

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

23. Februar 2022
M166077/01 Version 1 BSG/MRC

B 47/B 271 Umbau AS Monsheim *zum KVP*

Luftschadstoffgutachten

Bericht Nr. M166077/01

Auftraggeber:

Landesbetrieb Mobilität Worms
Schönauer Straße 5
67547 Worms

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 Situation und Aufgabenstellung	5
2 Rechtliche Beurteilungsgrundlagen	6
3 Örtliche Gegebenheiten	7
3.1 Beschreibung des Untersuchungsgebietes	7
3.2 Beschreibung der Straßenplanung	8
3.3 Vorgehensweise und Berechnungsverfahren	9
4 Eingangsdaten und technische Grundlagen	11
4.1 Verkehrs- und Straßendaten	11
4.2 Emissionen des Straßenverkehrs	11
4.3 Rechengebiet und räumliche Auflösung	16
4.4 Berücksichtigung von Geländedaten	17
4.5 Meteorologische Daten	18
4.6 Hintergrundbelastung	20
5 Ergebnisse	22
5.1 Allgemeines	22
5.2 Flächenhafte Verteilung der Immissionen	22
5.3 Punktuelle Auswertung an Untersuchungspunkten	25
6 Grundlagen, verwendete Literatur	27

Zusammenfassung

Die Kohns PLAN GmbH erstellt die Planunterlagen für den Landesbetrieb Mobilität Worms bzgl. des Umbaus einer Anschlussstelle (AS) der B47/B271 bei Monsheim von einer Einmündung in einen Kreisverkehrsplatz (KVP). Für das Neubauvorhaben ist ein Luftschadstoffgutachten zu erstellen.

Das vorliegende Luftschadstoffgutachten gibt eine Bewertung der Luftschadstoff-situation bei Realisierung der Planung hinsichtlich des Schutzes der menschlichen Gesundheit gemäß der 39. BImSchV.

Im Rahmen der vorliegenden Prognose erfolgt die Ermittlung der im Planfall durch den Kfz-Verkehr auf den umliegenden Straßen verursachten Schadstoffemissionen für Stickstoffoxide NO_x (Summe aus NO und NO_2) und Feinstaubpartikel (PM_{10}) gemäß der Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 [16] und auf Basis des „Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA, Version 4.2“ [7], die Berechnung der daraus resultierenden Immissionen mittels des dreidimensionalen Strömungs- und Ausbreitungsmodells LASAT unter Berücksichtigung der örtlichen Topografie und Meteorologie. Die Vorgehensweise genügt den Vorgaben der Richtlinie VDI 3783 Blatt 14 „Qualitätssicherung in der Immissionsberechnung – Kraftfahrzeugbedingte Immissionen“ [17].

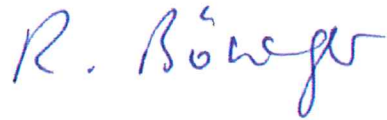
Die Schadstoffkonzentrationen wurden flächenhaft im Untersuchungsgebiet und punktuell für repräsentative Untersuchungspunkte berechnet.

Die ermittelten PM_{10} -Immissionen unterschreiten im Planfall den Grenzwert für den Jahresmittelwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die nach 39. BImSchV zulässigen 35 Überschreitungstage für den Tagesgrenzwert von PM_{10} werden an den beurteilungsrelevanten Bereichen ebenfalls unterschritten.

Die NO_2 -Jahresmittelwerte sind bezogen auf den Grenzwert deutlich höher als die NO_2 -Kurzzeitbelastungen. Zur Bewertung der NO_2 -Immissionen werden daher die Belastungen auf Grundlage der NO_2 -Jahresmittelwerte diskutiert.

Die ermittelten NO_2 -Jahresmittelwerte sind im Planfall an den beurteilungsrelevanten Gebäuden mit höchstens $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ unterhalb des Grenzwerts von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nach den hier dokumentierten Untersuchungen werden im untersuchten Planfall die Grenzwerte nach 39. BImSchV eingehalten. Für die beurteilungsrelevanten Bereiche wurden Immissionen ermittelt, die die Grenzwerte der 39. BImSchV unterschreiten.



Dr. rer. nat. Rainer Böwger

Projektverantwortlicher

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 Situation und Aufgabenstellung

Die Kohns PLAN GmbH erstellt die Planunterlagen für den Landesbetrieb Mobilität Worms bzgl. des Umbaus einer Anschlussstelle (AS) der B47/B271 bei Monsheim von einer Einmündung in einen Kreisverkehrsplatz (KVP). Für das Neubauvorhaben ist ein Luftschadstoffgutachten zu erstellen.

Im vorliegenden Luftschadstoffgutachten erfolgt eine Bewertung der Luftschadstoffsituation bei Realisierung der Planung hinsichtlich des Schutzes der menschlichen Gesundheit gemäß der 39. BImSchV.

2 Rechtliche Beurteilungsgrundlagen

Im Rahmen der vorliegenden lufthygienischen Untersuchung sind die Auswirkungen der o. a. Planung auf die Luftschadstoffbelastung hinsichtlich des Schutzes der menschlichen Gesundheit zu betrachten. Für die Beurteilung der Immissionen sind die entsprechenden Bewertungen nach der 39. BImSchV [11] vorzunehmen.

In der vorliegenden Untersuchung werden die v. a. vom Straßenverkehr emittierten Schadstoffe Stickoxide NO_x (Summe aus NO und NO_2) sowie Feinstaubpartikel (PM_{10}) behandelt. Diese v. a. vom Straßenverkehr emittierten Schadstoffe gelten als Leitkomponenten im Aufgabengebiet der Luftreinhaltung, weil die Luftbelastung mit anderen in der 39. BImSchV limitierten Schadstoffen (z. B. $\text{PM}_{2,5}$) in Bezug zu den zugehörigen Grenzwerten deutlich geringer ist. Die zum Schutz der menschlichen Gesundheit maßgeblichen Grenzwerte sind in der Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1. Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit für die Leit-substanzen nach 39. BImSchV [11].

Schadstoffkomponente Bezugszeitraum	Konzentration in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Zulässige Überschreitungen im Kalenderjahr
Stickstoffdioxid NO_2		
Jahresmittel	40	-
Stundenmittel	200	18
Feinstaub PM_{10}		
Jahresmittel	40	-
Tagesmittel	50	35

3 Örtliche Gegebenheiten

3.1 Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet bei Monsheim (Abbildung 1) liegt etwa 10 km westlich von Worms. Die südwestlich des Orts gelegene Anschlussstelle (AS) der B47/B271 soll von einer Einmündung in einen Kreisverkehrsplatz umgebaut werden. Das Gelände im Umfeld ist orografisch leicht gegliedert. Die Geländehöhe variiert im Untersuchungsgebiet von etwa 160 m bis 180 m NHN.

