssituation berechnet.

5.3 Ergebnisse der Emissionsbestimmung Straßenverkehr

Basierend auf den Emissionsfaktoren, die nach HBEFA wie vorab beschrieben ermittelt wurden, erfolgte unter Berücksichtigung der Verkehrsmengen die Berechnung der streckenabhängigen Gesamtemissionsmengen. Diese sind für NO_x, PM10 und PM2.5 in Tab. 5-3 zusammengestellt.

Die Straßenkategorie Erschließungsstraße wird mit dem Kürzel E gekennzeichnet, die Hauptverkehrsstraße mit HVS, die Bundes- und Fernstraße mit FernStr. Alle Straßen sind der Außerortskategorie zugeordnet (ao).

Tab. 5-1: Straßenabschnitte mit Kriterien-Zuordnung nach HBEFA Version 4.2.2 und den ermittelten Emissionen für den Prognoseullfall für den Ausbau der Neckartalstraße.

ID_V	DTV [Kfz/24h]	SNF [Kfz/24h]	Tempolimit [km/h]	Straßen- kategorie	innerorts/ außerorts	NOx [mg/(m*s)]	PM10 [mg/(m*s)]	PM2.5 [mg/(m*s)]
10	3400	300	50	E	ao	0,0123491	0,0027905	0,0009256
11	3400	300	50	E	ao	0,0123491	0,0027905	0,0009256
13	6600	930	50	HVS	ao	0,0214644	0,0041576	0,0019373
14	8800	858	50	HVS	ao	0,0277389	0,0061882	0,0023828
15	22700	1627	70	FernStr	ao	0,0592266	0,0151667	0,0050347
16	38600	3120	70	FernStr	ao	0,1052605	0,0288894	0,0088998
17	28100	2271	70	FernStr	ao	0,0933833	0,0271394	0,0068927
18	28100	2271	70	FernStr	ao	0,0933833	0,0271394	0,0068927
27	100	75	50	E	ao	0,0009653	0,0003242	7,435E-05
28	3400	300	50	E	ao	0,0123491	0,0027905	0,0009256
29	10400	1187	50	HVS	ao	0,0322107	0,0065886	0,0028826
30	10400	1187	50	HVS	ao	0,0322107	0,0065886	0,0028826
31	18800	2773	50	HVS	ao	0,1018927	0,0300734	0,0061703
38	33400	2505	70	FernStr	ao	0,1059459	0,0290148	0,0079252
39	29400	4337	50	HVS	ao	0,1553008	0,0452775	0,0095906

Tab. 5-2: Straßenabschnitte mit Kriterien-Zuordnung nach HBEFA Version 4.2.2 und den ermittelten Emissionen für den Prognoseplanfall für den Ausbau der Neckartalstraße.

ID_V	DTV [Kfz/24h]	SNF [Kfz/24h]	Tempolimit [km/h]	Straßen- kategorie	innerorts/ außerorts	NOx [mg/(m*s)]	PM10 [mg/(m*s)]	PM2.5 [mg/(m*s)]
10	19500	3625	50	HVS	ao	0,094969	0,024898	0,006719
11	21500	3750	50	HVS	ao	0,104687	0,027774	0,007266
13	7200	725	50	HVS	ao	0,027290	0,006671	0,002023
14	9100	755	50	HVS	ao	0,030194	0,006969	0,002411
15	22700	1625	70	FernStr	ao	0,059216	0,015160	0,005034
16	39100	3100	70	FernStr	ao	0,101135	0,025335	0,008723
17	39100	3100	70	FernStr	ao	0,110458	0,031342	0,009119
18	45000	3275	70	FernStr	ao	0,146064	0,040771	0,010754
27	100	75	50	E	ao	0,000965	0,000324	0,000074
28	3400	300	50	E	ao	0,012349	0,002790	0,000926
30	1800	265	50	HVS	ao	0,006266	0,001329	0,000543
31	15500	1364	50	HVS	ao	0,061807	0,015569	0,004273
38	34000	2550	70	FernStr	ao	0,111060	0,031278	0,008177
39	15900	1300	50	HVS	ao	0,052514	0,012093	0,004198

Tab. 5-3: Straßenabschnitte mit Kriterien-Zuordnung nach HBEFA Version 4.2.2 und den ermittelten Emissionen für den Prognoseplanfall für die Nordumfahrung.

ID_V	DTV [Kfz/24h]	SNF [Kfz/24h]	Tempolimit [km/h]	Straßen- kategorie	innerorts/ außerorts	NOx [mg/(m*s)]	PM10 [mg/(m*s)]	PM2.5 [mg/(m*s)]
1	16300	1027	70	FernStr	ao	0,040250	0,008172	0,003317
2	8600	1350	80	HVS	ao	0,026843	0,004837	0,002133
3	8600	1350	50	HVS	ao	0,031000	0,006039	0,002647
4	6200	2275	50	HVS	ao	0,033400	0,005489	0,002803
5	6200	2275	50	HVS	ao	0,033400	0,005489	0,002803
6	13100	3100	50	HVS	ao	0,055546	0,009911	0,004735
7	16600	3400	50	HVS	ao	0,068068	0,013393	0,005678
8	15900	3250	50	HVS	ao	0,065713	0,014589	0,005466
9	19400	3376	50	HVS	ao	0,094865	0,023845	0,006647
10	19500	3625	50	HVS	ao	0,094969	0,024898	0,006719
11	21500	3750	50	HVS	ao	0,104687	0,027774	0,007266
17	39100	3100	70	FernStr	ao	0,110458	0,031342	0,009119
18	45000	3275	70	FernStr	ao	0,146064	0,040771	0,010754
19	10700	525	70	FernStr	ao	0,025727	0,005292	0,002122
20	8600	1350	80	HVS	ao	0,026843	0,004837	0,002133
21	3200	950	50	E	ao	0,018171	0,005521	0,001354
22	900	300	50	E	ao	0,005124	0,001502	0,000400
23	4400	625	50	E	ao	0,018578	0,004761	0,001372
24	900	100	50	E	ao	0,003224	0,000746	0,000257
25	1500	175	50	E	ao	0,005452	0,001275	0,000434
26	4000	328	50	E	ao	0,014432	0,003214	0,001073
27	100	75	50	E	ao	0,000965	0,000324	0,000074
28	3400	300	50	E	ao	0,012349	0,002790	0,000926
30	1800	265	50	HVS	ao	0,006266	0,001329	0,000543
31	15500	1364	50	HVS	ao	0,061807	0,015569	0,004273
38	34000	2550	70	FernStr	ao	0,111060	0,031278	0,008177
39	15900	1300	50	HVS	ao	0,052514	0,012093	0,004198
41	2600	325	50	E	ao	0,009656	0,002292	0,000768
42	2100	275	50	E	ao	0,007918	0,001898	0,000629
43	2100	275	50	E	ao	0,007918	0,001898	0,000629
44	4100	325	50	E	ao	0,013445	0,002905	0,001077
47	2300	375	50	E	ao	0,009373	0,002358	0,000742
48	2300	426	50	E	ao	0,009853	0,002548	0,000778
49	2400	450	50	E	ao	0,010339	0,002682	0,000816
50	4200	600	50	E	ao	0,016311	0,003985	0,001294
51	800	126	50	E	ao	0,003214	0,000802	0,000255
52	500	75	50	E	ao	0,001976	0,000488	0,000157

6 Festlegungen für die Strömungs- und Ausbreitungssimulation

Die Ausbreitungsberechnung erfolgt gemäß dem in der TA Luft, Anhang 3 [9] angegebenen Verfahren mit dem Programmsystem AUSTAL [10]. In den folgenden Kapiteln werden die den Ausbreitungsberechnungen zugrunde gelegten Eingangsparameter beschrieben.

