

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. Januar 2019
M122149/03 BSG/ZND

Neubau BAB 281 in Bremen, Bauabschnitt 2/2 zwischen Neuenlander Ring und Kattenturmer Heerstraße

**Fortschreibung des
Luftschadstoffgutachtens zum
Planentwurf mit Tunnelneubau
auf Basis der Verkehrsprognose 2030**

Bericht Nr. M122149/03

Auftraggeber:

DEGES Deutsche Einheit
Fernstraßenplanungs und -bau GmbH
Zimmerstraße 54
10117 Berlin

Bearbeitet von:

Dr. rer. nat. Rainer Bösing

Berichtsumfang:

Insgesamt 26 Seiten, davon
2 Seiten Anhang

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 | 4 |
| 2 Rechtliche Grundlagen - Beurteilungswerte | 4 |
| 3 Örtliche Gegebenheiten und Beschreibung der Methodik | 5 |
| 3.1 Beschreibung des Untersuchungsgebietes und des Planvorhabens | 5 |
| 3.2 Methodik und Berechnungsverfahren | 7 |
| 4 Eingangsdaten und technische Grundlagen und Eingangsdaten | 9 |
| 4.1 Verkehrsdaten | 9 |
| 4.2 Emissionen Straßenverkehr | 9 |
| 4.3 Digitales Bebauungsmodell | 12 |
| 4.4 Rechengebiete und räumliche Auflösung | 14 |
| 4.5 Meteorologische Daten | 14 |
| 4.6 Hintergrundbelastung | 16 |
| 5 Ergebnisse der Immissionsprognosen | 17 |
| 5.1 Allgemeines | 17 |
| 5.2 Flächenhafte Immissionsdarstellung | 17 |
| 5.3 Punktuelle Immissionsbeurteilung | 21 |
| 6 Grundlagen, verwendete Literatur | 23 |

Zusammenfassung

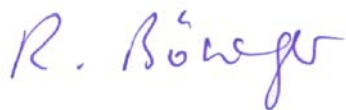
In der vorliegenden Luftschadstoffuntersuchung für die Planfeststellungsunterlagen werden die Auswirkungen der Realisierung des Bauabschnitts 2/2 der Bundesautobahn A 281 (BA 2/2) für die „Variante 4 mit einem kompletten Neubau des Tunnel- und Trogbauwerks am Knotenpunkt Neuenlander Straße/Kattenturmer Heerstraße“ beschrieben.

Die Grundlage für die Immissionsprognosen sind Ausbreitungsrechnungen mit dem mikroskaligen Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM unter Berücksichtigung der Bebauung und der Emissionen des Straßenverkehrs. Es wurden die Immissionskonzentrationen von NO_2 , PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$ für den Planfall mit realisiertem BA 2/2 in der Prognose 2030 berechnet. Betrachtet wurde im konservativen Ansatz die Fahrzeugflotte des Jahres 2025. Grundlage der Emissionsberechnungen ist das aktuelle Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA 3.3" [10].

Die Ergebnisse können wie folgt zusammengefasst werden:

- Im Planfall wird eine gegenüber der Hintergrundbelastung erhöhte Schadstoffbelastung an der südwestlich der Neuenlander Straße verlaufenden Trasse des BA 2/2 der BAB 281 auftreten.
- Im Bereich der Kreuzung Neuenlander Straße/Kattenturmer Heerstraße liegt im Planfall eine hohe Belastung vor.
- Im Untersuchungsgebiet werden an den beurteilungsrelevanten Gebäudefassaden die Grenzwerte nach 39. BImSchV [16] eingehalten.

Insgesamt kann aus den Ergebnissen der durchgeführten Immissionsprognose abgeleitet werden, dass die immissionsseitigen Auswirkungen für NO_2 und Feinstaub PM_{10} / $\text{PM}_{2,5}$ an den benachbarten Wohngebäuden keine unzulässigen Werte im Sinne der 39. BImSchV erreichen. Auch in den Bereichen, die im Planfall zusätzlich belastet werden, liegen die Schadstoffbelastungen deutlich unter den Grenzwerten.



Dr. rer. nat. Rainer Böwger

1 Situation und Aufgabenstellung

Für die Planfeststellungsunterlagen zum Bauabschnitt "BA 2/2" der Bundesautobahn A 281 liegt die Luftschadstoffuntersuchung für die „Variante 4 mit einem kompletten Neubau des Tunnel- und Trogbauwerks am Knotenpunkt Neuenlander Straße/ Kattenturmer Heerstraße“ vor [15].

Aufgabe der vorliegenden Luftschadstoffuntersuchung ist es, auf Grundlage aktueller Verkehrsprognosen für das Jahr 2030 [25] Aussagen über die Auswirkungen der Planung des Bauabschnitts 2/2 mit Tunnelneubau auf die Luftschadstoffbelastungen im Umfeld zu erarbeiten. Die Luftschadstoffuntersuchung soll als ergänzende Grundlage den Planfeststellungsunterlagen beigelegt werden.

Es sind die Immissionskonzentrationen von NO_2 , PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$ für den Planfall Prognose 2030 mit realisiertem BA 2/2 darzustellen.

2 Rechtliche Grundlagen - Beurteilungswerte

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 [16] vorzunehmen.

In der vorliegenden Untersuchung werden die v. a. vom Straßenverkehr emittierten Schadstoffe Stickstoffoxide NO_x (Summe aus NO und NO_2) und NO_2 sowie Feinstaubpartikel (PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$) behandelt. Diese Schadstoffkomponenten gelten als Leitsubstanzen, 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 Grenzwerte der o. g. Leitsubstanzen sind in der Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1. Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit nach 39. BImSchV [16] für die Leitsubstanzen

| Schadstoffkomponente Bezugszeitraum | Konzentration [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | Zulässige Überschreitungen im Kalenderjahr |
|--|---|---|
| Stickstoffdioxid NO_2 | | |
| Jahresmittel | 40 | - |
| Stundenmittel | 200 | 18 |
| Feinstaub PM_{10} | | |
| Jahresmittel | 40 | - |
| Tagesmittel | 50 | 35 |
| Feinstaub $\text{PM}_{2,5}$ | | |
| Jahresmittel | 25 | - |

3 Örtliche Gegebenheiten und Beschreibung der Methodik

3.1 Beschreibung des Untersuchungsgebietes und des Planvorhabens

Die Bundesautobahn A 281 wird zukünftig auf bremischem Stadtgebiet die nordwestliche Eckverbindung zwischen den vorhandenen Autobahnen A 1 und A 27 bilden. In ihrer Verknüpfung mit dem vorhandenen und geplanten Straßennetz dient sie der Entlastung von derzeit hoch belasteten Bundesautobahnen, Bundesstraßen sowie Hauptverkehrsstraßen.

Die Gesamtlänge der A 281 erstreckt sich nach Fertigstellung auf ca. 19 km. Die Planung und die bautechnische Realisierung der Gesamtmaßnahme (Abbildung 1) erfolgen in 4 Bauabschnitten (BA). Die Bauabschnitte 2 und 3 sind hierbei nochmals in jeweils zwei Teilbauabschnitte unterteilt (2/1, 2/2 und 3/1, 3/2).

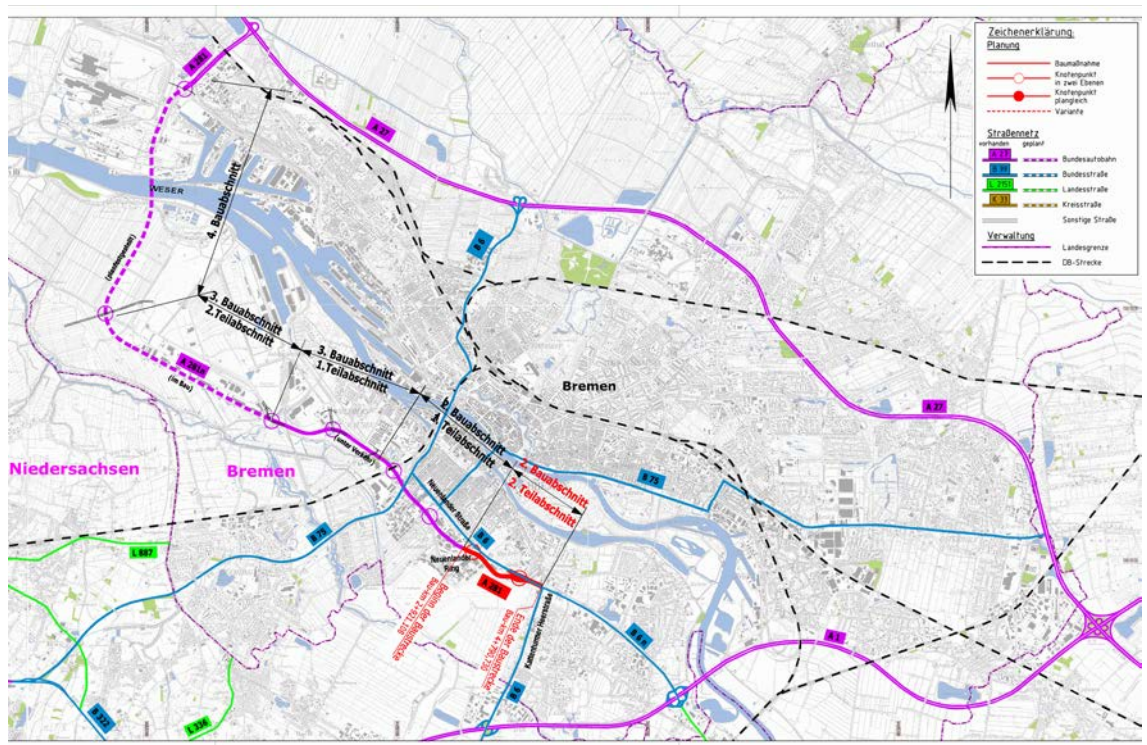


Abbildung 1. Übersichtskarte mit Straßenplanung der BAB 281 in Bremen [19], Bauabschnitt BA 2/2 zwischen Neuenlander Ring und Kattenturmer Heerstraße ist rot markiert.

