

Luftschadstoffuntersuchung zum Bebauungsplan Rheinbach Nr. 40 „Gerbergasse / Grabenstrasse“, 3. Änderung

Bericht C 5258-1 vom 22.02.2022

Auftraggeber: Stadtverwaltung Rheinbach
Fachbereich V
Bauverwaltung
Schweigelstraße 23
53359 Rheinbach

Bericht-Nr.: C 5258-1

Datum: 22.02.2022

Ansprechpartner/in: Herr Streuber

Dieser Bericht besteht aus insgesamt 56 Seiten,
davon 37 Seiten Text und 19 Seiten Anlagen.

VMPA anerkannte
Schallschutzprüfstelle
nach DIN 4109

Leitung:

Dipl.-Phys. Axel Hübel

Dipl.-Ing. Heiko Kremer-Bertram
Staatlich anerkannter
Sachverständiger für
Schall- und Wärmeschutz

Dipl.-Ing. Mark Bless

Anschriften:

Peutz Consult GmbH

Kolberger Straße 19
40599 Düsseldorf
Tel. +49 211 999 582 60
Fax +49 211 999 582 70
dus@peutz.de

Borussiastraße 112
44149 Dortmund
Tel. +49 231 725 499 10
Fax +49 231 725 499 19
dortmund@peutz.de

Carmerstraße 5
10623 Berlin
Tel. +49 30 92 100 87 00
Fax +49 30 92 100 87 29
berlin@peutz.de

Gostenhofer Hauptstraße 21
90443 Nürnberg
Tel. +49 911 477 576 60
Fax +49 911 477 576 70
nuernberg@peutz.de

Geschäftsführer:

Dr. ir. Martijn Vercammen
Dipl.-Ing. Ferry Koopmans
AG Düsseldorf
HRB Nr. 22586
Ust-IdNr.: DE 119424700
Steuer-Nr.: 106/5721/1489

Bankverbindungen:

Stadt-Sparkasse Düsseldorf
Konto-Nr.: 220 241 94
BLZ 300 501 10
DE79300501100022024194
BIC: DUSSEDDXXX

Niederlassungen:

Mook / Nimwegen, NL
Zoetermeer / Den Haag, NL
Groningen, NL
Paris, F
Lyon, F
Leuven, B

peutz.de

Inhaltsverzeichnis

1	Situation und Aufgabenstellung.....	4
2	Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien.....	6
3	Örtliche Gegebenheiten.....	10
4	Beurteilungsgrundlagen.....	11
5	Ermittlung der Schadstoffemissionen.....	13
5.1	Straßenverkehr.....	13
5.1.1	Eingangsdaten.....	14
5.1.1.1	Verkehrsdaten.....	14
5.1.1.2	Verkehrssituation und Störungsgrad.....	15
5.1.1.3	Flottenzusammensetzung.....	17
5.1.1.4	Längsneigung.....	17
5.1.1.5	Kaltstartzuschläge.....	18
5.1.1.6	Zusätzliche PM _{2,5} - und PM ₁₀ -Emissionsfaktoren Straßenverkehr.....	18
5.1.1.7	Softwareupdates für Euro 5 und Euro 6 Diesel-Pkws.....	19
5.1.2	Zusammenfassende Dokumentation der Eingangsdaten.....	19
5.1.3	Ergebnisse der Emissionsberechnung.....	19
6	Weitere Eingangsdaten und Modellbildung.....	20
6.1	Meteorologiedaten.....	20
6.2	Hintergrundbelastung.....	21
6.3	Berechnungsmodell.....	23
7	Durchführung der Immissionsprognose.....	25
7.1	Allgemeine Hinweise.....	25
7.2	Vorgehensweise Bildung NO ₂ -Gesamtbelastung.....	25
7.3	Vorgehensweise Beurteilung Kurzzeitbelastungen.....	26
7.4	Ergebnisdarstellungen.....	27
8	Ergebnisse der Luftschadstoffausbreitungsberechnungen.....	28
8.1	Stickstoffdioxid (NO ₂).....	28
8.2	Feinstaub (PM ₁₀).....	31
8.3	Feinstaub (PM _{2,5}).....	32
9	Zusammenfassung.....	34

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4.1: Auszug Immissionsgrenzwerte (fett gedruckt) der verkehrsrelevanten Luftschadstoffe gemäß 39. BImSchV [2]..... 11

Tabelle 5.1: Verkehrssituationen gemäß HBEFA 4.1 [14]..... 15

Tabelle 6.1: EU-Jahreskenngößen mit EURAD-IM ermittelter Schadstoffkonzentrationen [23] 23

Tabelle 8.1: Jahresmittelwerte Stickstoffdioxid (NO₂).....28

Tabelle 8.2: Überschreitungswahrscheinlichkeit des Auftretens von mehr als 18 Stunden mit 1-h Mittelwert Stickstoffdioxid (NO₂) über 200 µg/m³.....30

Tabelle 8.3: Jahresmittelwerte Feinstaub (PM₁₀).....31

Tabelle 8.4: Anzahl der Tage im Jahr mit einem PM₁₀-Tagesmittelwert > 50 µg/m³.....32

Tabelle 8.5: Jahresmittelwerte Feinstaub (PM_{2,5})..... 33

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 6.1 Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten in einem repräsentativen Jahr am Standort Rheinbach[19].....21

1 Situation und Aufgabenstellung

Der Bebauungsplan Rheinbach Nr. 40 „Gerbergasse/Grabenstraße“, 3. Änderung [39] sieht für die einzelnen Baufelder jeweils die Ausweisung eines Mischgebietes (MI) mit mindestens zwei bis maximal drei Vollgeschossen und einer maximalen Trauf- und Gebäudehöhe vor.

Die durch den Bebauungsplan festgesetzten öffentlichen Verkehrsflächen ermöglichen die Umgestaltung der Straßen „Vor dem Voigtstor“ und „Löherstraße“, daher soll der mögliche Straßenumbau [42] gutachterlich mitberücksichtigt werden. Ein Bebauungsplanentwurf ist in Anlage 1.1 dargestellt, die Straßenplanung in Anlage 1.2.

Südöstlich des hier untersuchten Vorhabens sind bis zum Jahr 2023 die Umsetzungen zweier weiterer Bebauungspläne vorgesehen, welche zum Zeitpunkt der Umsetzung des hier untersuchten Vorhabens als realisiert berücksichtigt werden. Dies sind die Entstehung von vornehmlich Wohnbebauung auf dem Pallottiner Areal östlich der Pallottistraße im Rahmen des Bebauungsplans Rheinbach Nr. 68 [40] sowie die Errichtung eines Jugendmedizinischen Zentrums westlich der Pallottistraße gemäß dem vorhabenbezogenen Bebauungsplan Rheinbach Nr. 74 [41].

Zur Beurteilung der zu erwartenden Luftqualität im Plangebiet sowie der Auswirkung der Planung auf die lufthygienische Belastungssituation im Umfeld der Planung wird eine lufthygienische Untersuchung durchgeführt. Hierzu werden Ausbreitungsberechnungen in Bezug auf die Luftschadstoffemissionen für die relevanten Luftschadstoffe Feinstaub (PM_{10} und $PM_{2,5}$) und Stickstoffdioxid (NO_2) durchgeführt.

Seit dem 31.01.2022 liegt die Version 4.2 des Handbuchs für Emissionsfaktoren (HBEFA) [15] vor. Da dieses aufgrund von notwendigen Softwareanpassungen zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Gutachtens noch nicht verwendbar ist, wurden die Emissionen des Straßenverkehrs noch auf Grundlage des Handbuchs für Emissionsfaktoren in der Version 4.1 [14] bestimmt.

Für die städtische Hintergrundbelastung im Plangebiet wird auf numerisch modellierte Hintergrundbelastungsdaten zurückgegriffen, die im Auftrag des LANUV mit dem Rechenmodell EURAD-IM für das Prognosejahr 2016 [23] erstellt wurden.

Die berechneten Immissionen werden mit den Grenzwerten der 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes / Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen (39. BImSchV) [2] verglichen und beurteilt.

Die Konzentrationen weiterer Luftverunreinigungen aus dem Verkehrsbereich, wie z. B. Benzol (C_6H_6), Blei (Pb), Schwefeldioxid (SO_2) und Kohlenmonoxid (CO) liegen heute aufgrund

der bereits ergriffenen Luftreinhaltemaßnahmen auch an höchst belasteten „Hot Spots“ deutlich unterhalb gesundheitsbezogener Grenz- und Richtwerte. Sie werden daher nicht weiter betrachtet.

Laut Auftraggeber ist frühestens 2024 mit der Fertigstellung des Bauvorhabens Löherstraße / Ecke Vor dem Voigtstor zu rechnen. Als Prognosejahr wird daher das Jahr 2024 berücksichtigt. Es werden nachfolgend die Fälle:

Nullfall 2024:

- Umgebungsbebauung gemäß Bestand und rechtskräftiger Bebauungspläne im Umfeld,
- Bestandsstraßennetz,
- Verkehrsmengen für den Nullfall,
- Emissionsfaktoren sowie Flottenzusammensetzung für das Jahr 2024, sowie

Planfall 2024:

- Umgebungsbebauung gemäß Bestand und rechtskräftiger Bebauungspläne im Umfeld,
- Geplante Bebauung gemäß den Baugrenzen zum Bebauungsplan Nr. 40 „Gerbergasse / Grabenstraße“, 3. Änderung,
- Bestandsstraßennetz und neue Straßenplanung für die Straßen „Vor dem Voigtstor“ und „Löherstraße“,
- Verkehrsmengen für den Planfall,
- Emissionsfaktoren sowie Flottenzusammensetzung für das Jahr 2024

unter Berücksichtigung der großräumigen Hintergrundbelastung untersucht.

Übersichtslagepläne der Situationen „Nullfall 2024“ und „Planfall 2024“ zeigen die Anlagen 1.3 und 1.4.

2 Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien

Titel / Beschreibung / Bemerkung	Kat.	Datum
[1] BImSchG Bundes-Immissionsschutzgesetz	G	Aktuelle Fassung
[2] 39. BImSchV 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes / Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen	V	02.08.2010
[3] 35. BImSchV Fünfunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes / Verordnung zur Kennzeichnung der Kraftfahrzeuge mit geringem Beitrag zur Schadstoffbelastung	V	Februar 2007
[4] EG-Richtlinie 96/62/EG EG-Richtlinie über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität	V	27.09.1996
[5] EG-Richtlinie 1999/30/EG EG-Richtlinie über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft (1. Tochterrichtlinie),	V	22.04.1999
[6] EG-Richtlinie 2000/69/EG EG-Richtlinie über Grenzwerte für Benzol und Kohlenmonoxid in der Luft (2. Tochterrichtlinie)	V	16.11.2000
[7] EG-Richtlinie 2002/3/EG EG-Richtlinie über den Ozongehalt in der Luft (3. Tochterrichtlinie)	V	09.03.2002
[8] EG-Richtlinie 2004/107/EG EG-Richtlinie über Arsen, Kadmium, Quecksilber, Nickel und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe in der Luft (4. TR)	V	26.01.2005
[9] EG-Richtlinie 2008/50/EG EG-Richtlinie über Luftqualität und saubere Luft für Europa	V	11.06.2008

Titel / Beschreibung / Bemerkung		Kat.	Datum
[10] VDI 3782, Blatt 7 Kfz-Emissionsbestimmung	Kommission Reinhaltung der Luft, Kfz-Emissionsbestimmung	RIL	Mai 2020
[11] VDI 3945, Blatt 3	Kommission Reinhaltung der Luft, Atmosphärische Ausbreitungsmodelle	RIL	September 2000
[12] HBEFA , Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.2	Infras, Forschung und Beratung, Bern, Schweiz	Lit.	Juli 2014
[13] HBEFA , Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.3	Infras, Forschung und Beratung, Bern, Schweiz	Lit.	April 2017
[14] HBEFA , Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 4.1	Infras, Forschung und Beratung, Bern, Schweiz	Lit.	September 2019
[15] HBEFA , Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 4.2	Infras, Forschung und Beratung, Bern, Schweiz	Lit.	Januar 2022
[16] Handbuch IMMISem/luft/lärm zur Version 8	IVU Umwelt GmbH	Lit.	Dezember 2019
[17] EMEP/EEA Air pollutant emissions inventory guide book 2009, EEA Technical Report 2009	European Environment Agency	Lit.	2009
[18] SynRepAKTerm Deutschland – Datenblatt für den Standort bei Homberg	MetSoft GbR	Lit.	Juli 2017
[19] Synthetische Ausbreitungsklassenzeitreihe für den Standort Homberg	MetSoft GbR	P	Juli 2017
[20] Synthetisch repräsentative Ausbreitungsklassenzeitreihen SynRepAKTerm für Deutschland. Berechnung – Qualitätssicherung – Anwendung	Arbeitsgemeinschaft METCON – Ingenieurbüro Rau	Lit.	März 2015
[21] MERKBLATT Bestimmung der in Austal2000 anzugebenden Anemometerhöhe	Deutscher Wetterdienst (DWD) Dipl. Met. Joachim Namyslo	Lit.	Oktober 2014
[22] EURAD-IM forecast and analysis system	Rheinisches Institut für Umweltforschung an der Universität zu Köln	Lit.	November 2018
[23] Mit EURAD:IM ermittelte Hintergrundbelastungswerte für das Rheinbacher Stadtgebiet	Zur Verfügung gestellt durch das LANUV	P.	April 2020
[24] Automatische Klassifizierung der Luftschadstoff-Immissionsmessungen aus dem LIMBA-Meßnetz, Anwendung, 3. Teilbericht	IVU Umwelt GmbH, im Auftrag des Umweltbundesamtes	Lit.	Juli 2002

Titel / Beschreibung / Bemerkung		Kat.	Datum
[25] Maßnahmen zur Reduzierung von Feinstaub und Stickstoffdioxid, UF-OPLAN 20442 222	Diegmann, V. et al.	Lit.	2006
[26] Jahreskenngrößen der LUQS-Messstationen des LANUV NRW für die Jahre 2018 - 2020	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz; www.lanuv.nrw.de	Lit.	2018 - 2020
[27] Ausführliche Standortdokumentationen der LUQS-Messstellen	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz; www.lanuv.nrw.de	Lit.	2008 - 2020
[28] LOD2-Modell im CityGML-Format des Untersuchungsgebietes	Geoportal.NRW https://www.geoportal.nrw/	P	Abruf: Januar 2022
[29] Digitales Geländemodell des Untersuchungsgebietes	Datenlizenz Deutschland – Zero – Version 2.0 http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0	P	Abruf: Januar 2022
[30] Amtliche Basiskarte (Schwarz-Weiß)		P	Abruf: Januar 2022
[31] MISKAM Handbuch zur Version 6	giese-eichhorn – umweltmeteorologische Software	Lit.	2011
[32] Jahresbericht 2005	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz	Lit.	2006
[33] Verkehrsuntersuchung zu alternativen Routenführungen in der Innenstadt	PTV Group	Lit	Eingang: 25.01.2022
[34] KBA-Zulassungsstatistik des Rhein-Sieg-Kreises, Stand 01.01.2021	Zur Verfügung gestellt durch das LANUV	P	01.01.2021
[35] RLuS 2012 – Ausgabe 2012, Fassung 2020 Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen	RIL	Ausgabe 2012, Fassung 2020
[36] PC-Berechnungsverfahren zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung RLuS 2012 - Ausgabe 2020 (Handbuch mit Hintergrundinformationen, Version 2.1)	Bundesanstalt für Straßenwesen / IVU Umwelt GmbH	Lit.	2021
[37] Aktualisierung der Modelle TREMOD/TREMOD-MM für die Emissionsberichterstattung 2020 (Berichtsperiode 1990-2018). Berichtsteil "TREMOD"; UBA-Texte 116/2020	Umweltbundesamt	Lit.	2020

Titel / Beschreibung / Bemerkung		Kat.	Datum
[38]	Ermittlung von Emissionsfaktoren für Diesel- Pkw mit Softwareupdate (EFA- SU); Texte 87/2021	Martin Dippold, Stefan Hausberger; Forschungsgesellschaft für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik mbH, Graz, Österreich Herausgeber: Umweltbundesamt	Lit. Juni 2021
[39]	Bebauungsplan Rheinbach Nr. 40 „Gerbergasse / Grabenstrasse“, 3. Änderung	Stadt Rheinbach	P Planstand: 28.01.2022
[40]	Bebauungsplan Rheinbach Nr. 68 „Pallottistraße“	Stadt Rheinbach	P Entwurf, Stand November 2019
[41]	Vorhabenbezogener Bebauungsplan Rheinbach Nr. 74 „Pallottistraße“ - Jugendmedizinisches Zentrum . Teil I - Bebauungsplan	Stadt Rheinbach	P Entwurf, Stand August 2019
[42]	Straßenbau "Vor dem Voigtstor" in Rheinbach - Lageplan	Ingenieurbüro Kleinfeld GmbH Ingenieurbüro für Wasserwirtschaft, Straßen- und Tiefbau	P Konzept: 20.01.2022

Kategorien:

G	Gesetz	N	Norm
V	Verordnung	RIL	Richtlinie
VV	Verwaltungsvorschrift	Lit	Buch, Aufsatz, Berichtigung
RdErl.	Runderlass	P	Planunterlagen / Betriebsangaben

3 Örtliche Gegebenheiten

Der Bebauungsplan Rheinbach Nr. 40 „Gerbergasse/Grabenstraße“, 3. Änderung [39] sieht für die einzelnen Baufelder jeweils die Ausweisung eines Mischgebietes (MI) mit mindestens zwei bis maximal drei Vollgeschossen und einer maximalen Trauf- und Gebäudehöhe vor.