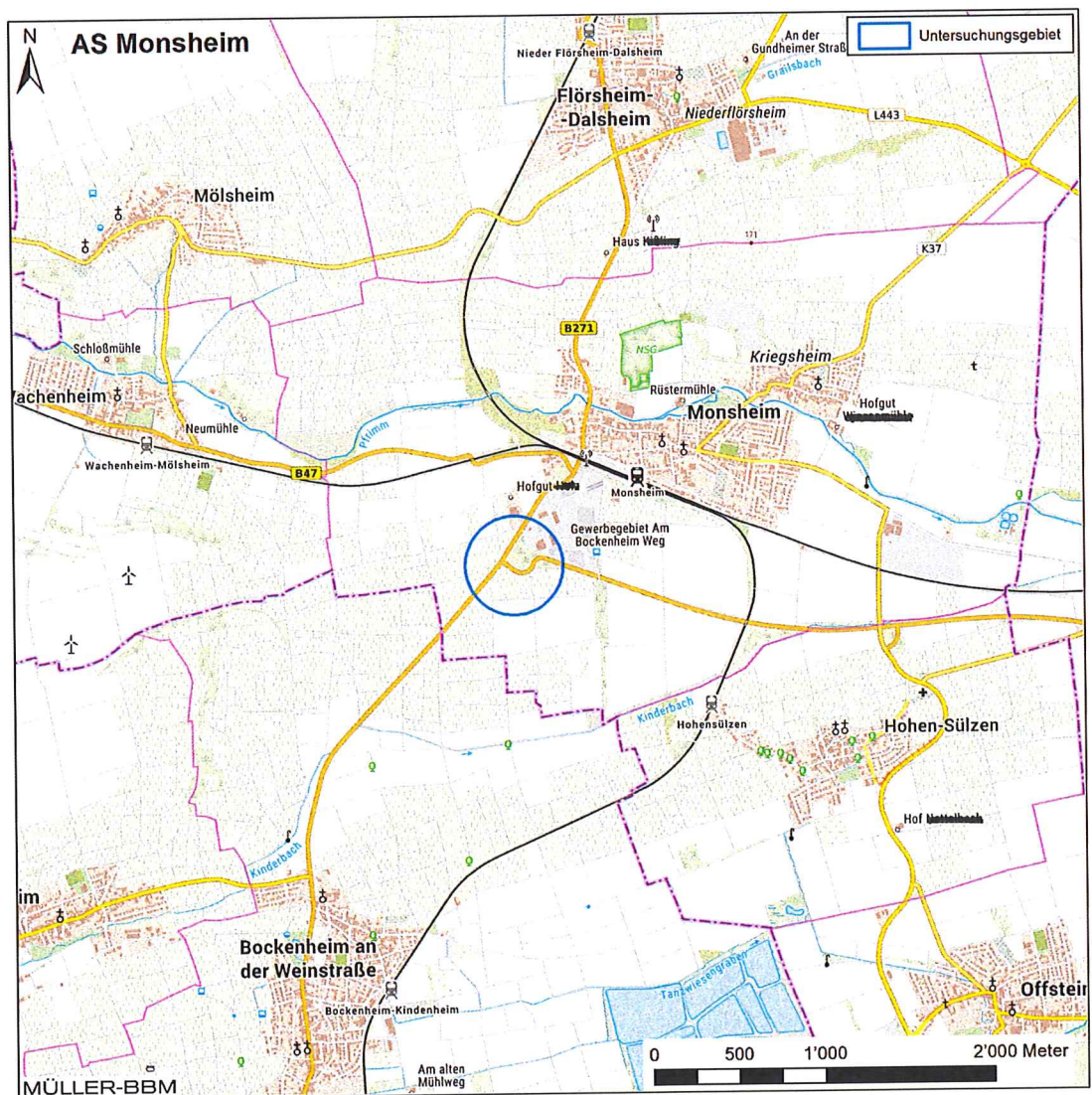


Abbildung 1. Topografische Karte des Untersuchungsgebietes, Kartengrundlage TopPlusOpen [21].

3.2 Beschreibung der Straßenplanung

Die südwestlich von Monsheim gelegene AS der B47/B271 soll in einen Kreisverkehrsplatz umgebaut werden (Abbildung 2).

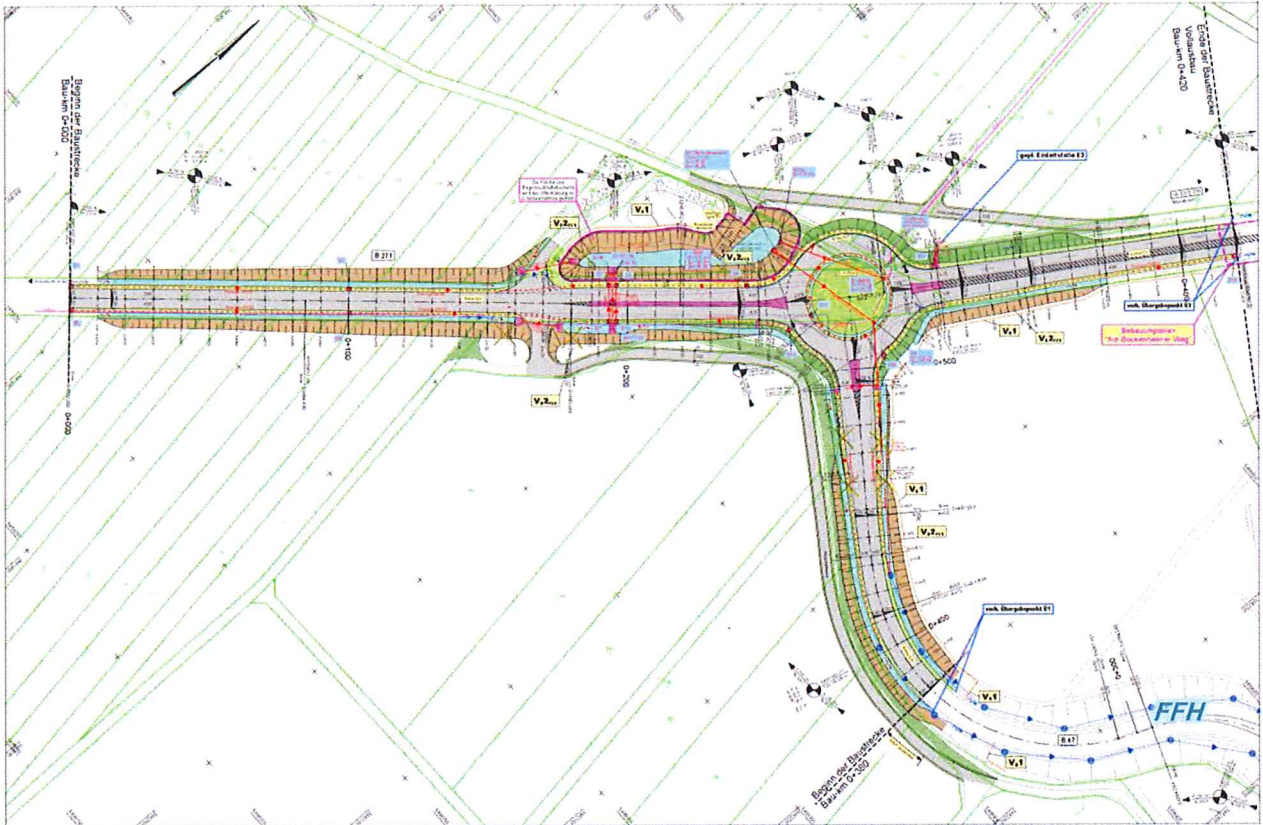


Abbildung 2. Lageplan B 47/B 271 Umbau AS Monsheim [13].

3.3 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 [11]. Die Vorgehensweise genügt den Vorgaben der Richtlinie VDI 3783 Blatt 14 „Qualitätssicherung in der Immissionsberechnung – Kraftfahrzeugbedingte Immissionen“ [17].

Die Berechnung der verkehrsbedingten Emissionen (Masse der von den Fahrzeugen verursachten Schadstoffe) erfolgte entsprechend den Vorgaben der VDI-Richtlinie 3782 Blatt 7 (Kfz-Emissionsbestimmung – Luftbeimengungen) [16]. Die Schadstoffemissionen wurden auf Grundlage der Verkehrsmengen [22] und der den angesetzten Verkehrssituationen zugehörigen Emissionsfaktoren berechnet. Die Abgas-Emissionsfaktoren der Kraftfahrzeuge wurden dem einschlägigen "Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA Version 4.2" [7] entnommen. Die Feinstaubemissionen des Kfz-Verkehrs aufgrund von Abrieb und Aufwirbelung wurden ebenfalls dem HBEFA [7] entnommen.

Die von der Topografie beeinflussten Luftströmungen und die Ausbreitung der Schadstoffe wurden mit dem dreidimensionalen Ausbreitungsmodell LASAT¹ berechnet [4]. Damit konnten die Emissionen auf den berücksichtigten Straßenabschnitten und die örtlichen meteorologischen Verhältnisse in die Berechnungen einbezogen werden. Es wurden die Schadstoffkonzentrationen flächenhaft im Untersuchungsgebiet und punktuell für repräsentative Untersuchungspunkte im Umfeld berechnet. Für die Immissionsberechnungen wurden lokal repräsentative meteorologische Daten verwendet [10].

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 [19]. Diese Vorgehensweise wurde durch Auswertungen von Messdaten der Jahre 2000 - 2003 für NO₂-Jahresmittelwerte bis 60 µg/m³ bestätigt [2].

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 [5]. Eine Überschreitung des PM₁₀-Kurzzeitgrenzwertes wird mit diesem Ansatz für PM₁₀-Jahresmittelwerte größer als 30 µg/m³ abgeleitet.

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).

Nach einem Ansatz des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz LANUV von Nordrhein-Westfalen wird bei einem PM_{10} -Jahresmittelwert zwischen $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ die zulässige Anzahl von Überschreitungen des Tagesmittelwertes möglicherweise nicht eingehalten [8]. Nach [14] kann davon ausgegangen werden, dass der PM_{10} -Tagesmittelgrenzwert eingehalten wird, wenn der PM_{10} -Jahresmittelwert nicht mehr als 27 bis $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ beträgt. Der PM_{10} -Kurzzeitgrenzwert ist daher wesentlich strenger als der zulässige Jahresmittelwert für PM_{10} von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Bezüglich NO_2 ist aus Messdaten der umgekehrte Zusammenhang bekannt. Hier ist der Jahresmittelwert erwartungsgemäß die kritischere Größe. Statistische Auswertungen von gemessenen NO_2 -Konzentrationen weisen im Vergleich der NO_2 -Kurzzeitbelastungswerte mit dem zugehörigen Jahresmittelwert an allen Messorten den Jahresmittelwert als die kritischere Größe aus. Unterschreitet die NO_2 -Belastung im Jahresmittel den Grenzwert der 39. BImSchV von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, so ist im Regelfall auch die Einhaltung der zulässigen Überschreitungshäufigkeit (18-mal pro Jahr) des Stundengrenzwerts von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zu erwarten. Aus diesem Grund erfolgt im Zuge des vorliegenden Berichts keine explizite Bestimmung und Bewertung der Überschreitungshäufigkeit des NO_2 -Stundengrenzwerts. Die Beurteilung der Luftqualität erfolgt anhand der kritischeren Komponente NO_2 -Jahresmittelwert.