In der vorliegenden Untersuchung wird der Bauabschnitt 2/2 der A 281 in der sogenannten Variante 4 mit Tunnelneubau betrachtet (Abbildung 2). Der Planungsabschnitt "BA 2/2" beginnt bei ca. Bau-km 2+918 am Übergang zum BA 2/1 mit Anschluss an das bereits fertiggestellte Teilstück der Hochstraße über das ehemalige Großmarktgelände und endet im Bereich des Knotenpunktes "Neuenlander Straße/ Kattenturmer Heerstraße" mit einem Neubau des Trog- und Tunnelbauwerk. Die Streckenlänge beträgt ca. 1,87 km.

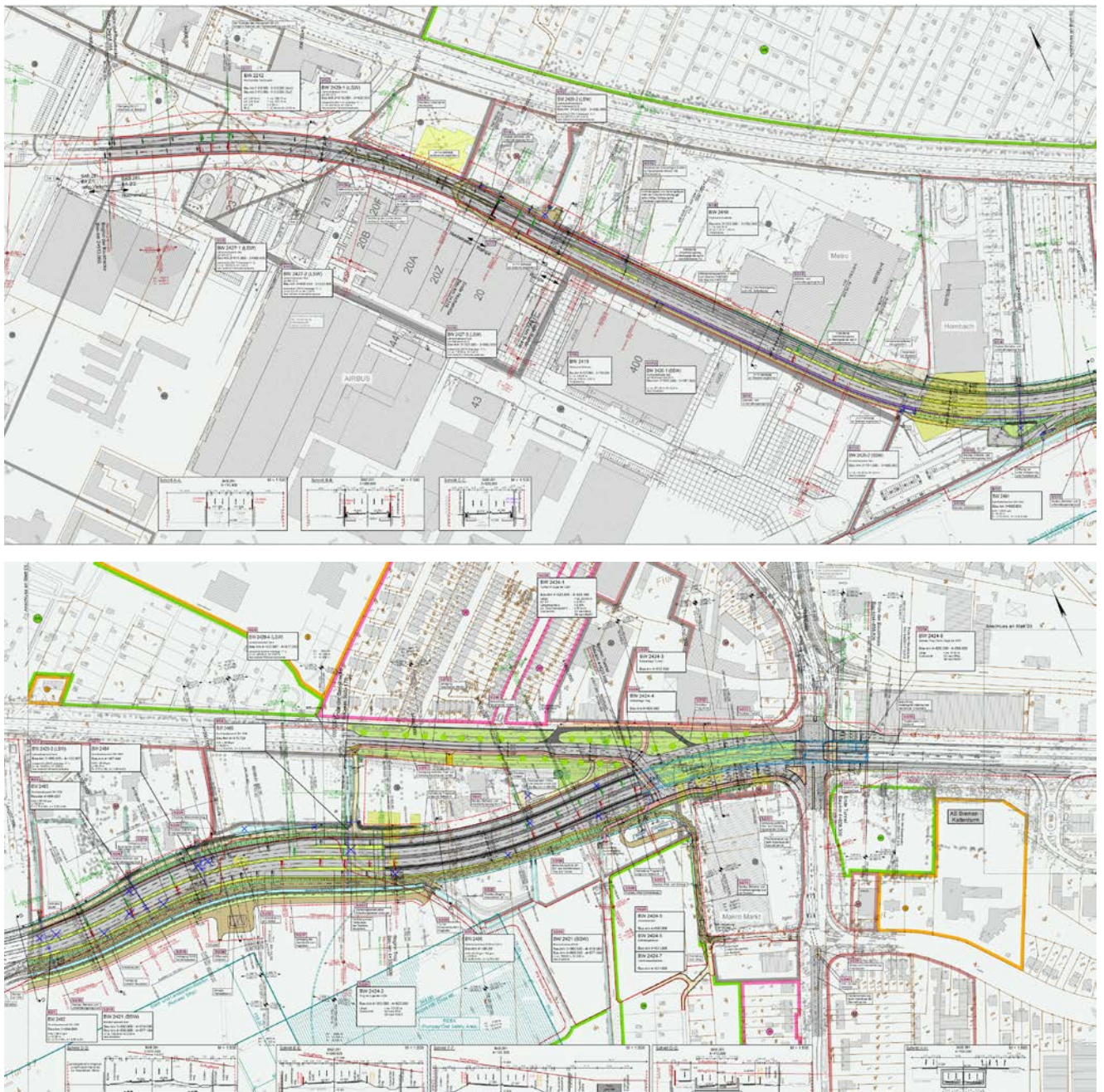


Abbildung 2. Lageplan zum Neubau der BAB 281, Bauabschnitt 2/2 zwischen Neuenlander Ring und Kattenturmer Heerstraße, Blatt 1 Westbereich (oben) und Blatt 2 Ostbereich mit Trog und Tunnel (unten) [19].

Die vorgesehene Linienführung des "BA 2/2 - Variante 4" erfordert die Errichtung bzw. Anpassung mehrerer Ingenieurbauwerke (Hochstraße, Straßentunnel und Trogbauwerk). Der gesamte Planungsabschnitt befindet sich innerhalb bebauter Gebiete mit privater, gewerblicher und öffentlicher Nutzung. Hierbei reichen einzelne Gebäude bis dicht an den zukünftigen Straßenraum heran. Weiterhin befindet sich das Planungsgebiet in einem infrastrukturell sehr sensiblen Bereich mit hohen Verkehrsbelastungen (z. B. "Neuenlander Straße" mit mehr als 50.000 KFZ/d).

Nördlich der A 281 befinden sich mehrere schutzbedürftige Wohngebiete sowie einige private Wohnhäuser. Außerdem liegen nördlich der A 281 ein ausgedehntes Kleingartengebiet, Sondergebiete (Schule) sowie Misch- und Gewerbegebiete.

Nördlich der Neuenlander Straße ist zum Schutz des nördlich angrenzenden Wohngebietes gegen den von der Neuenlander Straße ausgehenden Verkehrslärm eine 3,5 m hohe Lärmschutzwand vorhanden, die eine Länge von insgesamt 300 m aufweist.

Innerhalb des Untersuchungsgebietes variiert die Geländehöhe nur geringfügig von 3 m bis 6 m über NHN.

Auf Grundlage des Lärmgutachtens zum Bauabschnitt 2/2 der A 281 sind beidseitig Lärmschutzwände (LSW) und Sichtschutzwände längs der Planungstrasse vorgesehen. Die LSW auf der nördlichen Straßenseite beginnen auf der Hochstraße an den bereits fertiggestellten BA 2/1 anschließend und enden bei Bau-km 3+580.00 (Bereich Metro Großmarkt). Im weiteren Streckenverlauf ist auf der Nordseite bis Bau-km 3+990.000 kein Lärmschutz, anschließend beginnt wieder eine LSW, die bis Bau-km 4+617.000 reicht.

3.2 Methodik und Berechnungsverfahren

Die Berechnungen der zu erwartenden verkehrsbedingten Emissionen und der Immissionen wurden mit den kombinierten Modellen PROKAS [20], MISKAM [14] und WinMISKAM [26] durchgeführt. Damit können die zu berücksichtigenden Straßenabschnitte, die durch die Bebauung und die Lärmschutzwände beeinflussten Luftströmungen und die örtlichen meteorologischen Verhältnisse in die Berechnungen einbezogen werden.

Die Ermittlung der verkehrsbedingten Emissionen erfolgte mit dem Verfahren PROKAS. Anhand der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Verkehrsmengen [25] und den Emissionsfaktoren pro Kfz wurden entsprechend der Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 (Kfz-Emissionsbestimmung – Luftbeimengungen) [21] die vom Straßenverkehr freigesetzten Schadstoffmengen berechnet. Die Abgas-Emissionsfaktoren der Kraftfahrzeuge wurden dem einschlägigen "HBEFA Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs" [10] entnommen. Die Feinstaubemissionen (PM_{10} und $PM_{2,5}$) des Straßenverkehrs aufgrund von Abrieb und Aufwirbelung wurden auf der Grundlage von Literaturangaben [6] [7] berechnet.

Im Sinne einer konservativen Betrachtung wird die Immissionsprognose mit den Verkehrszahlen für das Prognosejahr 2030 sowie den Verkehrsemissionen einer Fahrzeugflotte des Bezugsjahres 2025 durchgeführt. Die Straßenplanung, die Straßen- und die Bebauungsdaten des Untersuchungsgebietes werden aus der o. g. Untersuchung aus dem Jahr 2015 [15] übernommen.

Die von der Bebauung beeinflussten Luftströmungen und die Ausbreitung der Schadstoffe wurden mit dem mikroskaligen Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM berechnet. Die Ermittlung der statistischen Kenngrößen der Immissionen erfolgte mit dem Programm WinMISKAM.

Die Schadstoffhintergrundbelastung wurde unter Berücksichtigung der vorliegenden Messdaten angesetzt. Für die Immissionsberechnungen wurden lokal repräsentative meteorologische Daten verwendet (Abschnitt 4.2). Es wurden die verkehrsbedingten Immissionen im Untersuchungsgebiet flächenhaft ermittelt und der Hintergrundbelastung (Abschnitt 4.6) überlagert.

Die Parametrisierung der luftchemischen Umwandlung des von Kraftfahrzeugen hauptsächlich emittierten NO in NO₂ erfolgt nach [24] [2].

Ermittlung der Kurzzeitbelastungswerte

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 35 Überschreitungen des Tagesmittelwertes von 50 µg/m³ möglicherweise nicht eingehalten [11]. Der PM₁₀-Kurzzeitgrenzwert ist daher wesentlich strenger als der zulässige Jahresmittelwert für PM₁₀ von 40 µg/m³.

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 ab 30 µg/m³ abgeleitet.

Bezüglich NO₂ ist aus Messdaten der umgekehrte Zusammenhang bekannt. Hier ist der Jahresmittelwert erwartungsgemäß die kritischere Größe. 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 (18/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.

4 Eingangsdaten und technische Grundlagen

4.1 Verkehrsdaten

Für das Prognosejahr 2030 liegen vom Auftraggeber zur Verfügung gestellte Verkehrsbelastungen [25] vor, differenziert nach Kraftfahrzeugen bis 3,5 t (Leichtverkehr LV) und Kraftfahrzeugen mit mehr als 3,5 t zulässigem Gesamtgewicht (Schwerverkehr SV) als durchschnittliche tägliche Verkehrsstärken DTV. Die in der vorliegenden Untersuchung für die Emissions- und Immissionsprognosen angesetzten Verkehrsdaten sind in Abbildung 3 für den Prognosefall mit realisiertem BA 2/2 (Planfall) angegeben.