Das Plangebiet wird durch die Löherstraße in einen westlichen und einen östlichen Teil getrennt. Im südlichen Plangebiet verlaufen die Hauptstraße und die Straße „Vor dem Voigtstor“.

Die durch den Bebauungsplan festgesetzten öffentlichen Verkehrsflächen ermöglichen die Umgestaltung der Straßen „Vor dem Voigtstor“ und „Löherstraße“, daher soll der mögliche Straßenumbau [42] gutachterlich mitberücksichtigt werden. Die Verkehrsuntersuchung zu alternativen Routenführungen in der Innenstadt [33] berücksichtigt hierbei zwei mögliche Szenarien einer alternativen Routenführung in der Innenstadt. Da das Bebauungsplangebiet innerhalb des Untersuchungsraumes der Verkehrsuntersuchung liegt, können die Daten für die benötigten Gutachten des Bauleitplanverfahrens genutzt werden.

Der Planfall 1 betrachtet die Öffnung der Löherstraße für den Zweirichtungsverkehr. Die Hauptstraße erhält den Status quo. Im Planfall 2 wird die Hauptstraße für den motorisierten Individualverkehr gesperrt. Der Planfall 2 bildet für die Luftschadstoffuntersuchung eine worst-case Betrachtung ab, da der gesamte Individualverkehr über die Löherstraße gelenkt wird und dementsprechend am längsten innerhalb des Bereiches verkehrt, welcher durch den Bebauungsplan Nr. 40 abgedeckt wird. Daher werden nachfolgend die Verkehrsmengen für den Planfall 2 zugrunde gelegt.

Im Planfall 2 wird insbesondere die im Nullfall nur in eine Richtung befahrbare Löherstraße / Grabenstraße ausgebaut, sodass der Verkehr hier zukünftig in beiden Fahrtrichtungen abgewickelt werden kann. Hierdurch wird der Durchgangsverkehr auf der ebenfalls nur in einer Richtung befahrbaren Hauptstraße vollständig auf die Löherstraße / Grabenstraße verlagert. Lediglich Busse befahren dann noch die Hauptstraße zwischen der Grabenstraße und der Schweigelstraße.

Die weitere Straßenplanung sieht eine Aufweitung der Straße „Vor dem Voigtstor“ und den Anbau von Radwegen vor. Ebenso sollen Parkbuchten entlang der Straße entstehen.

Den Bebauungsplanentwurf zeigt Anlage 1.1, die für den Planfall berücksichtigte Straßenplanung Anlage 1.2. Lagepläne der Situationen Nullfall und Planfall zeigen die Anlagen 1.3 und 1.4.

4 Beurteilungsgrundlagen

Grundlage der Bewertung bildet ein Vergleich der prognostizierten Schadstoffimmissionen für verschiedene Luftschadstoffe mit den vom Gesetzgeber festgelegten Immissionsgrenzwerten.

Im Rahmen der Harmonisierung der europäischen Normen und Richtlinien sind europaweit Rahmenrichtlinien zur Ermittlung und Beurteilung der Luftqualität festgesetzt worden. Grundlage hierfür ist die Luftqualitätsrahmenrichtlinie der Europäischen Gemeinschaft Nr. 96/62/EG vom 27.09.1996 [4]. Die darin beschriebenen Ziele und Prinzipien werden in z.Z. vier „Tochterrichtlinien“ präzisiert.

Seit dem 11.06.2008 sind die Luftqualitätsrahmenrichtlinie [4] und die ersten drei Tochterrichtlinien [5][6][7] zur „Richtlinie 2008/50/EG über Luftqualität und saubere Luft für Europa“ zusammengefasst worden [9]. Hierin wurden die bisherigen Immissionsgrenzwerte bestätigt und ein neuer Zielwert für Feinstaub (PM_{2,5}) eingeführt.

Mit Einführung der 39. BImSchV [2] "39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen)" am 02.08.2010 erfolgte die Umsetzung der Richtlinie 2008/50/EG in deutsches Recht. Die verkehrsrelevanten Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV sind als Auszug in der nachfolgenden Tabelle 4.1 aufgeführt.

Tabelle 4.1: Auszug Immissionsgrenzwerte (**fett** gedruckt) der verkehrsrelevanten Luftschadstoffe gemäß 39. BImSchV [2]

Jahr	Luftschadstoff					
	NO ₂ µg/m ³	NO ₂ µg/m ³	NO ₂ µg/m ³	PM ₁₀ µg/m ³	PM ₁₀ µg/m ³	PM _{2,5} µg/m ³
Ab 2015	200	40	400	50	40	25
Typ	IGW, SMW	IGW, JMW	ALM, SMW	IGW, TMW	IGW, JMW	IGW, JMW
Zulässige Überschreitungen pro Jahr	18	keine	-	35	keine	keine

IGW: Immissionsgrenzwert bei 293 °K, 101,3 kPa; **ALM:** Alarmschwelle; **SCW:** Schwellenwert
JMW: Jahresmittelwert; **TMW:** Tagesmittelwert; **AMW:** Achtstundenmittelwert; **SMW:** Stundenmittelwert

Die zulässigen 35 Überschreitungstage des Tagesmittelwertes für PM₁₀ von 50 µg/m³ entsprechen in etwa einem 90-Perzentil-Wert von 50 µg/m³. Die zulässigen 18 Überschreitungen pro Kalenderjahr des maximalen Stundenwertes von 200 µg/m³ für NO₂ entsprechen in etwa dem 99,8-Perzentil-Wert von 200 µg/m³.

Die Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV [2] zum Schutz der menschlichen Gesundheit werden weiter gemäß Anlage 3 Punkt A.2.c der 39. BImSchV an folgenden Orten nicht beurteilt:

- *an Orten innerhalb von Bereichen, zu denen die Öffentlichkeit keinen Zugang hat und in denen es keine festen Wohnunterkünfte gibt;*
- *[...] auf dem Gelände von Arbeitsstätten, für die alle relevanten Bestimmungen über Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz gelten;*
- *auf den Fahrbahnen der Straßen und, sofern Fußgänger und Fußgängerinnen für gewöhnlich dorthin keinen Zugang haben, auf dem Mittelstreifen der Straßen.*

5 Ermittlung der Schadstoffemissionen

5.1 Straßenverkehr

Die Berechnung der Straßenverkehrsemissionen erfolgt mithilfe des Emissionsprogramms IMMIS^{em} in der Version 8.004 [16]. Das Emissionsprogramm verwendet hierbei die im Handbuch für Emissionsfaktoren (HBEFA) Version 4.1 [14] hinterlegten Emissionsfaktoren.

Das im Auftrag der Umweltbundesämter von Deutschland, der Schweiz und Österreich sowie Schweden, Frankreich und Norwegen entwickelte HBEFA stellt Emissionsfaktoren für die gängigsten Fahrzeugtypen zur Verfügung (PKW, leichte und schwere Nutzfahrzeuge, Linien- und Reisebusse sowie Motorräder), differenziert nach Emissionskonzepten (Euro 0 bis Euro VI) sowie nach verschiedenen Verkehrssituationen. HBEFA liefert Emissionsfaktoren für alle reglementierten sowie eine Reihe von nicht-reglementierten Schadstoffen, einschließlich CO₂ und Kraftstoffverbrauch. Ebenso stehen seit der Version 4.1 des HBEFA auch Well-to-Tank (WTT) Emissionsfaktoren für CO₂-Äquivalente (CO_{2e}) zur Verfügung. Diese stellen die Emissionen aus der Kraftstoff- bzw. Energieerzeugung dar. Da diese in der Regel an anderen Orten als am Ort der lokalen Kraftfahrzeugemissionen auftreten, sind diese für lokale Luftschadstoffemissionen irrelevant, können aber für Aussagen zu globalen Perspektiven des Klimawandels herangezogen werden.

Das Handbuch stellt den Benutzern Emissionsfaktoren pro km oder Verkehrsvorgang in Abhängigkeit verschiedener Parameter zur Verfügung. Nachfolgend sind die wichtigsten Parameter aufgeführt:

- nach Emissionsarten („warme Emissionsfaktoren, Kaltstartzuschläge und Verdampfungsemissionen);
- nach Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge < 3,5t, schwere Nutzfahrzeuge > 3,5t, Linien- und Reisebusse, Motorräder);
- nach Bezugsjahr der Flottenzusammensetzung (Deutschland: 1994 – 2050);
- nach Schadstoff (z.B. NO_x, Partikel, Benzol, CO₂, Kraftstoffverbrauch u.a.);
- nach Verkehrssituation und Längsneigung;
- nicht abgasbedingte Feinstaubemissionen (PM₁₀) aus z.B Straßen- oder Reifenabrieb;
- Emissionsfaktoren für Elektro- und gasbetriebene Fahrzeuge.

Die Ergebnisse können in unterschiedlichem Detaillierungsgrad abgefragt werden:

- als „gewichteter Emissionsfaktor“: darin sind die verschiedenen Fahrzeugschichten länderspezifisch entsprechend ihren Fahrleistungsanteilen gewichtet

- „je Emissionskonzept“: Diese Option gibt zusätzlich die Emissionsfaktoren der einzelnen Fahrzeugkonzepte an (z. B. nach EURO-Klassen)
- „je Kraftstoffkonzept“: Diese Option liefert zusätzlich die Emissionsfaktoren der Kraftstoffkonzepte Otto- und Diesel-Fahrzeuge
- „je Fahrzeugschicht“: Diese Option gibt zusätzlich die Emissionsfaktoren der einzelnen Fahrzeugschichten an (z. B. Gkat-Pkw mit Hubraum < 1,4l, mit Hubraum 1,4-2,0l, mit Hubraum > 2,0 l etc.

5.1.1 Eingangsdaten

5.1.1.1 Verkehrsdaten

Für die Berechnung der verkehrlichen Schadstoffemissionen werden Angaben zu den Verkehrsmengen auf den Straßen im Untersuchungsraum benötigt. Mindestens werden Angaben zur durchschnittlichen täglichen Verkehrsmenge (DTV-Wert) sowie zu den Anteilen schwerer Nutzfahrzeuge > 3,5t (sNfz) benötigt.

Grundlage für die Berechnung der Schadstoffemissionen der das Plangebiet umgebenden Straßen sind Verkehrsmengen (DTV-Werte und Angaben zu schweren Nutzfahrzeugen) für den Nullfall und Planfall gemäß der Verkehrsuntersuchung zu alternativen Routenführungen in der Innenstadt [33]. Die Verkehrsuntersuchung berücksichtigt hierbei zwei möglich Planfälle.

Der Planfall 1 betrachtet die Öffnung der Löherstraße für den Zweirichtungsverkehr. Die Hauptstraße erhält den Status quo. Im Planfall 2 wird die Hauptstraße für den motorisierten Individualverkehr gesperrt. Der Planfall 2 bildet für die Luftschadstoffuntersuchung eine worst-case Betrachtung ab, da der gesamte Individualverkehr über die Löherstraße gelenkt wird und dementsprechend am längsten innerhalb des Bereiches verkehrt, welcher durch den Bebauungsplan Nr. 40 abgedeckt wird. Daher werden nachfolgend die Verkehrsmengen für den Planfall 2 zugrunde gelegt.

Angaben zum Anteil von leichten Nutzfahrzeugen (INfz) am durchschnittlichen täglichen Verkehrsaufkommen (DTV) liegen in der Verkehrsuntersuchung zu alternativen Routenführungen in der Innenstadt [33] nicht vor. Leichte Nutzfahrzeuge sind Kraftfahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht bis 3,5 Tonnen. Hierzu zählen zum Beispiel auch Kleinbusse oder Wohnmobile. Nutzfahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht > 3,5 Tonnen werden als schwere Nutzfahrzeuge bezeichnet. Da leichte Nutzfahrzeuge in der Regel höhere Luftschadstoffemissionen als Pkw aufweisen, sollten diese nicht unberücksichtigt bleiben.

Zur Ermittlung der Anteile leichter Nutzfahrzeuge im Untersuchungsgebiet wird daher auf Angaben zum Anteil leichter Nutzfahrzeuge für Autobahnen (AB), Außerortsstraßen (AO) und Innerortsstraßen (IO) für die Jahre 2005 bis 2040 gemäß TREMOD [35][37] zurückgegriffen.

Für das Prognosejahr 2024 ergibt sich hiernach ein Anteil leichter Nutzfahrzeuge an der durchschnittlichen täglichen Verkehrsmenge (DTV) von 9,5 % für Innerortsstraßen (IO), welcher nachfolgend für die Emissionsberechnungen berücksichtigt wird.

5.1.1.2 Verkehrssituation und Störungsgrad

Mit Einführung des HBEFA ab der Version 3.x [12][13] wurden als eine wesentliche Änderung gegenüber der Version 2.1 von 2004 die Verkehrssituationen neu definiert. Mit der Aktualisierung auf die Version 4.1 wurden weitere Verkehrssituationen eingeführt. Dies sind ein fünfter Level of Service (LOS 5, „Heavy Stop+go“, das heißt Stau mit Durchschnittsgeschwindigkeiten von 5 bis 10 km/h) sowie städtische Hauptverkehrsstraßen mit Geschwindigkeitsbegrenzungen auf 30 km/h.

Es liegen somit nun 365 differenzierte Verkehrssituationen vor, welche sich in ländlich bzw. städtische Prägung, den Straßentyp, das geltende Tempolimit sowie fünf Verkehrsqualitäten gliedern. Für jede dieser Qualitätsstufen liegen ebenfalls Emissionsfaktoren vor. Die sich hieraus ergebenden möglichen Verkehrssituationen des HBEFA 4.1 sind in der folgenden Tabelle 5.1 dargestellt:

Tabelle 5.1: Verkehrssituationen gemäß HBEFA 4.1 [14]

Gebiet	Straßentyp	Verkehrszustand; (LOS) Level of Service	Tempolimit												
			30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	>130	
Ländlich geprägt (rural)	Autobahn	flüssig, gesättigt, dicht, Stop+go, Heavy Stop+go						X	X	X	X	X	X	X	
	Semi-Autobahn								X		X				
	Fern-, Bundesstraße					X	X	X	X	X	X				
	Hauptverkehrsstraße, gerade				X	X	X	X	X	X					
	Hauptverkehrsstraße, kurvig				X	X	X	X	X	X					
	Sammelstraße, gerade				X	X	X	X							
	Sammelstraße, kurvig				X	X	X	X							
	Erschließungsstraße		X	X	X										
Städtisch geprägt (Agglo)	Autobahn							X	X	X	X	X	X		
	Stadt-Autobahn					X	X	X	X	X	X				
	Fern-, Bundesstraße					X	X	X	X	X					
	Städt. Magistrale / Ringstraße				X	X	X	X	X						
	Hauptverkehrsstraße		X	X	X	X	X	X							
	Sammelstraße		X	X	X	X									
	Erschließungsstraße		X	X	X										

Für die mit einem Kreuz markierten Verkehrssituationen liegen Emissionsfaktoren vor.

Die Einordnung der Straßen im Untersuchungsgebiet zu einem Straßentyp erfolgte anhand der Straßenkategorie sowie den im Straßennetz geltenden Tempolimits.

Im Verlauf eines Tages liegen auf einem innerstädtischen Straßenabschnitt in der Regel verschiedene Verkehrsqualitäten (Level of Service, kurz LOS) vor. Die tageszeitlich wechselnde Verkehrsqualität wird mit den fünf Stufen „freier Verkehr“ (LOS1), „dichter Verkehr“ (LOS2), „gesättigter Verkehr“ (LOS3), „Stop&Go“ (LOS4) und „Heavy Stop+go“ (LOS5) durch entsprechend variierende Emissionsfaktoren im HBEFA 4.1 berücksichtigt. Mit höherem Level of Service, also abnehmender Verkehrsqualität nehmen die Luftschadstoffemissionen, also der Luftschadstoffausstoß der Kraftfahrzeuge, zu.

Die Verkehrsqualität in einem Straßenabschnitt hängt dabei von der Gebietseinstufung (ländlich oder städtisch), dem Straßentyp, der Anzahl vorhandener Fahrstreifen, dem Tagesgang, der Verkehrsmenge mit Schwerverkehrsanteil und einem Wichtungsfaktor für schwere Nutzfahrzeuge ab. Diese Faktoren bestimmen, welche Kapazität ein Straßenabschnitt in Fahrzeugen pro Stunde und Fahrstreifen hat. In Abhängigkeit von Schwellenwerten, welche weiter nach innerorts (IO), außerorts (AO) und Autobahn (AB) klassifiziert sind, ergeben sich die Kapazitäten bei deren Überschreitung die Verkehrsqualität in den nächsten LOS wechselt.

Im Emissionsmodell IMMIS^{em} liegen hierzu entsprechende Angaben zu Kapazitäten, Schwellenwerten und Tagesgängen vor. Falls diese Angaben projektbezogen z. B. aus Verkehrszählungen bekannt sind, können auch benutzerdefinierte Einstellungen gewählt werden.

Für Tagesgänge stehen die vier standardisierten Tagesgänge „small peak“, „doublepeak“, „wide peak“ und „no peak“ zur Verfügung. Diese beschreiben im Wesentlichen das Auftreten keiner, einer oder zweier ausgeprägter Verkehrsspitzen im Tagesverlauf. Im Falle von Einfall- und Ausfallstraßen einer Stadt sind diese Tagesgänge, falls keine ausgeprägte Doppelspitze vorliegt, den Fahrtrichtungen aus bzw. in die Stadt entsprechend zuzuordnen, falls z. B.: morgens deutlich mehr Pendler eine Stadt verlassen als in die Stadt einfahren und abends umgekehrt. Grundsätzlich können auch reale Tagesgänge aus entsprechenden Verkehrserfassungen im Untersuchungsgebiet berücksichtigt werden.