4 Eingangsdaten und technische Grundlagen

4.1 Verkehrs- und Straßendaten

Die Verkehrsmengen auf den Straßen im Untersuchungsgebiet wurden vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt [22]. Es wurden die Prognosedaten Planfall Prognosejahr 2035 verwendet. Die Verkehrszahlen sind als durchschnittliche tägliche Verkehrsstärken (DTV in Kfz/24 h) und Schwerverkehrsmengen (SV > 3,5 t zGG²) angegeben.

Die in der Emissions- und Immissionsberechnung verwendeten Verkehrsdaten für den Prognose-Planfall sind in Abbildung 3 dargestellt.

Auf den berücksichtigten Straßenabschnitten wurde nach [1] für die Fahrzeugflottenzusammensetzung ein mittlerer Anteil der leichten Nutzfahrzeuge (INfz < 3,5 t zGG²) von 9 % am Leichtverkehr (Pkw und INfz) und der Linien- oder Reisebusse von 13 % am Schwerverkehr angesetzt.

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“ [16] die vom Straßenverkehr freigesetzten Schadstoffmengen (Emissionen) berechnet. In der vorliegenden Untersuchung werden die Schadstoffe Stickoxide (NO_x bzw. NO und NO₂), und Feinstaubpartikel (PM₁₀) behandelt.

Die Abgas-Emissionsfaktoren der Kraftfahrzeuge wurden dem einschlägigen "Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA" in der derzeit aktuellen Version 4.2 [7] für das betrachtete Bezugsjahr entnommen. Neben den Partikeln im Abgas wurden zusätzlich auch nicht-motorbedingte Partikelemissionen (non-exhaust) durch Abrieb und Aufwirbelung von Feinstaub nach HBEFA [7] 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), Hauptverkehrsstraßen (hvs), Sammelstraßen/Verbindungsstraßen zwischen Ortschaften (samm) und Erschließungsstraßen (erschl). Des Weiteren können einige Straßentypen als kurvig charakterisiert werden (z. B. hvsk). Die Verkehrsqualität wird im HBEFA durch einen 5stufigen level of service (LOS³) klassifiziert. Zudem werden im HBEFA die Emissionsfaktoren für verschiedene Längsneigungen der Straßen angegeben.

² zGG zulässiges Gesamtgewicht

³ Level of Service (LOS) dienen zur Abbildung von Verkehrsqualitäten (freier, dichter, gesättigter Verkehrsfluss, stop+go und stop+go²) und sind Bestandteil der Definition von Verkehrssituationen nach HBEFA.

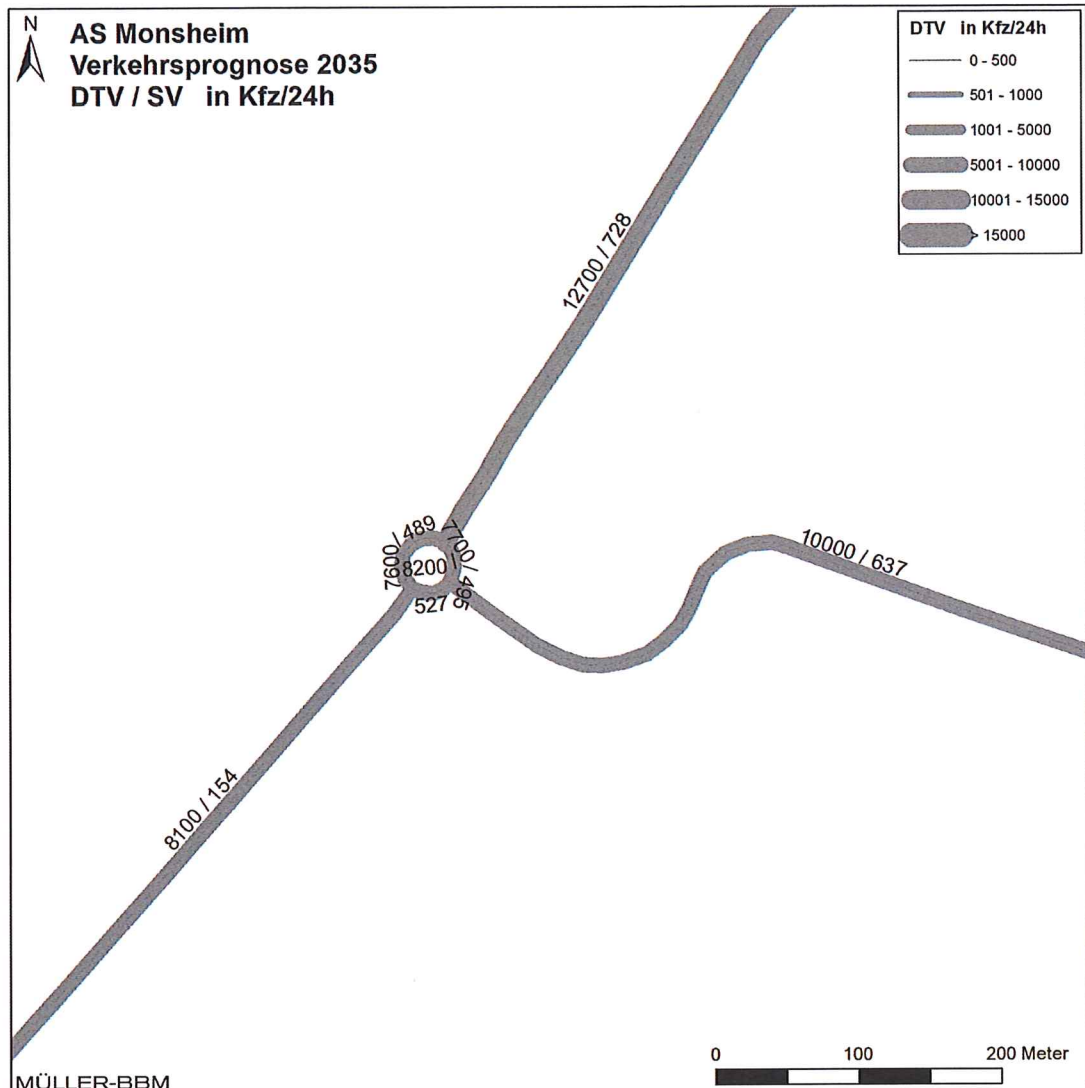


Abbildung 3. Verkehrsmengen Planfall, Prognosejahr 2035 [22].

Die Verkehrssituation im Untersuchungsgebiet wurde nach HBEFA dem Gebietstyp „ländlicher Raum“ zugeordnet. Für den fließenden Verkehr wurde auf Grundlage der Ortseinsicht [12] 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 Prognose Planfall wurden für eine Verkehrsflottenzusammensetzung nach HBEFA im Bezugsjahr 2025⁴ ermittelt. Dieser Ansatz ist konservativ, da er die zukünftig ungünstigste Situation abbildet. Aufgrund der gesetz-

⁴ Nach Auskunft des Auftraggebers wird die Verkehrsübergabe nach Fertigstellung der Baumaßnahmen voraussichtlich in diesem Jahr erfolgen.

lichen Regelungen zur technischen Emissionsminderung ist in späteren Jahren mit geringeren Emissionsfaktoren der Kraftfahrzeuge zu rechnen.

Die im Untersuchungsgebiet für den Planfall angesetzten Verkehrssituationen sind Abbildung 4 zu entnehmen. In Tabelle 2 sind die verwendeten Emissionsfaktoren differenziert nach Leichtverkehr LV (Personenkraftwagen Pkw, inkl. 9 % leichte Nutzfahrzeuge INfz) und Schwerverkehr SV (schwere Nutzfahrzeuge SNF, inkl. 13 % Busse) aufgeführt.