Für die Fahrzeugflotte wurden nach [1] pauschal 9 % der PKW als leichte Nutzfahrzeuge (< 3,5 t zGG) und nach [18] für den Schwerverkehr (> 3,5 t zGG) anteilig 13 % als Busse angesetzt.

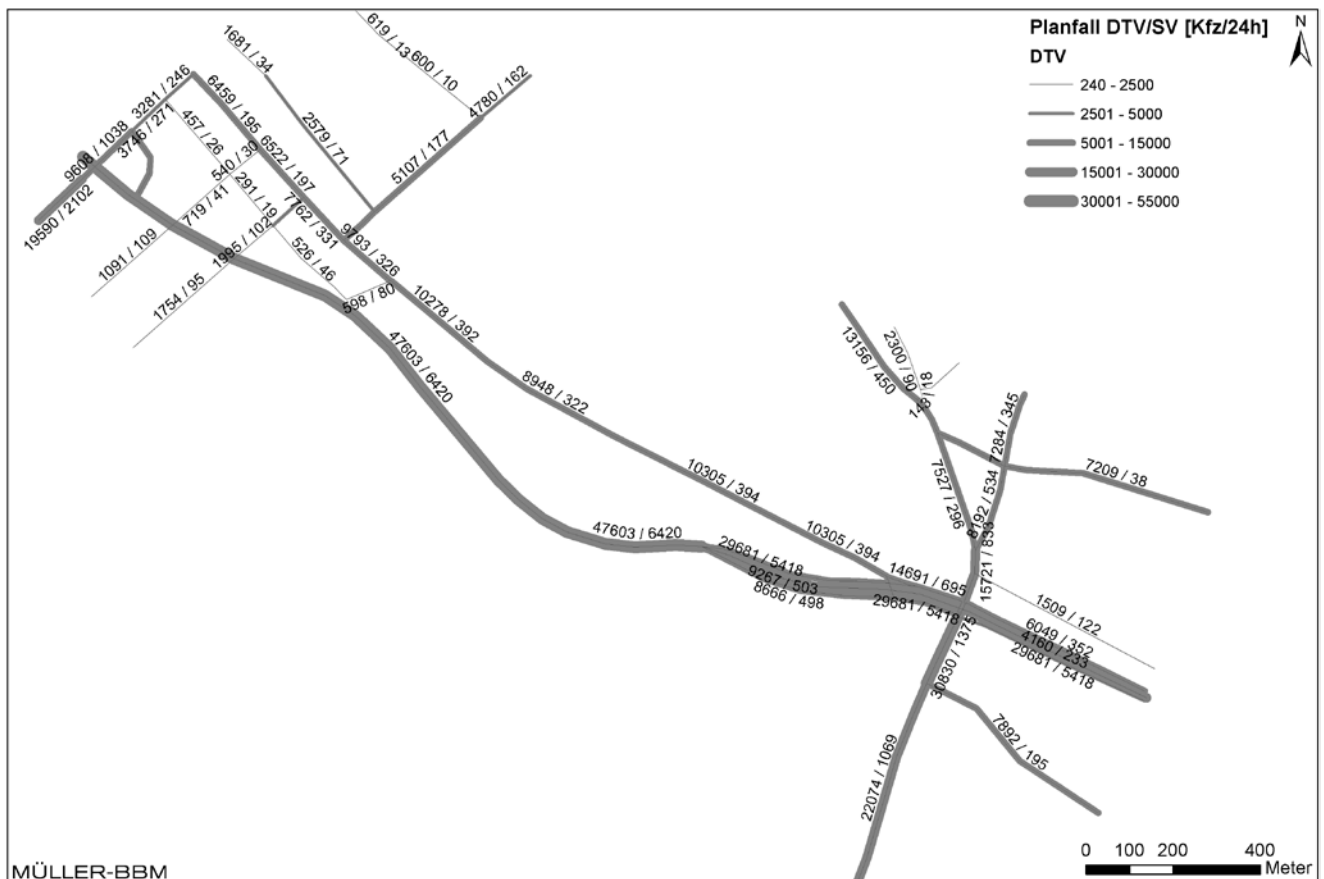


Abbildung 3. Verkehrsmengen Prognose 2030 im Planfall BA 2/2 der A 281 [25].

4.2 Emissionen Straßenverkehr

Die Berechnung der Schadstoffemissionen erfolgte auf Basis der o. a. Verkehrsmengen und Aufteilungen auf Fahrzeugarten sowie der Verkehrssituationen. Die motorbedingten Emissionen wurden entsprechend der VDI-Richtlinie „Kfz-Emissionsbe-

stimmung“ [21] auf der Grundlage des einschlägigen Handbuchs „Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA 3.3“ [10] bestimmt.

Die Größe der motorbedingten Partikel im Abgas ist kleiner als 1 µm, somit sind sie vollständig sowohl in der PM_{2,5}- als auch in der PM₁₀-Fraktion enthalten. Bei den nicht motorbedingten Partikelemissionen (Abrieb und Aufwirbelung) müssen die beiden Größenklassen unterschieden werden. Die nicht-motorbedingten Partikelemissionen durch Abrieb und Aufwirbelung von Feinstaub wurden entsprechend Literaturangaben [6] [7] angesetzt.

Die Verkehrssituation im Untersuchungsgebiet ist städtisch geprägt und ist nach HBEFA [10] dem Gebietstyp „Urban/Agglomeration“ zuzuordnen. Die Verkehrsqualität wird im HBEFA durch einen vierstufigen Level Of Service (LOS) klassifiziert. Für den fließenden Verkehr auf den meisten Straßen im Untersuchungsgebiet wurde die Verkehrsqualität nach HBEFA als „dichter Verkehr (LOS 2)“ eingestuft. Im Bereich des Verkehrsknotens Neuenlander Straße/Kattenturmer Heerstraße wurden regelmäßige Stausituationen angesetzt.

Die Emissionsfaktoren wurden für die Verkehrszusammensetzung des HBEFA 3.3 im Bezugsjahr 2025 angesetzt. Dieser Ansatz ist konservativ, da aufgrund der gesetzlichen Regelungen zur technischen Emissionsminderung in späteren Jahren mit geringeren Emissionsfaktoren der Kraftfahrzeuge gerechnet werden kann.

Die im Untersuchungsgebiet vorliegenden Längsneigungen der Verkehrswege und sog. Kühl- und Kaltstartemissionen, d. h. die Emissionen aus noch nicht warmgelaufenen Fahrzeugmotoren, wurden bei den Berechnungen berücksichtigt. Die verwendeten Emissionsfaktoren sind in der Tabelle 2 angegeben.

Tabelle 2. Emissionsfaktoren (PKW inkl. Infz, LKW inkl. Busse) für eine Fahrzeugflotte im Jahr 2025 nach [10] [6] [7].

| Verkehrssituation | Längsneigung | NO _x | | Partikel (Abgas) | | PM ₁₀ (Abrieb/Aufw.) | | PM _{2,5} (Abrieb) | |
|------------------------|--------------|-----------------|-------|------------------|----|---------------------------------|-------|----------------------------|----|
| | | LV | SV | LV | SV | LV | SV | LV | SV |
| in [mg/km] je Fahrzeug | | | | | | | | | |
| Aabc80d | 0% | 130 | 400 | 3 | 6 | 30 | 130 | 15 | 87 |
| Aabc80d-2 | -2% | 80 | 700 | 2 | 3 | 30 | 130 | 15 | 87 |
| Aabc80d+2 | +2% | 200 | 500 | 3 | 9 | 30 | 130 | 15 | 87 |
| Aabc80d+4 | +4% | 300 | 800 | 4 | 11 | 30 | 130 | 15 | 87 |
| Aabc80d_2 | +/-2% | 140 | 600 | 3 | 6 | 30 | 130 | 15 | 87 |
| Aabc80d_4 | +/-4% | 180 | 500 | 3 | 6 | 30 | 130 | 15 | 87 |
| Aabc80d_6 | +/-6% | 230 | 600 | 3 | 7 | 30 | 130 | 15 | 87 |
| Ahvs50d | 0% | 190 | 900 | 3 | 11 | 33 | 350 | 15 | 87 |
| Ahvs50d-2 | -2% | 140 | 1.400 | 3 | 7 | 33 | 350 | 15 | 87 |
| Ahvs50d_2 | +/-2% | 200 | 1.100 | 3 | 11 | 33 | 350 | 15 | 87 |
| Ahvs50d_4 | +/-4% | 220 | 1.200 | 4 | 11 | 33 | 350 | 15 | 87 |
| Aersch50d | 0% | 240 | 900 | 4 | 11 | 35 | 500 | 15 | 87 |
| Aersch30d | 0% | 230 | 1.600 | 4 | 14 | 35 | 500 | 15 | 87 |
| Ahvs50s | 0% | 290 | 2.900 | 6 | 21 | 45 | 1.200 | 15 | 87 |
| Ahvs50d_0.1stgo | 0% | 200 | 1.100 | 4 | 12 | 33 | 350 | 15 | 87 |

| | |
|-----------------|--|
| Aabc80d | = Agglomeration, Stadt-Autobahn, Tempo 80, dicht, Längsneigung 0% |
| Aabc80d+2 | = Agglomeration, Stadt-Autobahn, Tempo 80, dicht, Längsneigung +2% |
| Aabc80d_4 | = Agglomeration, Stadt-Autobahn, Tempo 80, dicht, Längsneigung +-4% |
| Ahvs50d | = Agglomeration, Hauptverkehrsstraße, Tempo 50, dicht, Längsneigung 0% |
| Ahvs50d_0.1stgo | = dto. mit 10% Anteil Stop&Go |
| Aersch130d | = Agglomeration, Erschließungsstraße, Tempo 30, dicht, Längsneigung 0% |

Die angesetzten Verkehrssituationen sind der Abbildung 4 zu entnehmen. Die Emissionsquellenstärken der jeweiligen Straßenabschnitte ergeben sich aus den Emissionsfaktoren bei den angesetzten Verkehrssituationen (Tabelle 2) in Verbindung mit den in Abschnitt 4.1 aufgeführten Verkehrsmengen für die betrachteten Straßenabschnitte. Die Abbildung 5 zeigt zur Veranschaulichung der räumlich verteilten Emissionen exemplarisch die ermittelten NO_x -Emissionsdichten.