6.1 Festlegung des Beurteilungsgebietes

6.1.1 Ausbau der Neckartalstraße

Zur Abbildung der Immissionsbelastung im Bereich der Neckartalstraße wurde ein Beurteilungsgebiet mit einer Größe von 1,120 km (Ost-West) x 2,000 km (Nord-Süd) festgelegt. Es wurden zwei geschachtelte Rechengitter erzeugt. Im Nahbereich der Neckartalstraße wurde die feinste horizontale Auflösung des Rechengitters mit 10 m x 10 m gewählt. Das gröbere Raster hat eine Auflösung von 20 m x 20 m.

6.1.2 Nordumfahrung

Um die geplante Umfahrungsstrecke Neckargartach sowie das durch den Neubau immissionsseitig beeinflusste Gebiet hinreichend genau abzubilden, wurde ein Beurteilungsgebiet mit einer Größe von 4,740 km (Ost-West) x 1,160 km (Nord-Süd) festgelegt. Es wurden wieder zwei geschachtelte Rechengitter erzeugt. Im Bereich der Anbindung der Umfahrung an die Neckartalstraße und der dort befindlichen Gebäude wurde die feinste horizontale Auflösung des Rechengitters mit 10 m x 10 m gewählt. Das gröbere Raster hat eine Auflösung von 20 m x 20 m.

6.2 Strömungssimulation

6.2.1 Geländeeinfluss

Die beiden Untersuchungsgebiete befinden sich in topographisch gegliedertem Gelände. Im Bereich des Neckars befinden sich die fruchtbaren Talflächen des „Heilbronner Beckens“. Weiter Richtung Westen schließt sich das hügelige Gelände des „Gartacher Feldes“ an. Die Geländeunebenheiten werden mit Hilfe des mesoskaligen, diagnostischen Modells Taldia in der Windfeldberechnung berücksichtigt.

6.2.2 Gebäudeeinflüsse

In der TA Luft Anhang 2, Punkt 12, ist die Berücksichtigung von Bebauung bei Ableitung über gefasste Punktquellen geregelt. Für bodennahe Quellen macht die TA Luft keine explizite Vorgabe, wie zu verfahren ist. Im vorliegenden Fall handelt es sich um Linienquellen, die teilweise im Einflussbereich von Gebäuden liegen. Aus diesem Grund werden im vorliegenden Fall straßennahe (im Bereich der Umfahrung und im Bereich der Neckartalstraße) größere Gebäudeformationen, die das Strömungs- und Ausbreitungsverhalten maßgeblich beeinflussen, bei der Modellierung berücksichtigt.

6.3 Ausbreitungssimulation

6.3.1 Emissionsseitige Festlegungen

Für die Prognose der zu erwartenden Immissionen wurden die in Kapitel 0 ermittelten Emissionen für den Prognosenullfall und den -planfall für den Ausbau der Neckartalstraße sowie für den Prognoseplanfall für die Nordumfahrung zu Grunde gelegt. Dabei handelt es sich um jahresdurchschnittliche Werte.

Die Emissionen wurden als Linienquelle in Fahrbahnbreite 0,4 m über der Geländeoberfläche mit einer vertikalen Ausdehnung von 0,4 m festgelegt.

6.3.2 Meteorologie

Für die Bestimmung der Jahresmittelwerte der untersuchten Luftschadstoffe wird eine für den Untersuchungsort repräsentative meteorologische Daten mit den Parametern Windrichtung und Windgeschwindigkeit benötigt.

In Abb. 6-2 ist die für das Untersuchungsgebiet „Ausbau der Neckartalstraße“ repräsentative Ausbreitungszeitreihe (SynRepAKTerm) der Windrichtungen in 10°-Schritten in 10 m Höhe über Verdrängungshöhe dargestellt. Bei der SynRepAKTerm handelt es sich um eine synthetische Ausbreitungsklassenzeitreihe, die in einem Raster von 500 x 500 m² für Baden-Württemberg vorliegen und von der Arbeitsgemeinschaft IB Rau / METCON im Auftrag der LUBW erstellt wurden [11]. Die für den Ausbau der Neckartalstraße gewählte SynRepAKTerm ist repräsentativ für den Talbereich des Neckars zwischen Neckartalstraße und der Autobahntrasse der A6.

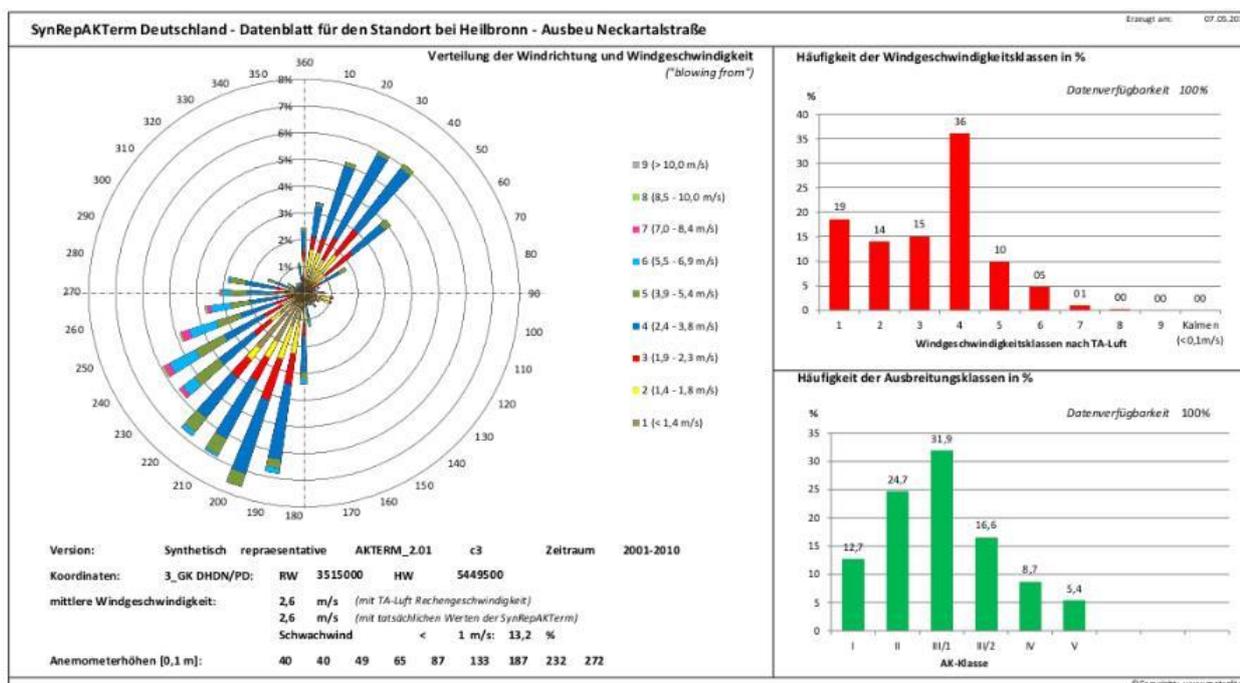


Abb. 6-1: Synthetische Ausbreitungsklassenzeitreihe (SynRepAKTerm) im Bereich des Untersuchungsgebiets Heilbronn – Ausbau Neckartalstraße [11].

