

Müller-BBM GmbH
Niederlassung Karlsruhe
Nördliche Hildapromenade 6
76133 Karlsruhe

Telefon +49(721)504379 0
Telefax +49(721)504379 11

www.MuellerBBM.de

Dr. rer. nat. Rainer Bösing
Telefon +49(721)504379 15
Rainer.Boesinger@mbbm.com

28. Februar 2020
M153425/01 Version 1 BSG/MSB

Umbau Knotenpunkt B 35 / B 293 in Bretten

Luftschadstoffgutachten

Bericht Nr. M153425/01

Auftraggeber:

Regierungspräsidium Karlsruhe
Referat 44 – Straßenplanung –
Schlossplatz 4 – 6
76131 Karlsruhe

Bearbeitet von:

Dr. rer. nat. Rainer Bösing

Berichtsumfang:

Insgesamt 28 Seiten

Müller-BBM GmbH
Niederlassung Karlsruhe
HRB München 86143
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:
Joachim Bittner, Walter Grotz,
Dr. Carl-Christian Hantschk,
Dr. Alexander Ropertz,
Stefan Schierer, Elmar Schröder

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
1 Aufgabenstellung	5
2 Rechtliche Beurteilungsgrundlagen	5
3 Örtliche Gegebenheiten und Beschreibung der Methodik	6
3.1 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse und des Planvorhabens	6
3.2 Vorgehensweise und Berechnungsverfahren	9
4 Eingangsdaten und technische Grundlagen	11
4.1 Verkehrsdaten	11
4.2 Emissionen des Straßenverkehrs	13
4.3 Berücksichtigung von Geländedaten	17
4.4 Rechengebiet und räumliche Auflösung	18
4.5 Meteorologische Daten	19
4.6 Hintergrundbelastung	21
5 Ergebnisse der Immissionsprognosen	22
5.1 Allgemeines	22
5.2 Flächenhafte Verteilung der Immissionen	22
5.3 Punktuelle Auswertung der Immissionen	26
6 Grundlagen, verwendete Literatur	28

Zusammenfassung

In der vorliegenden Luftschadstoffuntersuchung werden die Auswirkungen der Straßenbaumaßnahme Umbau des Verkehrsknotens B 35 / B 293 in Bretten auf die Luftschadstoffbelastungen aufgezeigt.

Die Grundlage für die Immissionsprognosen sind Ausbreitungsrechnungen mit dem dreidimensionalen Strömungs- und Ausbreitungsmodell LASAT mit Einbindung der modellierten Kaltluftabflüsse in das Windfeldmodell unter Berücksichtigung der topographischen Gegebenheiten und der Emissionen des Straßenverkehrs. Die Ergebnisse der flächendeckenden Immissionsprognosen für die Schadstoffleitkomponenten Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstaubpartikel (PM₁₀ und PM_{2,5}) werden hinsichtlich des Schutzes der menschlichen Gesundheit nach der 39. BImSchV [13] bewertet.

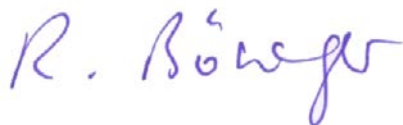
Die ermittelten Feinstaubbelastungen (PM₁₀ und PM_{2,5}) unterschreiten die Grenzwerte nach der 39. BImSchV deutlich. Die NO₂-Jahresmittelwerte stellen in Bezug zum Grenzwert die höchsten Immissionsbelastungen dar, d. h. die ermittelten Immissionskenngrößen der anderen Schadstoffkomponenten schöpfen den jeweiligen Grenzwert weniger aus.

Die NO₂-Immissionen zeigen im Bereich des Verkehrsknotens die erwarteten hohen Belastungen. An der nächstgelegenen Bebauung gibt es jedoch keine Überschreitungen des Grenzwertes von 40 µg/m³.

In der Prognose Planfall liegen die NO₂-Jahresmittelwerte an den beurteilungsrelevanten Untersuchungspunkten unterhalb des Grenzwertes von 40 µg/m³.

Maximal wurden 31 µg/m³ als NO₂-Jahresmittelwerte im nahen Umgriff des neuen Verkehrsknotens ermittelt.

Die bei Realisierung der Straßenplanung zu erwartenden Schadstoffbelastungen im Umfeld erreichen nach der hier vorgestellten Immissionsprognose keine unzulässig hohen Werte. Zusammenfassend gibt es aus lufthygienischer Sicht auf der Grundlage der verwendeten Eingangsdaten und Methodik keine Vorbehalte gegen die Realisierung der Straßenplanung.



Dr. rer. nat. Rainer Bösing
Telefon +49 (0)721/504379-15

Projektverantwortliche(r)



M. Sc. Katharina Braunmiller
Telefon +49 (0)721/504379-13

Dieser Bericht darf nur in seiner Gesamtheit, einschließlich aller Anlagen, vervielfältigt, gezeigt oder veröffentlicht werden. Die Veröffentlichung von Auszügen bedarf der schriftlichen Genehmigung durch Müller-BBM. Die Ergebnisse beziehen sich nur auf die untersuchten Gegenstände.



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14119-01-01
D-PL-14119-01-02
D-PL-14119-01-03
D-PL-14119-01-04

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018
akkreditiertes Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt nur für den in der
Urkundenanlage aufgeführten Akkreditierungsumfang.

1 Aufgabenstellung

Das Regierungspräsidium Karlsruhe plant den Ausbau des Verkehrsknotens B 35 / B 293 (Gölshäuser Dreieck) in Bretten. Der Knotenpunkt stößt zunehmend an die Grenzen seiner Leistungsfähigkeit. Um diese Engstelle zu beseitigen und eine flüssigere Verkehrsabwicklung sicherzustellen, plant das Regierungspräsidium Karlsruhe die Umgestaltung und Entzerrung des heutigen Knotenpunkts.

Aufgabe der vorliegenden Luftschadstoffuntersuchung sind Immissionsprognosen für den Umgriff um den Knoten B 35 / B 293. Die Immissionen für die beurteilungsrelevanten Schadstoffleitkomponenten Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstaubpartikel (PM_{2,5} und PM₁₀) sind flächendeckend für das Untersuchungsgebiet zu ermitteln.

Die Immissionsprognosen sind für den Planfall mit Ausbau des Knotens in der Prognose durchzuführen.

2 Rechtliche Beurteilungsgrundlagen

Im Rahmen der vorliegenden lufthygienischen Untersuchung ist die Luftschadstoffbelastung hinsichtlich des Schutzes der menschlichen Gesundheit zu bewerten. Für die Beurteilung der Immissionen sind die entsprechenden Bewertungen nach der 39. BImSchV [13] vorzunehmen.

In der vorliegenden Untersuchung werden die v. a. vom Straßenverkehr emittierten Schadstoffe Stickoxide NO_x (Summe aus NO und NO₂) sowie Feinstaubpartikel (PM_{2,5} und PM₁₀) behandelt. Diese Schadstoffe gelten als Leitkomponenten im Aufgabengebiet der Luftreinhaltung, weil die Luftbelastung mit anderen in der 39. BImSchV limitierten Schadstoffen in Bezug zu den zugehörigen Grenzwerten deutlich geringer ist. Die zum Schutz der menschlichen Gesundheit maßgeblichen und hier betrachteten Grenzwerte sind in der folgenden Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1. Relevante Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit [13].

Schadstoffkomponente Bezugszeitraum	Konzentration in µg/m ³	Zulässige Überschreitungen im Kalenderjahr
Stickstoffdioxid NO₂		
Jahresmittel	40	-
Stundenmittel	200	18
Feinstaub PM₁₀		
Jahresmittel	40	-
Tagesmittel	50	35
Feinstaub PM_{2,5}		
Jahresmittel	25	-

3 Örtliche Gegebenheiten und Beschreibung der Methodik

3.1 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse und des Planvorhabens

Bretten ist eine Stadt im westlichen Kraichgau, etwa 23 km nordöstlich von Karlsruhe in Baden-Württemberg. Das Untersuchungsgebiet liegt am nordöstlichen Stadtrand von Bretten beim Ortsteil Gölshausen (Abbildung 1). Die B 35 (Bruchsal – Bretten – Maulbronn) führt auf längerer Strecke am Nordrand von Bretten vorbei.