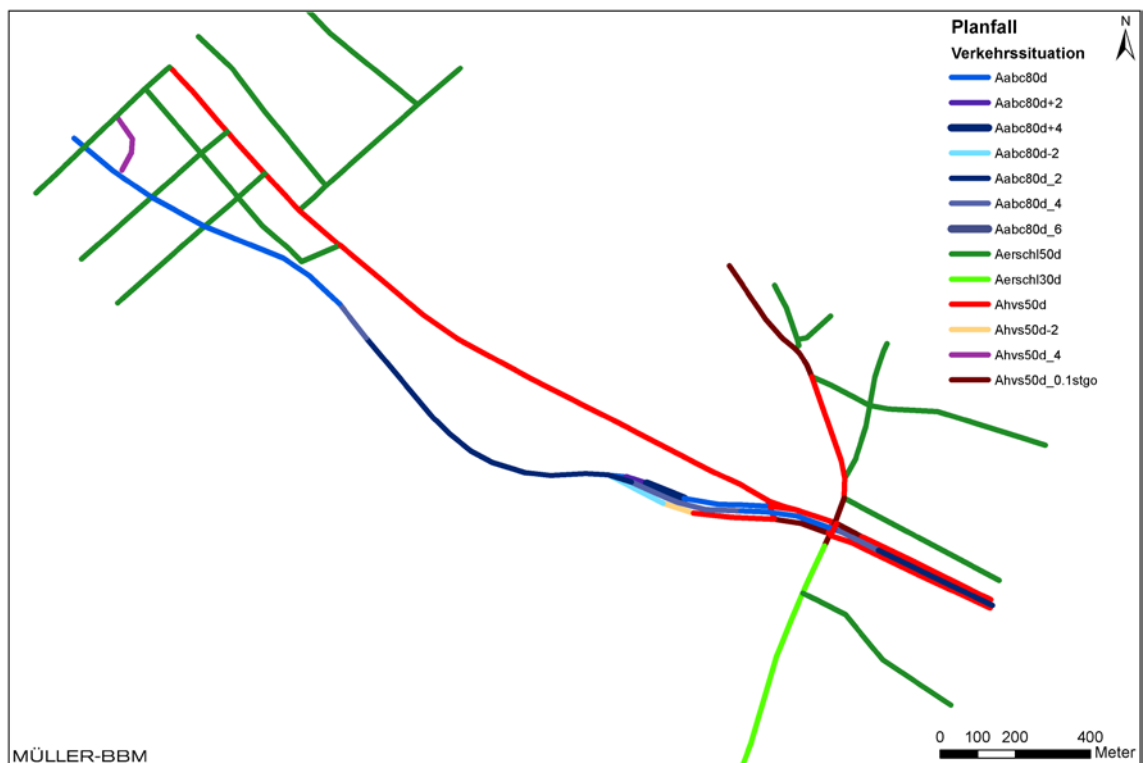


Abbildung 4. Angesetzte Verkehrssituationen im Planfall BA 2/2.

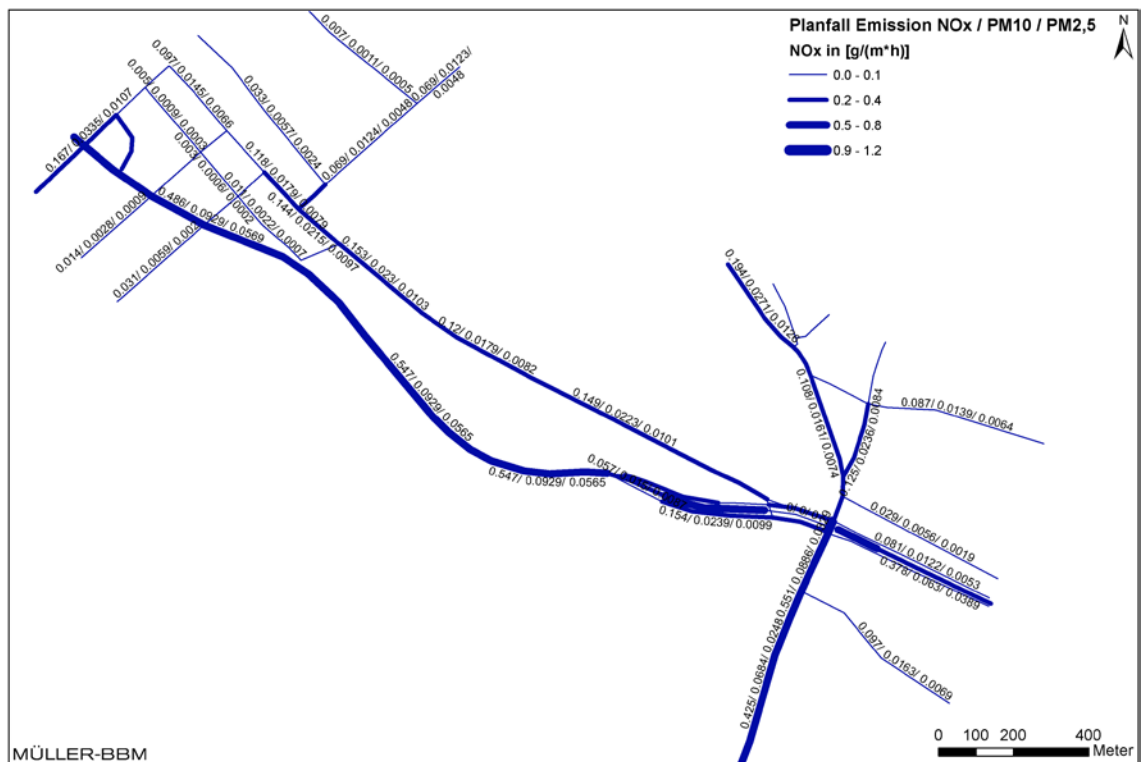


Abbildung 5. Jahresmittlere Emissionsquellenstärken Straßenverkehr Planfall BA 2/2 Prognose 2030, ermittelt mit einer Fahrzeugflotte des Jahres 2025.

4.3 Digitales Bebauungsmodell

Als Grundlage für die Strömungs- und Ausbreitungsrechnungen mit dem Modell MISKAM wurde ein dreidimensionales Bebauungsmodell erstellt. Hierfür wurden vom Auftraggeber digitale Katasterdaten und Karten sowie Gebäudehöhen zur Verfügung gestellt [19]. Die Höhe der Gebäude wurde, sofern nicht in den Eingangsdaten angegeben, anhand der vorliegenden Unterlagen vom Gutachter bei der Ortsbegehung [17] erhobenen Stockwerksanzahl und anhand von Luftbildern [19] abgeschätzt.

Das erstellte dreidimensionale Gebäudemodell wurde für die Strömungs- und Ausbreitungsrechnungen auf die in Abbildung 6 markierten MISKAM-Rechengebiete abgebildet.

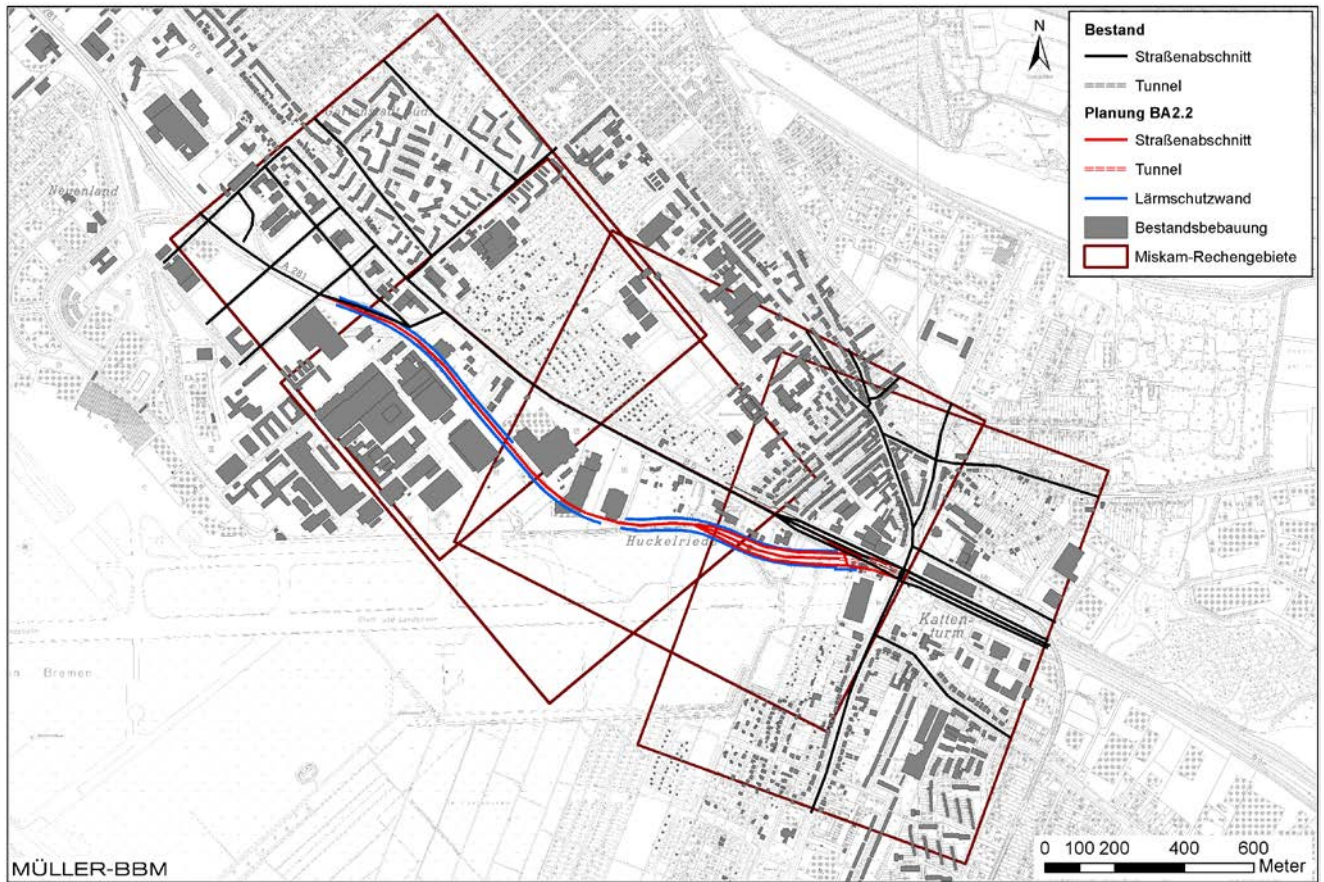


Abbildung 6. Abgrenzung der Rechengebiete mit Gebäudekataster, berücksichtigten Straßenabschnitten und geplante Trasse (rot) mit Lärmschutzwänden (blau) [19].