Die Abb. 6-1 zeigt, dass Winde aus Südsüdwest bis Südwest im Untersuchungsgebiet dominieren. Ein Sekundärmaximum zeigt sich für Winde aus Nordost. Die jahresmittlere Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe über Verdrängungshöhe liegt bei 2,6 m/s.

In Abb. 6-2 ist die für das Untersuchungsgebiet der Nordumfahrung repräsentative Ausbreitungszeitreihe (SynRepAKTerm) dargestellt. Die ausgewählte SynRepAKTerm befindet sich südöstlich der Böllinger Höfe. Die Windrichtungsverteilung ähnelt der in Abb. 6-1. Winde aus Südsüdwest bis Südwest dominieren im Untersuchungsgebiet. Ein Sekundärmaximum zeigt sich wieder für Winde aus Nordost. Die jahresmittlere Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe über Verdrängungshöhe liegt etwas höher, und zwar bei ca. bei 3 m/s.

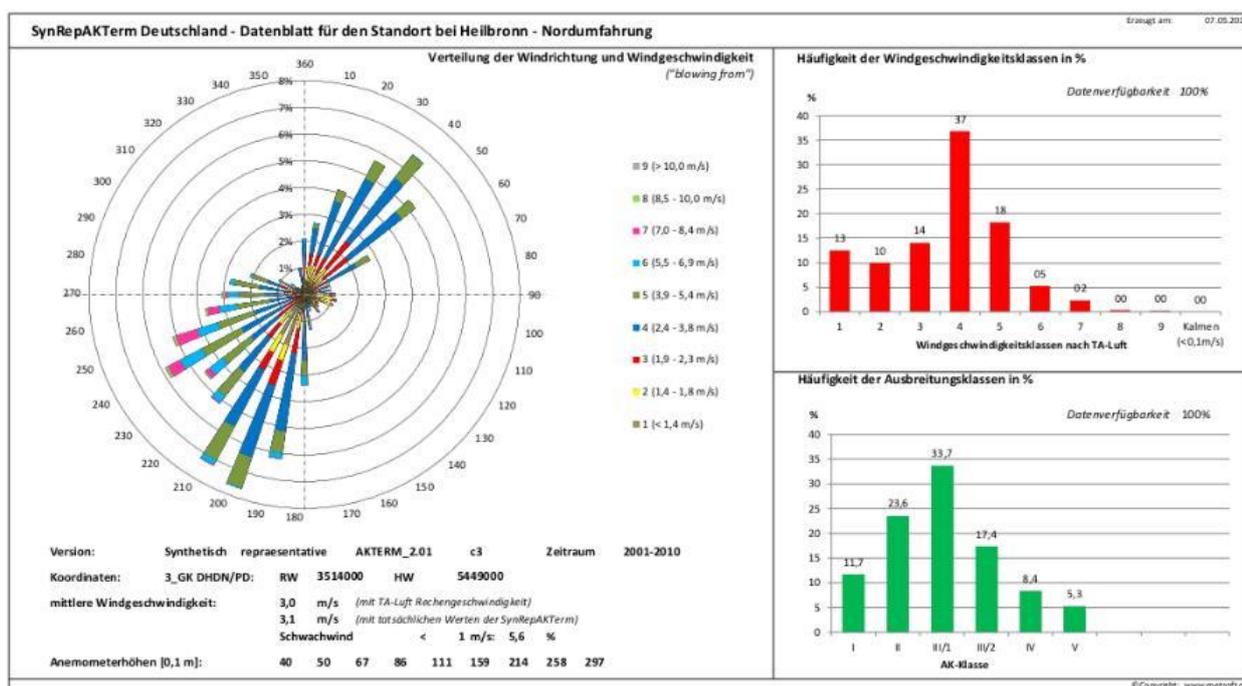


Abb. 6-2: Synthetische Ausbreitungsclassenzeitreihe (SynRepAKTerm) im Bereich des Untersuchungsgebiets Heilbronn – Nordumfahrung [11].

6.3.3 Statistische Unsicherheit

Bei einem Lagrange-Partikelmodell, wie in AUSTAL [10] realisiert, wird die Bahn von virtuellen Teilchen verfolgt. Die Güte der Berechnungen hängt unter anderem von der Anzahl der freigesetzten Partikel (Partikelrate) ab. Die Freisetzungsmenge wird durch die Qualitätsstufe bestimmt. Sie kann im Bereich von -4 bis +4 gewählt werden. In der Regel sollte die Qualitätsstufe größer als 0 sein. Bei der Wahl der Qualitätsstufe muss die statistische Streuung des berechneten Jahresmittelwertes unter 3 % liegen [9]. Mit der für die Berechnung gewählten Qualitätsstufe 2 wird diese Bedingung erfüllt.

7 Immissionsseitige Auswirkungen

7.1 Beurteilungsgrundlagen

Für die Beurteilung der Immissionskonzentrationen von NO₂, PM10 und PM2.5 werden die Grenzwerte der EU-Richtlinie 2008/50/EG herangezogen, die mit der 39. BImSchV [12], die seit 2010 in Kraft ist, in deutsches Recht umgesetzt wurde. Die Grenzwerte sind in Tab. 7-1 zusammengestellt.

Tab. 7-1: Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit [12].

Luftschadstoff	Immissionswert	statistische Definition	Zul. Übersch. Kalenderjahr	gültig
NO ₂	200 µg/m ³	Grenzwert (1-Stundenmittel)	18 mal	seit 01.01.2010
	40 µg/m ³	Grenzwert (Jahresmittel)	-	seit 01.01.2010
PM10	50 µg/m ³	Grenzwert (24-Stundenmittel)	35 mal	seit 01.01.2005
	40 µg/m ³	Grenzwert (Jahresmittel)	-	seit 01.01.2005
PM2.5	25 µg/m ³	Grenzwert (Jahresmittel)	-	seit 01.01.2015

Die 39. BImSchV [12], deren Grenzwerte für die Immissionsbeurteilung relevant sind, enthält neben den Immissionswerten für die Jahresmittelwerte von NO₂ auch Immissionswerte für den Kurzzeitwert (Mittelungszeit 1 Stunde) von NO₂, der nicht öfter als 18 mal im Kalenderjahr überschritten werden darf (entspricht einem 99,8%-Wert). Die direkte modelltechnische Bestimmung dieses Kurzzeitwertes ist recht aufwändig.