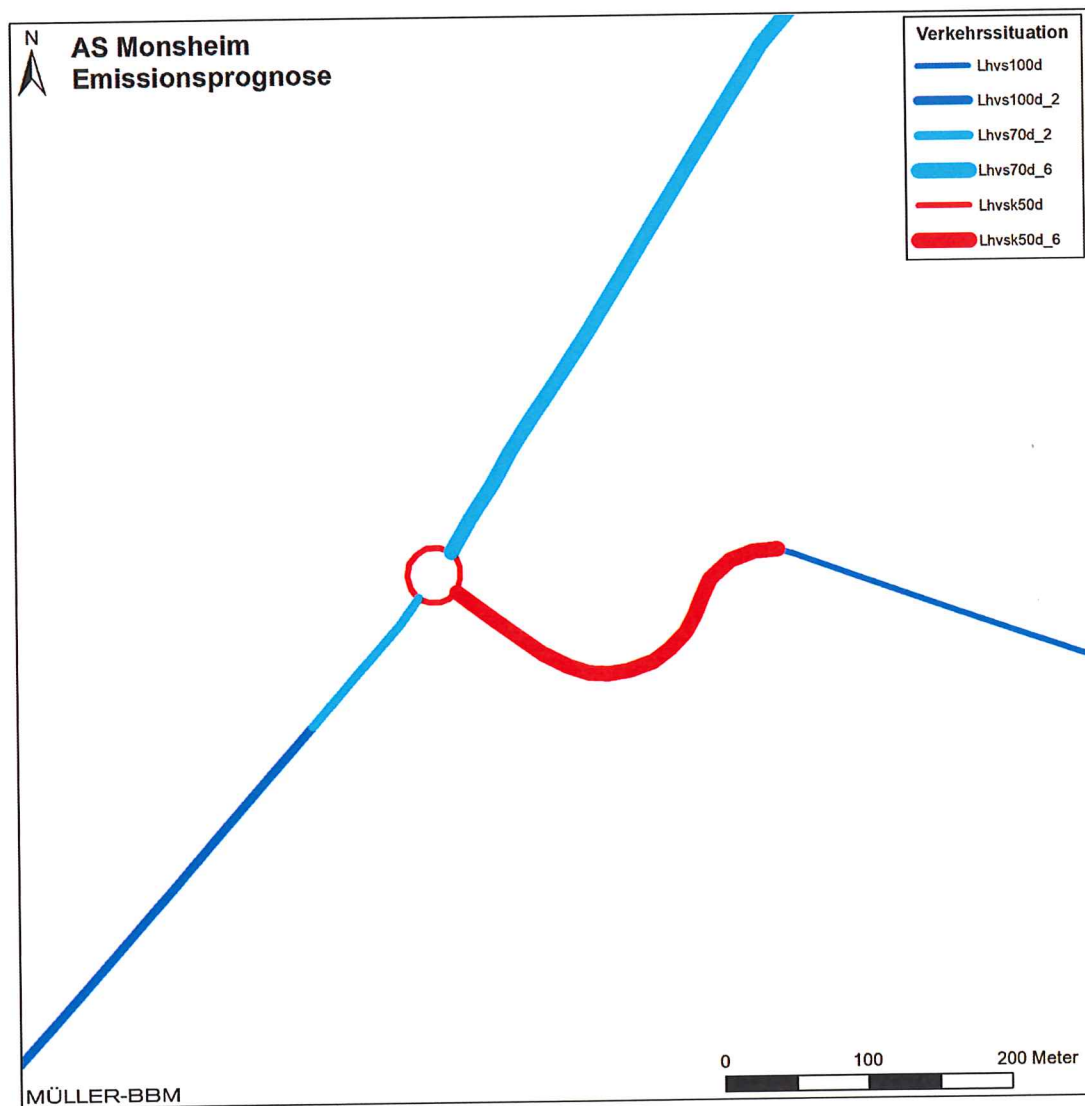


Abbildung 4. Verkehrssituationen entsprechend HBEFA [7], Planfall.

S:\MIPROJ\166M\166077\M166077_01_BER_1D.DOCX:23. 02. 2022

Tabelle 2. Emissionsfaktoren Leichtverkehr LV (Pkw und LNF) und Schwerverkehr SV (SNF und BUS) nach HBEFA 4.2 [7] für eine Fahrzeugflotte im Jahr 2025.

Verkehrssituation	Längs- neigung	NO _x		PM ₁₀	
		LV	SV	inkl. non-exhaust	
		LV	SV	LV	SV
in [mg/km] je Fahrzeug					
Lhvs100d	0%	160	830	32	140
Lhvs100d_2	+/-2%	180	1'000	32	140
Lhvs70d_2	+/-2%	190	1'080	35	360
Lhvs70d_6	+/-6%	280	960	36	360
Lhvsk50d	0%	250	1'830	36	370
Lhvsk50d_6	+/-6%	330	1'430	36	370

Lhvs100d Ländlich, Hauptverkehrsstr., Tempo 100, dichter Verkehr, Längsneigung 0%
 Lhvs100d_2 Ländlich, Hauptverkehrsstr., Tempo 100, dichter Verkehr, Längsneigung ±2%
 Lhvs70d_2 Ländlich, Hauptverkehrsstr., Tempo 70, dichter Verkehr, Längsneigung ±2%
 Lhvs70d_6 Ländlich, Hauptverkehrsstr., Tempo 50, dichter Verkehr, Längsneigung ±6%
 Lhvsk50d Ländlich, Hauptverkehrsstr., kurvig, Tempo 50, dichter Verkehr, Längsneigung 0%
 Lhvsk50d_6 Ländlich, Hauptverkehrsstr., kurvig, Tempo 50, dichter Verkehr, Längsneigung ±6%

Die für die Immissionsprognosen angesetzten Emissionsquellstärken der jeweiligen Straßenabschnitte wurden aus den o. a. Emissionsfaktoren in Verbindung mit den Verkehrsmengen für die betrachteten Straßenabschnitte (Abschnitt 4.1) berechnet. Die ermittelten Emissionsdichten für den Planfall sind in Abbildung 5 dargestellt.

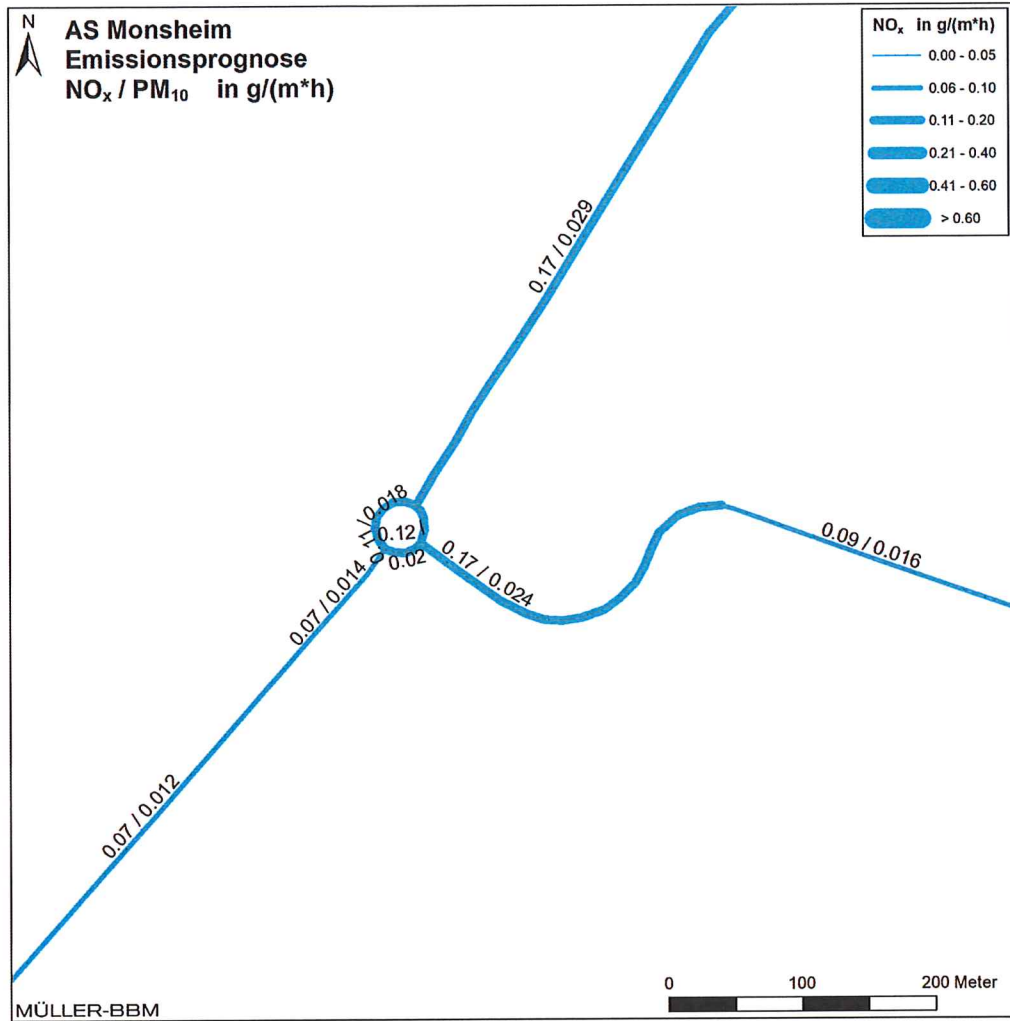


Abbildung 5. Jahresmittlere Emissionsquellstärken des Straßenverkehrs, Planfall Prognose 2035 berechnet mit der Fahrzeugflotte 2025.

S:\MIPROJ\166\166077\M166077_01_BER_1D.DOCX:23. 02. 2022

4.3 Rechengebiet und räumliche Auflösung

Das LASAT-Rechengebiet für die Ausbreitungsrechnung wurde als ein rechteckiges Gebiet mit einer Kantenlänge von 1600 m × 1000 m festgelegt (Abbildung 6).