4.4 Rechengebiete und räumliche Auflösung

Die Abbildung 6 zeigt die hier angesetzten MISKAM-Rechengebiete mit den Gebäudeumrissen (Bestand) und den berücksichtigten Straßenabschnitten. Jedes Rechengebiet für die Strömungs- und Ausbreitungsrechnungen deckt eine Grundfläche von 1.200 m x 1.000 m ab und reicht bis in eine Höhe von 500 m über Grund. Jedes Rechengebiet wurde in einem dreidimensionalen, nichtäquidistanten Gitter mit 250 x 218 x 31 Gitterpunkten dargestellt. Dabei wurden die Vorgaben der VDI-Richtlinie für prognostische Windfeldmodelle [22] hinsichtlich Rechengebietsgröße und Gitterauflösung beachtet. Das dreidimensionale Gebäudemodell und die Emissionsdaten wurden in dieses Rechengitter übertragen. Ein Rechengitter ist im Anhang exemplarisch grafisch dargestellt.

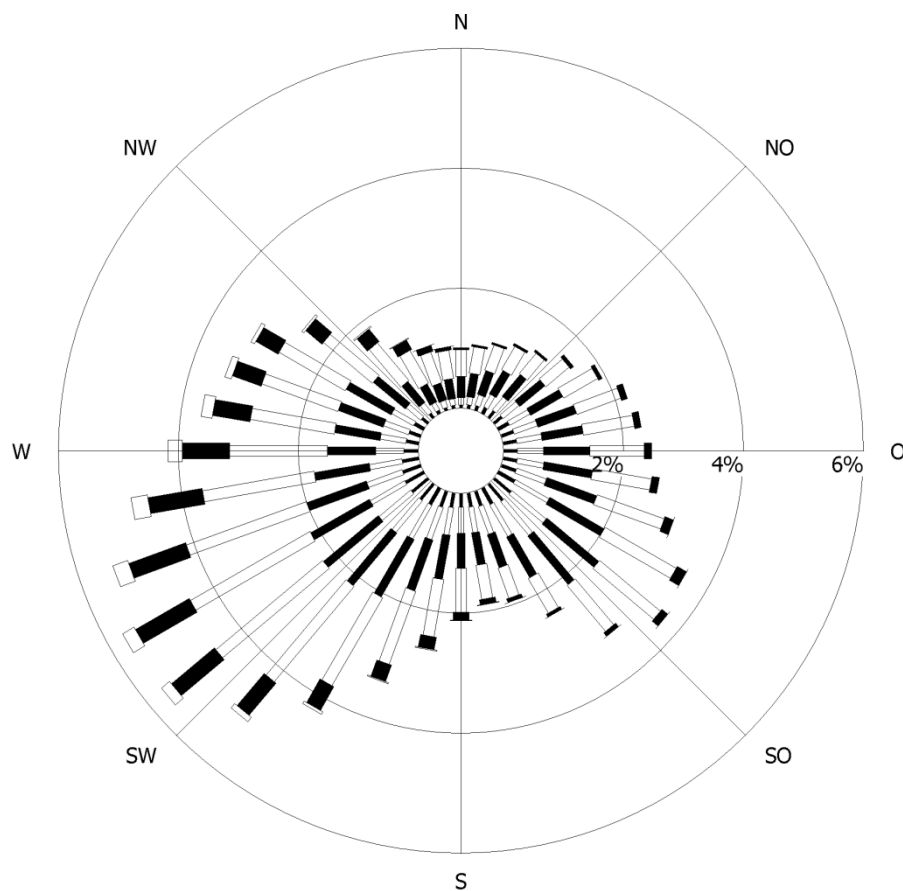
Das von MISKAM verwendete kartesische Rechengitter bedingt v. a. in den Randbereichen Abweichungen von den tatsächlichen Katasterdaten. Diese Abweichungen ergeben sich durch die modellbedingte, begrenzte räumliche Auflösung, die zu den Rändern hin zunehmend gröber wird. Diese geringere Auflösung zum Rand hin ist vertretbar, da der Einfluss der Gebäude auf die Schadstoffausbreitung mit wachsendem Abstand zur Quelle abnimmt. Wesentlich ist die feine Auflösung im zentralen Bereich in der unmittelbaren Umgebung der betrachteten Untersuchungspunkte, für den die Immissionskonzentrationen ausgewertet wurden.

Die Auflösung der Rechengitter im sensitiven, bodennahen Bereich beträgt 2 m horizontal und 0,6 m vertikal. Die bodennahen Konzentrationen an den Aufpunkten wurden als Mittelwerte über ein vertikales Intervall von 1,2 m bis 1,8 m Höhe über dem Erdboden berechnet, sie sind damit repräsentativ für eine Aufpunkthöhe von 1,5 m über Flur. Die so für ein Volumen eines Rechengitterelementes berechneten Mittelwerte werden als Punktwerte für die darin enthaltenen Aufpunkte interpretiert.

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 meteorologischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet können mit den Daten der Station Bremen-Flughafen [12] des Deutschen Wetterdienstes (DWD) abgebildet werden. Die DWD-Station befindet sich auf dem Flughafengelände, der Windgeber ist in 10 m über Grund installiert und frei anströmbar. Die meteorologischen Daten für die statistische Auswertung der Ausbreitungsrechnungen stammen aus dem Zeitraum 1998 bis 2007. Die Häufigkeitsverteilungen der Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten für die Station Bremen-Flughafen sind in der Abbildung 7 dargestellt. Die häufigsten Windrichtungen liegen um Südwest bis West und um Südost. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt 4,1 m/s. Diese Windstatistik wird für die Berechnung der statistischen Kennwerte der Schadstoffimmissionen angesetzt.



| | | | |
|-------------|--------------------|---|-----------------|
| Station | : Bremen-Flughafen | — | kleiner 1.4 m/s |
| Messhöhe | : 10 m | — | 1.4 bis 2.3 m/s |
| Zeitraum | : 1998-2007 | — | 2.4 bis 3.8 m/s |
| mittlere | : | — | 3.9 bis 6.9 m/s |
| Windgeschw. | : 4.1 m/s | — | 7.0 bis 10 m/s |
| | | — | größer 10 m/s |

Abbildung 7. Windrichtungs- und -geschwindigkeitshäufigkeiten an der DWD-Station Bremen-Flughafen [12].

Die Bodenrauigkeit des Geländes innerhalb des Untersuchungsgebietes wird durch eine mittlere Rauigkeitslänge z_0 beschrieben, deren Wert den Landnutzungsklassen des CORINE-Katasters [4] entsprechend im vorliegenden Fall mit $z_0 = 0,5$ m angesetzt wird. Nach der für die im Untersuchungsgebiet vorliegenden Bodenrauigkeitsklasse wird gemäß [8] eine Referenzhöhe von 19,5 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 bei 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 handelt sich um die Schadstoffbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne die explizit in den Ausbreitungsrechnungen einbezogenen Emissionen vorläge.

Die Senatsverwaltung für Umwelt, Bau und Verkehr betreibt das Bremer Luftüberwachungssystem (BLUES) zur kontinuierlichen Immissionsüberwachung. Die statistischen Auswertungen der Messungen werden in Jahresberichten veröffentlicht [3]. Die dem Untersuchungsgebiet nächstgelegenen kontinuierlich betriebenen BLUES-Messstationen, die als städtische Hintergrundstationen charakterisiert werden, sind Bremen-Mitte und Bremen-Ost. Die Stationen werden vom Betreiber entsprechend ihrer Lage in Bezug zu den wesentlichen Emittenten klassifiziert. Die verfügbaren Jahreskennwerte der letzten Jahre für diese Messstationen sind in der Tabelle 3 aufgeführt.

Tabelle 3. Messdaten (Jahreskenngrößen) der nächstgelegenen Hintergrund-Messstationen sowie deren Klassifizierung [3].

| Station | Jahr | NO ₂ [µg/m ³] | PM _{2,5} [µg/m ³] | PM ₁₀ [µg/m ³] | PM ₁₀ -TM>50 [-] | Stations- klassifizierung |
|-----------------|------|---|---|--|----------------------------------|------------------------------|
| Bremen Mitte | 2015 | 23 | -- | 17 | 7 | städtisch, Hintergrund |
| | 2016 | 23 | -- | 17 | 4 | |
| | 2017 | 22 | -- | 17 | | |
| Bremen Ost | 2015 | 21 | 12 | -- | -- | städtisch, Hintergrund |
| | 2016 | 22 | 11 | 17 | 5 | |
| | 2017 | 23 | 11 | 17 | | |

PM₁₀-TM>50 = Anzahl Überschreitungstage PM₁₀-Tagesmittelwert 50 µg/m³.

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

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

5 Ergebnisse der Immissionsprognosen

5.1 Allgemeines

Mit WinMISKAM wurden unter Berücksichtigung der Schadstoffemissionen (Abschnitt 4.2), der Bebauung (Abschnitt 4.3) und der meteorologischen Daten (Abschnitt 4.5) die Immissionszusatzbelastungen flächenhaft ermittelt und der Hintergrundbelastung (Abschnitt 4.6) überlagert. Als Ergebnisse der Berechnungen liegen die prognostizierten Gesamtbelastungen für die Schadstoffkomponenten NO₂ und Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}) vor.