Messergebnisse an vielen bundesweiten Stationen an stark verkehrsbelasteten Straßen der letzten Jahre zeigen jedoch, dass die maximal zulässigen 18 Überschreitungen des 1-h-Wertes für NO₂ dann eingehalten werden können, wenn der Jahresmittelwert unter 60 µg/m³ liegt. Ab einem Jahresmittelwert von 80 µg/m³ hingegen ist eine Überschreitung des Kurzzeitwertes möglich [13].

Auch für PM10 gibt es neben dem Immissionswert für das Jahresmittel einen Immissionswert für den Kurzzeitwert (Tagesmittelwert), der nicht öfter als 35 mal im Kalenderjahr überschritten werden darf.

Es ist bei PM10 derzeit Stand der Technik, den 90,4%-Wert auf der Basis des Jahresmittelwertes abzuschätzen. Die Auswertung umfangreicher Messungen von kontinuierlich betriebenen Dauermessstellen in Deutschland und europäischen Nachbarländern zeigt einen funktionalen Zusammenhang zwischen dem 90,4%-Wert der Tagesmittelwerte und dem Jahresmittelwert. Danach ist bei einem Jahresmittelwert zwischen 27 und 31 µg/m³ davon auszugehen, dass der Kurzzeitwert von 50 µg/m³ nicht mehr als die zulässigen 35 mal pro Jahr überschritten wird [13].

7.2 Bestimmung der Gesamtbelastung

7.2.1 Hintergrundbelastung

Die Berechnungen mit AUSTAL liefern als Ergebnis die durch die Emissionen der Straßen verursachten Immissionszusatzbelastungen innerhalb der Untersuchungsgebiete. Die Immissionsgesamtbelastung ergibt sich durch Überlagerung der berechneten Zusatzbelastung mit der Hintergrundbelastung. Die Hintergrundbelastung ergibt sich aus den übrigen lokalen (städtischen) und regionalen Emissionsquellen und dem großräumigen Schadstofftransport.

Die Hintergrundbelastung für NO₂, PM10 und PM2.5 wurde, basierend auf der flächendeckenden Ermittlung der Immissionsvorbelastung der Jahre 2016 und 2025 für Baden-Württemberg (Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) [14]), abgeleitet.

Im Sinne einer konservativen Betrachtung werden die dort für das Jahr 2025 ermittelten Hintergrundwerte für NO₂, PM10 und PM2.5 für das Prognosejahr 2025 verwendet.

Die Werte sind in Tab. 7-2 aufgeführt.

Tab. 7-2: Hintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet für das Jahr 2025

Szenario	Untersuchungsgebiet Nordumfahrung 2025	Untersuchungsgebiet Neckartalstraße 2025
	[µg/m ³]	[µg/m ³]
NO ₂	14,6	17,2
Schwebstaub PM10	14,3	15,6
Schwebstaub PM2.5	9,6	10,2

7.2.2 Jahresmittelwerte

Mit den charakteristischen Werten für die Hintergrundbelastung werden durch Überlagerung mit den berechneten Zusatzbelastungswerten die statistischen Kenngrößen (Jahresmittelwert) der Gesamtbelastung zum Vergleich mit den Grenzwerten berechnet.

Bei der Überlagerung der Hintergrundbelastungswerte mit den Zusatzbelastungswerten muss bei Stickoxiden die NO-NO₂-Konversion berücksichtigt werden. Die chemische Umwandlung von NO_x nach NO₂ ist äußerst komplex und von einer Reihe von Parametern wie z.B. UV-Strahlung, Ozonwert, Temperatur abhängig. Für die vorliegende Untersuchung wird der vereinfachte Rombergansatz mit Parametern nach Schlamberger [15] [16] herangezogen, der auf aktuellen Messdaten basiert und somit die Ozonchemie implizit integriert hat.

7.3 Ergebnisse der Immissionsberechnungen

7.3.1 Ausbau der Neckartalstraße

In Abb. 7-1 bis Abb. 7-3 sind die zu erwartenden Jahresmittelwerte für NO₂, PM10 und PM2.5 im Bereich der Neckartalstraße für das Jahr 2025 ohne Ausbau in 1,5 m Höhe über Gelände dargestellt.

Im unmittelbaren Nahbereich der Trasse liegen die Immissionskonzentrationen überwiegend oberhalb des Immissionswertes für das Jahresmittel. Mit zunehmender Entfernung nimmt die Konzentration aber schnell ab und liegt im Bereich der beurteilungsrelevanten Wohnbebauung unterhalb des Jahresmittelwertes von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Konzentrationen von PM10 und PM2.5 sind insgesamt recht gering und führen ebenfalls zu keiner Grenzwertüberschreitung im Bereich der Wohnbebauung.

Die Jahresmittelwerte für NO₂, PM10 und PM2.5 im Prognoseplanfall (Ausbau der Neckartalstraße) sind in den Abb. 7-4 bis Abb. 7-6 dargestellt. Vor allem nördlich der in die Neckartalstraße einmündenden Nordumfahrung wird mit einer deutlichen Verkehrszunahme durch den Ausbau der Neckartalstraße gerechnet. Dies hat einen Anstieg der Luftschadstoffkonzentration zu Folge, welcher bei der NO₂ Konzentration zu einer Überschreitung des Grenzwertes auch über die Trasse hinaus führt. Im Bereich der Wohnbebauung wird der NO₂-Grenzwert jedoch eingehalten.

Auch die Belastung durch PM10 und M2,5 nimmt leicht zu, liegt aber im Bereich der Wohnbebauung deutlich unterhalb der entsprechenden Grenzwerte.

Sowohl bei NO₂ als auch bei PM10 ist auch die Einhaltung der Kurzzeitwerte sowohl im Prognosenullfall als auch im Prognoseplanfall sicher gegeben.

7.3.2 Nordumfahrung

In Abb. 7-7 bis Abb. 7-9 sind die zu erwartenden Jahresmittelwerte für NO₂, PM10 und PM2.5 im Bereich der der Nordumfahrung für das Jahr 2025 dargestellt.

Auf Grund der recht freien Lage der geplanten Trasse nehmen die Immissionskonzentrationen mit zunehmender Distanz zur Trasse recht schnell ab. Im Bereich der nächstgelegenen beurteilungsrelevanten Bebauung sind die berechneten Luftschadstoffbelastungen bereits stark abgeklungen. Sie liegen bei den Jahresmittelwerten bei allen drei untersuchten Luftschadstoffen deutlich unterhalb der Grenzwerte.

Sowohl bei NO₂ als auch bei PM10 ist die Einhaltung der Kurzzeitwerte im Prognoseplanfall sicher gegeben.

7.4 Abschließende Bewertung

Die gesetzlich einzuhaltenden Immissionsgrenzwerte für NO₂, PM10 und PM2.5 sind in der 39. BImSchV festgelegt. Danach darf seit dem 1. Januar 2010 für NO₂ ein Jahresmittelwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und seit dem 01. Januar 2005 für PM10 ein Jahresmittelwert von ebenfalls $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht überschritten werden. Für PM2.5 gilt für das Jahresmittel ein Grenzwert von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ seit 01.01.2015.