Im vorliegenden Fall wurde für die Straßenabschnitte im Untersuchungsgebiet der standardisierte Tagesgang „doublepeak“ verwendet. Anhand typischer Straßenkapazitäten sowie den zur Verfügung gestellten Verkehrsmengen wurde die LOS-Verteilung pro Straßenabschnitt mit IMMIS^{em} berechnet. Die in HBEFA 4.1 neu hinzugekommene LOS Stufe „heavy stop+go“ wird hierbei berücksichtigt, indem zwei Drittel des gesamten stop+go-Anteils dem LOS 4 (stop+go) und ein Drittel dem LOS 5 (heavy stop+go) zugewiesen wird.

5.1.1.3 Flottenzusammensetzung

Zur Berechnung der Schadstoffemissionen eines Straßenabschnittes sind Angaben zum Bezugsjahr der zu erstellenden Luftschadstoffberechnung, das Prognosejahr, erforderlich, da die Zusammensetzung der Kraftfahrzeugflotte sich in Abhängigkeit des Prognosejahres aufgrund von Gesetzgebungen zu Emissionshöchstgrenzen ständig verändert. Neuere Fahrzeuge mit höheren Abgasnormen ersetzen dabei zunehmend alte Fahrzeuge, was insgesamt zu einer Abnahme des Luftschadstoffausstoßes der Gesamtflotte führt. Bei gleicher Anzahl von Kraftfahrzeugen in gleicher Zusammensetzung von PKW, INfz und sNfz sinken die Emissionen der Gesamtflotte somit von Jahr zu Jahr.

Die Zusammensetzung der PKW-Flotte sowie der leichten Nutzfahrzeuge auf den im Recherchegebiet liegenden Straßen wird vor allem von dem regionalen Fahrzeugbestand bestimmt. Bei der Emissionsberechnung für die PKW und INfz wurde daher nicht auf den im HBEFA 4.1 hinterlegten mittleren bundesdeutschen Flottenmix „REF D HB41“, sondern auf die lokalen Zulassungsstatistiken (unterteilt nach Euro-Abgasgrenzwerten) für den Rhein-Sieg-Kreis mit Stand 01.01.2021 [34] zurückgegriffen.

Die in dieser Statistik enthaltenen Werte wurden anschließend in Anlehnung an die im HBEFA 4.1 enthaltene Flottenentwicklung auf den Prognosehorizont hochgerechnet. Da der Anteil einer Fahrzeuggruppe an den gemeldeten Fahrzeugen in der Regel nicht deren Anteil an der jährlichen Fahrleistung entspricht, wurden die Zulassungsstatistiken mit den im HBEFA hinterlegten Fahrleistungsanteilen normiert.

Die Flottenzusammensetzung der schweren Nutzfahrzeuge wird in der Regel vom überregionalen Fahrzeugbestand geprägt, daher wurde auf eine weitere Regionalisierung der Lkw-Flotte verzichtet.

Die Stadt Rheinbach verfügt über keine Umweltzone. Eine Anpassung der Fahrzeugflotte aufgrund der Umweltzonenregelung erfolgt daher nicht.

5.1.1.4 Längsneigung

Die Längsneigung einer Straße hat einen großen Einfluss auf die Menge der ausgestoßenen Emissionen, da bergauf fahrende Kfz deutlich mehr Schadstoffe emittieren als bergab fahrende Kfz. Zur Berücksichtigung dieses Effekts liegen im HBEFA neigungsabhängige Emissionsfaktoren in Schritten von 2 % von -6 % bis +6 % vor. In IMMIS^{em} kann die Neigung mit einer Nachkommastelle angegeben werden. Der entsprechende Emissionsfaktor wird, falls die Neigung innerhalb des Wertebereichs des HBEFA liegt, mithilfe der im HBEFA hinterlegten Stützstellen interpoliert, falls die Neigung außerhalb des Wertebereichs liegt, extrapoliert.

Die Längsneigung der Straßen im Untersuchungsgebiet wurde mithilfe eines hochauflösenden digitalen Geländemodells (DGM) [29] überprüft und bei der Emissionsberechnung berücksichtigt.

5.1.1.5 Kaltstartzuschläge

Ein Kraftfahrzeug stößt, nachdem es ab- bzw. ausgekühlt ist, mehr Luftschadstoffe aus als nach Erreichen der Betriebstemperatur. Im Durchschnitt ist davon auszugehen, dass ein Fahrzeug erst nach einer Standzeit von 12 Stunden vollständig ausgekühlt, bzw. der Außentemperatur angeglichen ist.

Je nach Standzeit, Außentemperatur und Fahrstrecke (z. B. nur innerstädtisch, oder nach kurzer Zeit auf der Autobahn) ist die Betriebstemperatur nach kürzerer oder längerer Zeit bzw. Fahrstrecke erreicht. Die Differenz zwischen den erhöhten Emissionen während des Erreichens der Betriebstemperatur und den Emissionen im betriebswarmen Zustand wird als Kaltstartzuschlag bezeichnet. Maßgeblich für den erhöhten Luftschadstoffausstoß ist die Aufheizphase des Katalysators, welcher erst nach der Aufheizphase seine vollständige Reinigungsleistung erreicht.

Otto-Fahrzeuge ohne Katalysator können zu Beginn der Fahrt weniger Stickoxide (NO_x) ausstoßen als bei betriebswarmem Zustand, da die hier niedrigere Verbrennungstemperatur dann zu geringeren NO_x -Emissionen führt (negativer Kaltstartzuschlag). Solche Fahrzeuge sind in der Kraftfahrzeugflotte in Deutschland aber praktisch nicht mehr vorhanden.

Das HBEFA stellt Kaltstartzuschläge in [g/Start] differenziert nach Luftschadstoffen und Emissionskonzepten und weiter aufgeteilt nach Fahrtweite, Standzeit und Temperatur zur Verfügung. Für das Emissionsmodell IMMIS^{em} wurden diese gemäß VDI 3782 Blatt 7 [10] basierend auf typisierten Fahrtweitenverteilungen, Standzeitenverteilungen, Verkehrsverteilungen und Temperaturganglinien in [g/km] umgerechnet. Hieraus ergeben sich jeweils Kaltstartfaktoren für die drei funktionalen Straßentypen "Wohn-; residential", "Geschäfts-; commercial" und "Einfallstraßen; radial Streets".

5.1.1.6 Zusätzliche $\text{PM}_{2,5}$ - und PM_{10} -Emissionsfaktoren Straßenverkehr

Mit der Version 4.1 des HBEFA wurden auch nicht abgasbedingte $\text{PM}_{2,5}$ - und PM_{10} -Emissionen durch Reifen- und Straßenabrieb, sowie Bremsbelags- und Kupplungsverschleiß eingeführt. Diese werden bei der Emissionsberechnung für Feinstaub (PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$) entsprechend mit berücksichtigt.

5.1.1.7 Softwareupdates für Euro 5 und Euro 6 Diesel-Pkws

Zur Heilung der Auswirkungen des sogenannten Abgasskandals wurden seitens der Kraftfahrzeughersteller Softwareupdates für die Abgasreinigungsanlagen entwickelt, welche zum Teil auf verpflichtender und zum Teil auch freiwilliger Basis in betroffenen Fahrzeugen installiert wurden.

Für Fahrzeuge mit dem Motor EA 189 liegen hierzu im HBEFA 4.1 bereits Emissionsfaktoren vor. Zur Konkretisierung des Einflusses der Softwareupdates auf die Stickoxid-Emissionen der Fahrzeuge erfolgten in Vorbereitung der zeitnah erfolgenden Aktualisierung für das HBEFA 4.2 ergänzende Emissionsmessungen an Diesel Pkw-Modellen mit den Abgasnormen Euro 5 und Euro 6. Durch das Kraftfahrtbundesamt (KBA) wurden 29 Fahrzeuge, durch das Umweltbundesamt (UBA) an der TU Dresden ein Fahrzeug, sowie durch die Deutsche Umwelthilfe (DUH) drei Fahrzeugen [38] gemessen.

Es zeigt sich, dass die Softwareupdates zu sinkenden Stickoxid-Emissionen von Diesel-Pkw der Abgasnormen Euro 5 und Euro 6 führen. Da sich die hieraus in Tabelle 7 der Veröffentlichung "Ermittlung von Emissionsfaktoren für Diesel-Pkw mit Softwareupdate (EFA- SU); Texte 87/2021" [38] dargestellten Reduktionsraten auf einen gewichteten Deutschland-Fahrsituationsmix ohne Angabe eines Bezugsjahres beziehen und in der vorliegenden Luftschadstoffuntersuchung eine Flotte mit dem Bezugsjahr 2024 verwendet wird, können diese Reduktionsraten nicht gesichert angewendet werden.

Im Sinne einer Berechnung auf der sicheren Seite wird daher im Rahmen der vorliegenden Luftschadstoffuntersuchung auf eine Reduktion der Stickoxid-Emissionsfaktoren aus dem HBEFA 4.1 verzichtet.

5.1.2 Zusammenfassende Dokumentation der Eingangsdaten

In der Anlage 2.2 sind die wichtigsten Eingangsparameter für die Emissionsberechnung der Straßenabschnitte im Untersuchungsgebiet für den Nullfall und den Planfall tabellarisch aufgeführt. Die räumliche Einordnung der aufgelisteten Straßenabschnitte kann mit dem Lageplan in Anlagen 2.1 vorgenommen werden.

5.1.3 Ergebnisse der Emissionsberechnung

Mit der beschriebenen Methodik und den aufgeführten Eingangsdaten wurden die Emissionen der im Untersuchungsgebiet verlaufenden Straßenabschnitte für die zu untersuchenden Schadstoffe PM₁₀, PM_{2,5} und NO_x mit dem Emissionsprogramm IMMIS^{em} für den Nullfall und den Planfall mit Prognosehorizont 2024 berechnet. Die Ergebnisse der Emissionsberechnungen sind in der Anlage 2.2 aufgeführt.

6 Weitere Eingangsdaten und Modellbildung

6.1 Meteorologiedaten

Für die Berechnung der Schadstoffimmissionen werden Windstatistiken mit Angaben über die Häufigkeit verschiedener Ausbreitungsverhältnisse in den unteren Luftschichten benötigt, die durch Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Stabilität der Atmosphäre definiert sind.

Das Plangebiet befindet sich in einem Übergangsbereich zwischen dem Rheintal und den Höhenzügen der Eifel. Aufgrund der Ausrichtung des Rheintals ist die Hauptwindrichtung hier in der Regel Südost, während in den ungestörten Eifellagen eher westliche Windrichtungen dominieren. Eine geeignete Wetterstation mit Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsmessung zur Ableitung der Windverhältnisse im Plangebiet existiert nicht. Zur Ableitung standortrepräsentativer Wetterdaten konnte daher nicht auf Messdaten zurückgegriffen werden. Stattdessen wurde eine synthetische repräsentative Ausbreitungsklassenzeitreihe (Syn-RepAKTerm) für einen Standort nahe des Untersuchungsgebietes angefordert [18][19] und in den Windfeld- und Ausbreitungsberechnungen verwendet.

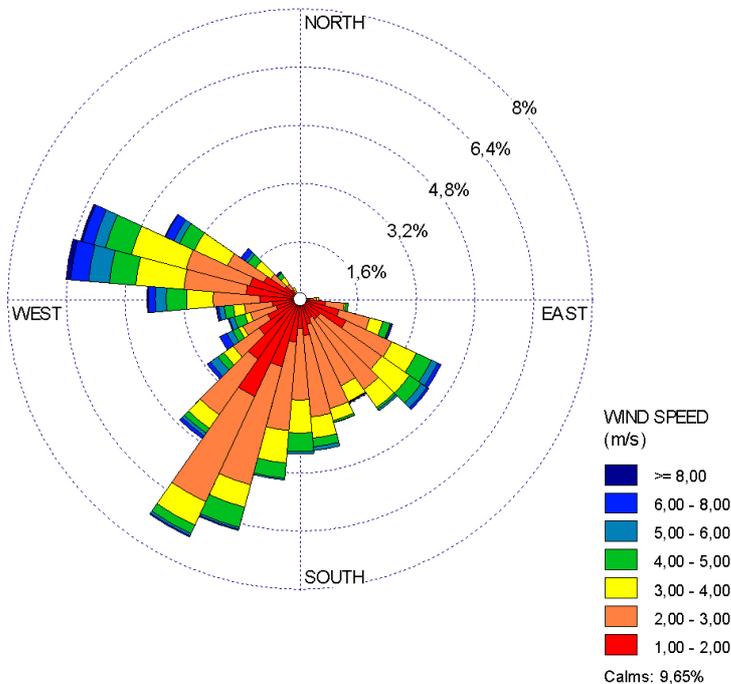
Die synthetischen Ausbreitungsklassenzeitreihen wurden auf der Grundlage von Antriebsdaten aus Wettervorhersagemodellen und prognostischen Modellberechnungen unter Berücksichtigung des Reliefs und der Landnutzung für fast ganz Deutschland mit einer Auflösung von 500 m x 500 m vorprozessiert. In [20] wird das Verfahren zur Gewinnung der synthetischen Zeitreihen umfangreich dokumentiert.

Die Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und Windgeschwindigkeit des repräsentativen Jahres am Bezugspunkt der synthetischen AKTerm-Zeitreihe ist in Abbildung 6.1 dargestellt. Es dominieren südwestliche und westliche Windrichtungen bei einer mittleren Windgeschwindigkeit von 2,4 m/s über Grund.

Für Windfeld- und Ausbreitungsberechnungen mit MISKAM muss für die Messdaten eine Mess-Referenzhöhe h_{ref} gefunden werden, die einer Umgebungsrauigkeit z_0 von 0,1 m (Rauigkeit einer Wiesenfläche) entspricht. Die innerstädtische, zumeist gebäudebedingte Rauigkeit wird dann in den Windfeldberechnungen durch die explizite Berücksichtigung von Gebäuden und sonstigen Strömungshindernissen von MISKAM errechnet.

Die Ermittlung der Referenzhöhe h_{ref} für eine Umgebungsrauigkeit von 0,1 m erfolgte gemäß dem Merkblatt des Deutschen Wetterdienstes zur Bestimmung der in AUSTAL2000 anzugebenden Anemometerhöhe [21]. Sie beträgt im vorliegenden Fall 4,0 m ü. Grund.

Abbildung 6.1 Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten in einem repräsentativen Jahr am Standort Rheinbach[19]



6.2 Hintergrundbelastung

Die Schadstoffkonzentration an einem Immissionsort setzt sich aus der großräumig vorhandenen sogenannten Hintergrundbelastung und der Zusatzbelastung aus lokalem Verkehr zusammen.

Die Hintergrundbelastung wiederum setzt sich zusammen aus den Immissionen von Industrie/Gewerbe, Hausbrand und häuslichen Schadstoffimmissionen sowie außerhalb des Untersuchungsraumes liegendem Verkehr und weitläufigem Schadstofftransport. Die Hintergrundbelastung ist also diejenige Belastung, die ohne die bei der Modellbildung berücksichtigten Straßen im Untersuchungsraum vorliegen würde.

Der Ansatz zur Bestimmung der Hintergrundbelastung hat eine bedeutende Auswirkung auf die Ergebnisse der Immissionsuntersuchung, da insbesondere bei Stickstoffdioxid und PM₁₀ im innerstädtischen Bereich bereits mehr als die Hälfte der zulässigen Immissionen gemäß 39. BImSchV durch die Hintergrundbelastung vorliegt.

Messdaten zur (Hintergrund)-Belastung in NRW liegen durch das Luftqualitätsmessnetz (LUQS) des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) an einer Vielzahl von Messstationen vor [26]. Die statistischen Kenngrößen der verkehrsrelevanten Schadstoffe werden regelmäßig veröffentlicht.

Bei Luftmessstationen wird in Hintergrundmessstationen und Verkehrsstationen unterschieden. Während die Schadstoffsituation an den Hintergrundstationen stark durch die o.g. großräumig vorhandene Vorbelastung bestimmt wird, kommen bei den Verkehrsstationen hohe Immissionsbeiträge der angrenzenden, stark befahrenen Straßen hinzu.

Im Umfeld von Rheinbach existiert derzeit keine LUQS-Station, auf Grundlage derer die Hintergrundbelastungswerte für Rheinbach zuverlässig abgeschätzt werden könnten. Die nächstgelegene Hintergrundstation befindet sich in Bonn-Auerberg, welche jedoch typische großstädtische Hintergrundbelastungswerte misst, die für die Mittelstadt Rheinbach als nicht repräsentativ eingestuft werden. Die nächstgelegenen nicht-großstädtischen Hintergrundstationen sind Simmerath (Eifel) und Neuwied Hafenstraße in Rheinland-Pfalz, deren Repräsentativität für die Hintergrundbelastung in Rheinbach jedoch ebenfalls nicht gesichert ist.

In Abstimmung mit dem Landesamt für Umwelt, Natur und Verbraucherschutz (LANUV) wurde daher auf numerisch modellierte Hintergrundbelastungsdaten zurückgegriffen, die im Auftrag des LANUV mit dem Rechenmodell EURAD-IM für das Prognosejahr 2016 erstellt wurden und uns vom LANUV für das Rheinbacher Stadtgebiet zur Verfügung gestellt wurden [23].

Das EURAD-IM ist ein vom Rheinischen Institut für Umweltforschung der Universität zu Köln entwickeltes, mesoskaliges Chemie-Transportmodell zur Prognose und Analyse der Luftqualität. Eine Beschreibung des Modells kann [22] entnommen werden. Die aktuellsten Daten für Rheinbach liegen für das Bezugsjahr 2016 mit einer Gitterauflösung von 5x5 km² vor. Die EURAD-IM-Daten erfüllen nach Auskunft des LANUV die in der 39. BImSchV [2] festgelegten „Datenqualitätsziele für die Luftqualitätsbeurteilung“ [23].