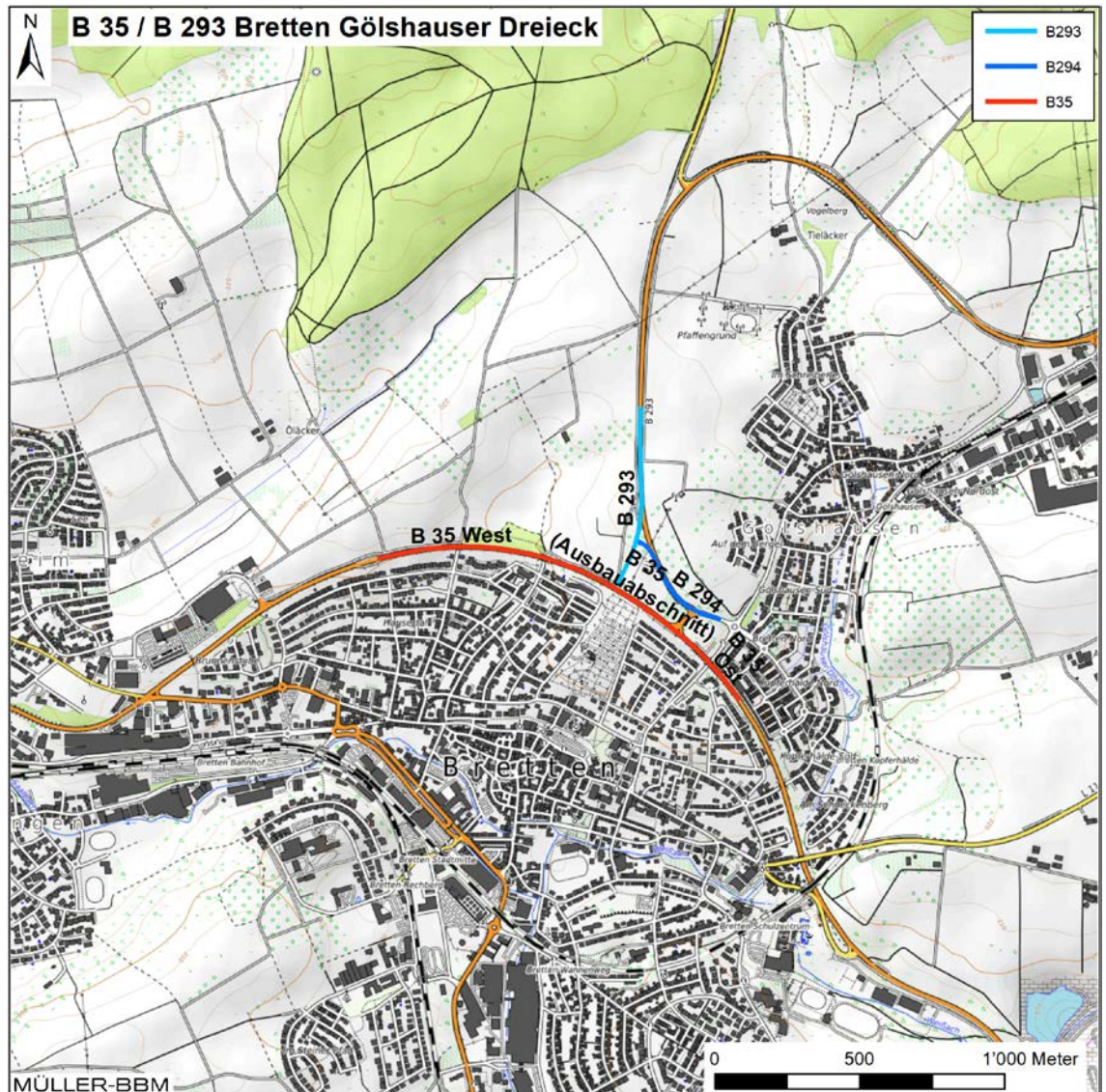


Abbildung 1. Topografische Karte mit Lage der Untersuchungsabschnitte, Kartendaten: © OpenStreetMap-Mitwirkende, SRTM | Kartendarstellung: © OpenTopoMap (CC-BY-SA) [14].

Kurz vor der Unterführung der Heilbronner Straße bindet die B 293/B 294 lichtsignalgeregelt an die B 35 an. Nur rund 80 Meter von dieser Einmündung entfernt zweigt die B 293 (Karlsruhe – Bretten – Heilbronn) – wiederum lichtsignalgeregelt - von der früheren B 294 ab, die in den Brettener Norden und zum Brettener Stadtteil Gölshausen führt (siehe Abbildung 2).

Auf der zweistreifigen B 35 gilt im Bereich von Bretten durchgehend eine Beschränkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf 70 km/h. Auf der zweistreifigen B 293 (Umfahrung Gölshausen) gilt zunächst ebenfalls eine Beschränkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf 70 km/h, die erst außerhalb des hier betrachteten Abschnitts aufgehoben wird.

Am südlichen Fahrbahnrand der B 35 sind Lärmschutzbauwerke angeordnet, die abschnittsweise Höhen bis zu 4,6 m über Fahrbahnrand aufweisen.

Das Untersuchungsgebiet liegt im westlichen Kraichgau. Im Kraichgau befinden sich eingeschnittene Täler, die leitende Funktionen für Winde haben. Das Geländere relief variiert im Untersuchungsgebiet von etwa 160 m bis 240 m NHN.



Abbildung 2. Ansichten der bestehenden Knotenpunktbereiche auf der B 35 (oben) und B 293 / B 294 (unten) [15].

Die Straßenplanung (Abbildung 3) sieht eine Verlegung des Anschlusses der B 293 an die B 35 um rund 250 Meter nach Westen vor. Der Anschluss wird lichtsignalgeregelt betrieben. Die B 293 zweigt hierzu nach Süden von der bestehenden Trassenlage ab und liegt durchgehend im Einschnitt mit Tiefen bis über 4 m gegenüber dem bestehenden Gelände.

Etwa 170 von diesem Knotenpunkt entfernt, bindet künftig die Verbindungsstraße B 293 – Heilbronner Straße („frühere B 294“) an die B 293 an. Auch dieser Knotenpunkt wird lichtsignalgeregelt betrieben. Die Verbindungsstraße liegt ebenfalls durchgehend im Einschnitt mit Tiefen bis zu etwa 3 m gegenüber dem bestehenden Gelände.

Der bestehende Knotenpunkt B 35 / B 293 wird zurückgebaut.



Abbildung 3. Lageplan der Straßenplanung [21].

3.2 Vorgehensweise und Berechnungsverfahren

Die vorliegende lufthygienische Untersuchung beinhaltet die Ermittlung der durch den Straßenverkehr verursachten Schadstoffemissionen, die Berechnung der daraus resultierenden Immissionen und die Bewertung dieser anhand der einschlägigen Beurteilungswerte der 39. BImSchV [13].

Die der vorliegenden Untersuchung zugrundeliegende Vorgehensweise und die Berechnungsverfahren genügen den Forderungen der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 14 „Qualitätssicherung in der Immissionsberechnung – Kraftfahrzeugbedingte Immissionen“ [18].

Die Berechnung der Immissionen wurde mit dem für diese Aufgabenstellung geeigneten Prognosemodell LASAT [5] durchgeführt. Die Schadstoffkonzentrationen wurden flächenhaft im Untersuchungsgebiet und punktuell für repräsentative Untersuchungspunkte an der nächstgelegenen Bebauung berechnet.

Die Berechnung der verkehrsbedingten Emissionen (Masse der von den Fahrzeugen verursachten Schadstoffe) erfolgte entsprechend den Vorgaben der VDI-Richtlinie „Kfz-Emissionsbestimmung“ [17] auf Grundlage der aktuellen Datenbank „Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA Version 4.1“ [9]. Die Schadstoffemissionen wurden auf Grundlage der dem Verkehrsgutachten [24] entnommenen Verkehrsmengen und der den angesetzten Verkehrssituationen zugehörigen Emissionsfaktoren berechnet.

Die von der Topografie beeinflussten Luftströmungen und die Ausbreitung der Schadstoffe wurden mit dem dreidimensionalen Ausbreitungsmodell LASAT¹ berechnet. Damit konnten die Emissionen auf den berücksichtigten Straßenabschnitten und die örtlichen meteorologischen Verhältnisse in die Berechnungen einbezogen werden. Für die Immissionsberechnungen wurden lokal repräsentative meteorologische Daten verwendet [12].

Die Schadstoffhintergrundbelastung wurde anhand von Messdaten abgeschätzt. Es wurden die verkehrsbedingten Immissionen im Untersuchungsgebiet flächenhaft ermittelt und der Hintergrundbelastung überlagert.

Die Parametrisierung der luftchemischen Umwandlung des von Kraftfahrzeugen hauptsächlich emittierten NO in NO₂ erfolgte nach [20]. Dieser Ansatz wurde durch Auswertungen von Messdaten für NO₂-Jahresmittelwerte bis 60 µg/m³ bestätigt [2].

¹ Das Ausbreitungsmodell LASAT (Lagrange-Simulation von Aerosol-Transport) berechnet die Ausbreitung von Spurenstoffen in der Atmosphäre, indem für eine Gruppe repräsentativer Stoffteilchen der Transport und die turbulente Diffusion durch einen Zufallsprozess auf dem Computer simuliert wird (Lagrange-Simulation).

Ermittlung der Kurzzeitbelastungswerte

Die Betrachtung der PM₁₀-Kurzzeitbelastung erfolgt mit Hilfe der funktionalen Abhängigkeit zwischen der Anzahl der Tage mit PM₁₀-Tagesmittelwerten größer als 50 µg/m³ und dem PM₁₀-Jahresmittelwert, die in einem Forschungsprojekt der Bundesanstalt für Straßenwesen BASt aus Messdaten abgeleitet wurde [6]. Eine Überschreitung des PM₁₀-Kurzzeitgrenzwertes wird mit diesem Ansatz für PM₁₀-Jahresmittelwerte größer als 30 µg/m³ abgeleitet.

Nach einem Ansatz des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz LANUV von Nordrhein-Westfalen wird bei einem PM₁₀-Jahresmittelwert zwischen 29 µg/m³ und 32 µg/m³ die zulässige Anzahl von Überschreitungen des Tagesmittelwertes möglicherweise nicht eingehalten [10]. Nach [16] kann davon ausgegangen werden, dass der PM₁₀-Tagesmittelgrenzwert eingehalten wird, wenn der PM₁₀-Jahresmittelwert nicht mehr als 27 bis 30 µg/m³ beträgt. Der PM₁₀-Kurzzeitgrenzwert ist daher wesentlich strenger als der zulässige Jahresmittelwert für PM₁₀ von 40 µg/m³.

Bezüglich NO₂ ist aus Messdaten der umgekehrte Zusammenhang bekannt. Hier ist der Jahresmittelwert erwartungsgemäß die kritischere Größe. Statistische Auswertungen von gemessenen NO₂-Konzentrationen weisen im Vergleich der NO₂-Kurzzeitbelastungswerte mit dem zugehörigen Jahresmittelwert an allen Messorten den Jahresmittelwert als die kritischere Größe aus. Unterschreitet die NO₂-Belastung im Jahresmittel den Grenzwert der 39. BImSchV von 40 µg/m³, so ist im Regelfall auch die Einhaltung der zulässigen Überschreitungshäufigkeit (18mal pro Jahr) des Stundengrenzwerts von 200 µg/m³ zu erwarten. Aus diesem Grund erfolgt im Zuge des vorliegenden Berichts keine explizite Bestimmung und Bewertung der Überschreitungshäufigkeit des NO₂-Stundengrenzwerts. Die Beurteilung der Luftqualität erfolgt anhand der kritischeren Komponente NO₂-Jahresmittelwert.

4 Eingangsdaten und technische Grundlagen

4.1 Verkehrsdaten

Für die Emissionsberechnungen wurden die Verkehrszahlen aus der Verkehrsuntersuchung für die Straßenplanung [24] übernommen.

Die Verkehrszahlen wurden als durchschnittliche werktägliche Verkehrsstärken (DTV_w in Kfz/24 h) und als werktäglicher Schwerverkehr SV ($> 3,5 \text{ t zGG}^2$) angegeben. Die in den Emissions- und Immissionsberechnungen verwendeten Verkehrsdaten sind in Abbildung 4 angegeben.

Die Umrechnungsfaktoren der werktäglichen Verkehrsmengen auf durchschnittliche tägliche Verkehrsstärken (DTV) 0,91 bzw. 0,80 für den SV wurden aus den Daten des Verkehrsmonitoring 2018 [23] für die Zählstelle 81158 B35/B293 Bretten-Gölshausen ermittelt.