Im Kap. 7.3 sind die mit den Ausbreitungsrechnungen bestimmten NO₂-, PM10- und PM2.5 Gesamtmissionen im Nahbereich der beiden Bauvorhaben erläutert worden.

Die Ergebnisse der Prognoseberechnungen zeigen, dass die maßgeblichen Grenzwerte für das Jahresmittel von NO₂, PM10 und PM2.5 bei beiden Bauvorhaben im Jahr 2025 sicher eingehalten werden können. Die Einhaltung der Kurzzeitwerte für NO₂ und PM10 ist ebenfalls sichergestellt.

Aufgrund des emissionsseitig gewählten Bezugsjahres 2025 stellen die Ergebnisse der Emissions- und Immissionsprognose konservative Verhältnisse dar. Wird das Vorhaben zu einem späteren Zeitpunkt fertig gestellt, sind die Emissionen und damit auch die Immissionskonzentrationen aus dem Verkehr bei gleichem Verkehrsaufkommen geringer.

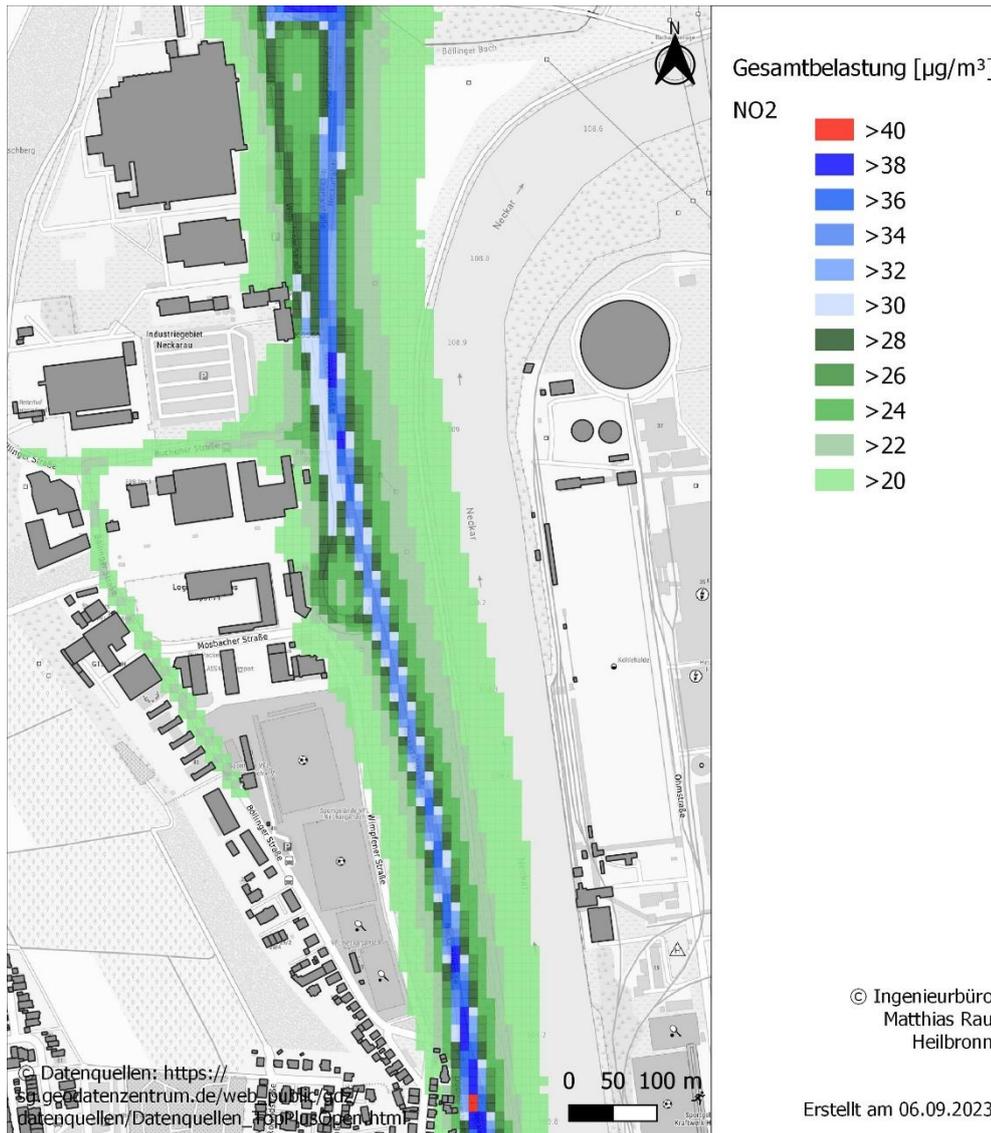


Abb. 7-1: Ausbau Neckartalstraße: Prognose der NO₂-Jahresmittelwerte der Immissionsgesamtbelastung für den Prognosenullfall in 1,5 m Höhe über Geländeneiveau.