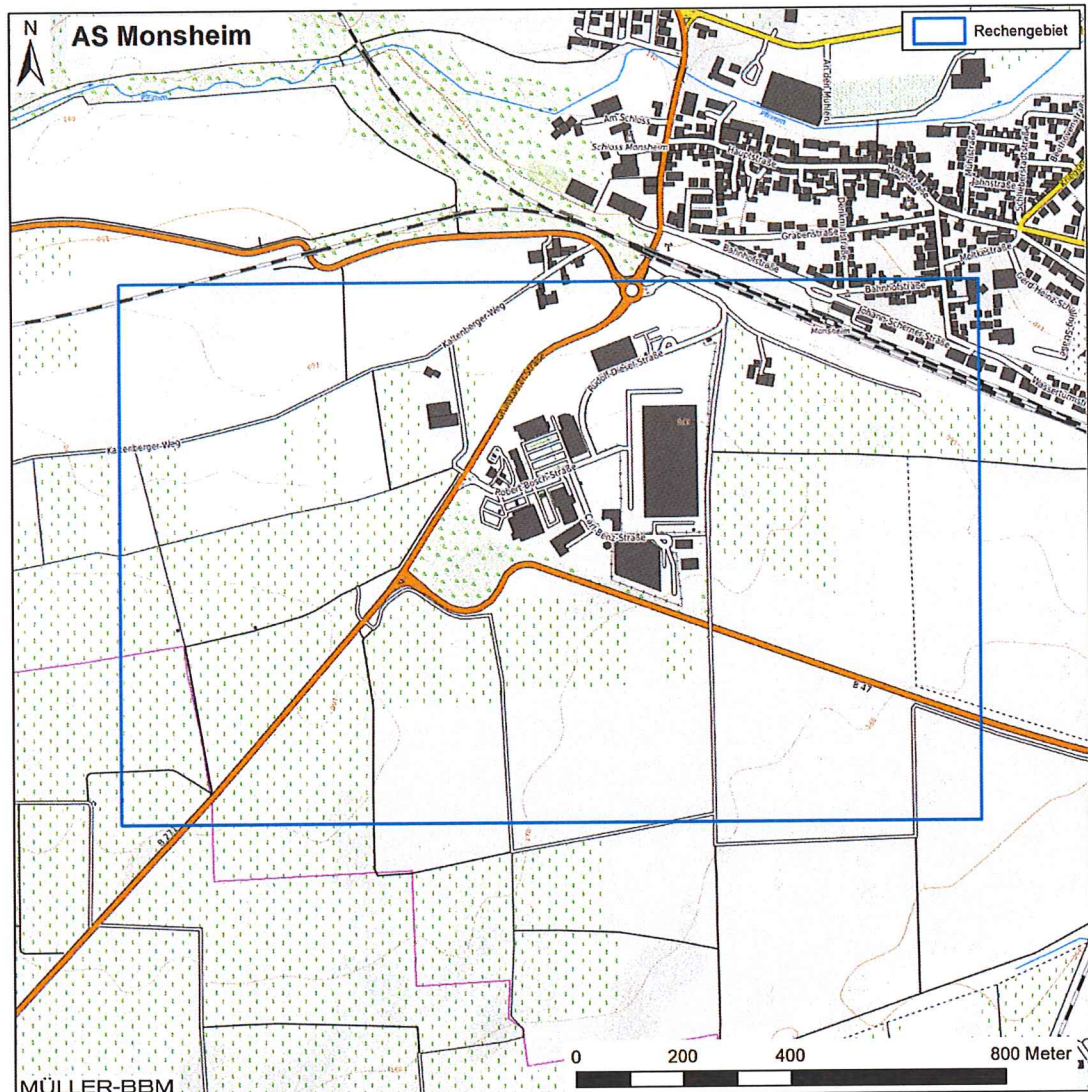


Abbildung 6. LASAT-Rechengebiet, Kartengrundlage: OpenTopoMap [20].

Das Raster zur Berechnung der Immissionen wurde mit einer horizontalen Maschenweite von 10 m festgelegt. Diese Auflösung ermöglicht die für die Beurteilung nötige Aussageschärfe.

Die bodennahen Konzentrationen an den Untersuchungspunkten 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 Untersuchungspunkte interpretiert.

4.4 Berücksichtigung von Geländedaten

Das Geländere relief variiert im Rechengebiet, welches größer als der eigentliche Untersuchungsbereich gewählt wurde, zwischen 140 m bis 180 m über Normalhöhen null (NHN). Zur Berücksichtigung der Orografie bei der Berechnung des Windfeldes wurde die Geländestructur in Form eines digitalen Geländemodells zugrunde gelegt. Dafür wurden die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Geländehöhen [13] verwendet.

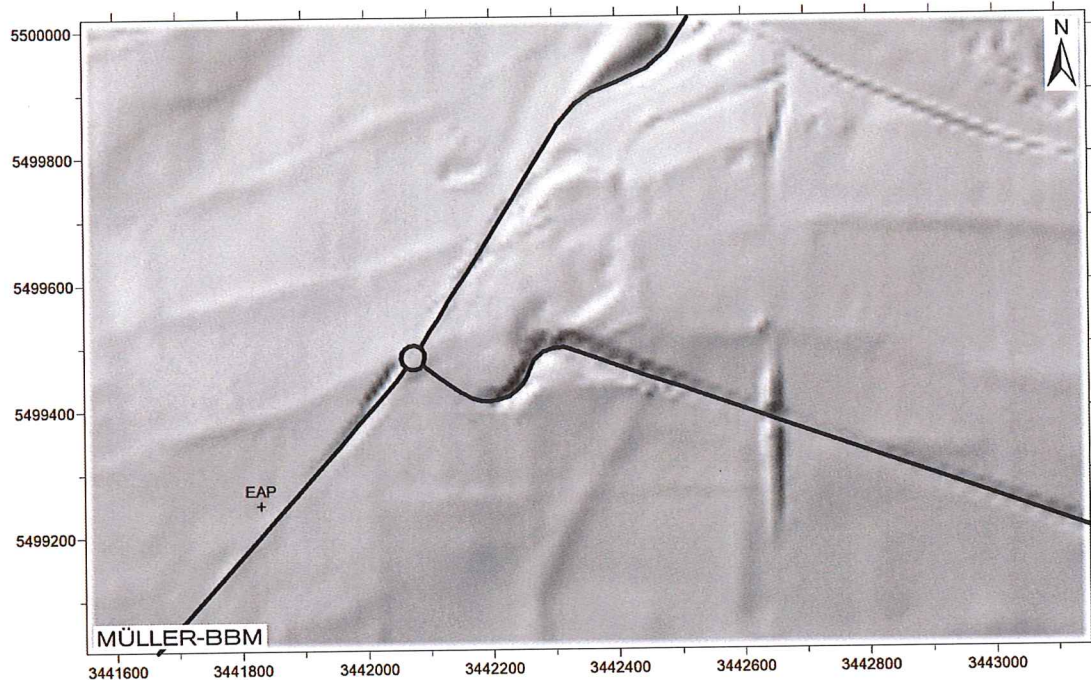


Abbildung 7. Geländere relief im LASAT-Rechengebiet mit Straßen und Ersatzanemometerposition (EAP), Geländehöhen nach [13].

Auf Basis dieser Geländedaten wurde ein digitales Geländemodell in einer Rasterauflösung von 10 m (siehe Relief in 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 wurde aus den Landnutzungsklassen des CORINE-Katasters [3] bestimmt. Auf Basis der Geländenutzungsdaten wurde in den Ausbreitungsrechnungen die Bodenrauigkeit $z_0 = 0,2$ m angesetzt.

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 (ab ca. 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 die lokale Ausbreitung von verkehrsbedingten Schadstoffen erfolgt, wird die Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung jedoch durch die topographischen Strukturen modifiziert. Dies ist vor allem im Bereich von Tälern sichtbar. Dort werden die Windrichtungen entlang der Talachse kanalisiert.

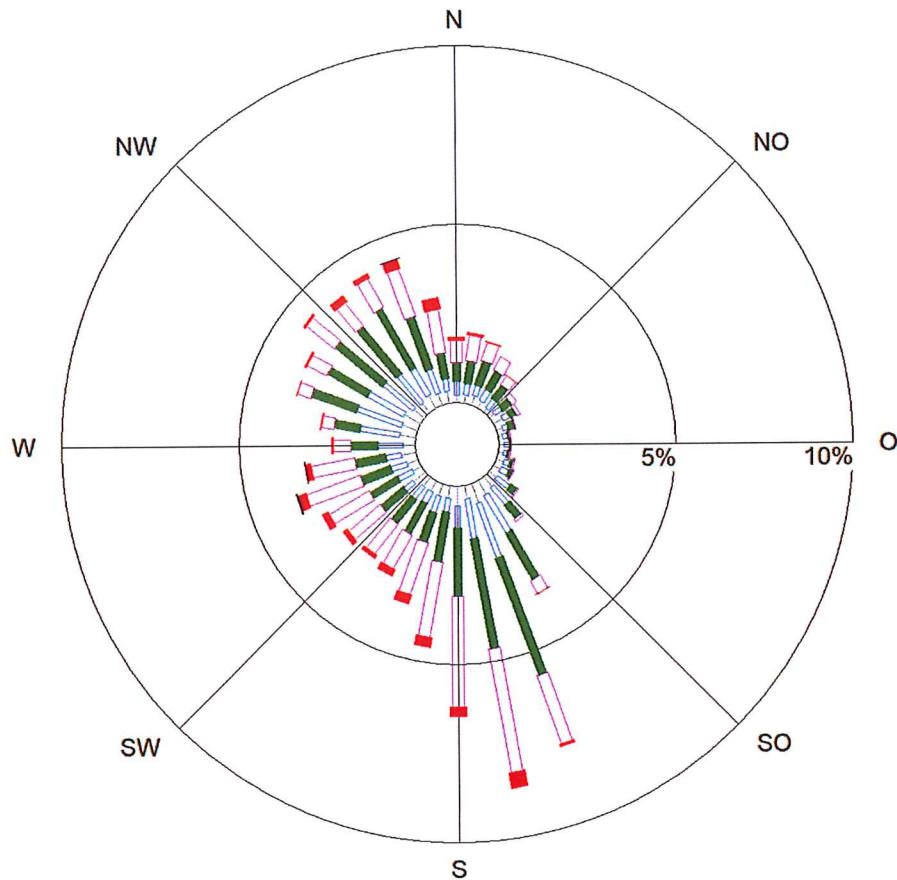
Zur Beschreibung der meteorologischen Situation im Untersuchungsgebiet wird auf die Messdaten der ca. 12 km südöstlich liegenden Station Heßheim zurückgegriffen. Auf Grund der ähnlichen Topographie im Umfeld des Messstandortes und des Untersuchungsgebiet sind die Daten als repräsentativ für die zu erwartende Windrichtungsverteilung anzusehen. Alternative Messstandorte wie etwa Mannheim scheiden z. B. auf Grund der stärkeren Leitwirkung des Oberrheingrabens bzw. der westlich und östlich vorhandenen Höhenzüge und der sich daraus ergebenden stark Nord-Süd ausgerichteten Windrichtungsverteilung im Untersuchungsgebiet aus.