Die demnach einzuhaltenden Unsicherheitsbandbreiten für aus Modellrechnungen hervorgehende Jahresmittelwerte betragen für NO₂ ± 30 % und für PM₁₀ und PM_{2,5} jeweils ± 50 % des Mittelwertes. Für eine konservative Bestimmung der Hintergrundbelastungen werden die jeweils oberen Grenzwerte der Unsicherheitsbandbreiten der aus EURAD-IM hervorgehenden Jahresmittelwerte verwendet. Die betreffenden Werte sind in der nachfolgenden Tabelle 6.1 aufgelistet.

Tabelle 6.1: EU-Jahreskenngößen mit EURAD-IM ermittelter Schadstoffkonzentrationen [23]

Quelle	Jahr	Immissionen [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		
		JMW NO ₂	JMW PM _{2,5}	JMW PM ₁₀
EURAD-IM Rheinbach 5 km	2016	8,1	12,1	13,9
Zzgl. Unsicherheit der Modellrechnung		10,5	18,2	20,9

In Zukunft ist aufgrund von politischen Vorgaben zur Emissionsminderung von einer weiter zurückgehenden Hintergrundbelastung auszugehen. Im Sinne einer konservativen Abschätzung wurde im Rahmen dieser Berechnung jedoch auf eine Reduktion der Hintergrundbelastung zum Prognosejahr 2024 verzichtet.

6.3 Berechnungsmodell

Die Berechnung der Schadstoffimmissionen wurde mit dem Rechenmodell MISKAM (Mikroskaliges Ausbreitungsmodell, Version 6.3 von November 2013) [31] in der 64-Bit-Version durchgeführt. Dieses Ausbreitungsmodell wird an der Universität Mainz entwickelt bzw. weiterentwickelt und entspricht dem aktuellen Wissensstand der mikroskaligen Strömungs- und Ausbreitungssimulation.

Bei der Modellbildung wird das zu untersuchende Rechengebiet in quaderförmige Rechenzellen unterteilt. Die Ergebnisdarstellung erfolgt für das interessierende zentrale Rechengebiet (Untersuchungsraum), während die Windfeldsimulation darüber hinaus auch für ein sogenanntes äußeres Rechengebiet durchgeführt wird, um die Rand- und Übergangsbedingungen abbilden zu können.

Durch Gebäude blockierte Zellen werden als Strömungshindernisse undurchlässig abgebildet, sodass auch der Einfluss von Gebäuden berücksichtigt werden kann. Durch die Wahl des äußeren Rechengebietes mit einer deutlich größeren Abmessung als das innere Rechengebiet wird die Unabhängigkeit der Modellergebnisse von der Gebietsgröße erreicht.

Die Lage und Höhe der Gebäude der Bestandsbebauung wurden aus den von der Landesregierung Nordrhein-Westfalen zur Verfügung gestellten LOD2-Klötzchenmodellen [28] abgeleitet.

Die Gebäude der zum Prognosejahr als realisiert angenommenen Bauvorhaben wurden gemäß den Bebauungsplänen Rheinbach Nr. 68 [40] und Rheinbach Nr. 74 [41] ergänzt. Die geplanten Gebäude wurden auf der Grundlage des Entwurfes zum Bebauungsplan Nr. 40, 3. Änderung [39] abgeleitet.

Lagepläne der Berechnungsmodelle mit dem berücksichtigten Gebäudebestand sind in den Anlagen 1.3 (Nullfall) und 1.4 (Planfall) dargestellt.

Das innere Rechengebiet hat eine Ausdehnung von 350,0 x 350,0 Metern mit einem äquidistanten Raster von 1,0 x 1,0 Metern, das äußere Rechengebiet hat eine Ausdehnung von ca. 1.150 x 1.150 Metern. Durch die Wahl des äußeren Rechengebietes mit einer deutlich größeren Abmessung als das innere Rechengebiet wird die Unabhängigkeit der Modellergebnisse von der Gebietsgröße erreicht.

In vertikaler Richtung besteht der Modellraum jeweils aus 41 mit zunehmender Höhe mächtiger werdenden Schichten bis zur Modelloberkante in 500 m Höhe gemäß der Anforderungen an die Modellentwicklung. Die Schichten in Bodennähe werden hierbei fein aufgelöst. Zur Vermeidung von bei der Aufrasterung entstehenden Kanten wurde das Rechengebiet um 17,4° aus der Nordrichtung gedreht.

Die Lage und Ausdehnung des Rechengebietes sind in Anlage 1.5 dargestellt.

Die Emissionen des Straßenverkehrs wurden im Rechenmodell als Volumenquellen definiert und mit der Weite des jeweiligen Straßenquerschnitts sowie einer vertikalen Ausdehnung von 3 m versehen. Auf diese Weise wird die fahrzeuginduzierte Turbulenz in der Ausbreitungssimulation berücksichtigt.

7 Durchführung der Immissionsprognose

7.1 Allgemeine Hinweise

Die Ermittlung der Schadstoffimmissionen für die untersuchten Schadstoffe erfolgt auf der Basis von Einzelsimulationen, bei denen die jeweils mittlere stündliche Verkehrs- und Emissionsstärke zugrunde gelegt wird. Dabei werden für jeden der untersuchten Windrichtungssektoren zu 10° alle vorliegenden Windgeschwindigkeitsklassen berücksichtigt.

In einem ersten Berechnungsschritt wird für die Einzelsimulationen das Wind- und Turbulenzfeld für die Rechengebiete errechnet. Daran schließt sich für jede Einzelsimulation die Berechnung der Immissionen der jeweiligen Schadstoffe in einer Ausbreitungsrechnung an.

Die Jahresmittelwerte der verkehrsbedingten Zusatzbelastungen werden durch Auswertung der Häufigkeiten der auftretenden Ereignisse (Kombination aus Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Emissionsbedingung) mit den berechneten Schadstoffimmissionen statistisch ermittelt. Zu dieser Zusatzbelastung wird die Hintergrundbelastung hinzugezogen, so dass sich die Gesamtbelastung ergibt, die mit den Immissionsgrenzwerten der 39. BImSchV verglichen wird.

7.2 Vorgehensweise Bildung NO₂-Gesamtbelastung

Nicht inerte Stoffe wie NO und NO₂ unterliegen in der Atmosphäre komplexen fotochemischen Umwandlungsprozessen. Die chemischen Reaktionsgeschwindigkeiten sind dabei von unterschiedlichen Komponenten, Konzentrationsniveaus und Umgebungsbedingung abhängig.

Die Einbindung dieser komplexen chemischen Vorgänge bei der Bestimmung der NO₂-Gesamtbelastung erfolgt im vorliegenden Fall mithilfe einer von der IVU Umwelt GmbH [24] abgeleiteten Regressionsbeziehung zwischen NO₂ und NO_x-Messwerten. Grundlage dieser Funktion sind ca. 45.000 jährlichen Immissionszeitreihen, welche nach den Stationstypen Land, Stadt und Verkehr differenziert wurden. Im Rahmen dieser Berechnungen erfolgte die Umwandlung der NO_x- in eine NO₂-Gesamtbelastung mithilfe der Regressionsfunktion des Typs „Stadt“.

$$[\text{NO}_2] = \frac{A \cdot [\text{NO}_x]}{B + [\text{NO}_x]} + C \cdot [\text{NO}_x]$$

mit: A = 67,70
B = 84,77
C = 0,0698

7.3 Vorgehensweise Beurteilung Kurzzeitbelastungen

Neben dem Grenzwert zum PM₁₀-Jahresmittelwert ist in der 39. BImSchV ein Kurzzeitgrenzwert für PM₁₀ definiert. Demnach darf ein PM₁₀-Tagesmittelwert von 50 µg/m³ an nicht mehr als 35 Tagen im Jahr überschritten werden.

Eine Möglichkeit zur Berechnung der PM₁₀-Tagesmittelwerte wäre, die PM₁₀-Zusatzimmissionen zu modellieren und daraus Tagesmittelwerte zu bestimmen. Hierzu ist es notwendig, Stundenmittelwerte der Emissionen, der Meteorologie und der Vorbelastung innerhalb einer Ausbreitungsberechnung zusammen zu betrachten. Die Zeitreihen der Emissionen und der Vorbelastung müssten hierbei zum repräsentativen meteorologischen Jahr, bzw. zum Prognosehorizont der Immissionsberechnung passen. Eine Zeitreihe der Vorbelastung für das Prognosejahr liegt allerdings nicht vor und kann auch nicht sinnvoll abgeschätzt oder modelliert werden.

In der Praxis werden die PM₁₀-Überschreitungstage daher in der Regel mithilfe einer parametrisierten Funktion des prognostizierten PM₁₀-Jahresmittelwertes abgeschätzt. Im vorliegenden Gutachten wurde zur Bestimmung der PM₁₀-Überschreitungstage ein Ansatz der IVU GmbH [25] verwendet. Hierfür wurden die Anzahl der Überschreitungen im Jahr über den Jahresmittelwert aktueller jahresmittlerer PM₁₀-Daten (900 fehlerwertfreie Zeitreihen) aufgetragen. Aus diesen Daten wurde die folgende Beziehung zwischen dem PM₁₀-Jahresmittelwert und der PM₁₀-Überschreitungstage abgeleitet:

$$\text{Anzahl Tage PM}_{10} > 50 \mu\text{g/m}^3 = 10,51413 - 1,98711 * \text{JMW PM}_{10} + 0,09389 * \text{JMW PM}_{10}^2$$

Gemäß dieser Formel wird bei einem Jahresmittelwert von ca. 30 µg/m³ der Grenzwert von 35 Überschreitungstagen im Jahr erreicht.

Bezüglich der NO₂-Kurzzeitbelastung sieht die 39. BImSchV die Prüfung auf Überschreitung eines Stundenmittelwertes von 200 µg/m³ an maximal 18 Stunden im Jahr vor. Dies entspricht in etwa einem 99,8-Perzentil-Wert.

Die Berechnung von Perzentilwerten der Gesamtbelastung ist bei rechnerischen Simulationen aber mit großen Unsicherheiten behaftet, da die Hintergrundbelastung, die einen großen Beitrag zur Gesamtmission liefert, nur als Jahresmittelwert berücksichtigt werden kann.

Statistische Auswertungen von Messwerten an Dauermessstationen [24] haben aber zu einer Formel geführt, mit deren Hilfe die Wahrscheinlichkeit $p_{\text{Überschreitung}}$, dass der Stundenmittelwert NO₂ von 200 µg/m³ an mehr als 18 h im Jahr auftritt, abgeschätzt werden kann. Grundlage bildet der Jahresmittelwert der Stickoxidimmissionen (NO_x). Dieses Verfahren wird im vorliegenden Fall nach folgender Formel angewendet.

$$P_{\text{Überschreitung}} = \frac{1}{1 + \exp(-(A + B \cdot \text{Jahresmittelwert NOx} [\mu\text{g}/\text{m}^3]))}$$

mit: A = -5,216
 B = 0,0228

7.4 Ergebnisdarstellungen

Die Luftschadstoffkonzentrationen werden in einer bodennahen Schicht (h = 1,5 m) flächendeckend ermittelt und in den Anlagen 3 bis 5 dargestellt.

Die Farbgebung wurde jeweils so gewählt, dass Grenzwertüberschreitungen mit roten Farbtönen gekennzeichnet werden. Blaue Bereiche zeigen Konzentrationen an, die sich nur unwesentlich von der angesetzten Hintergrundbelastung unterscheiden.

Darüber hinaus werden die Gesamtimmissionen der berechneten Schadstoffe für einzelne repräsentative Immissionsorte (vgl. Kennzeichnung in Anlagen) tabellarisch dargestellt. Die ausgewählten Immissionsorte zeigen die höchsten Immissionswerte oder die größten Veränderungen der Immissionen im Untersuchungsgebiet auf.

Luftschadstoffkonzentrationen werden gemäß der EU-Richtlinien auf ganze Stellen gerundet. Das heißt, dass ein Wert von 40,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ auf 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ abgerundet wird und somit keine Grenzwertüberschreitung vorliegt. Da nachfolgend die berechneten Immissionen mit einer Nachkommastelle angegeben werden, liegt eine Überschreitung des Grenzwertes erst bei Werten $\geq 40,5$ vor. Konzentrationen oberhalb des Grenzwertes zum Jahresmittelwert werden mit Fettdruck gekennzeichnet.

8 Ergebnisse der Luftschadstoffausbreitungsberechnungen

8.1 Stickstoffdioxid (NO₂)

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen der Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid (NO₂) sind in der Anlage 3.1 für den „Nullfall 2024“ und in Anlage 3.2 für den „Planfall 2024“ in 1,5 Meter Höhe dargestellt. Zusätzlich zeigt Tabelle 8.1 die berechneten NO₂-Belastungen an ausgewählten Immissionsorten.

Tabelle 8.1: Jahresmittelwerte Stickstoffdioxid (NO₂)

Immissionsort		Jahresmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] Stickstoffdioxid (NO ₂)			
Nr.	Beschreibung (Nullfall / Planfall)	IGW JMW	Nullfall 2024	Planfall 2024	Delta 2024*
1	Grabenstraße 20	40	19,9	26,5	+6,6
2	Grabenstraße 37	40	14,7	18,8	+4,1
3	Grabenstraße 40	40	17,7	26,0	+8,3
4	Hauptstraße 24	40	21,4	11,4	-10,0
5	Hauptstraße 21	40	22,1	11,4	-10,7
6	Vor dem Voigtstor 10	40	29,3	30,9	+1,6
7	Vor dem Voigtstor 9	40	26,0	24,4	-1,6
8	Vor dem Voigtstor 16	40	27,8	29,6	+1,8
9	Vor dem Voigtstor 23	40	24,4	23,6	-0,8
10	Palottistraße 1	40	23,6	24,7	+1,1
11	Löherstraße 8 / MI2	40	17,2	23,9	+6,7
12	Löherstraße 2 / MI1	40	18,5	24,3	+5,8
13	Vor dem Voigtstor 1 / MI1	40	25,6	25,3	-0,3
14	Löherstraße 1 / MI1	40	20,9	26,8	+5,9
15	Hauptstraße 2 / MI1	40	25,4	13,5	-11,9

* Planfall minus Nullfall; Siehe auch Anlage 3.3

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen zum Nullfall 2024 zeigen, dass der Grenzwert zum Stickstoffdioxid (NO₂)-Jahresmittelwert von 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ an allen Immissionsorten mit maximal 29,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sowie im gesamten übrigen Untersuchungsgebiet eingehalten wird.

Die höchsten Konzentrationen liegen im Verlauf der Straße „Vor dem Voigtstor“ vor. Hier befindet sich überwiegend beidseitige mehrgeschossiger Bebauung, welche eine Akkumulation von Luftschadstoffen im Straßenraum begünstigt. Entlang der Hauptstraße liegen Stickstoffdioxid-Konzentrationen um 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittelwert vor, im Verlauf der Grabenstraße um 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Innerhalb des Plangebietes werden an den straßenzugewandten Fassaden Stickstoffdioxid-Konzentrationen zwischen 17,2 und 25,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittelwert ermittelt. In straßenabgewandten Bereichen liegen Konzentrationen im Bereich der Hintergrundbelastung vor.

Die Planungen zum Bebauungsplan Rheinbach Nr. 40 "Gerbergasse/Grabenstraße", 3. Änderung [39] sehen den Abbruch von bestehenden Gebäuden auf dem Plangebiet vor um Raum für neue Gebäude zu schaffen. Die neuen Gebäude schließen hierbei Baulücken entlang der Löherstraße. Durch die Planung selbst kommt es zu keinen nennenswerten Veränderungen des Verkehrsaufkommens. Die durch den Bebauungsplan [39] festgesetzten öffentlichen Verkehrsflächen ermöglichen die Umgestaltung der Straßen „Vor dem Voigtstor“ und „Löherstraße“, daher wurde der mögliche Straßenumbau [42] gutachterlich mitberücksichtigt.

Durch die Straßenbauplanungen wird die im Nullfall nur in eine Richtung befahrbare Löherstraße / Grabenstraße ausgebaut, sodass der Verkehr hier zukünftig in beiden Fahrtrichtungen abgewickelt werden kann. Weiterhin wird, im Sinne einer Worst-Case-Betrachtung, der Durchgangsverkehr auf der ebenfalls nur in eine Richtung befahrbaren Hauptstraße vollständig auf die Löherstraße / Grabenstraße verlagert. Lediglich Busse befahren dann noch die Hauptstraße zwischen der Grabenstraße und der Schweigelstraße.

Die Veränderungen der Luftschadstoffkonzentrationen im Untersuchungsgebiet vom Nullfall zum Planfall resultieren daher im Wesentlichen aus der Umverteilung des Kraftfahrzeugverkehrs auf den anliegenden und umliegenden Straßen. Während im Verlauf der Löherstraße und Grabenstraße deutliche Zunahmen der Stickstoffdioxid-Konzentrationen von bis zu 8,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ am Immissionsort 3 (Grabenstraße 40) berechnet werden, ergeben sich im Verlauf der Hauptstraße Reduktionen der Stickstoffdioxid-Konzentrationen um bis zu -11,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ am Immissionsort 15.

Im Verlauf der Straße „Vor dem Voigtstor“ ergeben sich Reduktionen der Luftschadstoffkonzentration an den nördlich der Straße gelegenen Fassaden und Erhöhungen der Luftschadstoffkonzentration an den südlich gelegenen Fassaden. Diese resultieren aus den Veränderungen der Lage und Breite der Fahrbahnen im Zuge des Straßenumbaus [42].

An den straßenzugewandten Fassaden der neu geplanten Gebäude (Immissionsorte 11 bis 15) liegen im Planfall dann jahresmittlere Stickstoffdioxid-Konzentrationen zwischen 13,5 und 26,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vor.