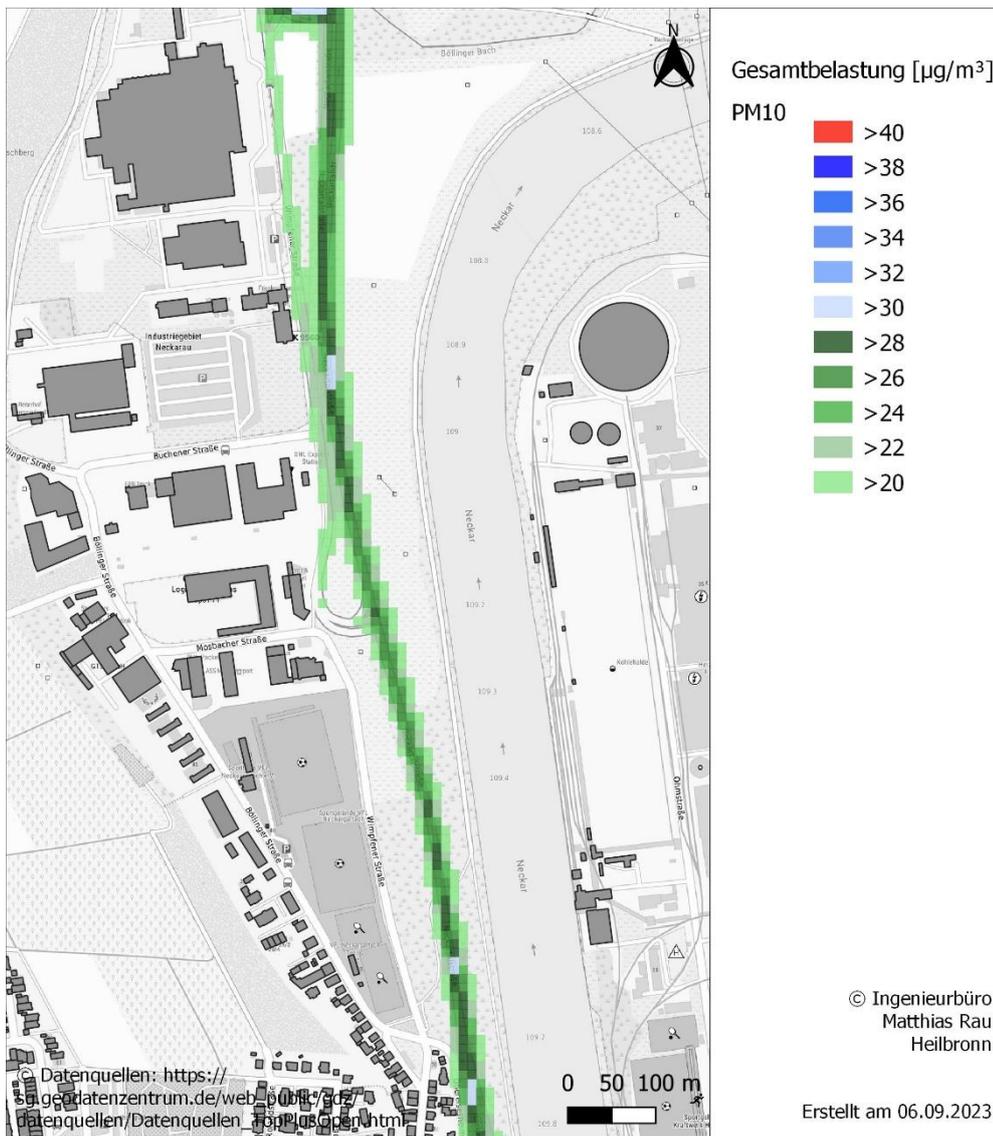


Abb. 7-2: Ausbau Neckartalstraße: Prognose der PM10-Jahresmittelwerte der Immissionsgesamtbelastung für den Prognosenullfall in 1,5 m Höhe über Geländeneiveau.

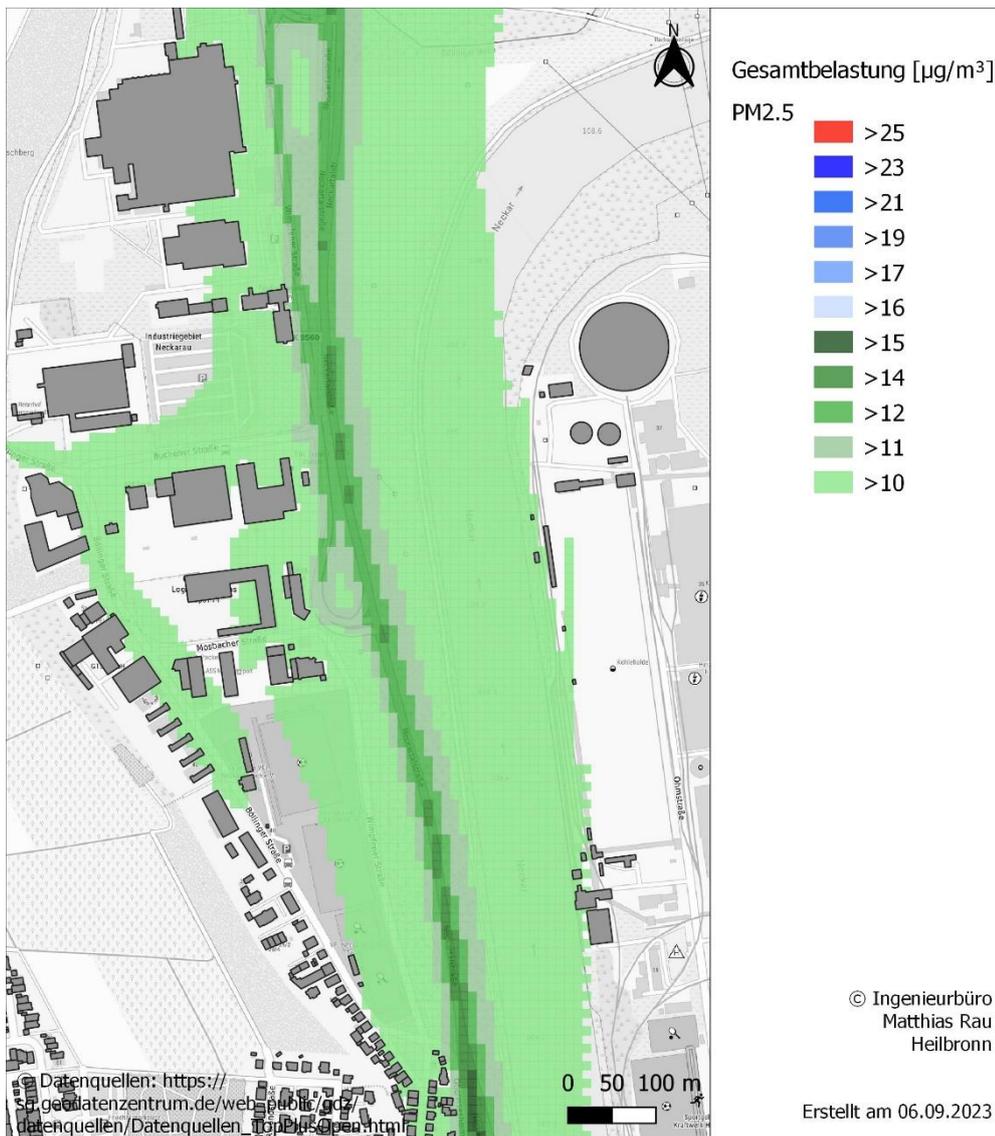


Abb. 7-3: Ausbau Neckartalstraße: Prognose der PM2.5-Jahresmittelwerte der Immissionsgesamtbelastung für den Prognosenußfall in 1,5 m Höhe über Geländeneiveau.