5.2 Flächenhafte Immissionsdarstellung

In den folgenden Abbildungen sind jeweils die für das Niveau in 1,5 m über Grund (bodennah) ermittelten Schadstoffimmissionen grafisch dargestellt. Die grafische Umsetzung der Immissionen erfolgt in Form von farbigen Symbolen, deren Farbe bestimmten Konzentrationsintervallen zugeordnet ist. Die Zuordnung zwischen Farbe und Konzentrationsintervall ist jeweils in einer Legende angegeben. Die Konzentrationsintervalle reichen von Werten wenig über der Hintergrundbelastung (blau) bis zu den Grenzwerten (lila). Die berücksichtigten Straßenabschnitte bzw. Emissionsquellen und die ausgewählten Untersuchungspunkte (Abschnitt 5.3) sind in den Abbildungen jeweils markiert.

Die in den Abbildungen auftretenden Lücken der Immissionsdarstellung sind methodisch bedingt. Die Auswertung der Immissionen bei den einzelnen Rechengebieten erfolgt jeweils nur im inneren Kerngebiet, um Randeffekte zu vermeiden. Die Bewertung der Immissionen wird davon nicht beeinflusst, da die Lücken nur in Bereichen mit geringer Bebauungsdichte und somit geringeren immissionsseitigen Zusatzbelastungen liegen.

Die NO₂-Jahresmittelwerte sind bezogen auf den Grenzwert deutlich höher als die NO₂-Kurzzeitbelastungen, d. h. die ermittelten NO₂-Jahresmittelwerte schöpfen den Grenzwert stärker aus als die zulässigen Überschreitungen der NO₂-Stundenmittelwerte. Die NO₂-Kurzzeitbelastungen werden im Folgenden nicht weiter betrachtet.

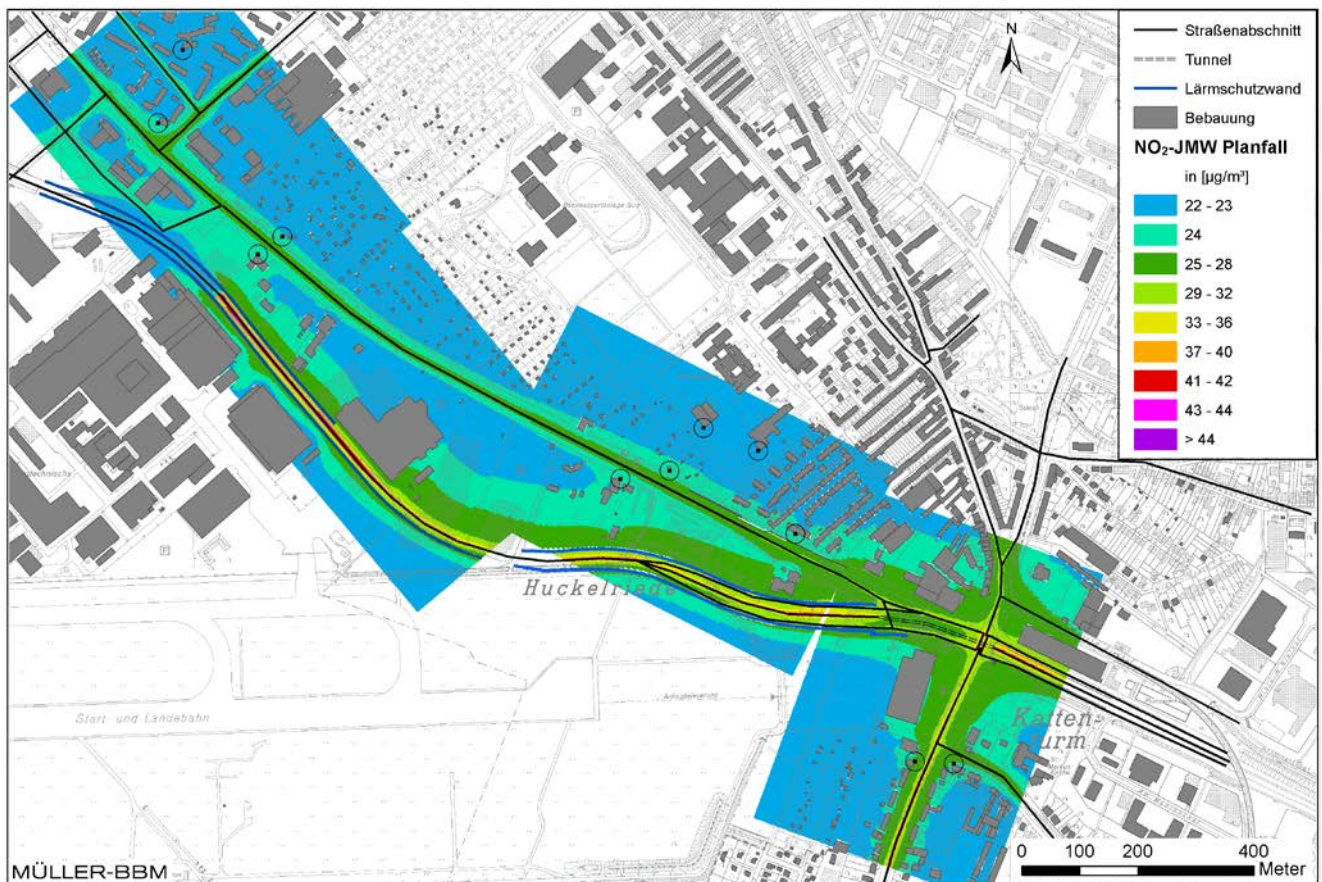


Abbildung 8. Planfall BA 2/2 Prognose 2030 – NO₂-Immissionen (Jahresmittelwerte) bodennah, ermittelt mit einer Fahrzeugflotte des Jahres 2025.

Die NO₂-Belastungen im Prognose-Planfall (Abbildung 8) sind an der südwestlich der Neuenlander Straße verlaufenden Trasse des BA 2/2 der BAB 281 gegenüber der Hintergrundbelastung erhöht. Auch straßennah entlang der Neuenlander Straße und im Umfeld des Tunnelbauwerks an der Kreuzung Neuenlander Straße / Kattenturmer Heerstraße sowie entlang der Kattenturmer Heerstraße gibt es erhöhte Belastungen. Mit zunehmendem Abstand zur Straße nimmt die NO₂-Belastung vor allem in den Bereichen mit Straßenrandbebauung durch die Abschirmung der Bebauung rasch ab.

Im Nordwesten des Untersuchungsgebiets an der Kreuzung Neuenlander Straße / Kirchweg und an den Gebäuden nördlich der Neuenlander Straße im Stadtteil Huckelriede werden NO₂-Jahresmittelwerte unterhalb von 25 µg/m³ ermittelt. Im Bereich der Gebäude entlang der Kattenturmer Heerstraße und am Autobahnzubringer Arsten werden im Bezugsfall NO₂-Jahresmittelwerte von maximal 28 µg/m³ erreicht.

An den beurteilungsrelevanten Gebäudefassaden werden im Planfall keine NO₂-Jahresmittelwerte ermittelt, die den Grenzwert der 39. BImSchV von 40 µg/m³ erreichen.



Abbildung 9. Planfall BA 2/2 Prognose 2030 – PM_{2,5}-Immissionen (Jahresmittelwerte) bodennah, ermittelt mit einer Fahrzeugflotte des Jahres 2025.

Die ermittelten PM_{2,5}-Immissionen (Abbildung 9) zeigen nur an der geplanten Trasse und an der Kreuzung Neuenlander Straße / Kattenturmer Heerstraße erhöhte Belastungen. Die Belastungen liegen jedoch deutlich unterhalb des Grenzwertes von 25 µg/m³ im Jahresmittel. An Gebäuden werden PM_{2,5}-Jahresmittelwerte von maximal 12 µg/m³ erreicht.

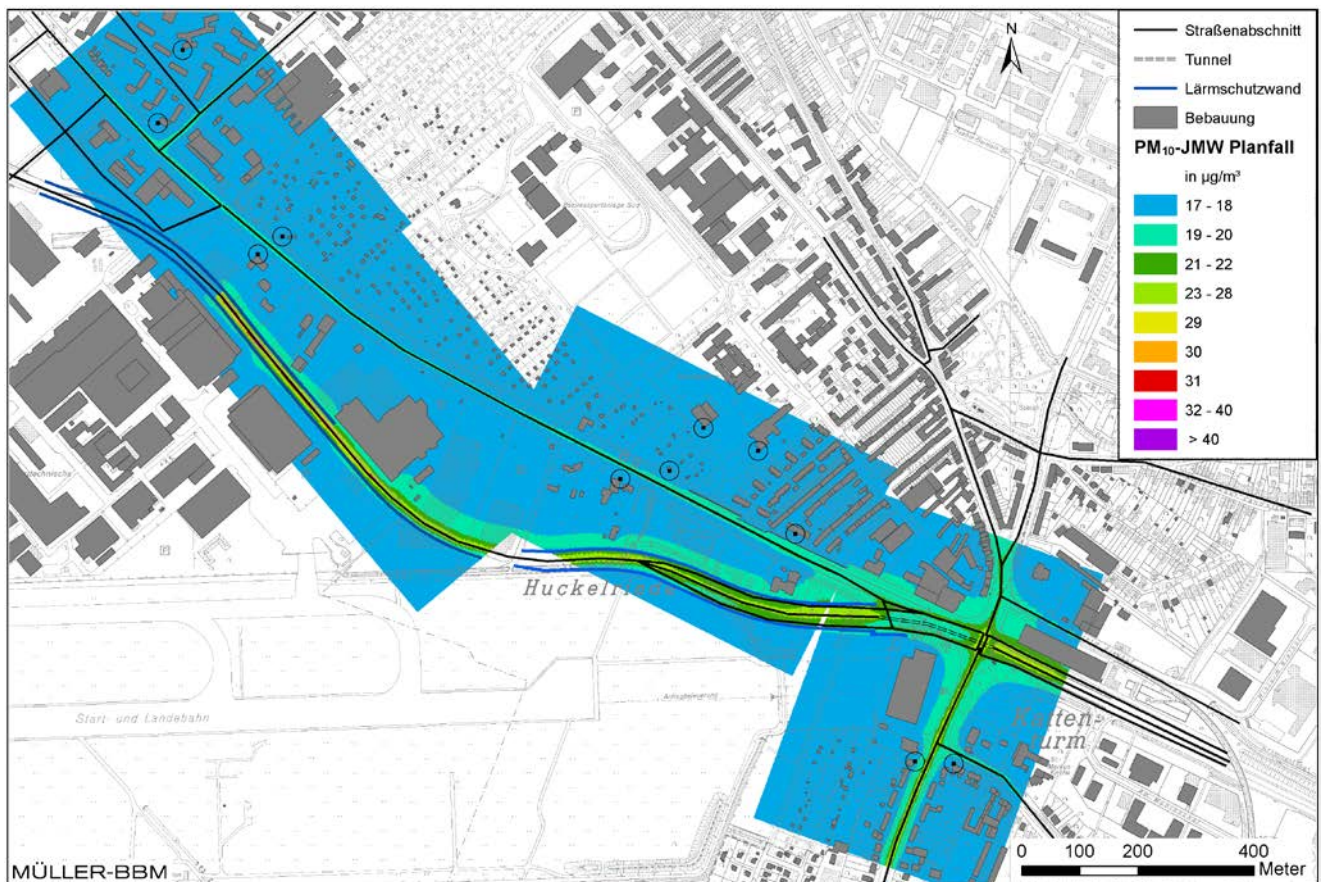


Abbildung 10. Planfall BA 2/2 Prognose 2030 – PM₁₀-Immissionen (Jahresmittelwerte) bodennah, ermittelt mit einer Fahrzeugflotte des Jahres 2025.