Auch nach Realisierung des Bebauungsplanes Rheinbach Nr. 40 "Gerbergasse/Grabenstraße", 3. Änderung [39] und des Umbaus anliegender Straßen [42] im Jahr 2024, mit allen damit verbundenen Auswirkungen, wird der Grenzwert zum Stickstoffdioxid (NO_2)-Jahresmittelwert von 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mit einer maximalen NO_2 -Konzentration von 30,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ am Immissionsort 6 (Vor dem Voigtstor 10) sowie im gesamten Untersuchungsgebiet weiterhin eingehalten.

Neben der jahresmittleren NO₂-Belastung ist in der 39. BImSchV zusätzlich ein Grenzwert für kurzzeitige NO₂-Belastungsspitzen definiert. Demnach darf ein Stundenmittelwert von 200 µg/m³ an nicht mehr als 18 Stunden im Jahr überschritten werden. Ausgehend von den berechneten NO_x-Gesamtbelastungen beträgt die Wahrscheinlichkeit, dass dieser Grenzwert nicht eingehalten wird, maximal 1,7 % im Nullfall 2024 und maximal 1,8 % im Planfall 2024 (vgl. Kapitel 7.3).

Auswertungen von Messergebnissen an Verkehrsmessstationen des LANUV NRW zeigen, dass in den letzten Jahren auch bei NO₂-Jahresmittelwerten mit deutlich höheren Konzentrationen wie im vorliegenden Fall für das Untersuchungsgebiet ermittelt, das Kurzzeitkriterium der 39. BImSchV in ganz NRW eingehalten wurde. Daher kann davon ausgegangen werden, dass in der Realität das Kurzzeitkriterium der 39. BImSchV im gesamten Untersuchungsgebiet sicher eingehalten wird.

Tabelle 8.2: Überschreitungswahrscheinlichkeit des Auftretens von mehr als 18 Stunden mit 1-h Mittelwert Stickstoffdioxid (NO₂) über 200 µg/m³

Immissionsort		Wahrscheinlichkeit von mehr als 18 zulässigen Überschreitungen des 1-h Mittelwertes von 200 µg/m ³ NO ₂ pro Jahr in %	
Nr.	Beschreibung (Nullfall / Planfall)	Nullfall 2024	Planfall 2024
1	Grabenstraße 20	1,1	1,5
2	Grabenstraße 37	0,9	1,0
3	Grabenstraße 40	1,0	1,4
4	Hauptstraße 24	1,1	0,8
5	Hauptstraße 21	1,2	0,8
6	Vor dem Voigtstor 10	1,7	1,9
7	Vor dem Voigtstor 9	1,4	1,3
8	Vor dem Voigtstor 16	1,6	1,8
9	Vor dem Voigtstor 23	1,3	1,3
10	Palottistraße 1	1,3	1,3
11	Löherstraße 8 / MI2	1,0	1,3
12	Löherstraße 2 / MI1	1,0	1,3
13	Vor dem Voigtstor 1 / MI1	1,4	1,4
14	Löherstraße 1 / MI1	1,1	1,5
15	Hauptstraße 2 / MI1	1,4	0,8

8.2 Feinstaub (PM₁₀)

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen der Jahresmittelwerte für Feinstaub (PM₁₀) sind in der Anlage 4.1 für den „Nullfall 2024“ und in Anlage 4.2 für den „Planfall 2024“ in 1,5 Meter Höhe dargestellt. Zusätzlich zeigt Tabelle 8.3 die berechneten PM₁₀-Belastungen an ausgewählten Immissionsorten.

Tabelle 8.3: Jahresmittelwerte Feinstaub (PM₁₀)

Immissionsort		Jahresmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] Feinstaub (PM ₁₀)			
Nr.	Beschreibung (Nullfall / Planfall)	IGW JMW	Nullfall 2024	Planfall 2024	Delta 2024*
1	Grabenstraße 20	40	22,6	24,2	+1,6
2	Grabenstraße 37	40	21,6	22,3	+0,7
3	Grabenstraße 40	40	22,3	24,0	+1,7
4	Hauptstraße 24	40	23,0	21,0	-2,0
5	Hauptstraße 21	40	23,1	21,0	-2,1
6	Vor dem Voigtstor 10	40	25,0	25,5	+0,5
7	Vor dem Voigtstor 9	40	24,0	23,6	-0,4
8	Vor dem Voigtstor 16	40	24,5	25,0	+0,5
9	Vor dem Voigtstor 23	40	23,7	23,5	-0,2
10	Palottistraße 1	40	23,4	23,7	+0,3
11	Löherstraße 8 / MI2	40	22,1	23,6	+1,5
12	Löherstraße 2 / MI1	40	22,4	23,7	+1,3
13	Vor dem Voigtstor 1 / MI1	40	24,0	23,9	-0,1
14	Löherstraße 1 / MI1	40	23,0	24,3	+1,3
15	Hauptstraße 2 / MI1	40	24,3	21,3	-3,0

* Planfall minus Nullfall; Siehe auch Anlage 4.3

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen für das Prognosejahr 2024 zeigen, dass der Grenzwert zum PM₁₀-Jahresmittelwert von 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ an allen Immissionsorten sowohl im Nullfall 2024 mit maximal 25,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ als auch im Planfall 2024 mit maximal 25,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sowie im gesamten Untersuchungsgebiet deutlich eingehalten wird.

Bezüglich der Konzentrationsentwicklungen gelten die gleichen generellen Aussagen wie für den NO₂-Jahresmittelwert (siehe Kapitel 8.1). Auf eine detaillierte Ergebnisbesprechung wird daher an dieser Stelle verzichtet.

Neben dem Grenzwert zum PM₁₀-Jahresmittel ist in der 39. BImSchV auch ein Kurzzeitgrenzwert für Feinstaub aufgeführt. Demnach darf an maximal 35 Tagen im Jahr der PM₁₀-Tagesmittelwert größer 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sein. Die gemäß Kapitel 7.3 ermittelten Überschreitungs-

häufigkeiten sind in der nachfolgenden Tabelle 8.4 für die Immissionsorte im Untersuchungsgebiet dargestellt.

Tabelle 8.4: Anzahl der Tage im Jahr mit einem PM₁₀-Tagesmittelwert > 50 µg/m³

Nr.	Immissionsort Beschreibung	Anzahl Tage mit PM ₁₀ -Tagesmittelwerten > 50 µg/m ³			
		IGW	Nullfall 2024	Planfall 2024	Delta 2024*
1	Grabenstraße 20	35	14	17	+3
2	Grabenstraße 37	35	11	13	+2
3	Grabenstraße 40	35	13	17	+4
4	Hauptstraße 24	35	15	10	-5
5	Hauptstraße 21	35	15	10	-5
6	Vor dem Voigtstor 10	35	20	21	+1
7	Vor dem Voigtstor 9	35	17	16	-1
8	Vor dem Voigtstor 16	35	18	20	+2
9	Vor dem Voigtstor 23	35	16	16	±0
10	Palottistraße 1	35	15	16	+1
11	Löherstraße 8 / MI2	35	12	16	+4
12	Löherstraße 2 / MI1	35	13	16	+3
13	Vor dem Voigtstor 1 / MI1	35	17	17	±0
14	Löherstraße 1 / MI1	35	14	18	+4
15	Hauptstraße 2 / MI1	35	18	11	-7

* Planfall minus Nullfall

Der PM₁₀-Kurzzeitgrenzwert von maximal 35 Überschreitungstagen mit einem PM₁₀-Tagesmittelwert größer 50 µg/m³ wird mit maximal 20 Überschreitungstagen im Nullfall 2024 und maximal 21 Überschreitungstagen im Planfall 2024 an allen Immissionsorten sowie im gesamten übrigen Untersuchungsgebiet deutlich eingehalten.

8.3 Feinstaub (PM_{2,5})

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen der Jahresmittelwerte für Feinstaub (PM_{2,5}) sind in der Anlage 5.1 für den „Nullfall 2024“ und in Anlage 5.2 für den „Planfall 2024“ in 1,5 Meter Höhe dargestellt. Zusätzlich zeigt Tabelle 8.5 die berechneten PM_{2,5}-Belastungen an ausgewählten Immissionsorten.

Tabelle 8.5: Jahresmittelwerte Feinstaub (PM_{2,5})

Immissionsort		Jahresmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] Feinstaub (PM _{2,5})			
Nr.	Beschreibung (Nullfall / Planfall)	IGW JMW	Nullfall 2024	Planfall 2024	Delta 2024*
1	Grabenstraße 20	25	19,2	20,0	+0,8
2	Grabenstraße 37	25	18,6	19,1	+0,5
3	Grabenstraße 40	25	19,0	20,0	+1,0
4	Hauptstraße 24	25	19,4	18,3	-1,1
5	Hauptstraße 21	25	19,5	18,3	-1,2
6	Vor dem Voigtstor 10	25	20,5	20,8	+0,3
7	Vor dem Voigtstor 9	25	19,9	19,7	-0,2
8	Vor dem Voigtstor 16	25	20,2	20,5	+0,3
9	Vor dem Voigtstor 23	25	19,7	19,6	-0,1
10	Palottistraße 1	25	19,6	19,8	+0,2
11	Löherstraße 8 / MI2	25	18,9	19,7	+0,8
12	Löherstraße 2 / MI1	25	19,0	19,7	+0,7
13	Vor dem Voigtstor 1 / MI1	25	19,9	19,9	±0,0
14	Löherstraße 1 / MI1	25	19,3	20,1	+0,8
15	Hauptstraße 2 / MI1	25	20,0	18,5	-1,5

* Planfall minus Nullfall; Siehe auch Anlage 5.3

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen für das Prognosejahr 2024 zeigen, dass der Grenzwert zum PM_{2,5}-Jahresmittelwert von 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sowohl im Nullfall 2024 mit maximal 20,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ als auch im Planfall 2024 mit maximal 20,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ an allen Immissionsorten sowie im gesamten übrigen Untersuchungsgebiet eingehalten wird.

Bezüglich der Konzentrationsentwicklungen in den beiden untersuchten Fällen gelten die gleichen generellen Aussagen wie für den NO₂-Jahresmittelwert (siehe Kapitel 8.1). Auf eine detaillierte Ergebnisbesprechung wird daher an dieser Stelle verzichtet.

9 Zusammenfassung

Der Bebauungsplan Rheinbach Nr. 40 „Gerbergasse/Grabenstraße“, 3. Änderung sieht für die einzelnen Baufelder jeweils die Ausweisung eines Mischgebietes (MI) mit mindestens zwei bis maximal drei Vollgeschossen und einer maximalen Trauf- und Gebäudehöhe vor.

Die durch den Bebauungsplan festgesetzten öffentlichen Verkehrsflächen ermöglichen die Umgestaltung der Straßen „Vor dem Voigtstor“ und „Löherstraße“, daher wurde der mögliche Straßenumbau gutachterlich mitberücksichtigt.

Zur Beurteilung der zu erwartenden Luftqualität im Plangebiet sowie der Auswirkung der Planung auf die lufthygienische Belastungssituation im Umfeld der Planung wurde eine lufthygienische Untersuchung durchgeführt. Hierzu wurden Ausbreitungsberechnungen in Bezug auf die Luftschadstoffemissionen für die relevanten Luftschadstoffe Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}) und Stickstoffdioxid (NO₂) durchgeführt.

Seit dem 31.01.2022 liegt die Version 4.2 des Handbuchs für Emissionsfaktoren (HBEFA) vor. Da dieses aufgrund von notwendigen Softwareanpassungen zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Gutachtens noch nicht verwendbar ist, wurden die Emissionen des Straßenverkehrs noch auf Grundlage des Handbuchs für Emissionsfaktoren in der Version 4.1 bestimmt.

Für die städtische Hintergrundbelastung im Plangebiet wurde auf numerisch modellierte Hintergrundbelastungsdaten zurückgegriffen, die im Auftrag des LANUV mit dem Rechenmodell EURAD-IM erstellt wurden. Die berechneten Immissionen wurden mit den Grenzwerten der 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes / Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen (39. BImSchV) verglichen und beurteilt.

Laut Auftraggeber ist frühestens 2024 mit der Fertigstellung des Bauvorhabens Löherstraße / Ecke Vor dem Voigtstor zu rechnen. Als Prognosejahr wurde das Jahr 2024 berücksichtigt. Es wurden die Fälle:

Nullfall 2024:

- Umgebungsbebauung gemäß Bestand und rechtskräftiger Bebauungspläne im Umfeld,
- Bestandsstraßennetz,
- Verkehrsmengen für den Nullfall,
- Emissionsfaktoren sowie Flottenzusammensetzung für das Jahr 2024, sowie

Planfall 2024:

- Umgebungsbebauung gemäß Bestand und rechtskräftiger Bebauungspläne im Umfeld,
- Geplante Bebauung gemäß den Baugrenzen zum Bebauungsplan Nr. 40 „Gerbergasse / Grabenstraße“, 3. Änderung,
- Bestandsstraßennetz und neue Straßenplanung für die Straßen „Vor dem Voigstor“ und „Löherstraße“,
- Verkehrsmengen für den Planfall,
- Emissionsfaktoren sowie Flottenzusammensetzung für das Jahr 2024

unter Berücksichtigung der großräumigen Hintergrundbelastung untersucht.

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen zum Nullfall 2024 zeigen eine Einhaltung der Grenzwerte der 39. BImSchV zu den Jahresmittelwerten Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}) und Stickstoffdioxid (NO₂) und Kurzzeitgrenzwerten zu Feinstaub (PM₁₀) und Stickstoffdioxid (NO₂) im gesamten Untersuchungsgebiet.

Die Planungen zum Bebauungsplan Rheinbach Nr. 40 "Gerbergasse/Grabenstraße", 3. Änderung sehen den Abbruch von bestehenden Gebäuden auf dem Plangebiet vor um Raum für neue Gebäude zu schaffen. Die neuen Gebäude schließen hierbei Baulücken entlang der Löherstraße. Durch die Planung selbst kommt es zu keinen nennenswerten Veränderungen des Verkehrsaufkommens. Durch den Bebauungsplan Rheinbach Nr. 40 "Gerbergasse/Grabenstraße", 3. Änderung wird die Umsetzung der Umgestaltung der Straße „Vor dem Voigstor“ möglich, bzw. werden die Voraussetzungen für den Umbau durch die Aufweitung der Löherstraße geschaffen.

Durch die Straßenbauplanungen wird die im Nullfall nur in eine Richtung befahrbare Löherstraße / Grabenstraße ausgebaut, sodass der Verkehr hier zukünftig in beiden Fahrtrichtungen abgewickelt werden kann. Weiterhin wird, im Sinne einer Worst-Case-Betrachtung, der Durchgangsverkehr, auf der ebenfalls nur in einer Richtung befahrbaren Hauptstraße, vollständig auf die Löherstraße / Grabenstraße verlagert. Lediglich Busse befahren dann noch die Hauptstraße zwischen der Grabenstraße und der Schweigelstraße.

Die Veränderungen der Luftschadstoffkonzentrationen im Untersuchungsgebiet vom Nullfall zum Planfall resultieren daher im Wesentlichen aus der Umverteilung des Kraftfahrzeugverkehrs auf den anliegenden und umliegenden Straßen. Während im Verlauf der Löherstraße und Grabenstraße deutliche Zunahmen der Luftschadstoff-Konzentrationen berechnet werden, ergeben sich im Verlauf der Hauptstraße deutliche Reduktionen der Luftschadstoff-Konzentrationen.

Im Verlauf der Straße „Vor dem Voigtstor“ ergeben sich Reduktionen der Luftschadstoffkonzentration an den nördlich der Straße gelegenen Fassaden und Erhöhungen der Luftschadstoffkonzentration an den südlich gelegenen Fassaden. Diese resultieren aus den Veränderungen der Lage und Breite der Fahrbahnen im Zuge des Straßenumbaus.

Auch nach Realisierung des Bebauungsplanes Rheinbach Nr. 40 "Gerbergasse/Grabenstraße", 3. Änderung und des Umbaus anliegender Straßen im Jahr 2024, mit allen damit verbundenen Auswirkungen, werden die Grenzwerte der 39. BImSchV zu den Jahresmittelwerten Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}) und Stickstoffdioxid (NO₂) und Kurzzeitgrenzwerten zu Feinstaub (PM₁₀) und Stickstoffdioxid (NO₂) im gesamten Untersuchungsgebiet weiterhin eingehalten.