Auf den berücksichtigten Straßenabschnitten wurde nach Angaben des Verkehrsgutachters für die Fahrzeugflottenzusammensetzung ein mittlerer Anteil der leichten Nutzfahrzeuge ($LNF < 3,5 \text{ t zGG}^2$) von 5 % am Leichtverkehr (Pkw und LNF) und nach [1] ein mittlerer Anteil der Linien- oder Reisebusse von 13 % am Schwerverkehr angesetzt.

² zGG zulässiges Gesamtgewicht

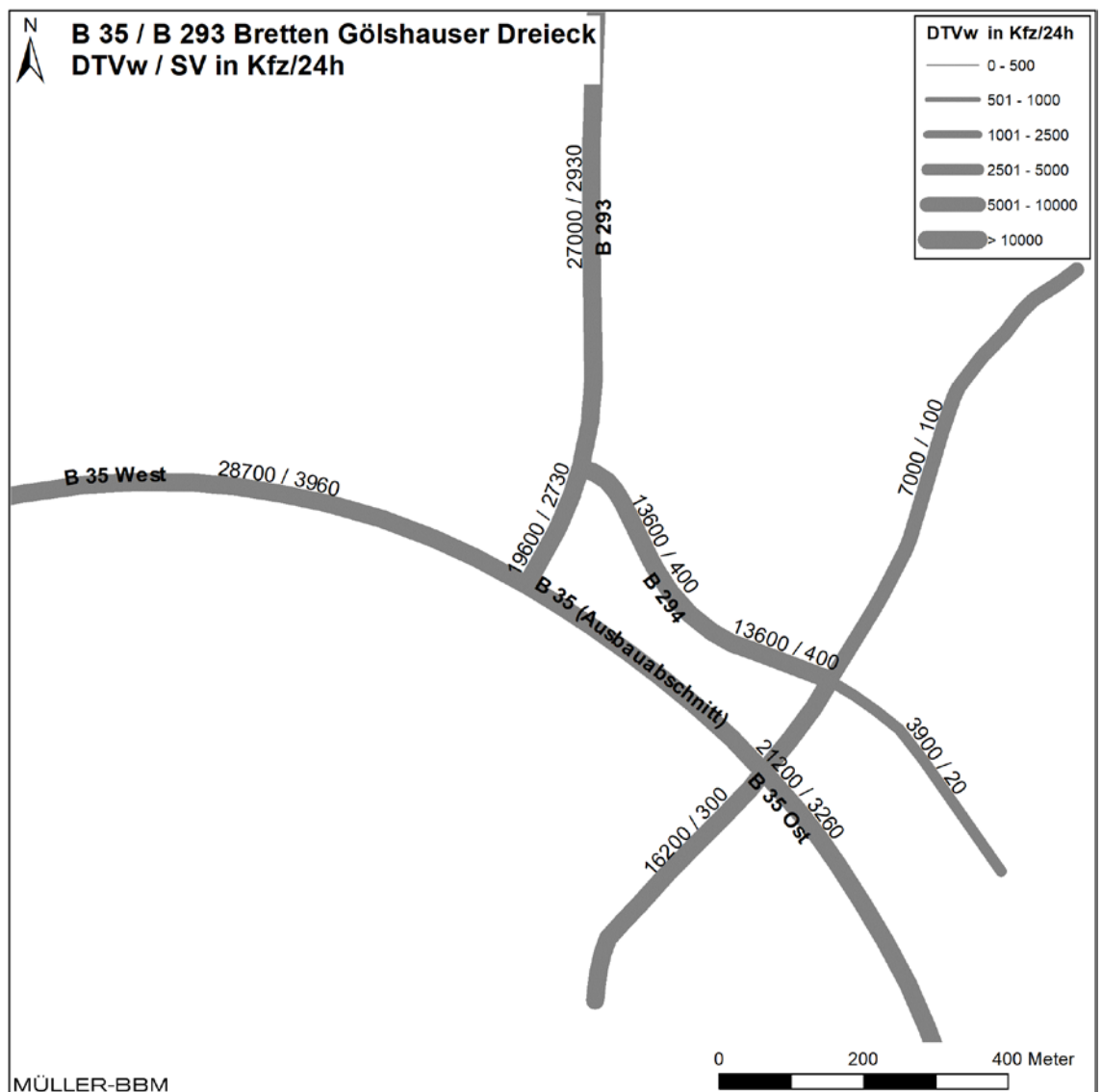


Abbildung 4. Verkehrsprognose 2035 Planfall mit Umbau Gölshauser Dreieck - durchschnittliche werktägliche Verkehrsstärken (DTV_w) und werktägliche Anzahl Schwerverkehr SV (über 3,5 t zGG) [24].

4.2 Emissionen des Straßenverkehrs

Die Berechnung der Schadstoffemissionen erfolgte auf Basis der o. a. Verkehrsmengen und Aufteilungen auf Fahrzeugarten sowie der Verkehrssituationen. Anhand der Verkehrsdaten und den Emissionsfaktoren pro Kfz wurden entsprechend der einschlägigen Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 „Kfz-Emissionsbestimmung“ [17] die vom Straßenverkehr freigesetzten Schadstoffmengen (Emissionen) berechnet. In der vorliegenden Untersuchung werden die Schadstoffe Stickoxide (NO_x bzw. NO und NO_2) und Feinstaubpartikel (PM_{10}) behandelt.

Die Abgas-Emissionsfaktoren der Kraftfahrzeuge wurden dem einschlägigen "Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA 4.1" [9] für das betrachtete Bezugsjahr entnommen. Neben den Partikeln im Abgas wurden zusätzlich auch nicht-motorbedingte Partikelemissionen durch Abrieb und Aufwirbelung von Feinstaub (non-exhaust) nach HBEFA 4.1 berücksichtigt.

Das HBEFA gliedert die Verkehrssituationen anhand von vier Kategorien: Gebietstyp (ländlicher Raum oder städtisch/Ballungsraum), funktionale Straßentypen, Tempolimit und Verkehrsqualität. Die Straßentypen werden unterschieden nach Autobahnen (AB), Fern- und Bundesstraßen (fern), Verbindungsstraßen zwischen Ortschaften (samm), dto. mit Kurven (sammk), Hauptverkehrsstraßen (hvs) und Erschließungsstraßen (erschl). Zudem werden im HBEFA die Emissionsfaktoren für verschiedene Längsneigungen der Straßen angegeben. Die Verkehrsqualität wird im HBEFA durch einen 5stufigen level of service (LOS) klassifiziert.

Die Verkehrssituation im Untersuchungsgebiet wurde nach HBEFA dem Gebietstyp „ländlicher Raum“ zugeordnet. Für den fließenden Verkehr wurde nach Erkenntnissen bei der Ortseinsicht [15] auf den Straßen im Untersuchungsgebiet die Verkehrsqualität nach HBEFA überwiegend als „dichter Verkehr (LOS 2)“ eingestuft. Nach Aussagen der Herausgeber des HBEFA ist diese Verkehrsqualität die bei Verkehr ohne Störung auf nahezu allen Straßen anzusetzende.

Die Emissionsfaktoren für die Prognosen wurden für eine Verkehrsflottenzusammensetzung nach HBEFA im Bezugsjahr 2026³ ermittelt. Dieser Ansatz ist konservativ, da er die zukünftig ungünstigste Situation abbildet. Aufgrund der gesetzlichen Regelungen zur technischen Emissionsminderung ist in späteren Jahren mit geringeren Emissionsfaktoren der Kraftfahrzeuge zu rechnen.

Die sog. Kühl- und Kaltstartemissionen, d. h. die Emissionen aus noch nicht warmgelaufenen Fahrzeugmotoren, wurden nach VDI 3782 Blatt 7 [17] bei den Emissionsberechnungen berücksichtigt.

Die im Untersuchungsgebiet angesetzten Verkehrssituationen sind Abbildung 5 zu entnehmen. In Tabelle 2 sind die verwendeten Emissionsfaktoren differenziert nach Leichtverkehr LV (Personenkraftwagen Pkw, inkl. leichte Nutzfahrzeuge LNF) und Schwerverkehr SV (schwere Nutzfahrzeuge SNF, inkl. Busse) aufgeführt.

³ Das Jahr 2026 kann im Hinblick auf den frühesten Zeitpunkt der Realisierung der Maßnahme als Bezugsjahr für die Inbetriebnahme der Straße angenommen werden.