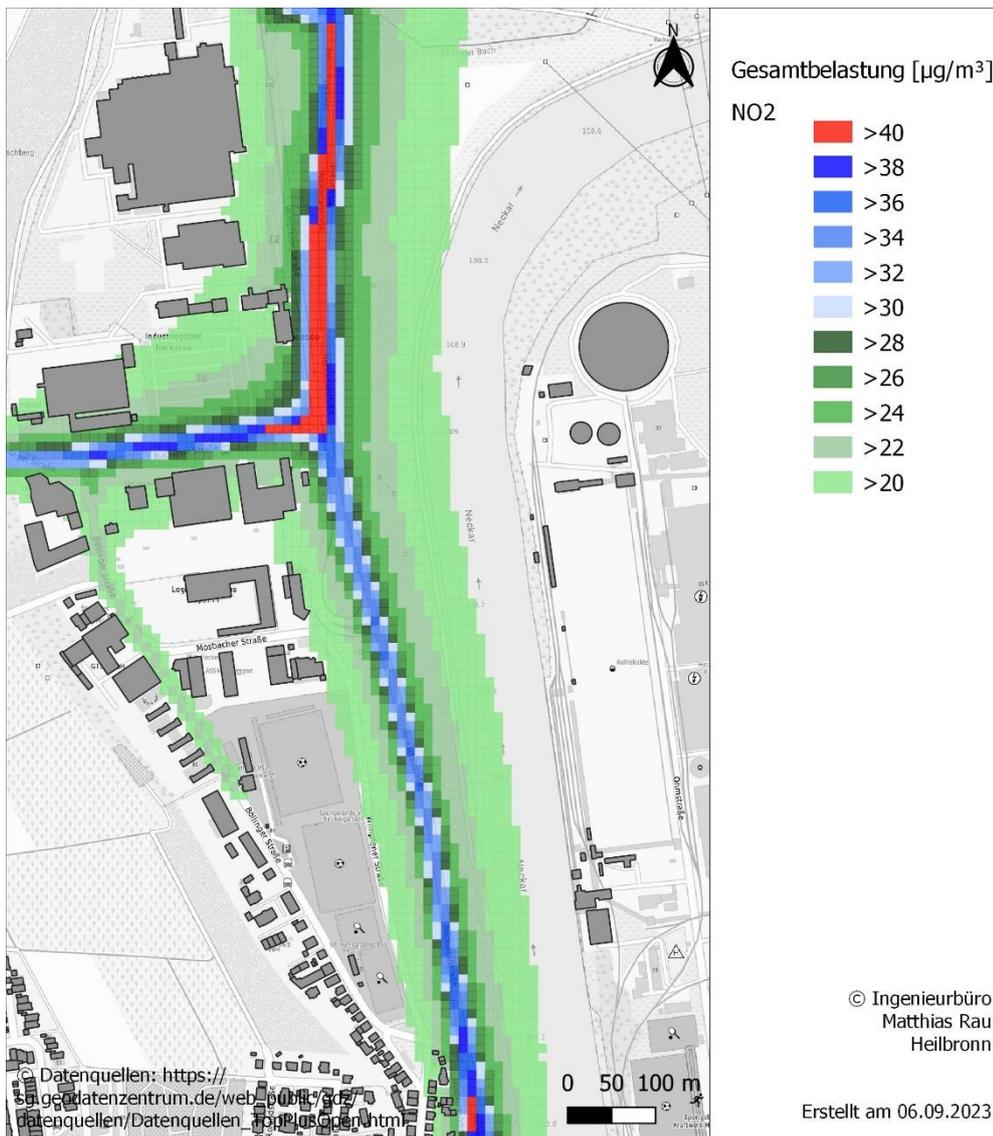


Abb. 7-4: Ausbau Neckartalstraße: Prognose der NO₂-Jahresmittelwerte der Immissionsgesamtbelastung für den Prognoseplanfall in 1,5 m Höhe über Geländeneiveau.

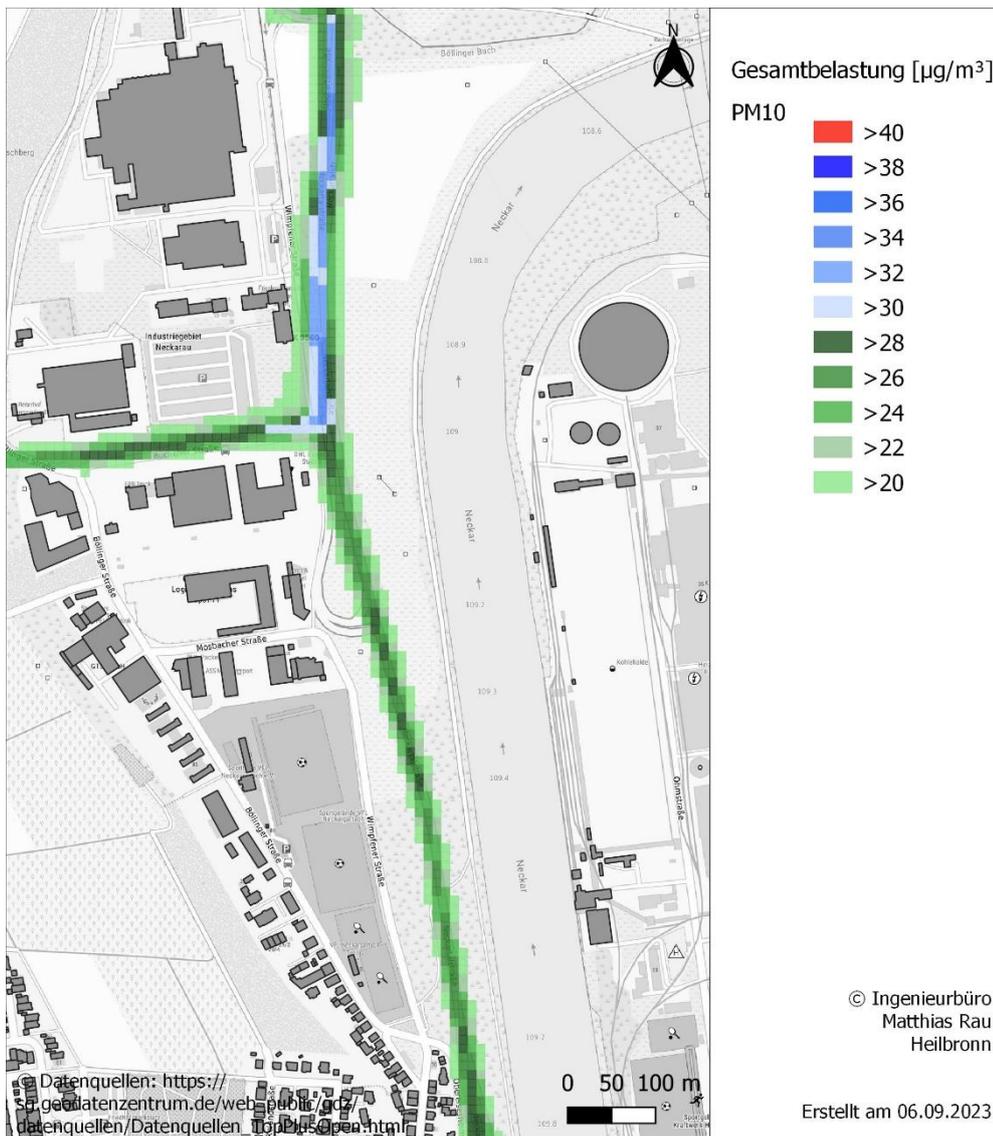


Abb. 7-5: Ausbau Neckartalstraße: Prognose der PM10-Jahresmittelwerte der Immissionsgesamtbelastung für den Prognoseplanfall in 1,5 m Höhe über Geländeneiveau.