Peutz Consult GmbH

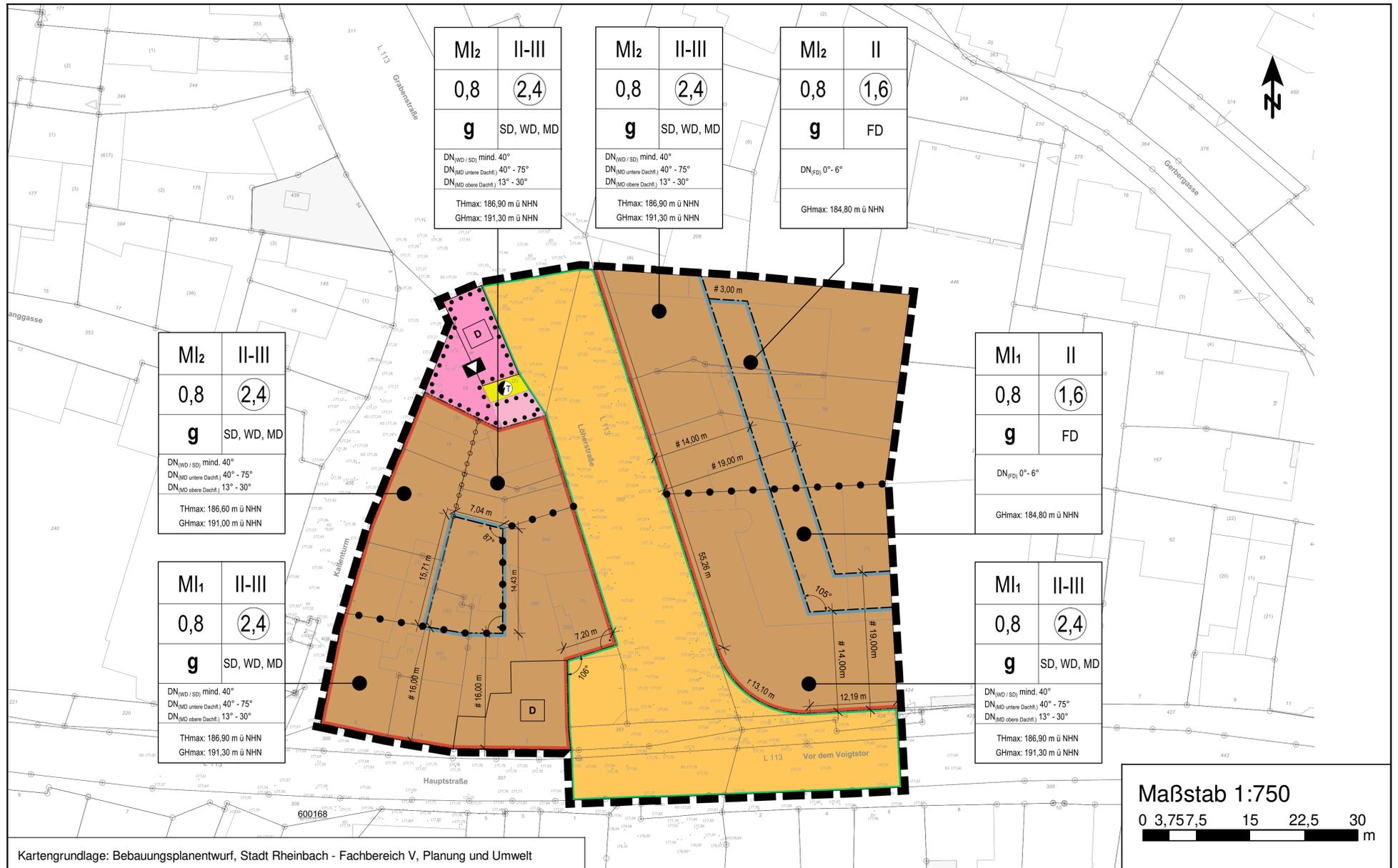
i.V. Dipl.-Ing. Oliver Streuber
(fachliche Verantwortung / Projektbearbeitung)

i.V. Dipl. Geogr. Björn Siebers
(Qualitätssicherung)

Anlagenverzeichnis

Anlage 1.1	Bebauungsplan Rheinbach Nr. 40 "Gerbergasse/Grabenstraße", 3. Änderung
Anlage 1.2	Straßenbau "Vor dem Voigtstor" in Rheinbach - KONZEPT
Anlagen 1.3 und 1.4	Übersichtslageplan mit Darstellung der Situationen „Nullfall 2024“ und „Planfall 2024“ zum Bebauungsplan Rheinbach Nr. 40 "Gerbergasse/Grabenstraße", 3. Änderung
Anlage 1.5	Übersichtslageplan mit Darstellung des MISKAM-Rechengebietes
Anlage 2.1	Übersichtslageplan mit Kennzeichnung der Straßenabschnitte für die Emissionsberechnungen
Anlage 2.2	Emissionsansätze und Eingangsdaten für die Situationen „Nullfall 2024“ und „Planfall 2024“
Anlagen 3.1 und 3.2	Stickstoffdioxid (NO ₂) Gesamtbelastung für den „Nullfall 2024“ und „Planfall 2024“ mit einer Hintergrundbelastung von 10,5 µg/m ³
Anlage 3.3	Änderung des Jahresmittelwertes von Stickstoffdioxid (NO ₂)
Anlagen 4.1 und 4.2	Feinstaub (PM ₁₀) Gesamtbelastung für den „Nullfall 2024“ und „Planfall 2024“ mit einer Hintergrundbelastung von 20,9 µg/m ³
Anlage 4.3	Änderung des Jahresmittelwertes von Feinstaub (PM ₁₀)
Anlagen 4.4 und 4.5	Anzahl der Feinstaub (PM ₁₀) Überschreitungstage für den „Nullfall 2024“ und „Planfall 2024“
Anlagen 5.1 und 5.2	Feinstaub (PM _{2,5}) Gesamtbelastung für den „Nullfall 2024“ und „Planfall 2024“ mit einer Hintergrundbelastung von 18,2 µg/m ³
Anlage 5.3	Änderung des Jahresmittelwertes von Feinstaub (PM _{2,5})

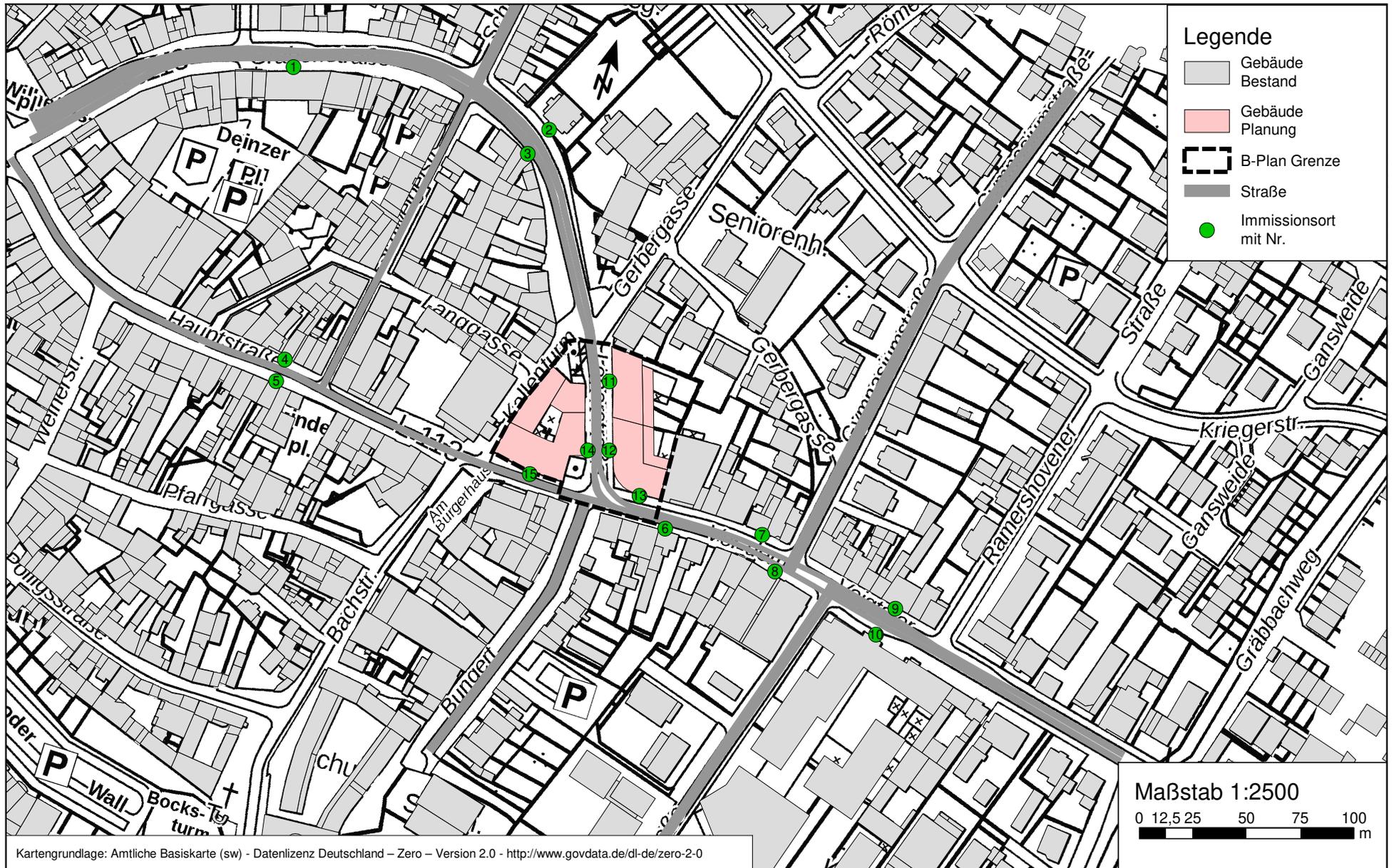
Anlage 1.1: Bebauungsplan Rheinbach Nr. 40 "Gerbergasse/Grabenstraße", 3. Änderung



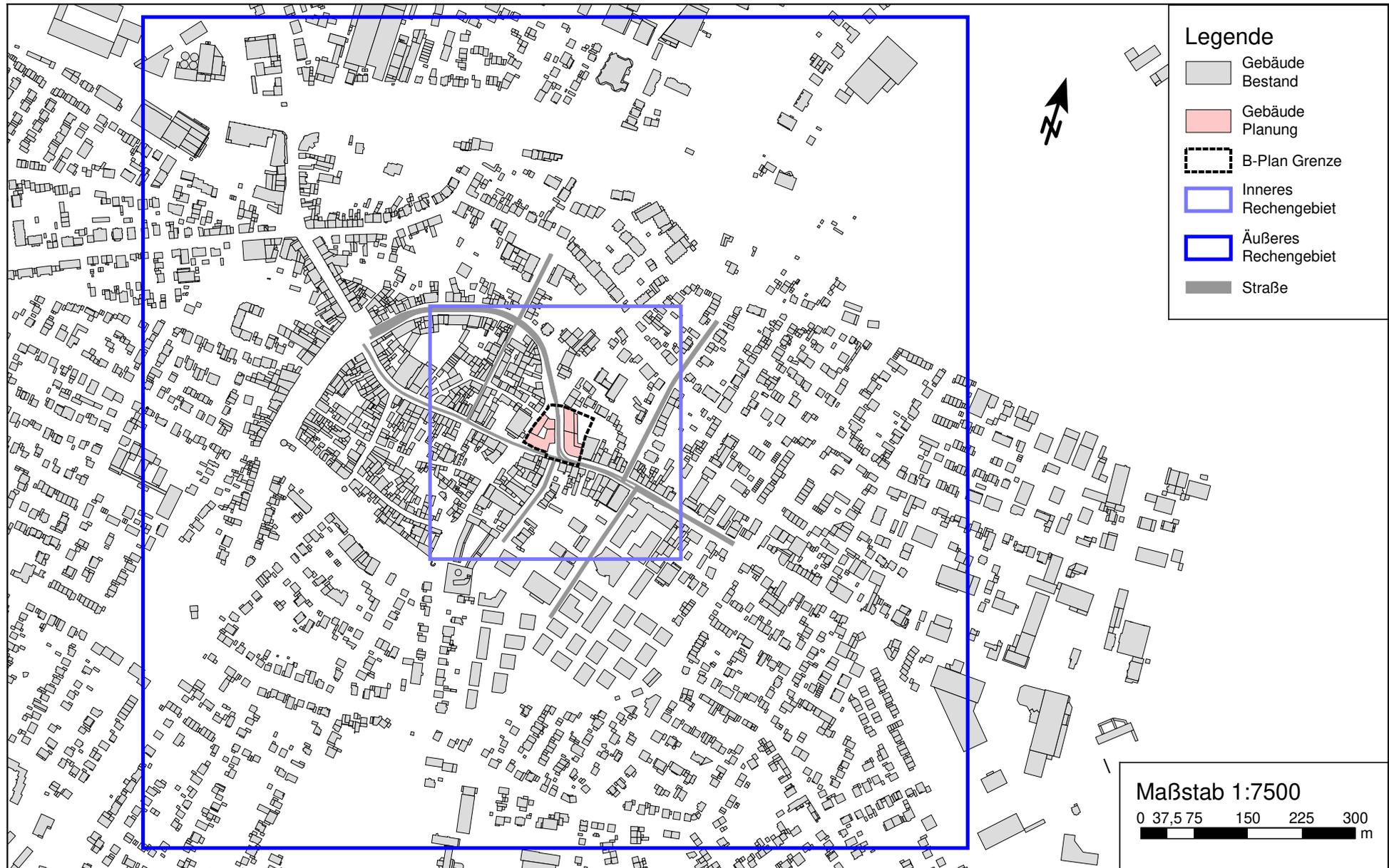
Anlage 1.3: Übersichtslageplan mit Darstellung der Situation "Nullfall 2024" zum Bebauungsplan Rheinbach Nr. 40 "Gerbergasse/Grabenstraße", 3. Änderung



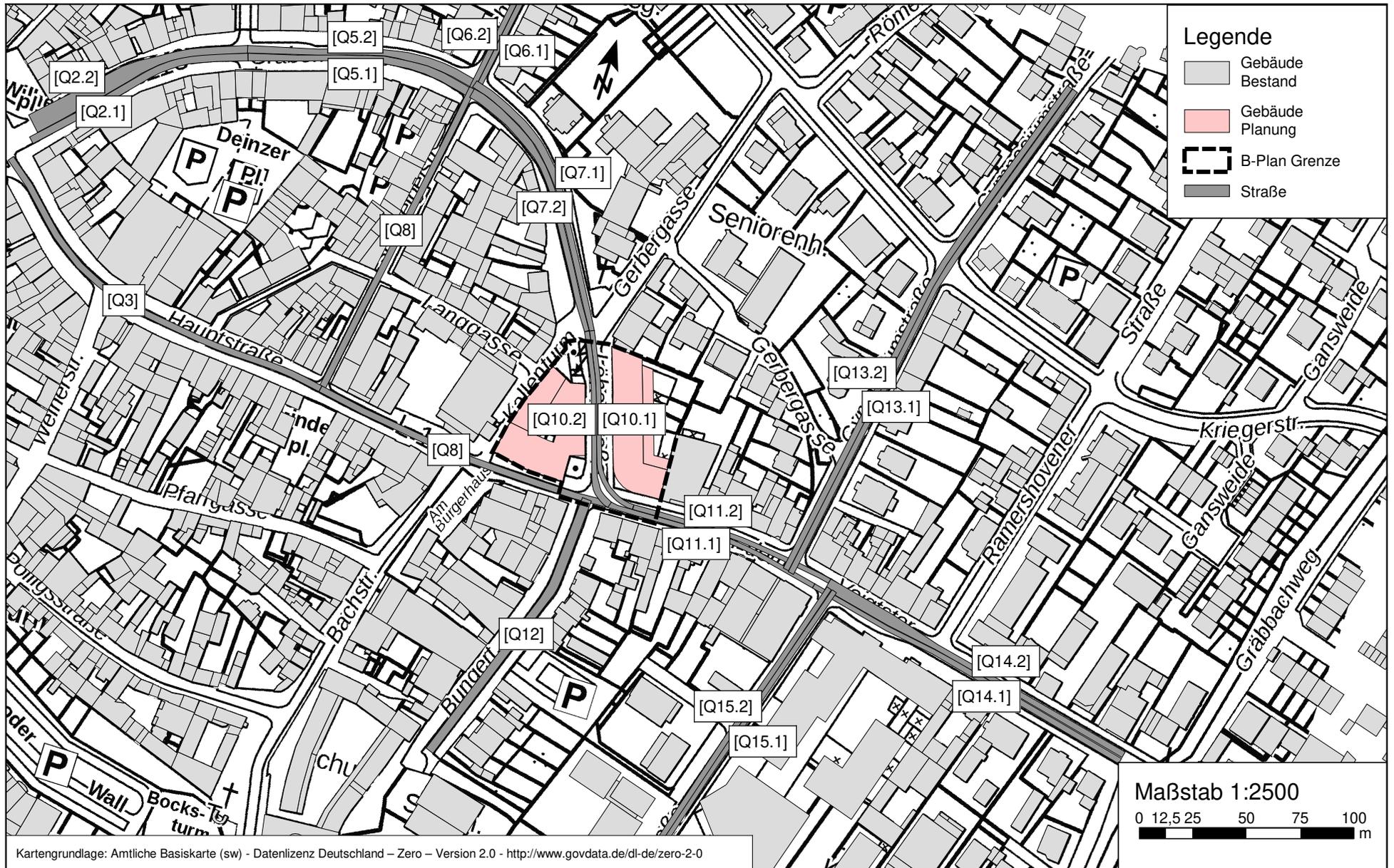
Anlage 1.4: Übersichtslageplan mit Darstellung der Situation "Planfall 2024" zum Bebauungsplan Rheinbach Nr. 40 "Gerbergasse/Grabenstraße", 3. Änderung



Anlage 1.5: Übersichtslageplan mit Darstellung des MISKAM-Rechengebietes für den Bebauungsplan Rheinbach Nr. 40 "Gerbergasse/Grabenstraße", 3. Änderung



Anlage 2.1: Übersichtslageplan mit Darstellung der Straßenabschnitte für die Emissionsberechnungen zum Bebauungsplan Rheinbach Nr. 40 "Gerbergasse/Grabenstraße", 3. Änderung