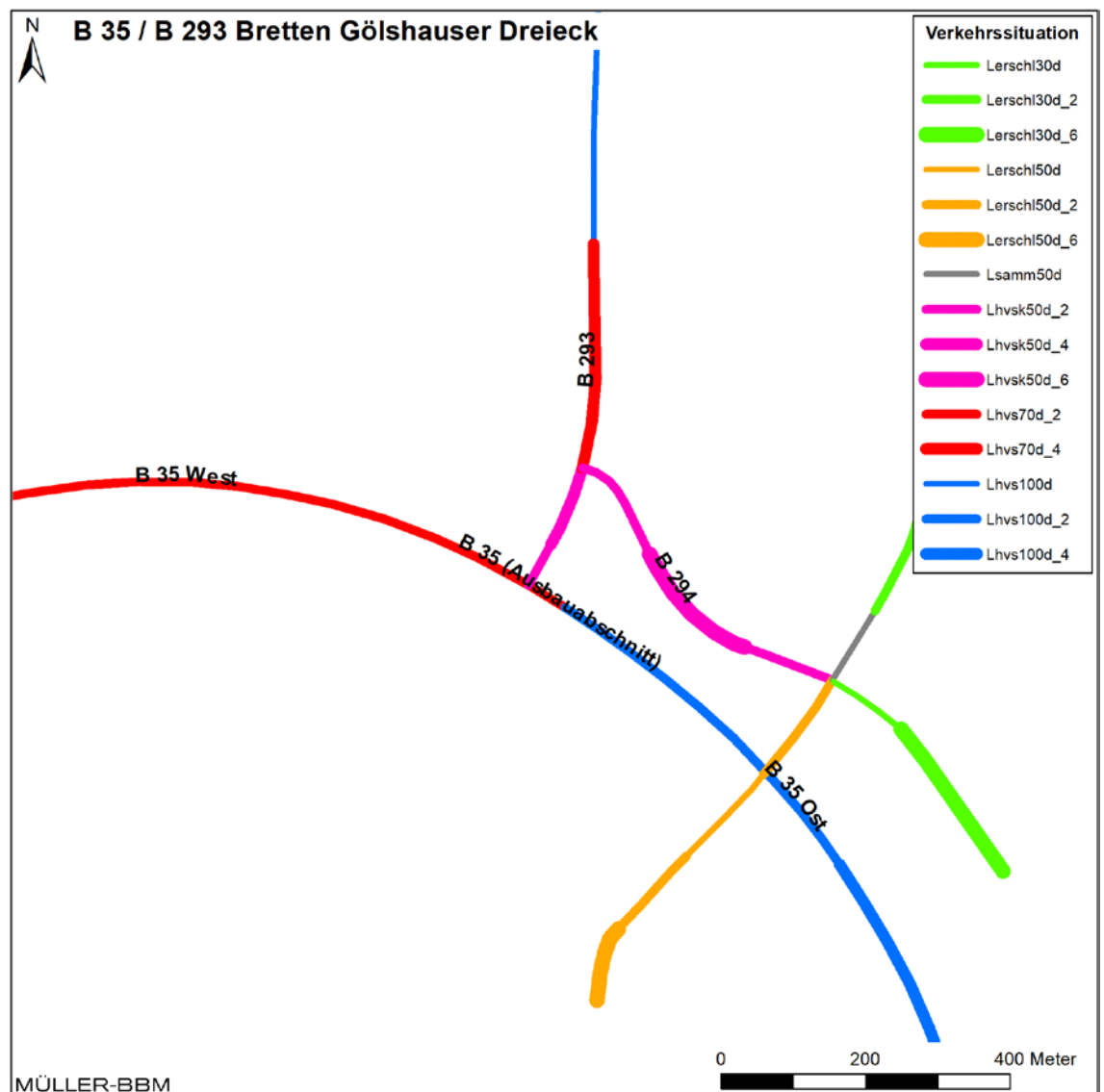


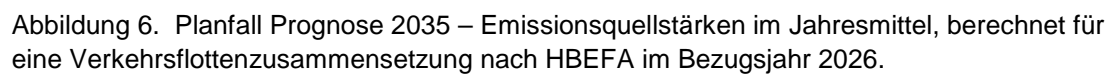
Abbildung 5. Verkehrssituationen entsprechend HBEFA [9], Bedeutung der Abkürzungen z. B.

- Lhvs100d = ländlich, Hauptverkehrsstraße, Tempo 100, dichter Verkehr, Längsneigung 0%
- Lhvs70d_2 = ländlich, Hauptverkehrsstraße, Tempo 70, dichter Verkehr, Längsneigung $\pm 2\%$
- Lhvs50d_6 = ländlich, Hauptverkehrsstr. kurvig, Tempo 50, dichter Verkehr, Längsneigung $\pm 6\%$
- Lsamm50d = ländlich, Sammelstraße, Tempo 50, dichter Verkehr
- Lersch130d = ländlich, Erschließungsstraße, Tempo 30, dichter Verkehr

Tabelle 2. Emissionsfaktoren Leichtverkehr LV (Pkw und LNF) und Schwerverkehr SV (SNF und BUS) nach HBEFA 4.1 [9] für eine Fahrzeugflotte im Jahr 2026.

Verkehrssituation	Längs- neigung	NO _x		PM _{2,5}		PM ₁₀	
		LV	SV	inkl. non-exhaust		inkl. non-exhaust	
				LV	SV	LV	SV
Lhvs100d	0%	160	940	13.0	71	32	150
Lhvs100d_2	+/-2%	180	1'260	13.1	68	32	140
Lhvs100d_4	+/-4%	220	910	13.6	66	32	140
Lhvs70d_2	+/-2%	190	1'550	15.5	78	35	360
Lhvs70d_4	+/-4%	220	1'220	15.7	77	35	360
Lhvs50d_2	+/-2%	260	2'680	18.3	91	36	370
Lhvs50d_4	+/-4%	280	2'280	18.5	91	36	370
Lhvs50d_6	+/-6%	320	2'110	18.9	91	36	370
Lsamm50d	0%	240	2'100	18.2	89	36	370
Lerschl50d	0%	290	2'120	18.7	88	38	520
Lerschl50d_2	+/-2%	300	1'930	18.8	88	38	520
Lerschl50d_6	+/-6%	360	1'430	20.0	89	39	520
Lerschl30d	0%	270	2'560	18.6	96	38	530
Lerschl30d_2	+/-2%	270	2'420	18.6	96	38	530
Lerschl30d_6	+/-6%	320	1'990	18.9	96	38	530

Die für die Immissionsprognosen angesetzten Emissionsquellstärken der jeweiligen Straßenabschnitte wurden aus den o. a. Emissionsfaktoren in Verbindung mit den Verkehrsmengen für die betrachteten Straßenabschnitte berechnet. Die ermittelten Emissionsdichten sind für die hier betrachteten Untersuchungsfälle in Abbildung 6 dargestellt.



4.3 Berücksichtigung von Geländedaten

Die digitalen Geländehöhen wurden vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt [8]. Die geografische Höhe über NHN variiert im Untersuchungsgebiet zwischen 160 m bis 240 m. Auf Basis der Geländedaten wurde ein digitales Geländemodell (Abbildung 7) erstellt, das bei den Strömungs- und Ausbreitungsrechnungen mit LASAT verwendet wurde.

Die Bodenrauigkeit des Geländes wird durch eine mittlere Rauigkeitslänge z_0 beschrieben. Sie ist nach Anhang 3 der TA Luft aus den Landnutzungsklassen des CORINE-Katasters [3] zu bestimmen. Auf Basis der Geländenutzungsdaten wird in den Ausbreitungsrechnungen die Bodenrauigkeit $z_0 = 0,5$ m angesetzt. Die Verdrängungshöhe d_0 ergibt sich nach Anhang 3 der TA Luft [7] mit $d_0 = z_0 \times 6$.

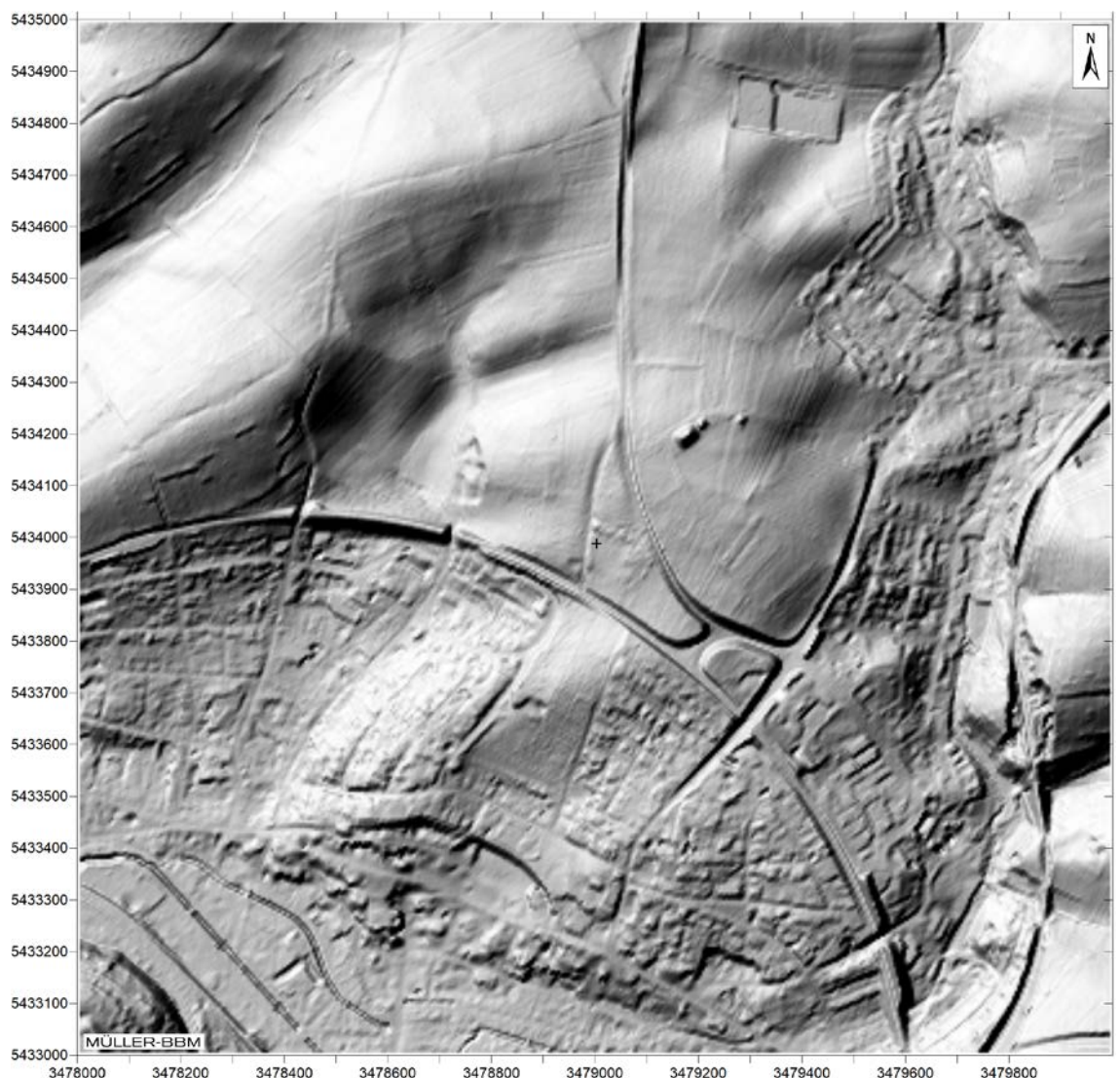


Abbildung 7. Geländeerelief im Rechengebiet, Datengrundlage [8].

4.4 Rechengebiet und räumliche Auflösung

Das LASAT-Rechengebiet für die Ausbreitungsrechnung wurde auf 2000 m × 2000 m festgelegt (vgl. Abbildung 8). Die räumliche Auflösung des Rechengitters in der Horizontalen beträgt 5 m × 5 m. Die bodennahen Konzentrationen wurden als Mittelwerte über ein vertikales Intervall vom Erdboden bis 3 m Höhe über dem Erdboden berechnet und sind damit repräsentativ für eine Höhe von 1,5 m über Flur. Die so für ein Volumen eines Rechengitterelementes berechneten Mittelwerte werden als Punktwerte für die darin enthaltenen Immissionsorte interpretiert.