Die meteorologischen Daten der Station Heßheim liegen in Form einer Ausbreitungsklassenzeitreihe des repräsentativen Jahres 2001 vor [10]. Die Windgeberhöhe ist nach Angaben des DWD in 10 m über Grund. In Abbildung 8 sind die Häufigkeiten der Windrichtungen sowie der Windgeschwindigkeits- und Ausbreitungsklassen dargestellt.

Die Windverhältnisse am Messstandort sind durch ein Maximum der Windrichtungshäufigkeiten aus Süd bis Südsüdost geprägt. Das sekundäre Maximum wird durch nordwestliche bis nordnordwestliche Windrichtungen gebildet. Starkwinde sind vor allem an westliche bis südliche (nordnordwestliche bis südsüdöstliche) Richtungen gebunden, bei Schwachwinden dominieren westliche und südsüdöstliche Anströmungen.

Der Anteil an Schwachwinden (Windgeschwindigkeiten $< 1,4$ m/s) liegt bei ca. 11 % der Jahresstunden. Stabile Schichtungen der Atmosphäre (Ausbreitungsklasse I und II) treten in ca. 31 % der Jahresstunden auf. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt 3,4 m/s.

Die zu erwartende Ost-West-Komponente der Windrichtungsverteilung für das Untersuchungsgebiet wird für die Messdaten aus Heßheim durch die Windrichtungsverteilung bei den stabilen Ausbreitungssituationen (Ausbreitungsklasse I) wiedergegeben. Somit sind auch Immissionsituationen infolge Kaltluftabflüssen in Richtung Osten in der Immissionsprognose hinreichend abgedeckt.



Station	: Hessheim	Häufigkeit ABK	—	kleiner 1.4 m/s
Messhöhe	: 10	I : 11.7 %	—	1.4 bis 2.3 m/s
Windgeschw.	: 3.4 m/s	II : 19.8 %	—	2.4 bis 3.8 m/s
Kalmen	: 0.14 %	III/1 : 44.7 %	—	3.9 bis 6.9 m/s
		III/2 : 14.4 %	—	7.0 bis 10 m/s
		IV : 5.6 %	—	größer 10 m/s
		V : 3.7 %	—	

Abbildung 8. Häufigkeitsverteilungen von Windrichtungen, Windgeschwindigkeiten und Ausbreitungsklassen an der DWD-Station Heßheim, Jahr 2001 [10].

Die Topografie (insbesondere das Geländere relief) hat infolge von Umlenkungs- oder Kanalisierungseffekten einen Einfluss auf das örtliche Windfeld und damit auf die Ausbreitungsbedingungen. Dem wird durch die Anwendung des der Ausbreitungsrechnung vorgeschalteten Windfeldmodells LPRWIND [4] Rechnung getragen, welches die genannten Effekte abbildet.

Die vom Partikelmodell LASAT benötigten meteorologischen Grenzschichtprofile und die hierzu benötigten Größen (Windrichtung in Anemometerhöhe, Monin-Obukhov-Länge, Mischungsschichthöhe, Rauigkeitslänge und Verdrängungshöhe) wurden gemäß Richtlinie VDI 3783 Blatt 8 [18] angesetzt.

Im Rechengebiet wurde die Ersatzanemometerposition (EAP) bei

RW 3441830 HW 54 99250

gewählt. Die Ersatzanemometerhöhe wurde entsprechend den Angaben für die Station [10] und der angesetzten o. a. Rauigkeitslänge mit 18,9 m angesetzt.

4.6 Hintergrundbelastung

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

Das Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz (LUWG-RP) betreibt das Zentrale Immissionsmessnetz (ZIMEN) für Rheinland-Pfalz. ZIMEN liefert Messwerte der bodennahen Luftkonzentrationen von Schadstoffen für Stationen in Stadtgebieten und Waldgebieten. In den Jahresberichten über die Immissionsmesswerte sind Angaben zu den statistischen Kenngrößen der gemessenen Luftschadstoffe zu finden [9].

Die Messstationen werden vom Betreiber entsprechend ihrer Lage in Bezug zu den wesentlichen Emittenten klassifiziert. Die dem Untersuchungsgebiet nächstgelegenen Stationen liegen etwa 10 km bis 40 km entfernt. Die Messstationen liegen überwiegend in städtischem Gebiet und sind mehr oder weniger von Verkehrseinflüssen geprägt, d. h. in den Messdaten sind die Auswirkungen der Emissionen des Straßenverkehrs enthalten.

Die Jahreskenngrößen für die nächstgelegenen Stationen Messstationen sind zusammen mit der vom Betreiber angegebenen Klassifizierung der Station in der Tabelle 3 aufgeführt.

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

- 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ für NO_2
- 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM_{10}

Tabelle 3. Messdaten (Jahreskenngößen) der umliegenden Messstationen sowie deren Klassifizierung [9].

Station	Jahr	NO ₂ [µg/m ³]	PM ₁₀ [µg/m ³]	PM ₁₀ -TM>50 [-]	Stations- klassifizierung	Entfernung [km]
Worms- Hagenstr	2018	27	22	6	Innenstadt,	11
	2019	26	20	11	Wohngebiet,	
	2020	22	19	6	verkehrsnahe	
Ludwigshafen- Oppau	2018	24	21	6	Stadtrand,	19
	2019	22	18	4	Industriegebiet	
	2020	18	16	3	Hintergrund	
Bad Kreuznach- Bosenheimer Str	2018	24	--	--	Innenstadt,	34
	2019	22	--	--	Wohngebiet,	
	2020	19	--	--	verkehrsnahe	
Kaiserslautern Rathausplatz	2018	21	16	4	Innenstadt,	37
	2019	19	15	0	Wohngebiet	
	2020	17	12	1	Hintergrund	

5 Ergebnisse

5.1 Allgemeines

Mit dem Ausbreitungsmodell LASAT [4] wurden unter Berücksichtigung der Schadstoffemissionen (Abschnitt 4.2), der Topografie (Abschnitt 4.4) sowie der meteorologischen Daten (Abschnitt 4.5) die Immissionszusatzbelastungen ermittelt und der Hintergrundbelastung (Abschnitt 4.6) überlagert. Als Ergebnisse der Berechnungen liegen für die betrachteten Immissionsorte die prognostizierten Luftschadstoff-Gesamtbelastungen (Immissionen) vor. Die Beurteilung der Immissionen erfolgt nach den Vorgaben der 39. BImSchV [11].

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 (s. Abschnitt 0) sind in den Abbildungen markiert.

5.2 Flächenhafte Verteilung der Immissionen

Die flächenhaften Darstellungen der jahresmittleren Feinstaubkonzentrationen (Abbildung 9) zeigen nur in Straßennähe gegenüber der Hintergrundbelastung erhöhte Immissionsbelastungen. Die ermittelten PM_{10} -Immissionen unterschreiten im Planfall den Grenzwert für den Jahresmittelwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die nach 39. BImSchV zulässigen 35 Überschreitungstage für den Tagesgrenzwert von PM_{10} werden an den beurteilungsrelevanten Bereichen entsprechend der in Abschnitt 3.3 genannten Korrelation unterschritten. Bei prognostizierten Gesamtbelastungen an Gebäudefassaden von weniger als $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ist nicht mit einer Überschreitung der zulässigen Anzahl von 35 Tagen mit Tagesmittelwerten größer $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zu rechnen [5] [8] [14].

Der Vergleich der Immissionen mit dem jeweiligen Grenzwert zeigt die unterschiedliche Relevanz der Schadstoffkomponenten. Die NO_2 -Jahresmittelwerte stellen in Bezug auf den Grenzwert die höchsten Immissionsbelastungen dar, d. h. die ermittelten Immissionskenngrößen der anderen Schadstoffe schöpfen den jeweiligen Grenzwert weniger aus.