Nullfall 2024																						
Lfd. Nr.	Straßenname	DTV	Anteil SNFz	Anteil LNFz	Anteil Busse	UWZ*	Verkehrssituation			Steigung	Anzahl Fahrspuren	Tempo-limit	Typ Kaltstart	Typ Tagesgang	LOS1	LOS2	LOS3	LOS4	LOS5	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO _x
[-]		[Kfz/24h]	[%]	[%]	[%]					[%]	[-]	[km/h]			[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[g/m³d]	[g/m³d]	[g/m³d]
1	[Q2.1] Grabenstraße -> NO	4242	1,2	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	0,2	1	50	radial	doublepeak	7,3	92,7	0,0	0,0	0,0	0,168	0,084	1,354
2	[Q2.2] Grabenstraße -> SW	4242	1,2	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	-0,2	1	50	radial	doublepeak	7,3	92,7	0,0	0,0	0,0	0,167	0,083	1,293
3	[Q3] Hauptstraße -> O	8424	1,2	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	0,7	1	30	radial	doublepeak	3,6	79,5	16,9	0,0	0,0	0,354	0,169	2,643
4	[Q5.1] Grabenstraße -> NO	4494	1,4	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	-0,1	1	50	radial	doublepeak	7,3	92,7	0,0	0,0	0,0	0,180	0,089	1,401
5	[Q5.2] Grabenstraße -> SW	4494	1,4	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	0,1	1	50	radial	doublepeak	7,3	92,7	0,0	0,0	0,0	0,180	0,089	1,433
6	[Q6.1] Schweigelstraße -> N	1486	2,1	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Erschließungsstraße	IO	-0,9	1	30	residential	doublepeak	55,0	45,0	0,0	0,0	0,0	0,062	0,032	0,525
7	[Q6.2] Schweigelstraße -> S	1486	2,1	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Erschließungsstraße	IO	0,9	1	30	residential	doublepeak	55,0	45,0	0,0	0,0	0,0	0,063	0,032	0,599
8	[Q7] Grabenstraße -> NW	7151	1,2	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	-0,7	1	50	radial	doublepeak	5,2	94,8	0,0	0,0	0,0	0,283	0,140	2,075
9	[Q8] Schweigelstraße -> S	806	1,9	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Erschließungsstraße	IO	0,9	1	30	residential	doublepeak	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,029	0,017	0,309
10	[Q9] Hauptstraße -> O	9050	1,4	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	-0,1	1	30	radial	doublepeak	3,6	64,7	31,7	0,0	0,0	0,403	0,182	2,870
11	[Q10] Löherstraße -> NW	7651	1,0	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	-0,5	1	50	radial	doublepeak	3,6	79,5	16,9	0,0	0,0	0,313	0,149	2,339
12	[Q11.1] Vor dem Voigtstor -> O	8173	1,0	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	-0,4	1	50	radial	doublepeak	3,6	79,5	16,9	0,0	0,0	0,335	0,160	2,524
13	[Q11.2] Vor dem Voigtstor -> W	8173	1,0	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	0,4	1	50	radial	doublepeak	3,6	79,5	16,9	0,0	0,0	0,336	0,161	2,761
14	[Q12] Bungert -> N<>S	1015	1,5	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Erschließungsstraße	IO	2,6	1	30	residential	doublepeak	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,035	0,021	0,357
15	[Q13.1] Gymnasiumstraße -> N	1514	2,2	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	-0,3	1	50	residential	doublepeak	83,1	16,9	0,0	0,0	0,0	0,051	0,031	0,522
16	[Q13.2] Gymnasiumstraße -> S	1514	2,2	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	0,3	1	50	residential	doublepeak	83,1	16,9	0,0	0,0	0,0	0,051	0,032	0,547
17	[Q14.1] Vor dem Voigtstor -> O	8321	1,1	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	0,2	1	50	radial	doublepeak	3,6	79,5	16,9	0,0	0,0	0,345	0,164	2,762
18	[Q14.2] Vor dem Voigtstor -> W	8321	1,1	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	-0,2	1	50	radial	doublepeak	3,6	79,5	16,9	0,0	0,0	0,344	0,164	2,642
19	[Q15.1] Pallottistraße -> NO	1437	3,6	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Erschließungsstraße	IO	-2,2	1	30	residential	doublepeak	55,0	45,0	0,0	0,0	0,0	0,068	0,032	0,495
20	[Q15.2] Pallottistraße -> SW	1437	3,6	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Erschließungsstraße	IO	2,2	1	30	residential	doublepeak	55,0	45,0	0,0	0,0	0,0	0,070	0,034	0,673

* UWZ = Innerhalb Umweltzone (Ja/Nein)

Planfall 2024

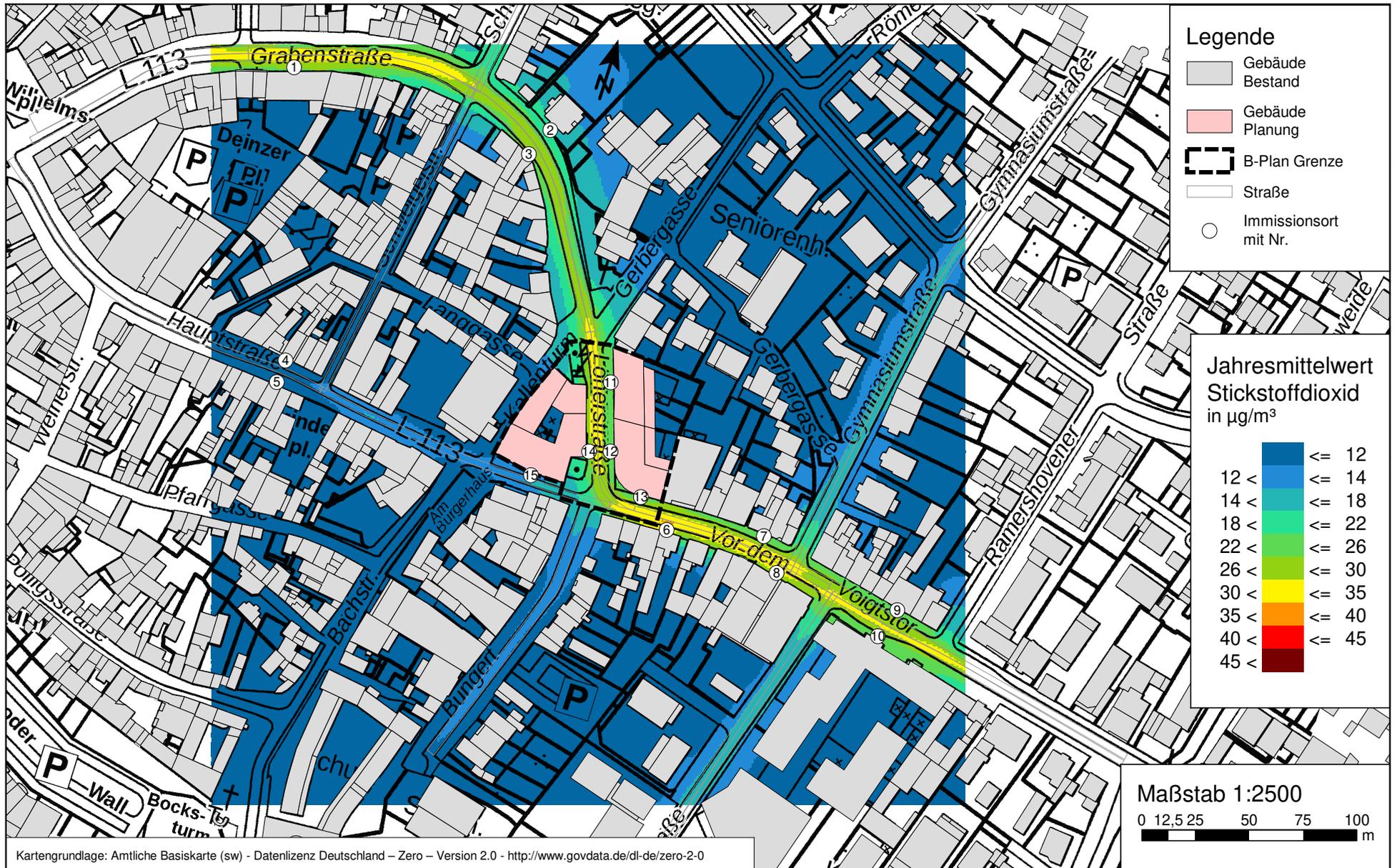
Lfd. Nr.	Straßenname	DTV	Anteil SNFz	Anteil LNFz	Anteil Busse	UWZ*	Verkehrssituation			Steigung	Anzahl Fahrspuren	Tempo-limit	Typ Kaltstart	Typ Tagesgang	LOS1	LOS2	LOS3	LOS4	LOS5	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO _x
[-]		[Kfz/24h]	[%]	[%]	[%]					[%]	[-]	[km/h]			[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[g/m³d]	[g/m³d]	[g/m³d]
1	[Q2.1] Grabenstraße -> NO	7692	1,2	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	0,2	1	50	radial	doublepeak	3,6	79,5	16,9	0,0	0,0	0,322	0,153	2,569
2	[Q2.2] Grabenstraße -> SW	7692	1,2	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	-0,2	1	50	radial	doublepeak	3,6	79,5	16,9	0,0	0,0	0,321	0,152	2,458
3	[Q3] Hauptstraße -> O	88	0,0	0,0	100,0	Nein	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	0,7	1	30	radial	doublepeak	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,011	0,008	0,168
4	[Q5.1] Grabenstraße -> NO	8134	1,4	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	-0,1	1	50	radial	doublepeak	3,6	79,5	16,9	0,0	0,0	0,346	0,162	2,662
5	[Q5.2] Grabenstraße -> SW	8134	1,4	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	0,1	1	50	radial	doublepeak	3,6	79,5	16,9	0,0	0,0	0,347	0,162	2,720
6	[Q6.1] Schweigelstraße -> N	1639	2,0	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Erschließungsstraße	IO	-0,9	1	30	residential	doublepeak	49,4	50,6	0,0	0,0	0,0	0,069	0,035	0,580
7	[Q6.2] Schweigelstraße -> S	1639	2,0	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Erschließungsstraße	IO	0,9	1	30	residential	doublepeak	49,4	50,6	0,0	0,0	0,0	0,070	0,036	0,660
8	[Q7.1] Grabenstraße -> NW	7177	1,2	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	-0,7	1	50	radial	doublepeak	5,2	94,8	0,0	0,0	0,0	0,283	0,140	2,082
9	[Q7.2] Grabenstraße -> SO	7177	1,2	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	0,7	1	50	radial	doublepeak	5,2	94,8	0,0	0,0	0,0	0,286	0,143	2,446
10	[Q8] Schweigelstraße -> S	121	1,7	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Erschließungsstraße	IO	0,9	1	30	residential	doublepeak	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,004	0,003	0,046
11	[Q9] Hauptstraße -> O	1187	0,0	9,5	7,4	Nein	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	-0,1	1	30	radial	doublepeak	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,043	0,028	0,414
12	[Q10.1] Löhlerstraße -> NW	8070	1,0	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	-0,5	1	50	radial	doublepeak	3,6	79,5	16,9	0,0	0,0	0,330	0,157	2,467
13	[Q10.2] Löhlerstraße -> SO	8070	1,0	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	0,5	1	50	radial	doublepeak	3,6	79,5	16,9	0,0	0,0	0,332	0,160	2,759
14	[Q11.1] Vor dem Voigtstor -> O	8188	1,0	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	-0,4	1	50	radial	doublepeak	3,6	79,5	16,9	0,0	0,0	0,335	0,160	2,529
15	[Q11.2] Vor dem Voigtstor -> W	8188	1,0	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	0,4	1	50	radial	doublepeak	3,6	79,5	16,9	0,0	0,0	0,337	0,162	2,766
16	[Q12] Bungert -> N<>S	1015	1,5	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Erschließungsstraße	IO	2,6	1	30	residential	doublepeak	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,035	0,021	0,357
17	[Q13.1] Gymnasiumstraße -> N	1539	2,2	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	-0,3	1	50	residential	doublepeak	83,1	16,9	0,0	0,0	0,0	0,052	0,032	0,531
18	[Q13.2] Gymnasiumstraße -> S	1539	2,2	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	0,3	1	50	residential	doublepeak	83,1	16,9	0,0	0,0	0,0	0,052	0,032	0,557
19	[Q14.1] Vor dem Voigtstor -> O	8288	1,1	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	0,2	1	50	radial	doublepeak	3,6	79,5	16,9	0,0	0,0	0,344	0,164	2,750
20	[Q14.2] Vor dem Voigtstor -> W	8288	1,1	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	IO	-0,2	1	50	radial	doublepeak	3,6	79,5	16,9	0,0	0,0	0,343	0,163	2,630
21	[Q15.1] Pallottistraße -> NO	1455	3,6	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Erschließungsstraße	IO	-2,2	1	30	residential	doublepeak	55,0	45,0	0,0	0,0	0,0	0,068	0,032	0,500
22	[Q15.2] Pallottistraße -> SW	1455	3,6	9,5	0,0	Nein	Agglomeration	Erschließungsstraße	IO	2,2	1	30	residential	doublepeak	55,0	45,0	0,0	0,0	0,0	0,071	0,034	0,680

* UWZ = Innerhalb Umweltzone (Ja/Nein)

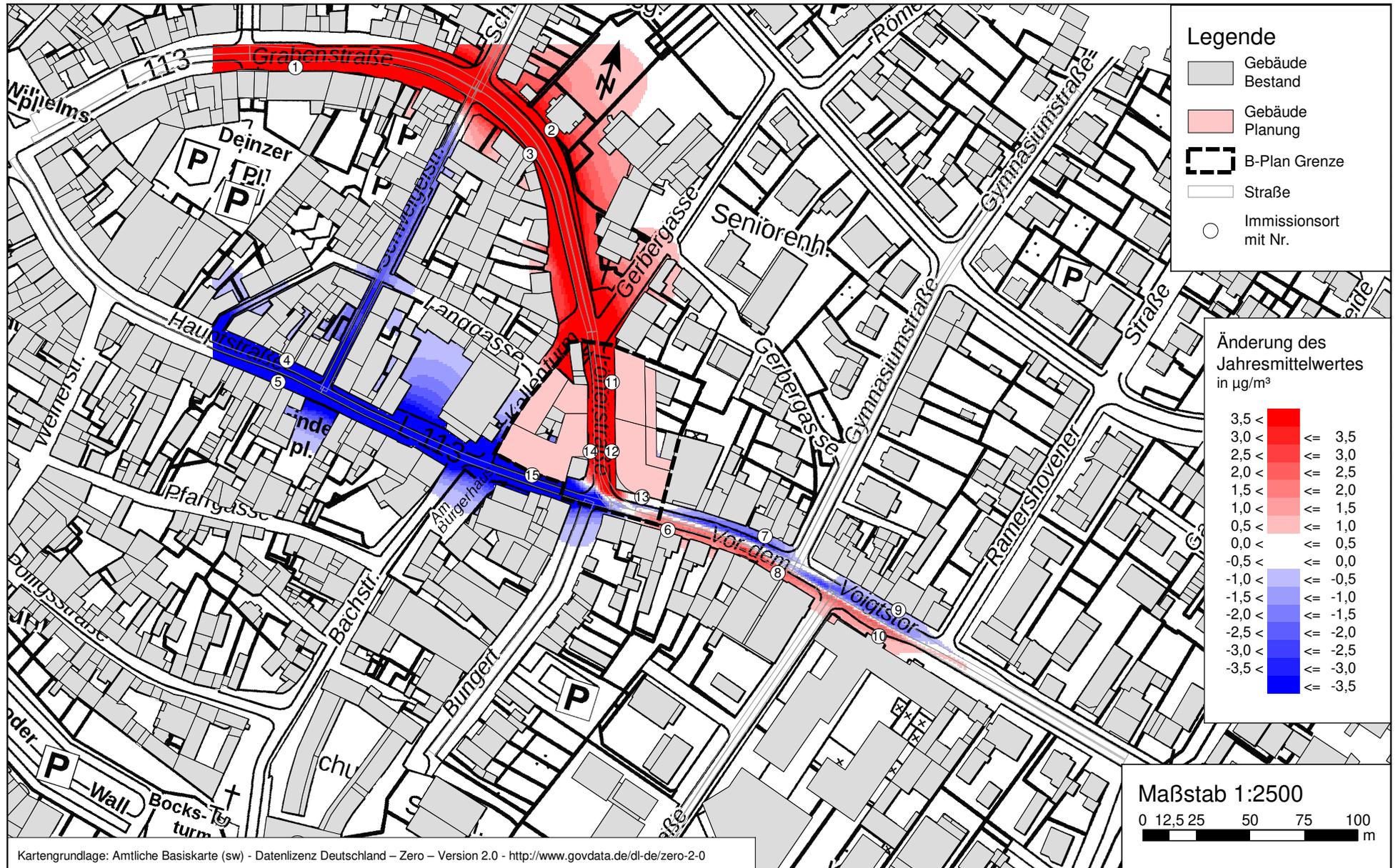
Anlage 3.1: Stickstoffdioxid (NO₂) Gesamtbelastung (JMW; h = 1,5 m) für den "Nullfall 2024" zum B-Plan Rheinbach Nr. 40 "Gerbergasse/Grabenstraße", 3. Änderung mit einer Hintergrundbelastung von 10,5 µg/m³ - Grenzwert 39. BImSchV: 40 µg/m³



Anlage 3.2: Stickstoffdioxid (NO₂) Gesamtbelastung (JMW; h = 1,5 m) für den "Planfall 2024" zum B-Plan Rheinbach Nr. 40 "Gerbergasse/Grabenstraße", 3. Änderung mit einer Hintergrundbelastung von 10,5 µg/m³ - Grenzwert 39. BImSchV: 40 µg/m³