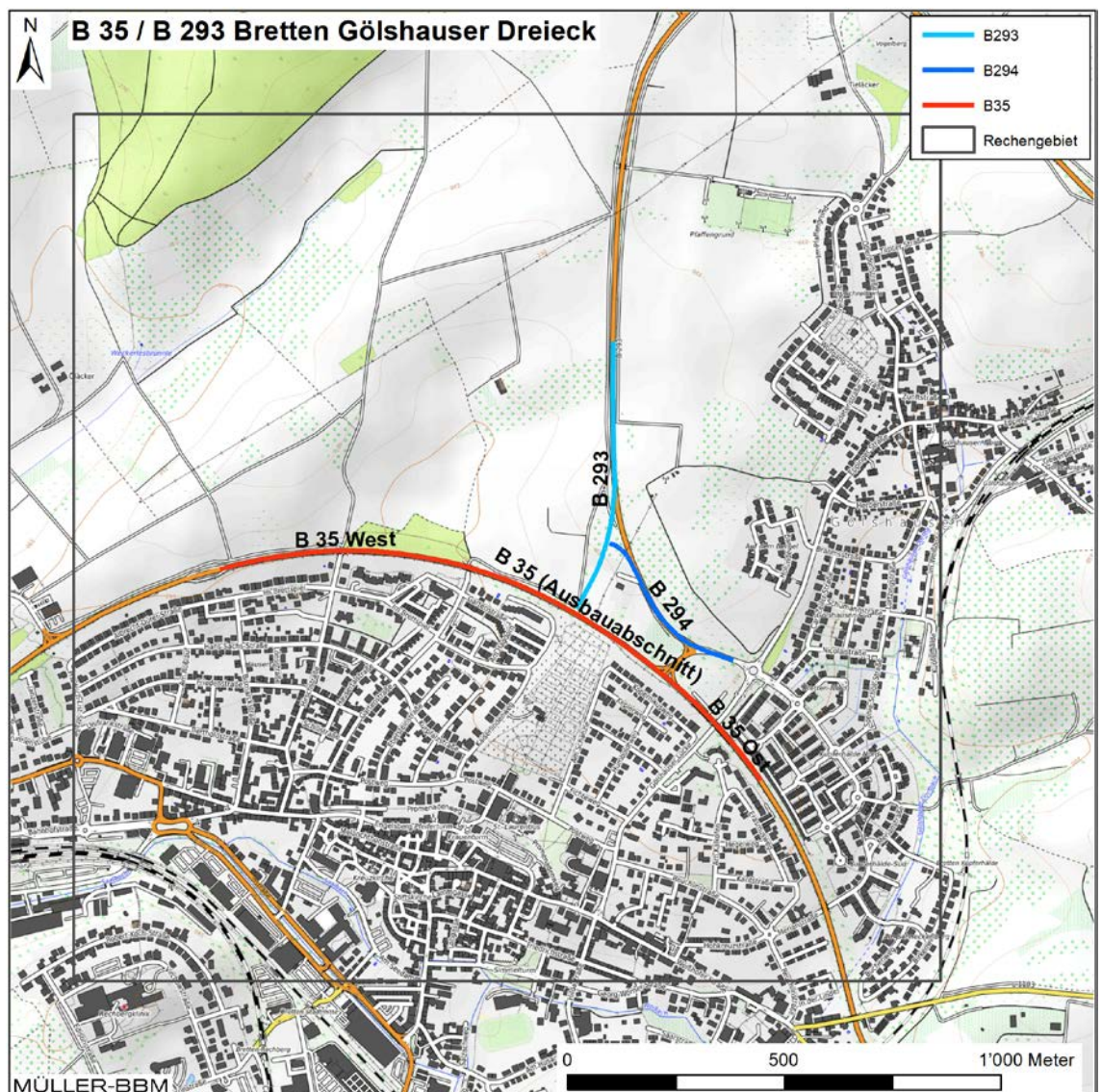


Abbildung 8. LASAT-Rechengebiet auf topografischer Karte mit Straßenplanung, Kartendaten: © OpenStreetMap-Mitwirkende, SRTM | Kartendarstellung: © OpenTopoMap (CC-BY-SA) [14].

4.5 Meteorologische Daten

Für die Berechnung der Schadstoffimmissionen werden Angaben über die Häufigkeit verschiedener Ausbreitungsverhältnisse in den unteren Luftschichten benötigt, die durch Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Stabilität der Atmosphäre definiert sind. Hierfür sind meteorologische Daten zu verwenden, die für das Untersuchungsgebiet charakteristisch sind.

Die Windrichtungsverteilung an einem Standort wird primär durch die großräumige Luftdruckverteilung geprägt. Die Strömung in der vom Boden unbeeinflussten Atmosphäre (ca. ab 1 500 m über Grund) hat daher in Mitteleuropa ein Maximum bei südwestlichen bis westlichen Richtungen. Ein zweites Maximum, das vor allem durch die Luftdruckverteilung in Hochdruckgebieten bestimmt wird, ist bei Winden aus Ost bis Nordost vorherrschend. In Bodennähe, wo sich der Hauptteil der lokalen Ausbreitung von Schadstoffen abspielt, wird die Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung durch die topographischen Strukturen modifiziert. Dies ist vor allem im Bereich von Tälern sichtbar. Dort werden die Windrichtungen entlang der Talachse kanalisiert.

Für das Untersuchungsgebiet selbst liegen keine Windmessungen vor. Die meteorologischen Verhältnisse können mit den synthetischen Winddaten der Landesanstalt Umwelt Baden-Württemberg LUBW [4] für das Untersuchungsgebiet abgebildet werden. Bei den Ausbreitungsrechnungen wurde die synthetische repräsentative Ausbreitungsklassenstatistik für den Standort Bretten-Gölshausen mit den Gauß-Krüger-Koordinaten RW 3479003 HW 5433988 als Referenzstatistik angesetzt [12].

Die zugehörigen Häufigkeitsverteilungen der Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten sind in der Abbildung 9 ersichtlich. Die Hauptwindrichtungen sind Westsüdwest und Ost bis Südost. Die mittlere Windgeschwindigkeit liegt bei 2,6 m/s.

Das diagnostische Windfeldmodell des eingesetzten Ausbreitungsmodells LASAT berechnet für das gesamte Untersuchungsgebiet die durch die Topografie geprägte örtliche Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung. Die o. g. Referenzstatistik repräsentiert in dieser Vorgehensweise nur die Windverhältnisse für den ausgewiesenen Standort, die dann mit den berechneten örtlichen Windfeldern im Untersuchungsgebiet statistisch gekoppelt werden. Damit liegen für das Untersuchungsgebiet flächendeckende Informationen zu den lokalen Windverhältnissen vor.

Die vom Partikelmodell LASAT benötigten meteorologischen Grenzschichtprofile und die hierzu benötigten Größen wurden gemäß Richtlinie VDI 3783 Blatt 8 [19] bestimmt.

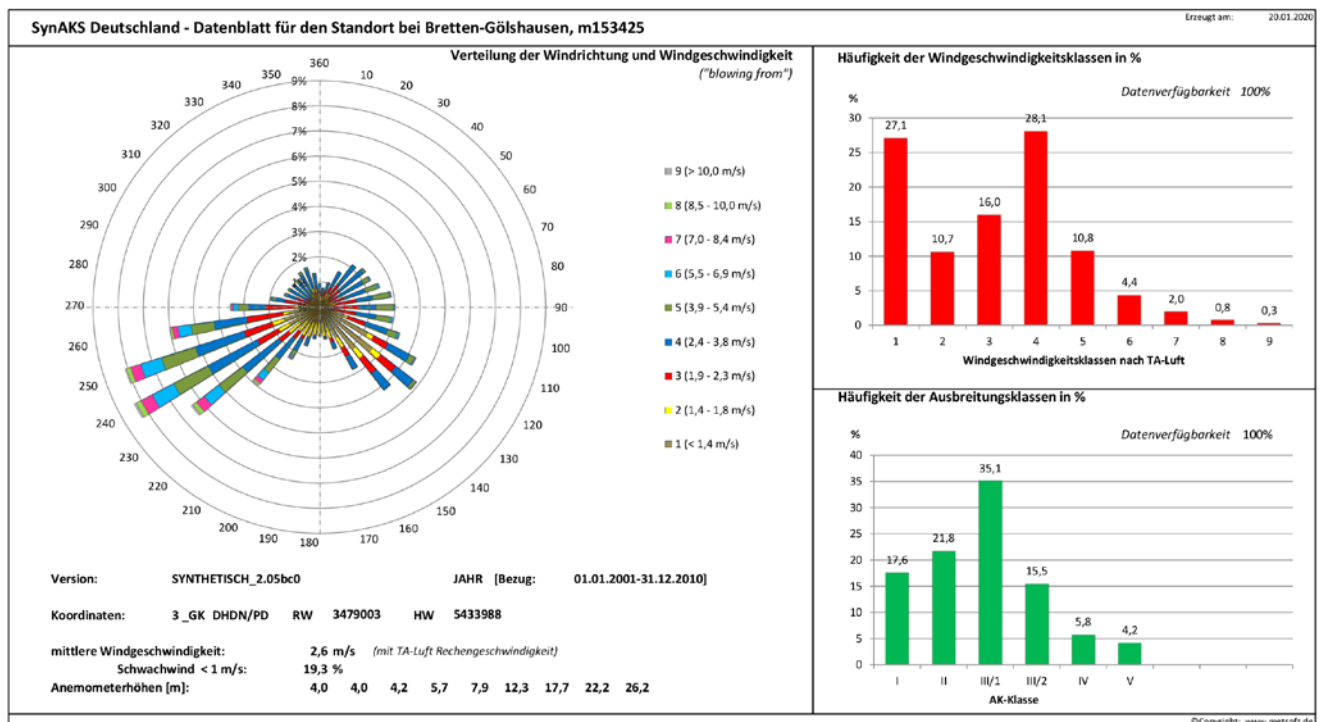


Abbildung 9. Synthetische Ausbreitungsklassenstatistik Bretten-Gölshausen, Häufigkeitsverteilungen von Windrichtungen, Windgeschwindigkeiten und Ausbreitungsklassen [12].