Die NO_2 -Jahresmittelwerte sind bezogen auf den Grenzwert deutlich höher als die NO_2 -Kurzzeitbelastungen, d. h. die ermittelten NO_2 -Jahresmittelwerte schöpfen den Grenzwert nach 39. BImSchV stärker aus als die zulässigen Überschreitungen der NO_2 -Stundenmittelwerte. Zur Bewertung der NO_2 -Immissionen werden daher die Belastungen auf Grundlage der NO_2 -Jahresmittelwerte diskutiert.

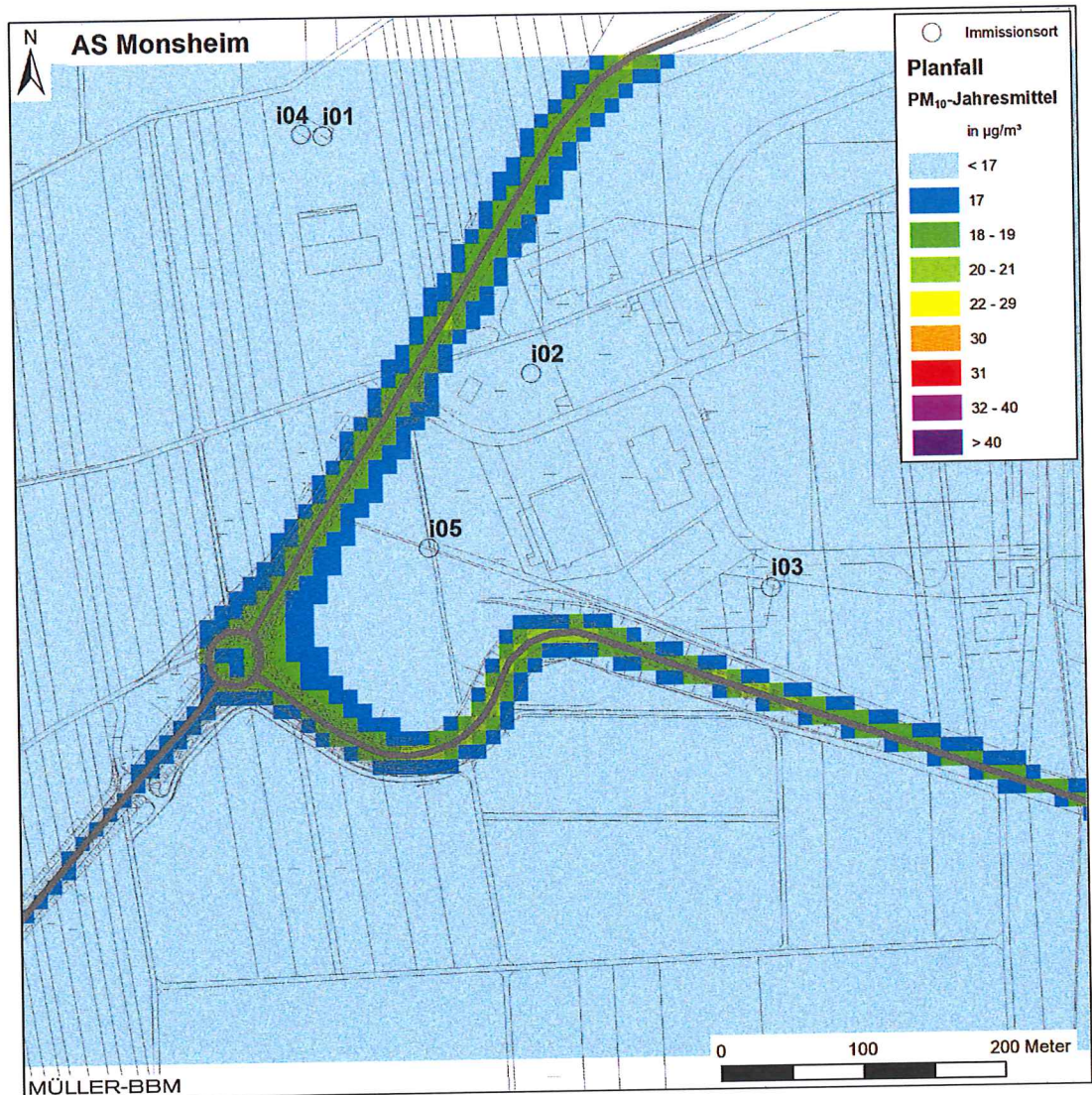


Abbildung 9. PM₁₀-Immissionen (Jahresmittelwerte), Planfall-Prognose 2035, ermittelt mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025, Kartengrundlage [13].

In Abbildung 10 sind die für die Planfall-Prognose 2035 mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025 ermittelten NO₂-Jahresmittelwerte dargestellt. Die von den Straßen ausgehenden Erhöhungen der Immissionskonzentration reichen hier weiter als beim Feinstaub. An den straßennahen Gebäudefassaden werden Jahresmittelwerte von 22 bis 25 µg/m³ erreicht. Der Grenzwert von 40 µg/m³ wird nicht überschritten.

S:\M\PROJ\166\M166077\M166077_01_BER_1D.DOCX:23. 02. 2022

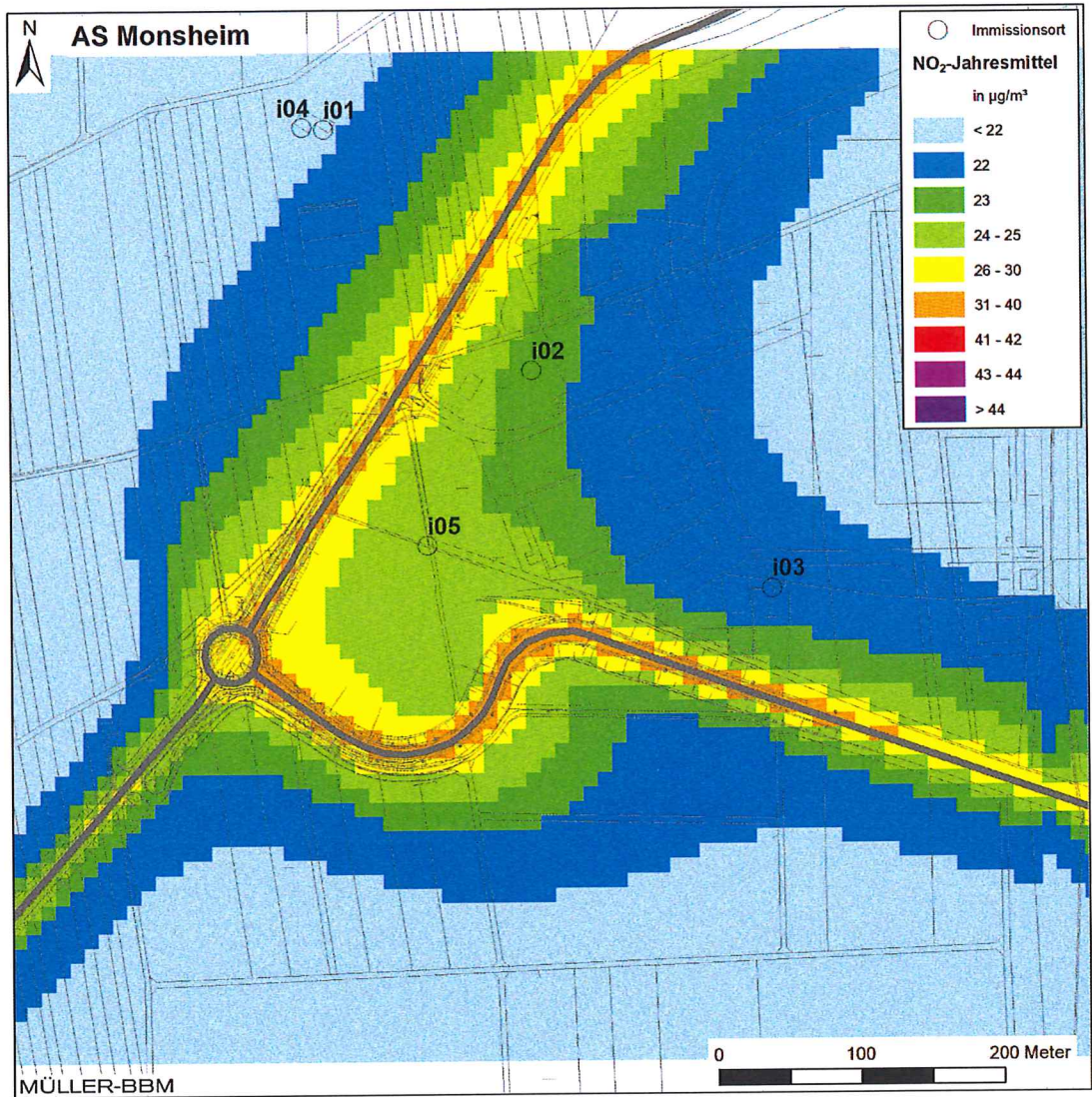


Abbildung 10. NO₂- Immissionen (Jahresmittelwerte), Planfall-Prognose 2035, ermittelt mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025, Kartengrundlage [13].