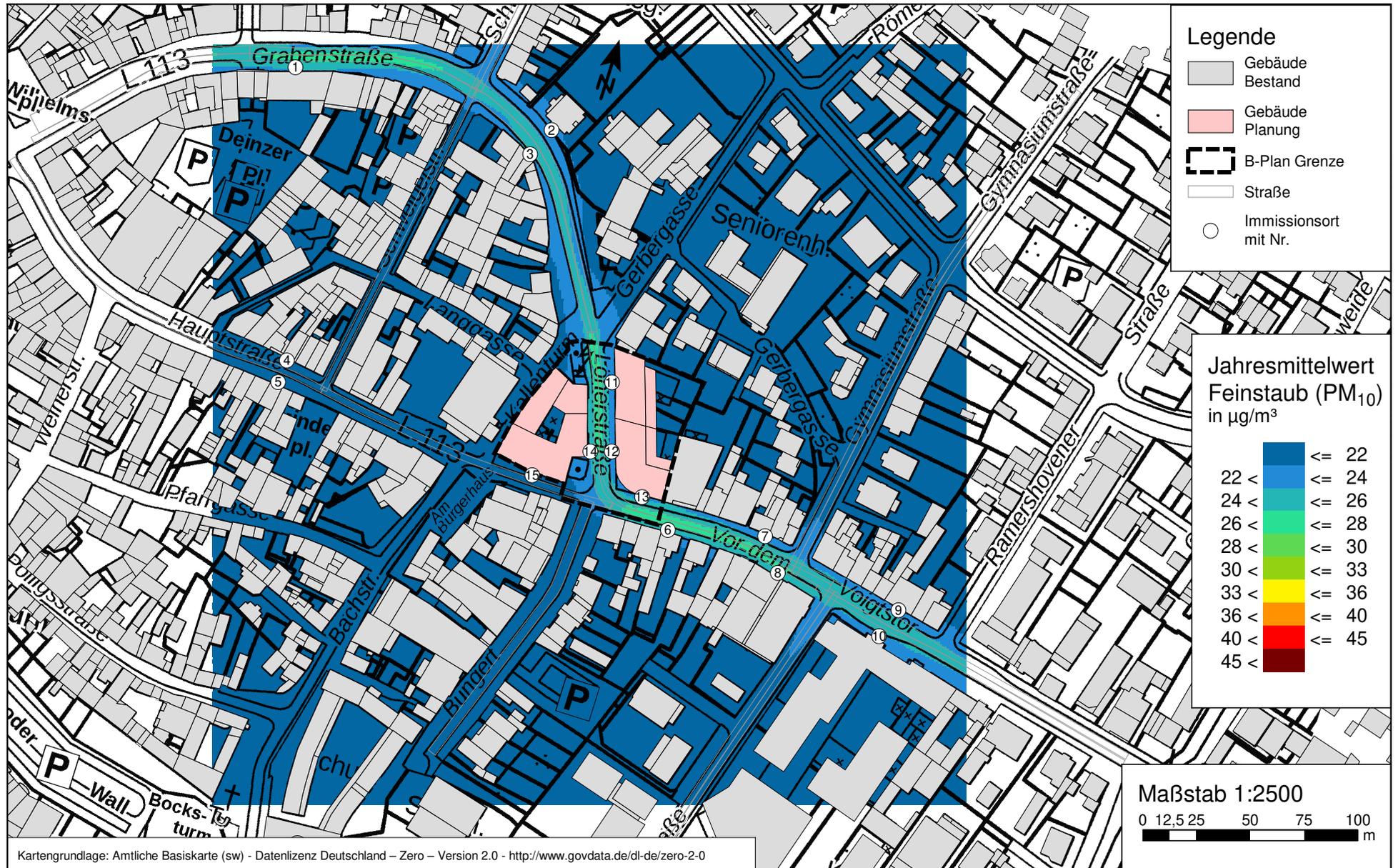
Anlage 3.3: Änderung des Jahresmittelwertes für Stickstoffdioxid (NO₂) für den Bebauungsplan Rheinbach Nr. 40 "Gerbergasse/Grabenstraße", 3. Änderung (Planfall 2024 minus Nullfall 2024)



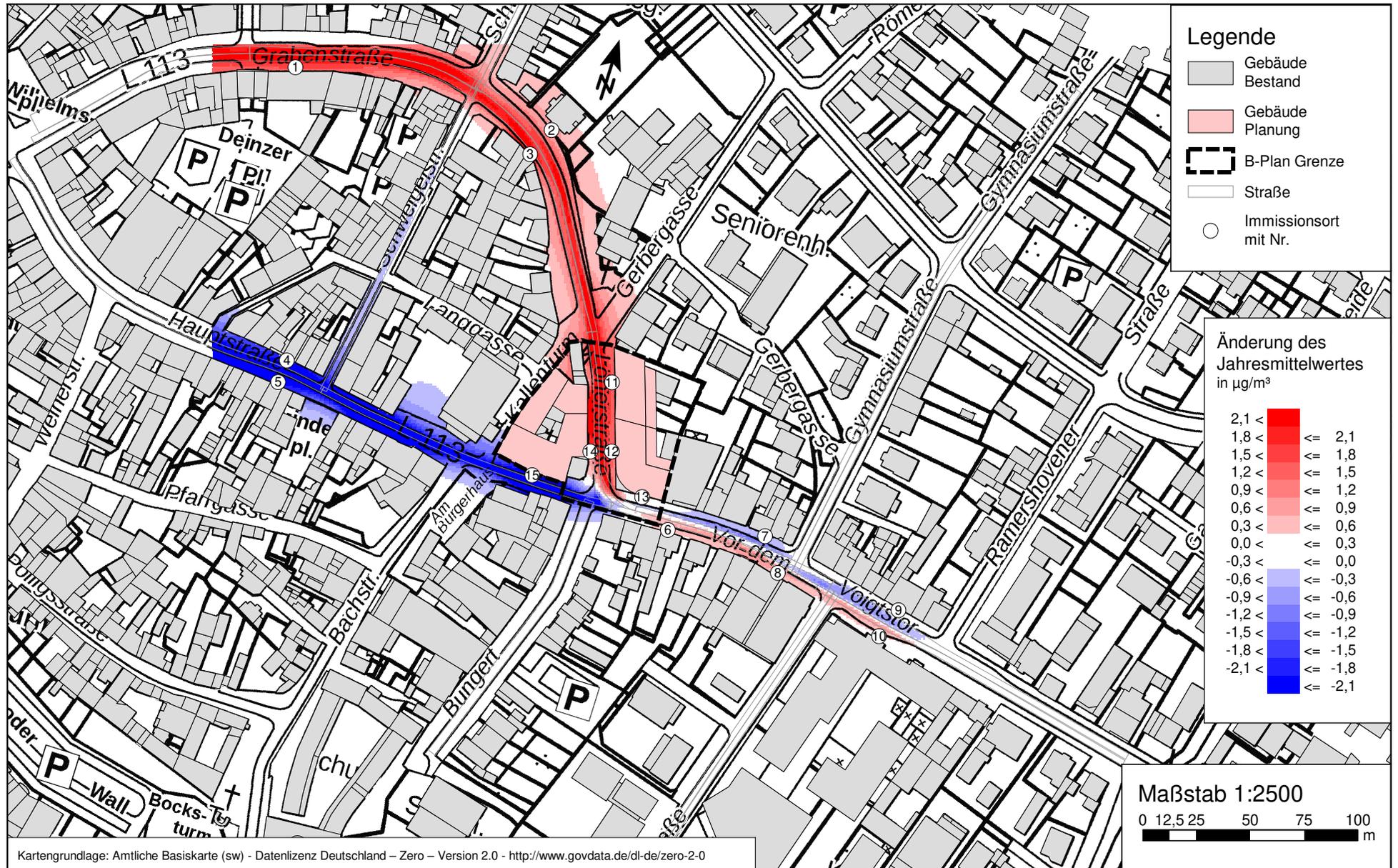
Anlage 4.1: Feinstaub (PM₁₀) Gesamtbelastung (JMW; h = 1,5 m) für den "Nullfall 2024" zum B-Plan Rheinbach Nr. 40 "Gerbergasse/Grabenstraße", 3. Änderung mit einer Hintergrundbelastung von 20,9 µg/m³ - Grenzwert 39. BImSchV: 40 µg/m³



Anlage 4.2: Feinstaub (PM₁₀) Gesamtbelastung (JMW; h = 1,5 m) für den "Planfall 2024" zum B-Plan Rheinbach Nr. 40 "Gerbergasse/Grabenstraße", 3. Änderung mit einer Hintergrundbelastung von 20,9 µg/m³ - Grenzwert 39. BImSchV: 40 µg/m³



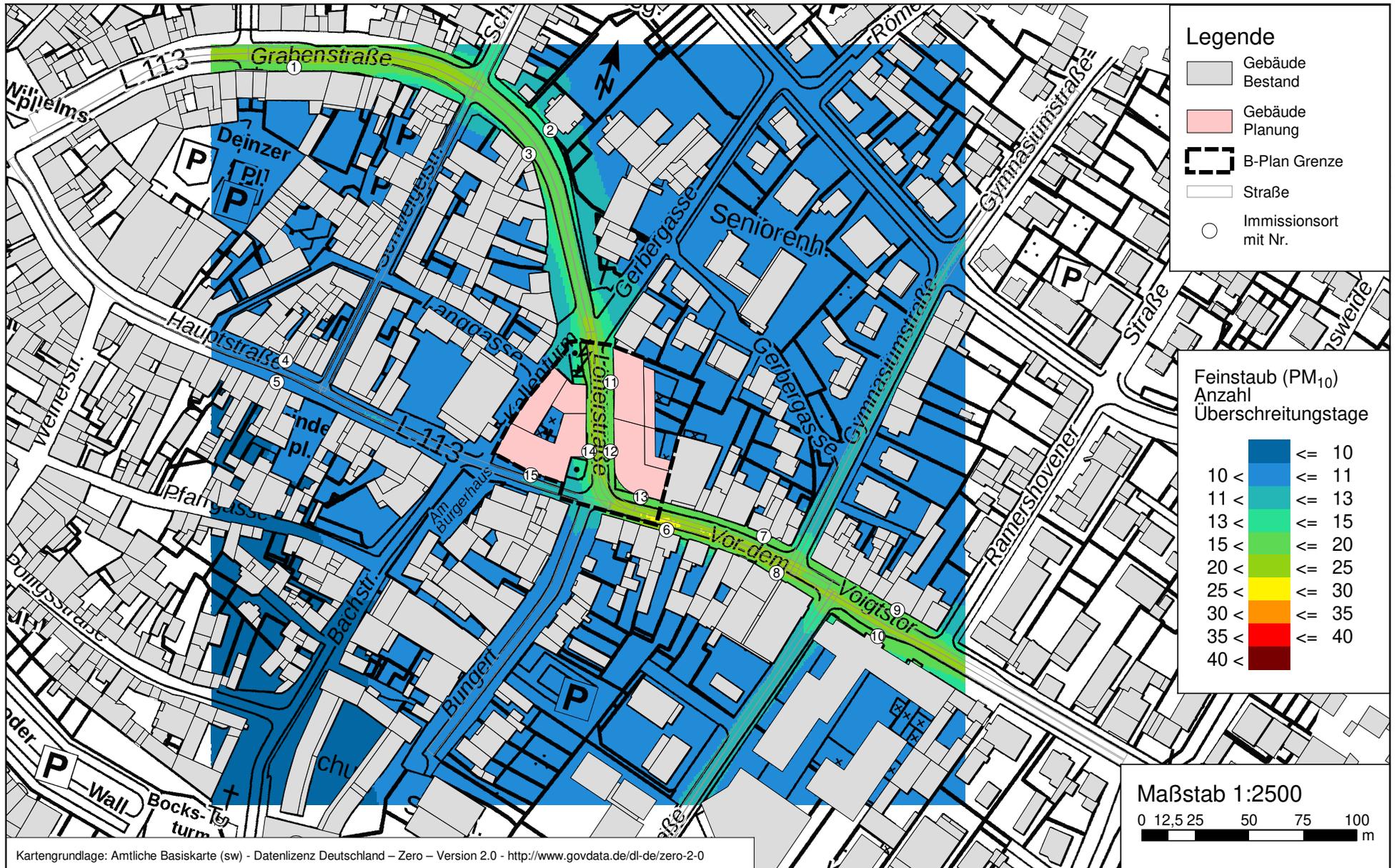
Anlage 4.3: Änderung des Jahresmittelwertes für Feinstaub (PM₁₀) für den Bebauungsplan Rheinbach Nr. 40 "Gerbergasse/Grabenstraße", 3. Änderung (Planfall 2024 minus Nullfall 2024)



Anlage 4.4: Anzahl der Feinstaub (PM₁₀) Überschreitungstage (h = 1,5 m) für den "Nullfall 2024" zum B-Plan Rheinbach Nr. 40 "Gerbergasse/Grabenstraße", 3. Änderung (Zulässig sind 35 Überschreitungstage mit einem Tagesmittelwert > 50 µg/m³)



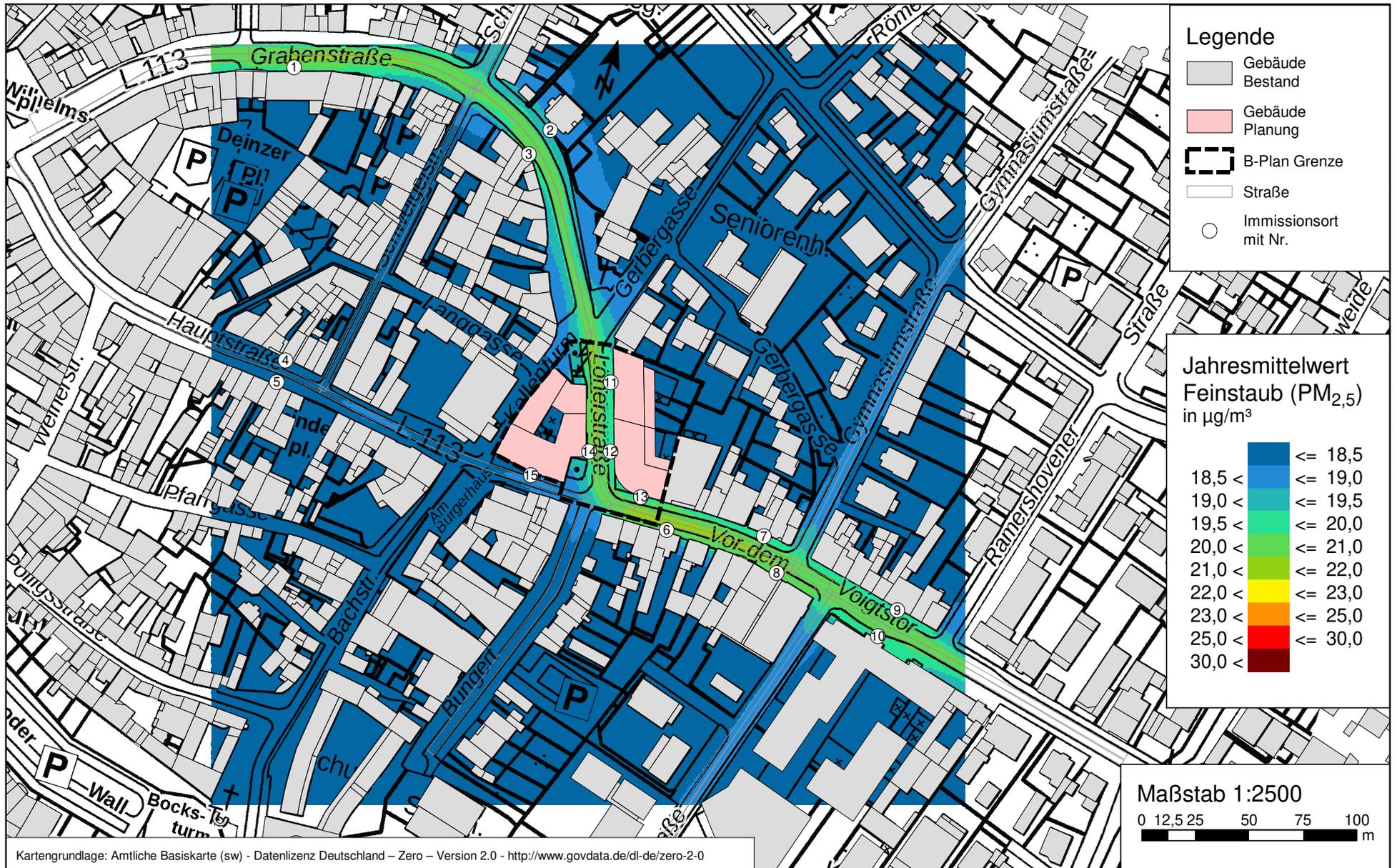
Anlage 4.5: Anzahl der Feinstaub (PM₁₀) Überschreitungstage (h = 1,5 m) für den "Planfall 2024" zum B-Plan Rheinbach Nr. 40 "Gerbergasse/Grabenstraße", 3. Änderung (Zulässig sind 35 Überschreitungstage mit einem Tagesmittelwert > 50 µg/m³)



Anlage 5.1: Feinstaub (PM_{2,5}) Gesamtbelastung (JMW; h = 1,5 m) für den "Nullfall 2024" zum B-Plan Rheinbach Nr. 40 "Gerbergasse/Grabenstraße", 3. Änderung mit einer Hintergrundbelastung von 18,2 µg/m³ - Grenzwert 39. BImSchV: 25 µg/m³



Anlage 5.2: Feinstaub (PM_{2,5}) Gesamtbelastung (JMW; h = 1,5 m) für den "Planfall 2024" zum B-Plan Rheinbach Nr. 40 "Gerbergasse/Grabenstraße", 3. Änderung mit einer Hintergrundbelastung von 18,2 µg/m³ - Grenzwert 39. BImSchV: 25 µg/m³



Anlage 5.3: Änderung des Jahresmittelwertes für Feinstaub (PM_{2,5}) für den Bebauungsplan Rheinbach Nr. 40 "Gerbergasse/Grabenstraße", 3. Änderung (Planfall 2024 minus Nullfall 2024)