4.6 Hintergrundbelastung

Die Gesamt-Immission (Konzentration) eines Schadstoffes setzt sich aus der großräumig vorhandenen Hintergrundbelastung und der Zusatzbelastung zusammen, die von den bei den Ausbreitungsrechnungen berücksichtigten Quellen verursacht wird. Die Hintergrundbelastung resultiert aus der Überlagerung von Schadstoffen aus überregionalem Ferntransport und aus Industrie, Hausbrand sowie anderen bei den Ausbreitungsrechnungen nicht berücksichtigten Quellen. Es ist die Schadstoffbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne die explizit in den Ausbreitungsrechnungen einbezogenen Quellen vorliegen würde. Die Hintergrundbelastung kann aus geeigneten quellenfern erhobenen Messdaten abgeleitet werden.

Die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg LUBW betreibt das Luftmessnetz zur Überwachung der Luftqualität. Die Immissionsmesswerte werden von der LUBW ausgewertet und als statistische Jahreskenngrößen veröffentlicht [11]. Die Messwerte der Stationen sind nicht unmittelbar als Hintergrundbelastung anzusetzen, weil sie je nach Standort mehr oder weniger von Verkehrseinflüssen geprägt sind. Die nächstgelegenen LUBW-Stationen Karlsruhe-Nordwest, Wiesloch und Eggenstein liegen in vorstädtischem Gebiet und werden als Hintergrundstationen klassifiziert. Die Daten für die hier betrachteten Schadstoffe von diesen Messstationen der letzten Jahre sind in Tabelle 3 aufgeführt.

Tabelle 3. Messdaten (Jahreskenngrößen) der nächstgelegenen Luftmessstationen sowie deren Klassifizierung [11].

Station	Jahr	NO ₂ [µg/m ³]	PM _{2,5} [µg/m ³]	PM ₁₀ [µg/m ³]	PM ₁₀ -TM>50 [-]	Stations- klassifizierung	Entfernung [km]
Karlsruhe-Nordwest	2015	24	12	17	3	vorstädtisch, Hintergrund	26
	2016	23	11	16	1		
	2017	22	11	16	8		
	2018	22	11	16	2		
Wiesloch	2015	20	--	18	5	vorstädtisch, Hintergrund	29
	2016	19	--	16	1		
	2017	17	--	16	7		
	2018	16	--	16	4		
Eggenstein	2015	24	12	17	3	vorstädtisch, Hintergrund	31
	2016	23	11	16	1		
	2017	22	11	16	8		
	2018	22	11	16	2		

Bei den Immissionsprognosen werden auf dieser Grundlage die folgenden Jahresmittelwerte als Hintergrundbelastung angesetzt:

- 23 µg/m³ für NO₂
- 11 µg/m³ für PM_{2,5}
- 17 µg/m³ für PM₁₀

5 Ergebnisse der Immissionsprognosen

5.1 Allgemeines

Mit dem Ausbreitungsmodell LASAT wurden unter Berücksichtigung der ermittelten straßenverkehrsbedingten Schadstoffemissionen (Kapitel 4.2), der Topografie (Kapitel 4.3) sowie der meteorologischen Daten (Kapitel 4.5) die Immissionszusatzbelastungen flächenhaft ermittelt und der Hintergrundbelastung (Kapitel 4.6) überlagert. Als Ergebnisse der Berechnungen liegen die prognostizierten Gesamtbelastungen für die Komponenten NO_2 und Feinstaub ($\text{PM}_{2,5}$ und PM_{10}) vor.

5.2 Flächenhafte Verteilung der Immissionen

In den nachfolgenden Abbildungen sind die für das Niveau in 1,5 m über Grund (bodennah) berechneten Immissionen flächendeckend für das Untersuchungsgebiet grafisch dargestellt. Die grafische Umsetzung der Immissionen erfolgt in Farben, die bestimmten Konzentrationsintervallen zugeordnet sind. Die Zuordnung zwischen Farbe und Konzentrationsintervall ist jeweils in einer Legende angegeben. Die Farbgebung orientiert sich jeweils an der Hintergrundbelastung (hellblau) und Überschreitungen des Grenzwertes (rot bis lila). Die berücksichtigten Straßenabschnitte und ausgewählte Untersuchungspunkte / Immissionsorte (Kapitel 5.3) sind jeweils in den Abbildungen markiert.

In Abbildung 10 und Abbildung 11 sind die Jahresmittelwerte der für die Prognose Planfall berechneten $\text{PM}_{2,5}$ - und PM_{10} -Immissionen flächendeckend für das Untersuchungsgebiet grafisch dargestellt.

Die ermittelten $\text{PM}_{2,5}$ -Immissionen erreichen in beurteilungsrelevanten Bereichen maximal $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel. Damit wird der Grenzwert nach 39. BImSchV eingehalten.

Die ermittelten PM_{10} -Immissionen unterschreiten in beurteilungsrelevanten Bereichen den Grenzwert für den Jahresmittelwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ deutlich. Auch die nach 39. BImSchV zulässigen 35 Überschreitungstage für den Tagesgrenzwert von PM_{10} werden in den beurteilungsrelevanten Bereichen entsprechend der in Kapitel 3.2 genannten Abhängigkeit vom Jahresmittelwert unterschritten. Bei prognostizierten Gesamtbelastungen an den Gebäudefassaden von maximal $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ist nicht mit einer Überschreitung der zulässigen Anzahl von 35 Tagen mit Tagesmittelwerten größer $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zu rechnen [6] [10] [16].

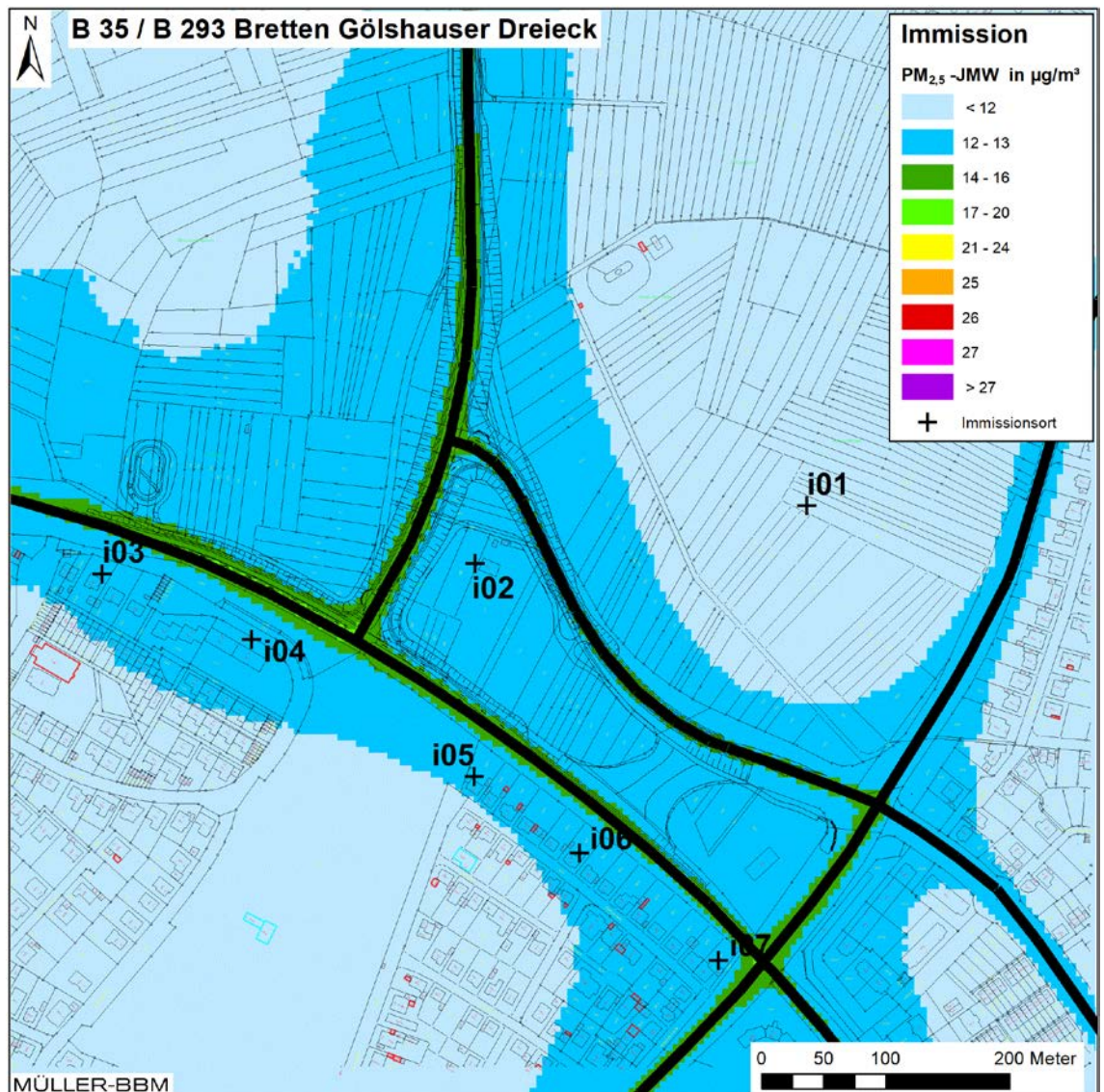


Abbildung 10. Planfall Prognose 2035 – PM_{2,5}-Immissionen (Jahresmittelwerte), berechnet mit einer Verkehrsflottenzusammensetzung nach HBEFA im Bezugsjahr 2026, Kartengrundlage: Geofachdaten © Landesverwaltung Baden-Württemberg [8].