Auch die ermittelten PM₁₀-Jahresmittelwerte bleiben im Planfall (Abbildung 10) weit unter dem Grenzwert von 40 µg/m³. Die PM₁₀-Jahresmittelwerte an beurteilungsrelevanten Gebädefassaden erreichen maximal 20 µg/m³.

Die nach 39. BImSchV zulässigen 35 Überschreitungstage für den Tagesgrenzwert von PM₁₀ werden an den Gebädefassaden im betrachteten Untersuchungsfall entsprechend der in Abschnitt 3.2 genannten Korrelation deutlich unterschritten. Im Untersuchungsgebiet treten im Planfall demnach keine erheblichen Feinstaubbelastungen (PM_{2,5} und PM₁₀) auf.

Die ermittelten Feinstaubbelastungen sind bezogen auf die Grenzwerte im Vergleich zu den NO₂-Jahresmittelwerten deutlich geringer.

5.3 Punktuelle Immissionsbeurteilung

Der gesamte Planungsabschnitt befindet sich innerhalb bebauter Gebiete mit privater, gewerblicher und öffentlicher Nutzung. Nördlich der A 281 befinden sich mehrere schutzbedürftige Wohngebiete sowie einige private Wohnhäuser. Außerdem sind nördlich der A 281 ein ausgedehntes Kleingartengebiet, Sondergebiete (Schule) sowie Misch- und Gewerbegebiete vorhanden.

Für die Beurteilung der Schadstoffbelastung wurden die Immissionsprognosen an ausgewählten Untersuchungspunkten ausgewertet. Abbildung 11 zeigt das Umfeld der Planung mit den Gebäudeumrissen und den ausgewählten Untersuchungspunkten (Immissionsorte). Die ermittelten Immissionen sind in der Tabelle 4 ausgewiesen und den auf den Schutz der menschlichen Gesundheit zielenden Immissionsgrenzwerten nach 39. BImSchV gegenübergestellt.

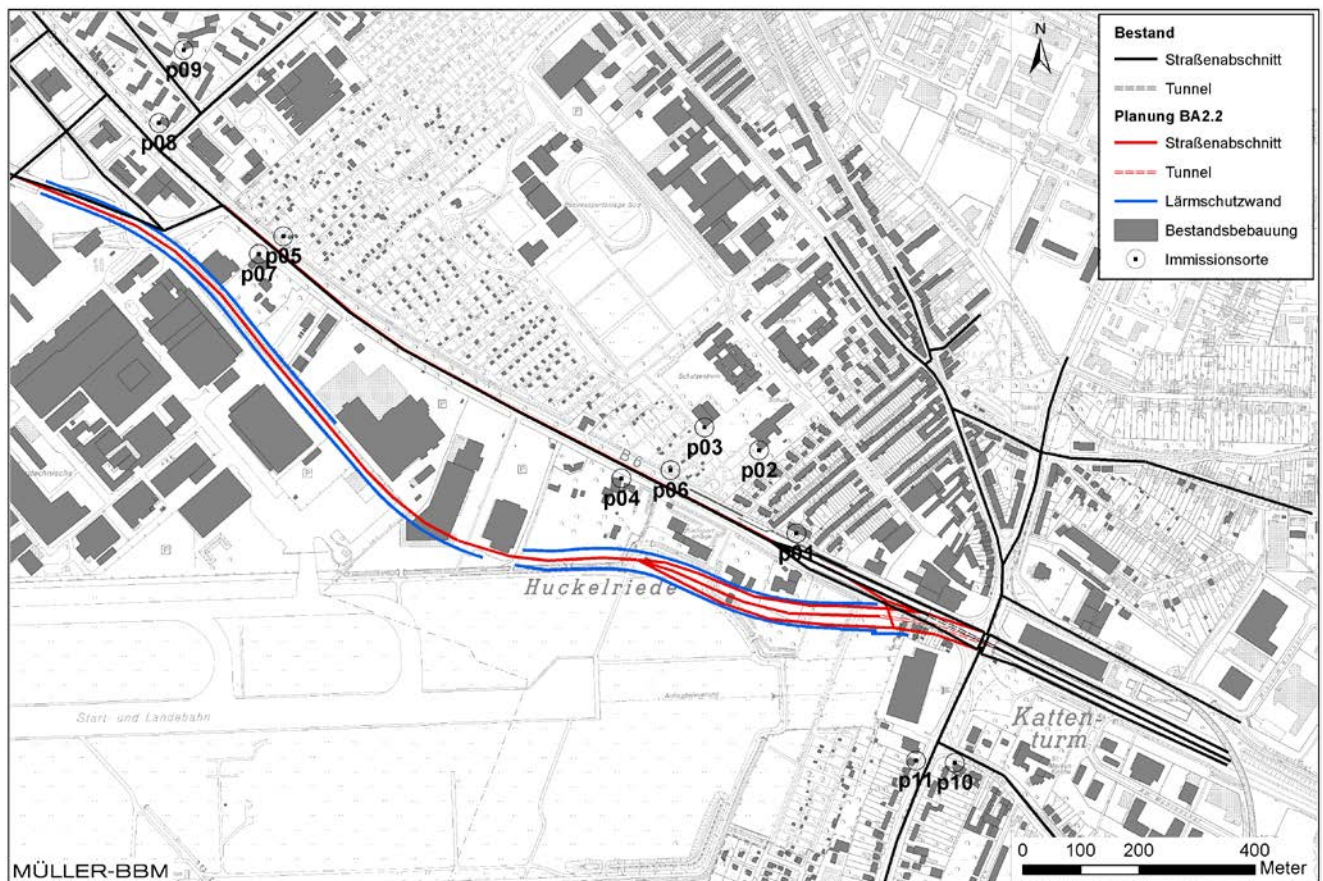


Abbildung 11. Lageplan mit ausgewählten Untersuchungspunkten (Immissionsorte), Gebäudekatakaster (grau) und berücksichtigten Straßenabschnitten.

Tabelle 4. Immissionen Prognose 2030 (Jahresmittelwerte der Gesamtbelastung) an den ausgewählten Untersuchungspunkten (vgl. Abbildung 11) in 1,5 m über Grund, ermittelt mit einer Fahrzeugflotte des Jahres 2025.

| Untersuchungs- punkt | NO ₂ [µg/m ³] | PM _{2,5} [µg/m ³] | PM ₁₀ [µg/m ³] | PM ₁₀ -TM>50 [-] |
|---|---|---|--|----------------------------------|
| Immissionen Prognose Planfall BA 2.2 | | | | |
| p01 | 24 | 11 | 18 | 5 |
| p02 | 23 | 11 | 17 | 4 |
| p03 | 23 | 11 | 17 | 4 |
| p04 | 24 | 11 | 18 | 5 |
| p05 | 24 | 11 | 18 | 5 |
| p06 | 24 | 11 | 18 | 5 |
| p07 | 24 | 11 | 18 | 5 |
| p08 | 24 | 11 | 18 | 5 |
| p09 | 23 | 11 | 17 | 4 |
| p10 | 24 | 11 | 18 | 5 |
| p11 | 25 | 12 | 18 | 5 |
| Grenzwert | 40 | 25 | 40 | 35 |

Für alle Untersuchungspunkte wurden PM₁₀-Immissionen deutlich unter dem Immissionsgrenzwert von 40 µg/m³ im Jahresmittel prognostiziert (maximal 18 µg/m³). Auch die PM_{2,5}-Immissionen unterschreiten deutlich den Grenzwert von 25 µg/m³ (maximal 12 µg/m³). Die Anzahl der PM₁₀-Tagesmittelwerte > 50 µg/m³ bleibt mit maximal 5 deutlich unter der nach 39. BImSchV zulässigen Anzahl von 35 Überschreitungstagen. Für die NO₂-Immissionen wurde im Planfall am Untersuchungspunkt p11 an der Kattenturmer Heerstraße der höchste Jahresmittelwert mit 25 µg/m³ ermittelt.

Insgesamt kann aus den Ergebnissen der durchgeführten Immissionsprognosen abgeleitet werden, dass im Planfall BA 2/2 die Grenzwerte nach 39. BImSchV eingehalten werden. Die immissionsseitigen Auswirkungen für NO₂ und Feinstaub (PM_{2,5} und PM₁₀), die bei Realisierung des geplanten BA 2/2 der A 281 an der Kattenturmer Heerstraße resultieren, sind aus lufthygienischer Sicht vertretbar.