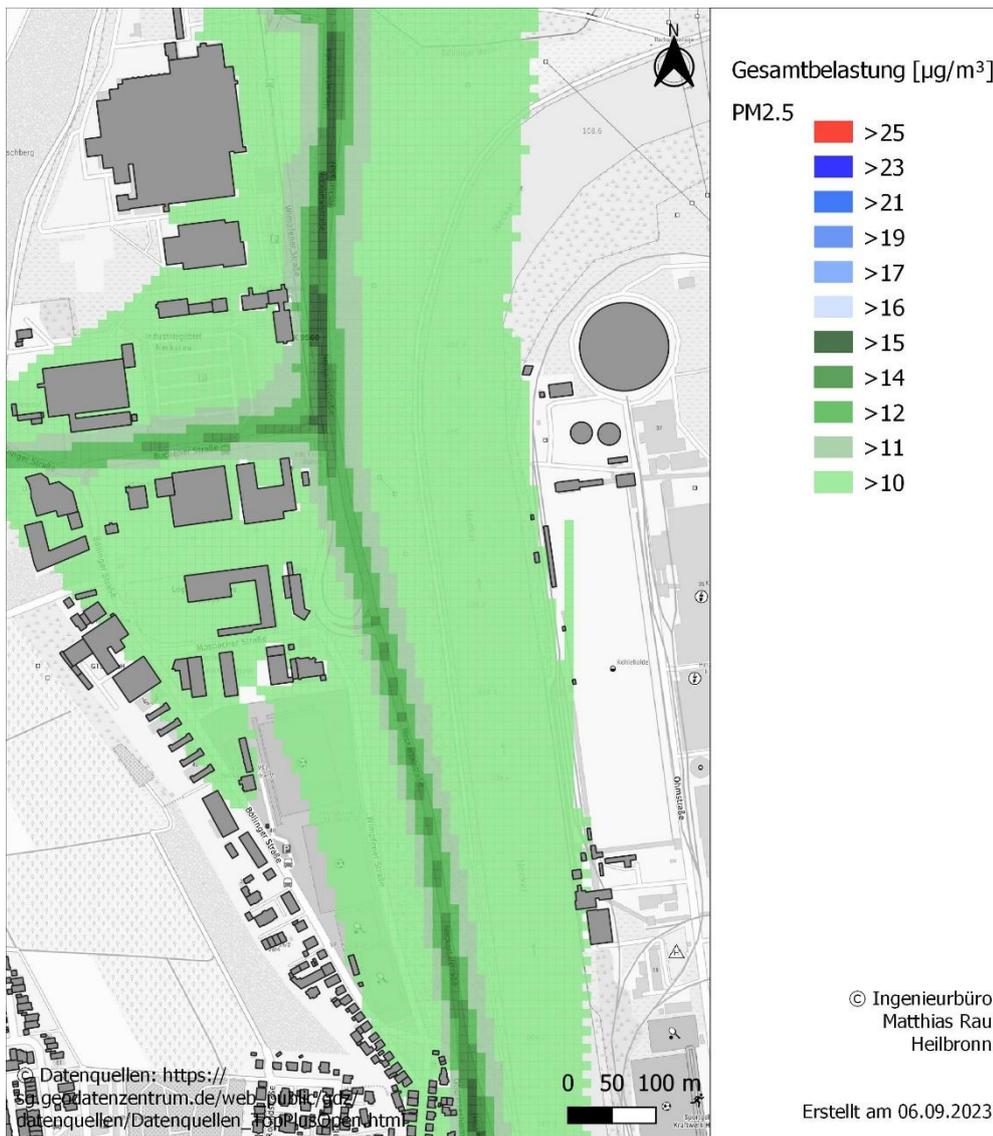


Abb. 7-6: Ausbau Neckartalstraße: Prognose der PM2.5-Jahresmittelwerte der Immissionsgesamtbelastung für den Prognoseplanfall in 1,5 m Höhe über Geländeneiveau.



Abb. 7-7: Nordumfahrung: Prognose der NO₂-Jahresmittelwerte der Immissionsgesamtbelastung für den Prognoseplanfall in 1,5 m Höhe über Geländeneiveau.



Abb. 7-8: Nordumfahrung: Prognose der PM10-Jahresmittelwerte der Immissionsgesamtbelastung für den Prognoseplanfall in 1,5 m Höhe über Geländeneiveau.



Abb. 7-9: Nordumfahrung: Prognose der PM2.5 -Jahresmittelwerte der Immissionsgesamtbelastung für den Prognoseplanfall in 1,5 m Höhe über Geländeneiveau.

8 Literaturverzeichnis

- [1] Ingenieurbüro Rau, „Gesamtstädtische Klimaanalyse Stadt Heilbronn,“ Stadt Heilbronn, Heilbronn, 2017.
- [2] gevas humberg & partner, „Verkehrsuntersuchung zur Verlängerung der Alexander-Baumann-Straße in Heilbronn - Bildung der Tagesverkehrsbelastung für den Planfall 2 der Verkehrssimulation,“ Karlsruhe, 2018.
- [3] SoundPLAN GmbH, *Neue Prognoseverkehrsstärken Lärm.pdf*, E-Mail vom 24.04.2018 von Herrn Braunstein.
- [4] IVU Umwelt GmbH, „PC-Berechnungsverfahren zur Abschätzung von verkehrsbedingten Schadstoffimmissionen nach den Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung - RLuS 3,“ 2023.
- [5] INFRAS AG, *HBEFA 4.2.2 - Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs - Version 4.2.2*, U. Dessau, Hrsg., Bern/Schweiz, 2022.
- [6] VDI-Fachbereich Umweltmeteorologie, *VDI-Richtlinie 3782, Blatt 7 - Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung - Luftbeimengungen*, Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN - Normenausschuss KRdL, 2020-05.
- [7] IVU Umwelt GmbH, *IMMIS em/luft/lärm - Handbuch zur Version 9*, Freiburg, 2023.
- [8] gevas humberg & partner, „Verkehrsuntersuchung der Nordumfahrung Frankenbach / Neckargartach,“ Karlsruhe, 2018.
- [9] *TA Luft 2021 - Neufassung der Ersten Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissionsschutzgesetz, Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft*, Gemeinsames Ministerialblatt, Nr. 48-54 S. 1050 ff.: Hrsg.: Bundesministerium des Inneren, 2021.
- [10] Ingenieurbüro Janicke, Überlingen, *AUSTAL 3.2.1 (01.08.2023) Programmbeschreibung*, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2023.
- [11] Bigalke, K., Rau, M. et al., *Dokumentation - Synthetische Ausbreitungsklassenstatistiken - SynAKS für Deutschland - Berechnung - Qualitätssicherung - Anwendung (Version 1.1)*, Pinnberg, Heilbronn: www.metsoft.de, 2013.
- [12] 39. *BlmschV Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes Verordnung über Luftqualitätsstandards und*

Emissionshöchstmengen vom 2. August 2010, zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 10. Oktober 2016 (BGBl. I S.2244).

- [13] LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messung und Naturschutz Baden-Württemberg, *"Modellierung verkehrsbedingter Immissionen - Anforderungen an die Eingangsdaten - Grundlage HBEFA 3.1 - Aktualisiert auf HBEFA 3.2 -"*, LUBW, Hrsg., Freiburg, 2015.
- [14] IVU Umwelt GmbH, *Flächendeckende Immissionsbelastung 2016- Immissionsprognose 2025*, M. u. N. B. LUBW Landesanstalt für Umwelt, Hrsg., Karlsruhe: LUBW-Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, 2021.
- [15] Romberg, E.; et al, *NO-NO₂-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase, Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft*, Nr. 56 Jahrgang 1996, pp.215-218, 1996.
- [16] C. Schlamberger, *„Methodenverbesserung zur modelltechnischen NO₂-Bestimmung,“* Professur für Umweltmeteorologie, Freiburg, 2020.