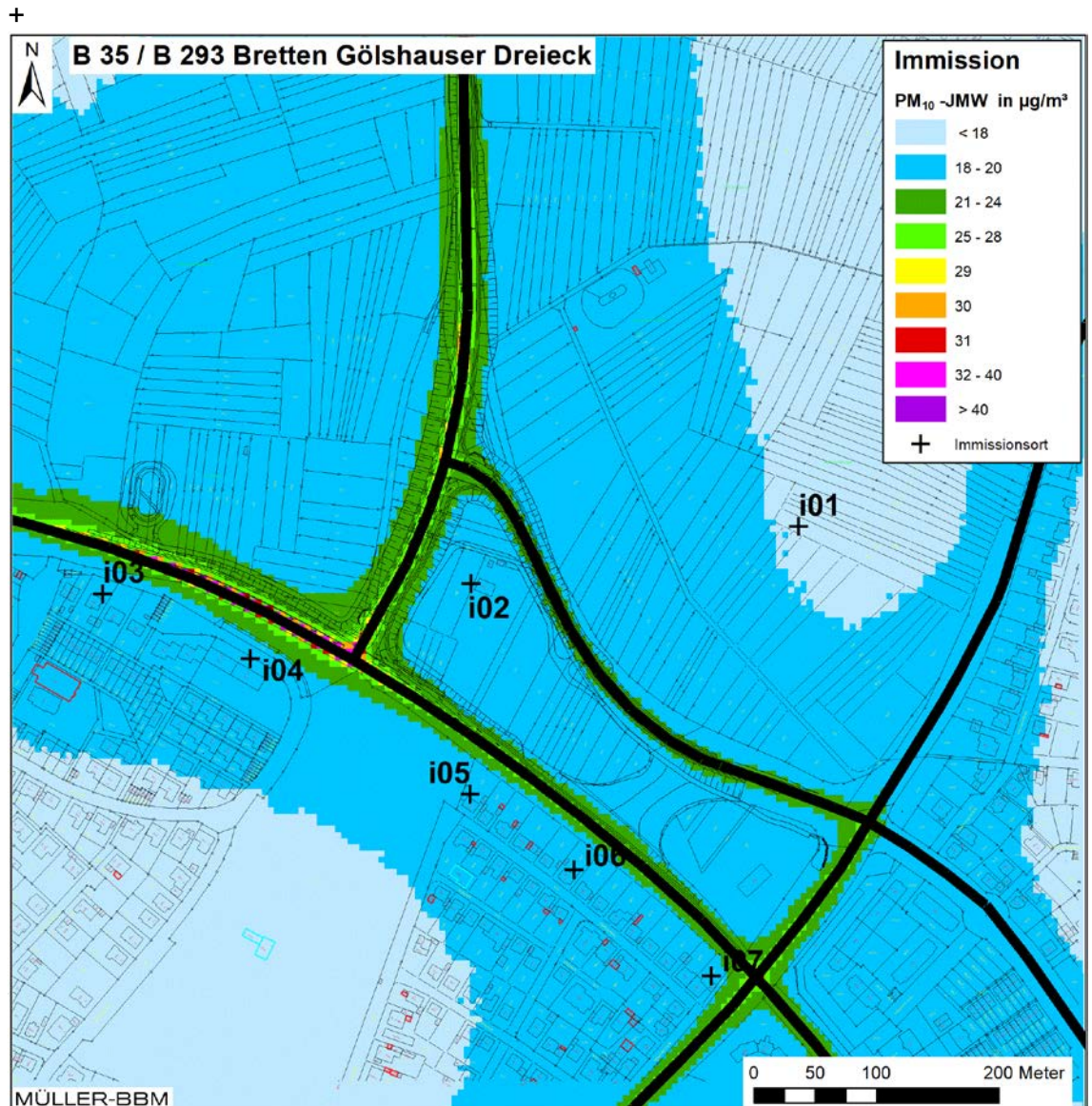


Abbildung 11. Planfall Prognose 2035 – PM₁₀-Immissionen (Jahresmittelwerte), berechnet mit einer Verkehrsflottenzusammensetzung nach HBEFA im Bezugsjahr 2026, Kartengrundlage: Geofachdaten © Landesverwaltung Baden-Württemberg [8].

Der Vergleich der Immissionen mit dem jeweiligen Grenzwert zeigt die unterschiedliche Relevanz der Schadstoffkomponenten. Die NO₂-Jahresmittelwerte stellen in Bezug zum Grenzwert die höchsten Immissionsbelastungen dar, d. h. die ermittelten Immissionskenngrößen der anderen Schadstoffe schöpfen den jeweiligen Grenzwert deutlich weniger aus.

Die NO₂-Jahresmittelwerte sind bezogen auf den Grenzwert auch deutlich höher als die NO₂-Kurzzeitbelastungen, d. h. die ermittelten NO₂-Jahresmittelwerte schöpfen den Grenzwert nach 39. BImSchV stärker aus als die zulässigen Überschreitungen der NO₂-Stundenmittelwerte. Zur Bewertung der NO₂-Immissionen werden daher die Belastungen auf Grundlage der NO₂-Jahresmittelwerte diskutiert.

Abbildung 12 zeigt die für den Planfall ermittelten NO_2 -Jahresmittelwerte. Die NO_2 -Immissionen zeigen im Bereich des Verkehrsknotens die erwarteten hohen Belastungen. An der nächstgelegenen Bebauung gibt es jedoch keine Überschreitungen des Grenzwertes von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

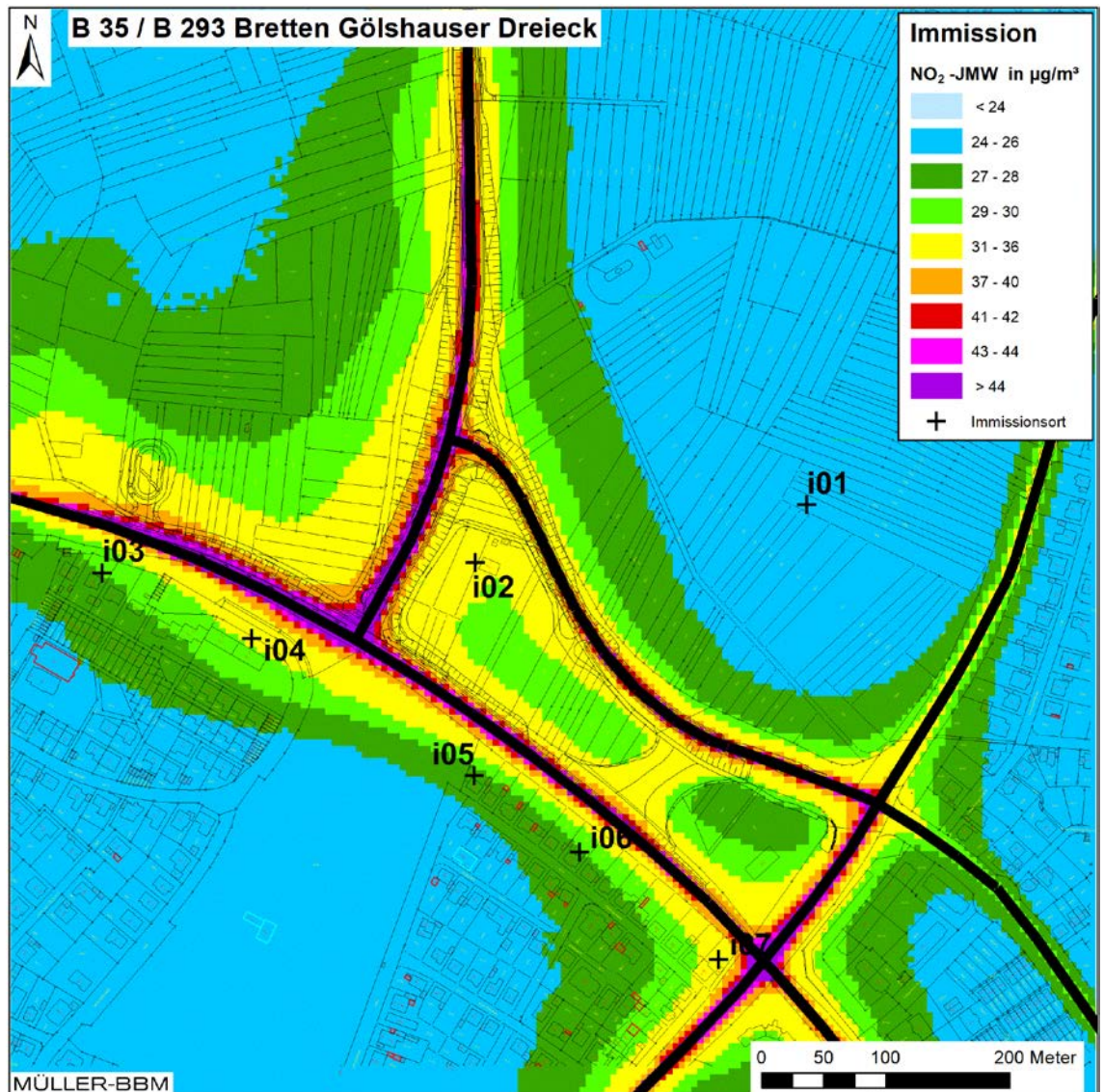


Abbildung 12. Planfall Prognose 2035 – NO_2 - Immissionen (Jahresmittelwerte), berechnet mit einer Verkehrsflottenzusammensetzung nach HBEFA im Bezugsjahr 2026, Kartengrundlage: Geofachdaten © Landesverwaltung Baden-Württemberg [8].

5.3 Punktuelle Auswertung der Immissionen

Für die Bewertung der Luftschadstoffbelastung wurden für ausgewählte Untersuchungspunkte (Immissionsorte) die Immissionen punktgenau ermittelt. Die Immissionsorte wurden an die zur Straßenplanung nächstgelegenen Bebauung gelegt. Die Lage der ausgewählten Immissionsorte zeigt Abbildung 13.

Im Stadtteil Gölshausen entsteht derzeit ein neues Wohngebiet mit überwiegend ein- bis zwei-geschossigen Einfamilienhäuser (Untersuchungspunkt i01). Zwischen der B 35 und der B 293 befindet sich ein einzelnes Wohngebäude im Außenbereich (Untersuchungspunkt i02).