S:\M\PROJ\166\M166077\M166077_01_BER_1D.DOCX:23. 02. 2022

5.3 Punktuelle Auswertung an Untersuchungspunkten

Neben der flächenhaften Darstellung wurden für ausgewählte Untersuchungspunkte (Immissionsorte) die ermittelten Immissionen punktgenau ermittelt. Die Immissionsorte (vorwiegend an straßennahen Gebäuden) wurden vom Schallgutachter übernommen [13]. Abbildung 11 zeigt die Lage der ausgewählten Immissionsorte, für die die Immissionen bestimmt wurden.

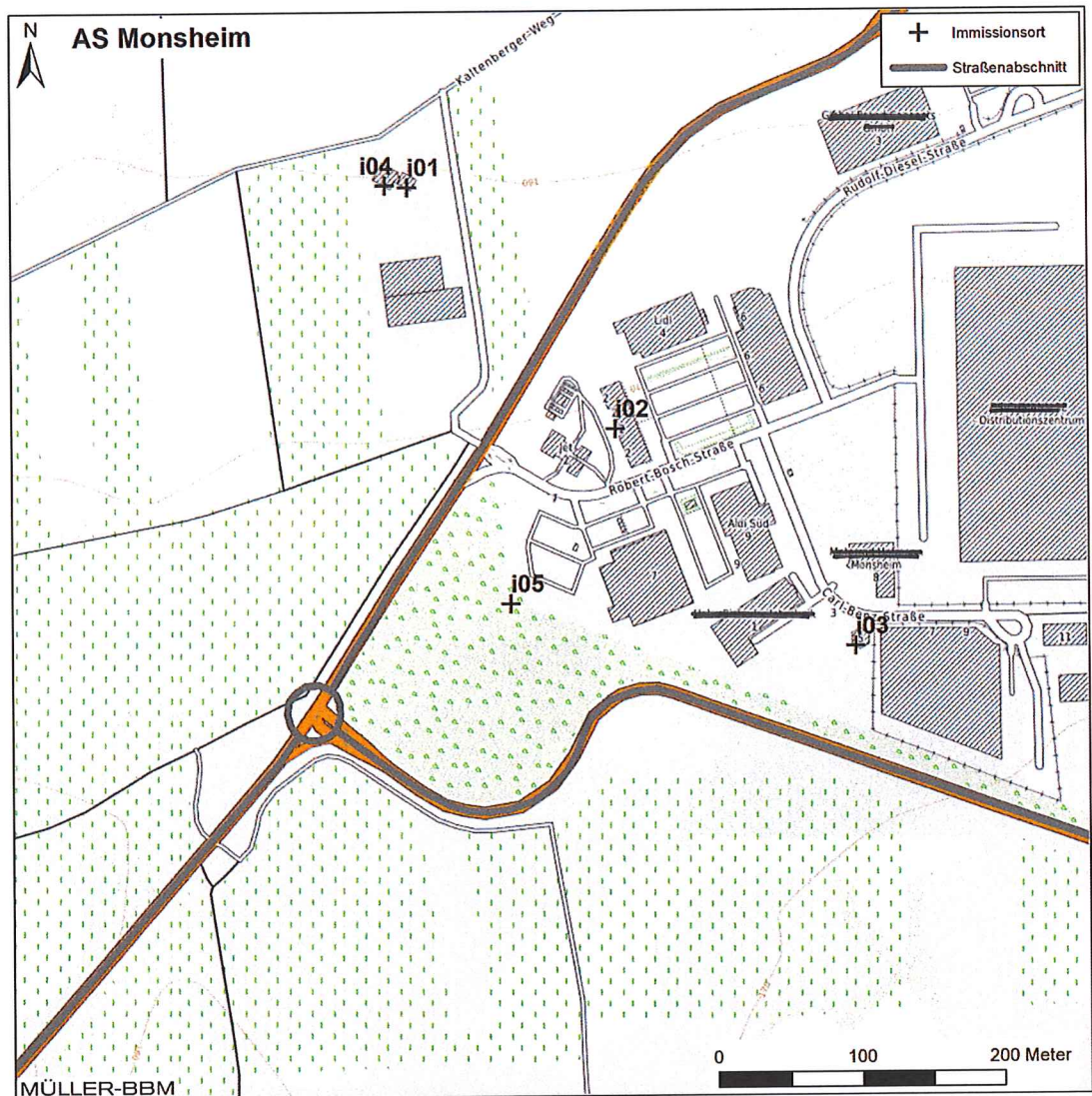


Abbildung 11. Lage der ausgewählten Untersuchungspunkte (Immissionsorte), Kartengrundlage: OpenTopoMap [20].

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

Tabelle 4. Immissionen Planfall Prognose 2035 (Jahresmittelwerte) an den ausgewählten Immissionsorten (siehe Abbildung 11), ermittelt mit einer Kfz-Flotte des Jahres 2025.

Unter- suchungs- punkt	NO ₂	PM ₁₀	PM ₁₀ -TM>50
	Jahresmittelwerte in µg/m ³	Jahresmittelwerte in µg/m ³	Anzahl [-]
Planfall 2035/2025			
i01	21	15	3
i02	23	16	3
i03	22	15	3
i04	21	15	3
i05	24	16	3
Grenzwert	40	40	35

Die Feinstaubbelastungen an den ausgewählten Immissionsorten unterschreiten im Planfall die Grenzwerte für PM₁₀ nach der 39. BImSchV. Die ermittelten PM₁₀-Jahresmittelwerte liegen mit maximal 16 µg/m³ deutlich unter dem Grenzwert von 40 µg/m³. Die aus den PM₁₀-Jahresmittelwerten abgeleitete Anzahl von Überschreitungstagen ist ebenfalls an allen Untersuchungspunkten geringer als die nach 39. BImSchV zulässigen 35 Überschreitungstage des PM₁₀-Tagesmittelwerts.

Auch die NO₂-Jahresmittelwerte liegen im Planfall mit maximal 24 µg/m³ unterhalb des Grenzwerts von 40 µg/m³.

Nach den hier dokumentierten Untersuchungen werden im untersuchten Planfall die Grenzwerte nach 39. BImSchV eingehalten. Für die beurteilungsrelevanten Bereiche (Gebäudefassaden) wurden Immissionen ermittelt, die die Grenzwerte der 39. BImSchV unterschreiten.

Da die Immissionszusatzbelastung für die Prognosen 2035 mit den Emissionsfaktoren einer Fahrzeugflotte des Jahres 2025 ermittelt wurde, stellt die vorliegende Immissionsprognose einen konservativen Ansatz im Sinne einer „ungünstigen Annahme“ dar. Aufgrund der gesetzlichen Regelungen zur technischen Emissionsminderung ist in späteren Jahren mit geringeren Emissionsfaktoren der Kraftfahrzeuge zu rechnen.

6 Grundlagen, verwendete Literatur

- [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, Daten zur Bodenbedeckung der Bundesrepublik Deutschland – Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- [4] Dispersion Model LASAT, Version 3.4.24-64WI17-m4, 2020-08-18, Copyright (c) L. Janicke 1989-2020, <http://www.janicke.de/de/lasat.html>.
- [5] Düring, I., Bösing, R., Lohmeyer, A.: PM10-Emissionen an Außerortsstraßen; Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), BASt-Reihe "Verkehrstechnik" Band V 125, 96 S, 2005.
- [6] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge – Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) in derzeit aktueller Fassung.
- [7] Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA, Version 4.2, Januar 2022, INFRAS Bern/Zürich, www.hbefa.net.
- [8] 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.
- [9] Luftdaten, Messungen der Luftqualität, Zentrales Immissionsmessnetz – ZIMEN – Jahresberichte über die Messergebnisse, Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz, Mainz, <https://luft.rlp.de/de/zentrales-immissionsmessnetz-zimen/zimen-berichte/>.
- [10] Meteorologische Ausbreitungsklassenzeitreihe der Windmessstation Heßheim, repräsentatives Jahr 2001.
- [11] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen - 39. BImSchV) vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065), zuletzt geändert durch Artikel 112 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328).
- [12] Ortsbesichtigung am 01.02.2022 mit Fotodokumentation.
- [13] Planungsunterlagen B 47 / B 271 Umbau AS Monsheim: Lageplan, Höhenplan, Geländehöhen, Kohns PLAN GmbH, Neunkirchen, übergeben am 12.01.2022.
- [14] 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.

- [15] Richtlinie VDI 3782 Blatt 5: Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Depositionsparameter. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, April 2006.
- [16] Richtlinie VDI 3782 Blatt 7: Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung – Luftbeimengungen. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, Mai 2020.
- [17] 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.
- [18] Richtlinie VDI 3783 Blatt 8: Umweltmeteorologie - Messwertgestützte Turbulenzparametrisierung für Ausbreitungsmodelle. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, April 2017.
- [19] 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.
- [20] Topografische Karte, OpenTopoMap, Kartendaten: © OpenStreetMap-Mitwirkende, SRTM | Kartendarstellung: © OpenTopoMap (CC-BY-SA), abgerufen im Februar 2022.
- [21] TopPlus-Open © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2022), https://sg.geodatenzentrum.de/web_public/Datenquellen_TopPlus_Open.pdf, WMS-Server: http://sgx.geodatenzentrum.de/wms_topplus_web_open?
- [22] Verkehrsdaten Prognose 2035, Kohns PLAN GmbH, Neunkirchen, übergeben am 12.01.2022.