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., Böisinger, 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] BLUES - Das Bremer Luftüberwachungssystem, Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr, Bremen, Jahresberichte, Stand 21.08.2018, <https://www.bauumwelt.bremen.de/umwelt/luft/luftqualitaet-24505>.
- [4] CORINE Land Cover, Daten zur Bodenbedeckung der Bundesrepublik Deutschland – Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
- [5] Düring, I., Böisinger, R., Lohmeyer, A.: PM10-Emissionen an Außerortsstraßen; Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), BASt-Reihe "Verkehrstechnik" Band V 125, 96 S, 2005.
- [6] Einbindung des HBEFA 3.1 in das FIS Umwelt und Verkehr sowie Neufassung der Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abrieb des Straßenverkehrs, Schmidt, W., Düring, I., Lohmeyer, A., i. A. des Sächsischen Landesamts für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG), Dresden, Juni 2011, und Korrektur des Erratums Tabelle 3.21, pers. Mitteilung Schmidt, W., April 2012.
- [7] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook - 2009 (formerly referred to as the EMEP CORINAIR emission inventory guidebook), Road vehicle tyre and brake wear, Road surface wear, Lead authors: Leonidas Ntziachristos, Paul Boulter, <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009>.
- [8] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft), (GMBI Nr. 25-29 (53), S. 509; vom 30. Juli 2002).
- [9] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge – Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG).
- [10] Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA, Version 3.3, 24. April 2017, Update vom 02.05.2017, INFRAS Bern/Zürich, www.hbefa.net.
- [11] 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.
- [12] Meteorologische Ausbreitungsklassenstatistik für die DWD-Messstation Bremen-Flughafen für den Zeitraum 2009 bis 2017. Datenbasis: Klimadaten des Climate Data Centers (CDC) des Deutschen Wetterdienstes DWD, <ftp://ftp-cdc.dwd.de/pub/>.

- [13] Methodik zur Ermittlung der Startzuschläge auf die Emissionsfaktoren nach HBEFA, INFRAS Bern/Zürich, Mario Keller, schriftliche Mitteilung vom 16.12.2012.
- [14] MISKAM 6.3 64bit (Stand: 29.07.2014) mit dynamischer Speicherallocierung, Eichhorn J., Institut für Physik der Atmosphäre, Johannes Gutenberg-Universität, Mainz.
- [15] Neubau BAB 281 in Bremen, Bauabschnitt 2/2 zwischen Neuenlander Ring und Kattenturmer Heerstraße, Luftschadstoffuntersuchung Planentwurf mit Tunnelneubau - Sondergutachten Immissionsprognose auf der Grundlage von MISKAM-Berechnungen“, Müller-BBM Bericht M122149/01, September 2015.
- [16] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen - 39. BImSchV) vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065).
- [17] Ortsbesichtigung am 14.08.2013 mit Fotodokumentation
- [18] Palm, I., Regniet, G., Schmidt, G.: Ermittlung der Pkw- und Nfz-Jahresfahrleistungen 1993 auf allen Straßen in der Bundesrepublik Deutschland; im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Aachen 1996.
- [19] Planunterlagen A 281 BA 2/2, Bebauungsdaten, topografische Karte TK2500 und Orthofotos, DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH, Zweigstelle Bremen, Stand Juli 2015.
- [20] PROKAS, Ausbreitungsmodell für Kfz-Emissionen, Version 6.8.5; Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe, Juni 2013.
- [21] Richtlinie VDI 3782 Blatt 7: Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung – Luftbeimengungen. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, November 2003.
- [22] Richtlinie VDI 3783 Blatt 9: Umweltmeteorologie – Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle, Evaluierung für Gebäude- und Hindernisumströmung. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, November 2005.
- [23] 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.
- [24] Romberg, E., Böisinger, 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.
- [25] Verkehrsprognose 2030 A 281 Bauabschnitt 2/2 als Grundlage für die Luftschadstoffuntersuchung, Ingenieurgruppe IVV GmbH & Co. KG, Aachen, zur Verfügung gestellt von DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH, Zweigstelle Bremen, 22.11.2018.
- [26] WinMiskam, 2017.5.4.5 (03.08.2017) mit MISKAM, Version 6.3 (Juli 2014); Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG und Dr. J. Eichhorn, Mainz.

ANHANG

**Darstellung der MISKAM-Rechengitter
(exemplarisch Rechengitter 3)**

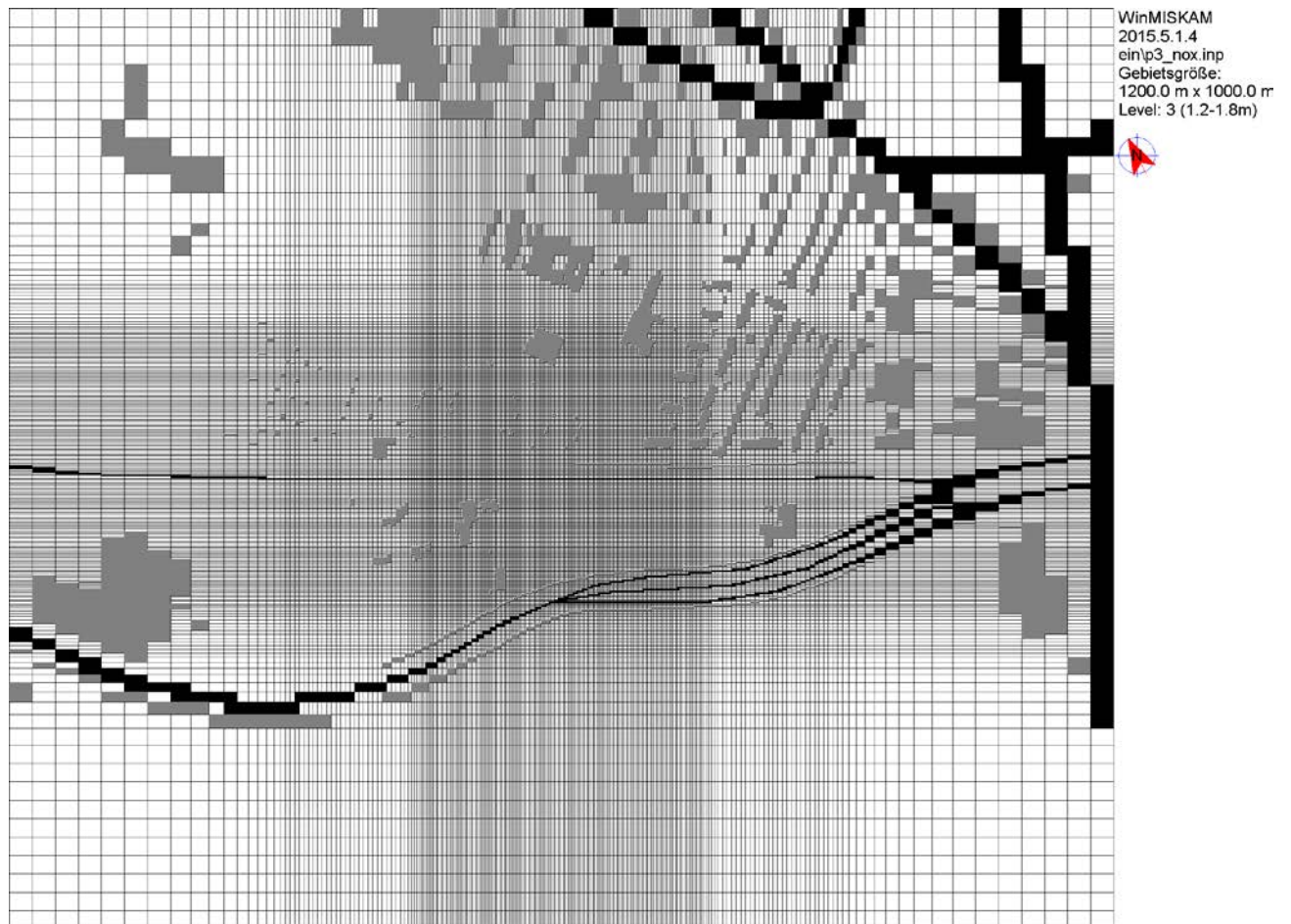
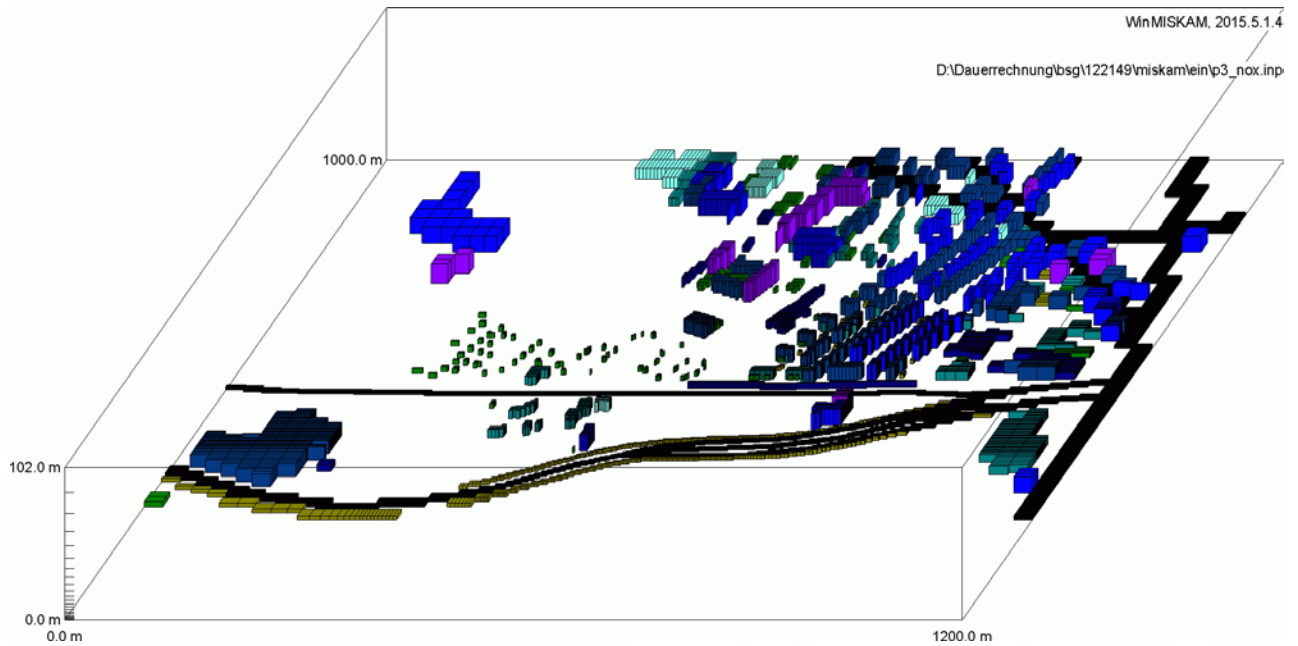


Abbildung 12. MISKAM-Rechengitter.