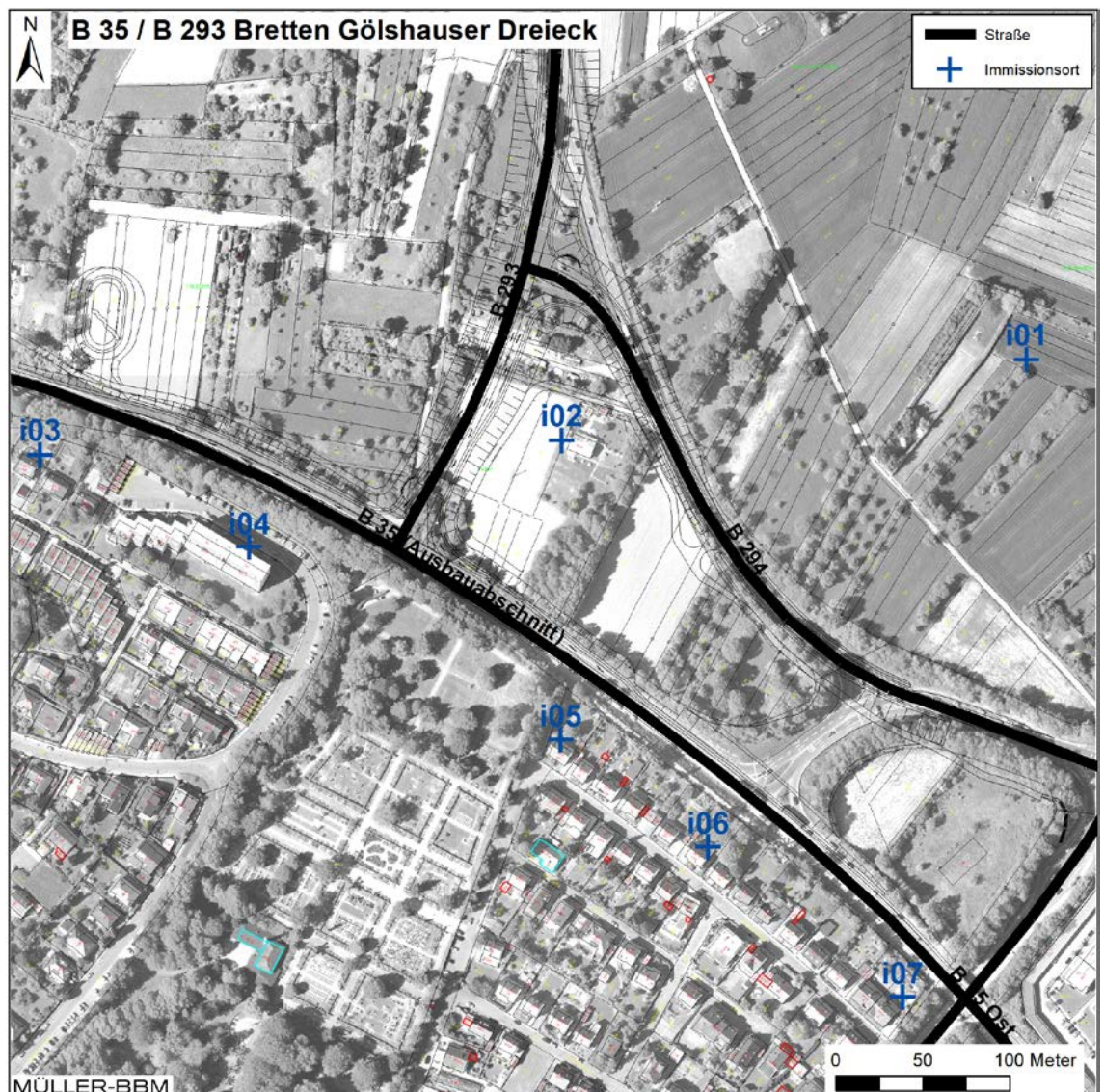


Abbildung 13. Lage der ausgewählten Untersuchungspunkte (Immissionsorte), Kartengrundlage: Geofachdaten © Landesverwaltung Baden-Württemberg [8] [22].

Die für die ausgewählten Untersuchungspunkte prognostizierten Gesamtbelastungen sind in Tabelle 4 aufgeführt. Die an diesen Untersuchungspunkten ermittelten Immissionen stehen für die verkehrsbedingt am höchsten belasteten, beurteilungsrelevanten Bereiche (Wohnnutzung).

Tabelle 4. Immissionen Prognose 2025 an den ausgewählten Immissionsorten (siehe Abbildung 13).

Untersuchungspunkt	NO ₂	PM _{2,5}	PM ₁₀	PM ₁₀ -TM>50
	Jahresmittelwerte [µg/m ³]	Jahresmittelwerte [µg/m ³]	Jahresmittelwerte [µg/m ³]	Anzahl [-]
i01	25	11	17	4
i02	31	12	19	6
i03	29	12	19	6
i04	31	12	19	6
i05	28	12	18	5
i06	28	12	18	5
i07	33	12	19	7
Grenzwert	40	25	40	35

Die Feinstaubbelastungen im Untersuchungsgebiet unterschreiten deutlich die Grenzwerte nach der 39. BImSchV. Die ermittelten PM_{2,5}-Jahresmittelwerte liegen mit maximal 12 µg/m³ an den beurteilungsrelevanten Untersuchungspunkten deutlich unter dem Grenzwert von 25 µg/m³. Auch die ermittelten PM₁₀-Jahresmittelwerte liegen mit maximal 19 µg/m³ deutlich unter dem Grenzwert von 40 µg/m³. Die nach 39. BImSchV zulässigen 35 Überschreitungstage für den Tagesgrenzwert von PM₁₀ werden an den beurteilungsrelevanten Bereichen entsprechend der in Kapitel 3.2 genannten Abhängigkeit vom Jahresmittelwert deutlich unterschritten.

In der Prognose Planfall liegen die NO₂-Jahresmittelwerte an den beurteilungsrelevanten Untersuchungspunkten unterhalb des Grenzwertes von 40 µg/m³. Maximal wurden 31 µg/m³ als NO₂-Jahresmittelwerte an den Untersuchungspunkten i02 und i04 ermittelt, die im nahen Umgriff des neuen Verkehrsknotens liegen.

Die bei Realisierung der Straßenplanung zu erwartenden Schadstoffbelastungen im Umfeld erreichen nach der hier vorgestellten Immissionsprognose keine unzulässig hohen Werte. Zusammenfassend gibt es aus lufthygienischer Sicht auf der Grundlage der verwendeten Eingangsdaten und Methodik keine Vorbehalte gegen die Realisierung der Straßenplanung.

6 Grundlagen, verwendete Literatur

Bei der Erstellung des Gutachtens wurden die folgenden Unterlagen verwendet:

- [1] Aktualisierung "Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030" (TREMODO, Version 5.2) für die Emissionsberichtserstattung 2012 (Berichtsperiode 1990-2010), ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 363 01 370, 30.11.2011.
- [2] Bächlin, W., Bösing, R., Brandt, A., Schulz, T. (2006): Überprüfung des NO-NO₂-Umwandlungsmodells für die Anwendung bei Immissionsprognosen für bodennahe Stickoxidfreisetzung. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 66 (2006) Nr. 4 – April 2006.
- [3] CORINE Land Cover 10 ha (CLC10), Daten zur Bodenbedeckung, Landnutzung 2012, Geodaten der deutschen Landesvermessung, Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Leipzig, www.geodatenzentrum.de.
- [4] Daten- und Kartendienst der LUBW, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, <http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public>.
- [5] Dispersion Model LASAT, Version 3.4.23-64WI17-m4, 2019-05-17, Copyright (c) L. Janicke 1989-2019, <http://www.janicke.de/de/lasat.html>.
- [6] Düring, I., Bösing, R., Lohmeyer, A.: PM10-Emissionen an Außerortsstraßen; Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), BASt-Reihe "Verkehrstechnik" Band V 125, 96 S, 2005.
- [7] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24. Juli 2002, (GMBI. 2002, Heft 25 – 29, S. 511 – 605).
- [8] Geobasisdaten © Landesverwaltung Baden-Württemberg, zur Verfügung gestellt vom Regierungspräsidium Karlsruhe, Dezember 2019.
- [9] Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA, Version 4.1, November 2019, INFRAS Bern/Zürich, www.hbefa.net.
- [10] LUA NRW Jahresbericht 2005, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen, seit 01.01.2007 Landesamt für Umwelt, Natur und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW), Februar 2006, www.lanuv.nrw.de.
- [11] Luftdaten, Messungen der Luftqualität, Mehrjährige Datenreihen, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de>.
- [12] Meteorologische Daten (Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Ausbreitungs-kategorie) der synthetischen repräsentativen Ausbreitungsklassenstatistik für den Standort Bretten-Gölshausen mit den Koordinaten RW 3479003 HW 5433988, metSoft GbR, Heilbronn, 22.01.2020.

- [13] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchst-mengen - 39. BImSchV) vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 10. Oktober 2016 (BGBl. I S. 2244).
- [14] OpenstreetMap, Kartendaten: © OpenStreetMap-Mitwirkende, SRTM | Kartendarstellung: © OpenTopoMap (CC-BY-SA), abgerufen im Februar 2020.
- [15] Ortseinsicht mit Fotodokumentation am 14. Februar 2020.
- [16] Rabl, P., 2003: Ermittlung der Vorbelastung bei der Anwendung der TA-Luft, Bayer. Landesamt für Umweltschutz (Veranst.), TA Luft 2002 – Ausbreitungsrechnung, Allgemeine Anforderungen, Augsburg 2003.
- [17] Richtlinie VDI 3782 Blatt 7: Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung – Luftbeimengungen. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, Entwurf September 2018.
- [18] Richtlinie VDI 3783 Blatt 14: Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung in der Immissionsberechnung – Kraftfahrzeugbedingte Immissionen. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, August 2013.
- [19] Richtlinie VDI 3783 Blatt 8: Umweltmeteorologie - Messwertgestützte Turbulenzparametrisierung für Ausbreitungsmodelle. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, April 2017.
- [20] Romberg, E., Bösing, R., Lohmeyer, A., Ruhnke, R., Röth, E. (1996): NO-NO₂-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für KFZ-Abgase. Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft, Band 56, Heft 6, S. 215-218.
- [21] Straßenplanung Knoten B35 / B293 Gölshäuser Dreieck in Bretten, Lage- und Höhenpläne, BUNG Ingenieure AG, Heidelberg, Stand Juni 2019.
- [22] Unterlagen zur Straßenplanung B35 / B293 Gölshäuser Dreieck in Bretten, Katasterdaten und Orthofotos, Regierungspräsidium Karlsruhe, Dezember 2019.
- [23] Verkehrsmonitoring Baden-Württemberg, Endergebnisse des Verkehrsmonitorings 2018, Straßenverkehrszentrale Baden-Württemberg, Regierungspräsidium Tübingen, Abt. 9 Landesstelle für Straßentechnik, Stuttgart, <https://www.svz-bw.de>.
- [24] Verkehrsuntersuchung B 35 / B 293 / B 294 Knotenpunktsausbau Gölshauser Dreieck in Bretten, Koehler & Leutwein Ingenieurbüro für Verkehrswesen, Karlsruhe, 01. August 2019.

\\S-kar-fs01\allefirmen\MPProj\153M153425M153425_01_Ber_ID_1.DOCX-02. 12. 2020